

## MỤC LỤC

	Nội dung	Trang
	<b>LỜI NÓI ĐẦU</b>	5
	<b>Chương 1. MỞ ĐẦU</b>	
	1.1. Nội dung và yêu cầu môn học	7
	1.2. Sơ lược tình hình xây dựng cầu trên thế giới và trong nước	7
	<b>Chương 2. CÔNG TÁC ĐO ĐẠC ĐỊNH VỊ TRONG XÂY DỰNG CẦU</b>	
	2.1. Nội dung và tầm quan trọng của công tác đo đạc định vị trong xây dựng cầu	11
	2.2. Những tài liệu ban đầu làm căn cứ cho công tác đo đạc định vị	12
	2.3. Phương pháp đo trực tiếp chiều dài và định vị tim mố trụ cầu	13
	2.4. Phương pháp đo gián tiếp	16
	2.5. Độ chính xác khi đo đạc định vị	20
	2.6. Đo đạc kiểm tra trong quá trình thi công	21
	Câu hỏi ôn tập	22
	<b>Chương 3. CÔNG TÁC BÊ TÔNG, CỐT THÉP VÀ VÁN KHUÔN TRONG XÂY DỰNG CẦU</b>	
	3.1. Công tác thi công bê tông	23
	3.2. Công tác cốt thép	30
	3.3. Công tác ván khuôn	38
	Câu hỏi ôn tập	40
	<b>Chương 4. XÂY DỰNG THÂN MỐ TRỤ CẦU</b>	
	4.1. Những đặc điểm và yêu cầu cơ bản trong công tác xây dựng mố trụ cầu	41
	4.2. Cấu tạo ván khuôn trụ cầu đổ tại chỗ	41
	4.3. Tải trọng dùng để tính toán ván khuôn	50
	4.4. Nội dung tính toán ván khuôn	53
	4.5. Thi công bê tông thân mố trụ cầu	60
	4.6. Xây dựng mố trụ bằng BTCT lắp ghép và bán lắp ghép	67
	4.7. Xây dựng mố trụ bằng đá	70
	4.8. Xây dựng đường đầu cầu	71
	Câu hỏi ôn tập	75
	<b>Chương 5. XÂY DỰNG KẾT CẤU NHỊP CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP</b>	
	5.1. Xây dựng kết cấu nhịp cầu dầm bê tông cốt thép toàn khối	76
	5.2. Xây dựng cầu dầm bê tông cốt thép dự ứng lực	91
	5.3. Xây dựng cầu dầm bê tông cốt thép theo công nghệ đúc hẫng	97
	5.4. Phương pháp lắp dầm, đúc dầm kết cấu nhịp BTCT dự ứng lực	100
	5.5. Công tác lao lắp kết cấu nhịp cầu dầm bê tông cốt thép lắp ghép và bán lắp ghép	104
	Câu hỏi ôn tập	116

<b>Chương 6. XÂY DỰNG KẾT CẤU NHỊP CẦU THÉP</b>	
6.1. Một số thiết bị dùng trong công tác lao lắp kết cấu nhịp cầu	117
6.2. Xây dựng kết cấu nhịp cầu dầm liên hợp Thép - BTCT	132
6.3. Công tác lao lắp cầu quân dụng Bailley	137
6.4. Một số phương pháp lao lắp cầu thép	150
Câu hỏi ôn tập	177
<b>Chương 7. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ CÔNG TÁC TỔ CHỨC VÀ QUẢN LÝ XÂY DỰNG CẦU</b>	
7.1. Khái niệm chung về công tác tổ chức xây dựng cầu	178
7.2. Đồ án của thiết kế tổ chức xây dựng cầu	180
7.3. Tổ chức công trường xây dựng cầu	183
7.4. Kế hoạch, tiến độ thi công	193
7.5. Cung cấp điện, nước và hơi ép cho công trường	196
7.6. Bảo hộ lao động và kỹ thuật an toàn lao động	198
7.7. Công tác quản lý xây dựng cầu	200
Câu hỏi ôn tập	207
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	208

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây các công trình cầu trên đường giao thông được xây dựng rất nhiều trên mọi miền đất nước. Cùng với sự lớn mạnh của nhiều ngành khoa học công nghệ, kỹ thuật xây dựng cầu có sự phát triển nhanh chóng, xuất hiện nhiều phương pháp xây dựng mới. Sự phát triển của ngành xây dựng cầu có rất nhiều thành tựu vượt bậc, nhưng cũng có những sự cố, thảm họa. Hiện nay và những năm tiếp theo nhiều công trình cầu lớn sẽ được tiếp tục xây dựng với những kết cấu và công nghệ xây dựng hiện đại, những phương pháp tính toán mới, độ tin cậy cao trong lĩnh vực xây dựng cầu được áp dụng.

Cuốn giáo trình "Xây dựng cầu" của nhà trường xuất bản năm 1999 đã giúp cho giáo viên, học viên có tài liệu nghiên cứu, giảng dạy, học tập và làm đồ án chuyên ngành khá hiệu quả. Nhưng với "Luật giáo dục" mới về thời gian và chương trình khung đào tạo theo quy định của Bộ giáo dục và đào tạo. Để chất lượng đào tạo kỹ thuật viên trung cấp cầu đường ngày càng sát hơn với nhiệm vụ sản xuất kinh doanh ngoài thực tiễn sản xuất. Chúng tôi biên soạn, chỉnh lý giáo trình "Xây dựng cầu" dựa theo chương trình môn học đã được phê duyệt trong mục tiêu đào tạo của nhà trường là một yêu cầu tất yếu khách quan. Toàn bộ cuốn giáo trình "Xây dựng cầu" được chỉnh lý lần này gồm 7 chương với những nội dung tổng hợp về kỹ thuật xây dựng cầu gồm cả những công nghệ thi công kinh điển mang tính chất truyền thống và những phương pháp thi công hiện đại đang được áp dụng ở Việt nam.

Chương 1. Mở đầu

Chương 2. Công tác đo đạc định vị trong xây dựng cầu

Chương 3. Công tác bê tông, cốt thép và ván khuôn trong xây dựng cầu

Chương 4. Xây dựng thân móng trụ cầu

Chương 5. Xây dựng kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép

Chương 6. Xây dựng kết cấu nhịp cầu thép

Chương 7. Những vấn đề chung về công tác tổ chức quản lý xây dựng cầu

Vì nội dung đề cập khá phức tạp gồm nhiều phương pháp thi công khác nhau, khó có thể triển khai tỷ mỉ trong khuôn khổ một cuốn sách. Mỗi công nghệ chỉ đề cập đến những nội dung cơ bản, những nguyên tắc chủ yếu, phân tích những ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng chính của phương pháp thi công. Cho nên trong giáo trình chúng tôi đã sử dụng nhiều bảng biểu và hình vẽ để mô tả và khái quát những phương pháp, kỹ thuật cơ bản tạo thuận lợi trong khi học tập và nghiên cứu nội dung môn học. Về khối lượng chương trình so với lần trước giảm đi một chương và nội dung tính toán phức tạp không còn phù hợp, nhưng các nội dung đề cập rõ ràng, cụ thể hơn cả về công nghệ và nội dung tính toán, có đề cập tới những vấn đề hiện nay về thủ tục, nguyên tắc cơ bản về giám sát, thi công và nghiệm thu theo thông lệ quốc tế. Quá trình biên soạn chúng tôi đã bám sát vào các "Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình giao thông đường bộ" mới ban hành và mục tiêu và yêu cầu đào tạo đặt ra cùng những tài liệu giảng dạy trong những năm gần đây của nhà trường. Đặc biệt những công nghệ điển hình của các đơn vị, các dự án hiện nay thường áp dụng.

Trong suốt quá trình biên soạn chúng tôi đã nhận được nhiều sự tham gia góp ý quý báu của các đồng chí là giáo viên, cán bộ thi công lâu năm và các cán bộ tư vấn giám sát có nhiều kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng cầu trong nhà trường và phòng dự án, phòng thi công, khoa học công nghệ và các cán bộ của các Ban điều hành dự án trọng điểm, các đơn vị xây dựng cầu trong và ngoài Tổng công ty xây dựng Trường sơn. Chúng tôi hy vọng, cuốn giáo trình tái bản lần này, sẽ giúp ích kịp thời cho đội ngũ cán bộ, giáo viên và học viên trong quá trình nghiên cứu, giảng dạy, học tập và công tác sau này.

Mặc dù có rất nhiều cố gắng, nhưng với trình độ và thời gian hạn chế nên chắc chắn sẽ không tránh khỏi những sai sót. Chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp quý báu của các bạn đọc.

THÁNG 10/2007  
NGƯỜI BIÊN SOẠN

## **Chương 1**

### **MỞ ĐẦU**

#### **1.1. Nội dung và yêu cầu môn học**

Xây dựng cầu là một trong những môn học chuyên ngành cơ bản đào tạo kỹ thuật viên trình độ trung cấp ngành xây dựng công trình giao thông. Nội dung bao gồm giới thiệu phương pháp tiến hành các công việc xây dựng các hạng mục của công trình cầu.

- Những vấn đề chung như công tác đo đạc định vị, tổ chức và quản lý xây dựng cầu.
- Những kỹ thuật cơ bản bao gồm công tác bê tông, cốt thép và ván khuôn.
- Những phương pháp và công nghệ cụ thể trong xây dựng cầu như: xây dựng móng trụ, xây dựng kết cấu nhịp cầu với những kết cấu và phương pháp, thiết bị thi công đa dạng v.v...

Chương trình môn học đã được duyệt ở đây chỉ giới thiệu những vấn đề cơ bản về phương pháp và công nghệ xây dựng còn phần thực hành sẽ được thực hiện trong kỳ thực tập tốt nghiệp ở các đơn vị sản xuất. Như vậy môn học không những được học tập ở trong nhà trường mà còn cả ở các công trường với những công trình và các điều kiện cụ thể nơi xây dựng.

Để học tốt môn học này yêu cầu học viên ngoài việc học tập và tiếp thu những vấn đề cơ bản đã được trình bày ở trên lớp, áp dụng tốt tới nhiệm vụ đồ án chuyên đề của mình. Cần phải liên hệ với thực tế sản xuất và đọc giáo trình, tham khảo thêm các quy trình và tài liệu liên quan:

- Các quy trình về thi công và nghiệm thu trong lĩnh vực xây dựng cầu.
- Các quy định về khai thác, quản lý về xây dựng cầu.
- Các hồ sơ dự thầu trong lĩnh vực xây dựng cầu.
- Các đồ án thiết kế tổ chức xây dựng cầu.

- Các tạp chí thông tin khoa học - công nghệ về xây dựng cầu v.v...

## 1.2. Sơ lược tình hình xây dựng cầu trên thế giới và trong nước

Công nghiệp về xây dựng cầu trên thế giới đã ra đời và phát triển từ mấy thế kỷ gần đây. Đến nay, ngành xây dựng cầu đã đạt được sự tiến bộ rất lớn và phát triển ở trình độ cao trên cả các lĩnh vực: phương pháp xây dựng, máy móc thiết bị hiện đại, sử dụng vật liệu mới, cơ sở lý luận và thực nghiệm rất phong phú và cả hệ thống chương trình tính toán phục vụ cho công tác xây dựng cầu.

- Với cầu bê tông cốt thép chủ yếu là bê tông cốt thép dự ứng lực với các phương pháp thi công:

+ Lao lắp bằng cần cầu: Các cấu kiện được chế tạo trong nhà máy hoặc trên bãi đúc tại công trường, sau khi vận chuyển đến vị trí dùng cần cầu đưa vào vị trí lắp ráp lại với nhau.

+ Lao lắp bằng giá lao: có thể là giá cố định hoặc giá di động. Theo phương pháp này cấu kiện được chế tạo trong nhà máy hoặc trên bãi đúc dầm, sau khi vận chuyển đến vị trí của giá, cấu kiện được nhắc lên, nếu là giá di động thì giá sẽ chờ dầm ra vị trí rồi hạ xuống gối, nếu là giá cố định hoặc giá ba chân thì hệ thống múp và tời kéo sẽ đưa dầm di chuyển trên giá, sàng ngang trên đà ngang để đưa dầm vào vị trí rồi hạ xuống gối.

+ Thi công trên giàn giáo cố định: Theo phương pháp này người ta đúc dầm ngay trên giàn giáo cố định hoặc làm đường di chuyển trên giàn giáo cố định để đưa dầm ra rồi sàng ngang vào vị trí. Trong những năm gần đây nhiều loại giàn giáo bằng các thanh vạm năng để tháo lắp, tạo điều kiện cho phương pháp này phát triển.

+ Thi công trên giàn giáo di động: Đó là một hệ dầm thép có chân kê lên hệ thống trụ chính và các phân đã xây dựng trước đó. Trên hệ thống dầm này có hệ thống các quang treo để treo ván khuôn và đổ bê tông một đoạn là một nhịp hoặc hơn một nhịp. Sau khi bê tông đã đạt cường độ thì giàn giáo được chuyển sang làm tiếp nhịp khác.

+ Thi công theo phương pháp đúc hẫng: Nguyên lý của phương pháp đúc hẫng là kết cấu nhịp được đúc hoặc lắp từ một trụ đối xứng ra hai bên, khi đến giữa nhịp các đầu hẫng này được nối lại với nhau bằng cách đổ bê tông hợp long các nhịp hẫng lại. Kết cấu nhịp được phân ra thành từng đốt, các đốt có thể đúc tại chỗ trên ván khuôn di động hoặc lắp bằng những đốt đúc sẵn, lắp đến đâu kéo cốt thép dự ứng lực tới đó.

Trên thế giới công nghệ đúc hẫng xuất hiện khoảng những năm 1950, công nghệ này có ưu điểm là ít sử dụng giàn giáo, có thể dùng cho kết cấu nhịp có chiều cao thay đổi của cầu liên tục, cầu dầm hẫng có nhịp đeo, cầu khung, cầu dây văng v.v... Chiều dài nhịp có thể đến 250m riêng cầu dây văng có thể tới 300 đến 400m. Thí dụ như Cầu Brotonne bắc qua sông Seine (Pháp) là cầu dây văng có nhịp chính dài 320m, Cầu Beldoij (Đức) nhịp 208m, Cầu Hamana (Nhật) nhịp 240m v.v...

Việt Nam đã thi công theo phương pháp đúc hẫng từ những năm 1975 - 1976. Đầu tiên là Cầu Bía (Hải Dương), sau đó là Cầu Rào, Cầu Niệm, Cầu An Dương (Hải Phòng). Trong thời kỳ này do kinh nghiệm thiết kế và thi công còn hạn chế nên đến nay các cầu này đã bộc lộ những thiếu sót dẫn đến sự cố sập Cầu Rào năm 1985, các cầu khác có kết cấu và phương pháp thi công tương tự đang được quan tâm khắc phục. Gần đây Cầu Bo (Thái Bình), Cầu Phú Lương (Hải Dương), Cầu Tiên Cự (Hải Phòng)... đã được thi công bằng phương pháp đúc hẫng với chất lượng tốt, có thể nói qua các kinh nghiệm về thiết kế và thi công đã có đến nay chúng ta hoàn toàn có đủ khả năng để thi công theo phương pháp này với những cầu vượt nhịp lớn, mà điển hình là Cầu Bãi Cháy là loại cầu dây văng một mặt phẳng dầm, với nhịp chính 435m thi công đúc hẫng cân bằng.

- Thi công bằng phương pháp đúc đẩy: Kết cấu nhịp được đúc hoặc lắp từng đoạn liên tiếp trên nền đường đầu cầu, sau đó dùng kích đẩy theo chiều dọc cầu trên các bàn trượt để đưa kết cấu nhịp ra vị trí. Để thực hiện công nghệ đúc đẩy cần phải tạo được các gối có hệ số ma sát rất nhỏ và các thiết bị đẩy đủ năng lực để đẩy kết cấu nhịp.

Công nghệ này có ưu điểm sử dụng ít giàn giáo, toàn bộ công việc đúc, lắp dầm thực hiện trên nền đường đầu cầu nên dễ bảo đảm chất lượng, tuy nhiên nó chỉ áp dụng được cho kết cấu nhịp có chiều cao không thay đổi, không thích hợp nhịp dài, thông thường chỉ dùng cho nhịp từ 40 ÷ 60m. Thí dụ như Cầu Var ở Nice (Pháp) dài 310m (32m + 42m × 6 + 26m), Cầu Oli (Pháp) dài 615m gồm 15 nhịp mỗi nhịp 41m v.v...

Ở nước ta Cầu Mẹt (Lạng Sơn) đã được thi công theo phương pháp đúc đẩy, sắp tới có nhiều cầu khác sẽ được áp dụng.

- Với cầu thép có thể lắp tại chỗ hoặc lắp ở chỗ khác sau đó mới lao dọc hoặc chở nổi đưa kết cấu nhịp vào vị trí và hạ xuống gối.

+ Lắp tại chỗ có thể thực hiện trên đà giáo, lắp hẫng hoặc bán hẫng.

Lắp trên đà giáo: Theo phương pháp này đầu tiên phải xây dựng đà giáo để khi lắp mỗi nút dầm ở biên dưới đều được kê trên chông nề, dùng cần cẩu lắp đặt các thanh, hệ liên kết sau đó hạ kết cấu nhịp xuống gối. Phương pháp này đảm bảo độ chính xác, dễ thi công nhưng phải làm đà giáo phức tạp nên chỉ dùng cho cầu nhịp nhỏ, sông không sâu có điều kiện thuận lợi để làm đà giáo.

Lắp bán hẫng: Theo phương pháp này đầu tiên phải lắp một số khoang để làm đối trọng, các khoang này thường được lắp trên đà giáo. Các khoang còn lại được lắp hẫng, tùy theo đoạn hẫng còn lại mà phải bố trí thêm trụ tạm để bảo đảm ổn định chống lật khi lắp.

Lắp hẫng: Tương tự như phương pháp lắp bán hẫng, đầu tiên lắp trước một số khoang để làm đối trọng, sau đó tiếp tục lắp hẫng. Trong quá trình lắp không dùng trụ tạm.

Phương pháp lắp hẫng và bán hẫng rất kinh tế, nên thường được áp dụng rộng rãi khi lắp cầu thép.

+ Thi công cầu thép bằng phương pháp lao cũng được dùng khá phổ biến, nhất là đối với cầu dầm. Theo phương pháp này kết cấu nhịp được lắp ráp ở trên nền đường đầu cầu hoặc bãi lắp, sau đó dùng cần cẩu hoặc dùng phương pháp lao để đưa vào vị trí.

Phương pháp dùng cần cẩu là đơn giản nhất, tuy nhiên chỉ áp dụng cho những nhịp nhỏ và khi cần cẩu có sức nâng và tầm vươn xa thích hợp. Cần cẩu có thể đứng trên bờ, dưới lòng sông không có nước và nền đất cứng, cần cẩu cũng có thể đứng trên sà lan, khi đó kết cấu nhịp được chở trên sà lan để thuận tiện cho việc lao lắp.

Phương pháp lao dọc và sàng ngang: Để lao dọc kết cấu nhịp được lắp ráp trước trên nền đường đầu cầu, sau đó kết cấu nhịp được kéo dọc ra vị trí và hạ xuống gối, để đảm bảo ổn định chống lật khi kéo dọc có thể làm thêm mũi dẫn. trụ tạm v.v... Phương pháp lao dọc thường được sử dụng khi xây dựng cầu mới. Trong trường hợp thay cầu cũ, để giảm thời gian ngừng giao thông kết cấu nhịp được lắp trên nền đất bên cạnh nền đường đầu cầu, sau khi lắp xong kéo dọc ra vị trí trên các trụ tạm nằm song song bên cạnh cầu cũ. Sau đó kéo ngang nhịp cũ ra ngoài rồi lao ngang nhịp mới vào vị trí.

Phương pháp lắp đặt kết cấu nhịp thép lên mố, trụ bằng phao: Khi điều kiện thi công không cho phép làm giàn giáo hoặc trụ tạm để lắp đặt kết cấu nhịp theo các phương pháp đã nêu thì có thể lắp kết cấu nhịp bằng phao. Trường hợp này kết cấu nhịp được lắp đặt trên bờ, thường ở phía hạ lưu, sau đó đưa kết cấu nhịp trên hệ trụ nổi bằng phao, chở kết cấu nhịp ra và hạ xuống gối.

Tất cả các phương pháp xây dựng cầu thép nêu trên đều đã được áp dụng ở nước ta. Chúng ta đã hoàn thành các cầu thép tương đối lớn với công nghệ thi công hiện đại như: Cầu Đuống, Cầu Thăng Long, Cầu Chương Dương, Cầu Bến Thủy, Cầu Việt Trì v.v...

- Về mố, trụ cầu bên cạnh các phương pháp thi công cũ như: đóng cọc, giằng chìm, cọc ống, hiện nay và tương lai sẽ phát triển rộng rãi phương pháp thi công cọc khoan nhồi. Theo phương pháp này người ta khoan lấy đất lên, sau đó lắp đặt cốt thép và bơm vữa bê tông xuống. Để vách đất không bị sụt lở người ta dùng dung dịch bentonit. Việt Nam đã áp dụng thi công theo phương pháp này cho trụ Cầu Việt Trì (Phú Thọ), Cầu Sông Gianh (Quảng Bình), Cầu Hoà Bình (Hoà Bình), Cầu Lạch Tray (Hải Phòng), Cầu Thanh Trì (Hà Nội) v.v...

Tóm lại trên thế giới và trong nước lĩnh vực xây dựng cầu đến nay đã tiến bộ và phát triển rất mạnh về quy mô và công nghệ. Chúng ta đang dần hoàn thiện các phương pháp tính toán thiết kế và xây dựng cầu với đầy đủ những cơ sở lý luận và kinh nghiệm dồi dào. Những khoa học và công nghệ xây dựng hiện đại cùng với vật liệu mới đang được đưa vào áp dụng ở Việt nam. Vì vậy, trong quá trình học tập ở trường và ngay cả khi ra công tác mỗi chúng ta cần cố gắng học tập và tìm tòi, sáng tạo. Để đáp ứng đòi hỏi ngày càng cao hơn trong lĩnh vực xây dựng cầu trong tiến trình hội nhập và phát triển, góp phần vào thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hoá và hiện đại hoá đất nước.

## **Chương 2**

### **CÔNG TÁC ĐO ĐẠC ĐỊNH VỊ TRONG XÂY DỰNG CẦU**

#### **2.1. Nội dung và tầm quan trọng của công tác đo đạc định vị trong XD cầu**

Công tác thiết kế cầu nhất thiết cần phải dựa trên cơ sở tổng hợp của nhiều yếu tố để bảo đảm được tính kinh tế - kỹ thuật của công trình. Trong đó những số liệu khảo sát ngoài thực địa như: địa chất, tình hình thủy văn, chế độ dòng chảy và địa hình khu vực xây dựng cầu... là những số liệu quan trọng giúp cho cơ quan thiết kế xác định các yếu tố hình học cần thiết của cầu trong đó đáng chú ý là: vị trí, cao độ của móng, trụ cầu và khẩu độ thoát nước... Những yếu tố này phải thường xuyên được xác định ngoài thực địa trong quá trình khảo sát cũng như trong quá trình xây dựng cầu thông qua công tác đo đạc định vị.

Khi xây dựng cầu cần phải xác định và bảo đảm được các yếu tố trong hồ sơ thiết kế ra ngoài thực địa tại vị trí xây dựng công trình. Vì vậy nếu vị trí của móng, trụ cầu không đúng với thiết kế thì có thể gây ra những khó khăn khi thi công móng móng trụ cầu cũng như những tổn thất khác dẫn đến tính bền vững của công trình. Nếu khoảng cách giữa các móng, trụ bị sai lệch thì việc thi công kết cấu phần trên của cầu sẽ bị ảnh hưởng lớn có khi phải thay đổi, sửa chữa thiết kế hoặc gây nên độ lệch tâm ở vị trí kê gối hoặc tim móng. Đặc biệt đối với các cầu có kết cấu nhịp thi công bằng phương pháp lắp ghép, nếu công tác đo đạc định vị móng trụ sai thì sẽ gây nên những thiệt hại rất lớn về kinh tế, kỹ thuật.

Chính vì vậy, trong quá trình xây dựng cầu, tất cả các công tác đo đạc, nhất là công tác đo đạc định vị móng trụ phải tiến hành thật chính xác, cẩn thận và nghiêm túc, phải đo đi đo lại nhiều lần, phải dùng nhiều phương pháp khác nhau để kiểm tra kết quả. Đối với các cầu khẩu độ lớn và những công việc đo đạc phức tạp khác nhau phải được thực hiện bởi các đơn vị đo đạc chuyên nghiệp.

Nội dung các công tác đo đạc và định vị nhằm đảm bảo đúng vị trí, kích thước của toàn bộ công trình, cũng như của toàn bộ công trình được thực hiện liên tục trong suốt thời gian thi công bao gồm:

- Xác định lại và kiểm tra trên thực địa các cọc mốc đỉnh và mốc cao độ.
- Cắm cọc mốc trên thực địa để định đường trục dọc cầu, đường trục của các trụ, móng của đường đầu cầu, kẻ hướng dòng nước, các đường nhánh tạm v.v...
- Kiểm tra một cách hệ thống đối với quá trình xây dựng từng phần riêng biệt của công trình để đảm bảo đúng kích thước và vị trí của chúng.
- Kiểm tra các kích thước và hình dạng của cấu kiện bán thành phẩm.
- Định vị trên thực địa các công trình phụ tạm phục vụ thi công (nhà, đường tạm, đập chắn, trụ tạm...).

Công tác đo đạc còn tiến hành liên tục, theo mức độ hoàn thành dần các phần của cầu (móng, trụ, kết cấu nhịp) để xác định các kích thước hình học của phần cầu đã xong, phục vụ cho việc nghiệm thu, thanh toán kinh phí từng phần của cầu. Trong những điều kiện địa chất phức tạp, có thể phải tiến hành một chương trình đo đạc đặc biệt để quan sát biến dạng của các bộ phận công trình trong quá trình xây dựng và cả trong quá trình khai thác, sử dụng.

## 2.2. Những tài liệu ban đầu làm căn cứ cho công tác đo đạc định vị

Công tác đo đạc định vị trên công trường cầu được làm theo các chỉ dẫn đồ án thiết kế công trình.

Theo hợp đồng, đơn vị giao thầu phải bàn giao cho đơn vị thi công các văn bản sau đây nằm trong đồ án thiết kế:

- Mặt bằng nơi xây dựng cầu có vẽ trục tim cầu.
- Sơ đồ bố trí và thuyết minh các yếu tố của đường sườn đo đạc.
- Các bản sao toạ độ và các cọc đường sườn đo đạc.
- Các yếu tố của đường sườn đo đạc (điểm định vị tim cầu và thuyết minh đường vào cầu, mốc cao đạc hoặc cọc mốc).

Các cọc mốc này được làm bằng bê tông cốt thép hay ống thép. Chúng được chôn sâu vào trong đất từ  $0,3 \div 0,5\text{m}$  và nhô cao hơn mặt đất không nhỏ hơn  $10 \div 15\text{cm}$ . Đối với các công trình cầu lớn, thời gian thi công kéo dài trong nhiều năm thì các mốc này phải được thi công đặc biệt, có sự che chắn cẩn thận (hình 2.1).

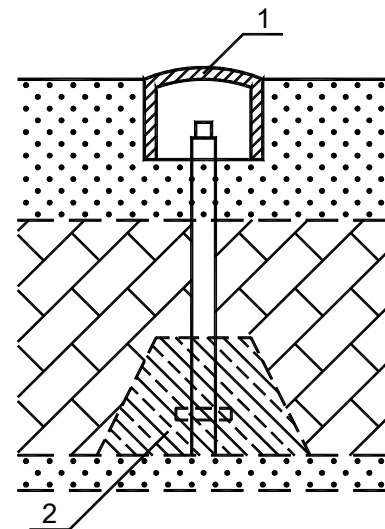
Mặt bằng và số lượng các cọc mốc, tùy theo chiều dài của công trình, phải thoả mãn yêu cầu ghi ở Bảng 2.1.

Các cọc của đường sườn đo đạc phải đóng làm sao cho giữ được và hoàn toàn cố định trong suốt thời gian thi công công trình cho tới khi bàn giao sử dụng.

Nếu chiều dài cầu không quá 100m thì dùng cọc gỗ làm cọc tim cầu.

Nếu dài trên 100m thì tim cầu phải định vị bằng các điểm cố định. Vị trí của các điểm định vị phải móc với lý trình chung của tuyến đường.

Các cọc hoặc mốc cao đạc phải được đóng ở nơi đất không bị ngập lụt hoặc đặt trên nền móng của các công trình và nhà cửa gần đó nếu sự ổn định của nền móng đó đủ bảo đảm độ chắc chắn.



**Hình 2.1** Dạng cấu tạo mốc chính  
 1 - Nắp bảo vệ bằng thép  
 2 - Bê tông chân đế

2.1

### YÊU CẦU VỀ TỶ LỆ MẶT BẰNG VÀ SỐ LƯỢNG CÁC CỌC MỐC

Chiều dài công trình	Tỷ lệ mặt bằng	Số lượng cọc định vị của tim cầu	Số lượng mốc cao đạc
Cầu và cống dưới 50m	1/1000	Ít nhất là hai cọc ở mỗi đầu công trình	Ít nhất là một
Cầu từ 50 đến 100m			Mỗi đầu công trình có một cọc
Cầu từ 100 đến 200m	Ít nhất là hai cọc ở mỗi đầu công trình		
Cầu từ 200 đến 500m			
Cầu dài hơn 500m	1/5000		
Cầu đặc biệt	1/10000		



*Chú thích cho Bảng 2.1:*

1) Nếu tim cầu cắt qua bãi nổi giữa sông thì bổ sung thêm 1 đến 2 cọc định vị trên bãi giữa.

2) Nếu cầu nằm trên đường cong được định vị theo hướng cầu cong. Nếu cầu nằm một phần trên đường cong thì ngoài cung ra còn phải định vị đường tiếp tuyến.

### 2.3. Phương pháp đo trực tiếp chiều dài và định vị tim mố trụ cầu

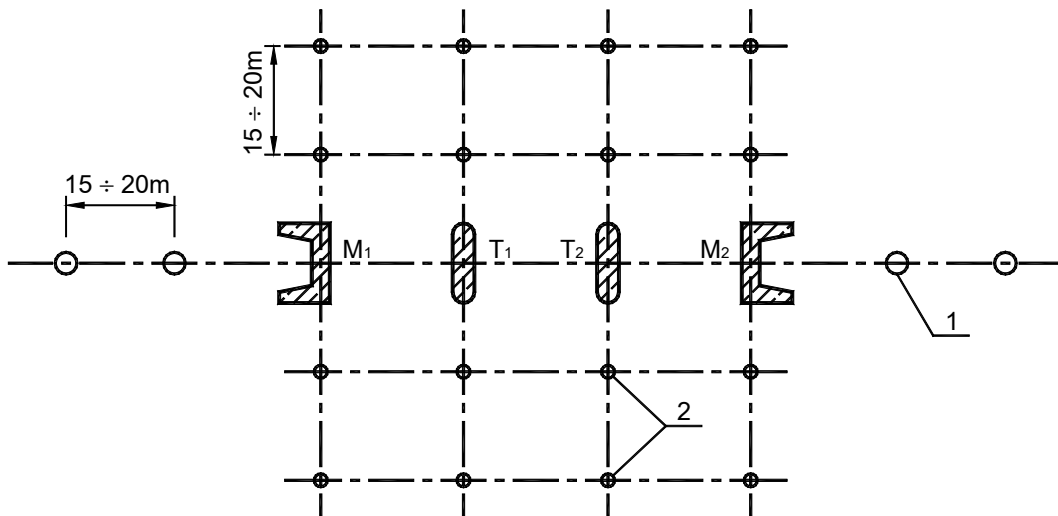
Đối với cầu dài dưới 100m và sông nhỏ, nước cạn thì có thể đo trực tiếp chiều dài cầu và khoảng cách các tim trụ bằng thước thép và ngắm thẳng bằng máy kinh vĩ.

Phần cầu ở lòng sông đối với loại cầu trung và nước không sâu lắm có thể làm cầu tạm song song với cầu chính để đo trực tiếp. Cầu tạm có trụ làm bằng cọc gỗ tròn  $\Phi 12 \div 16\text{cm}$ , đóng sâu  $2 \div 2,5\text{m}$ , trên xà mũ làm sàn bằng ván. Trục dọc cầu được cố định trên sàn cầu tạm bằng cách đóng đinh cách nhau từ  $3 \div 5\text{m}$ . Tuy nhiên phương pháp này ít dùng vì tốn kém và mất nhiều thời gian.

#### 2.3.1. Phương pháp định vị đối với cầu nhỏ

Vị trí tim của mố trụ cầu nhỏ được xác định bằng cách đo đi đo lại hai lần từ cọc mốc gần nhất dẫn ra theo trục dọc cầu.

Tất cả các mố, trụ đều đo dẫn ra từ cùng một cọc mốc trục dọc cầu. Tại cọc tim mố trụ đặt dụng cụ đo góc và định hướng trục dọc của mố trụ, rồi đóng mố mỗi bên thượng và hạ lưu 2 cọc định vị trục dọc cho mỗi mố, trụ (hình 2.2)

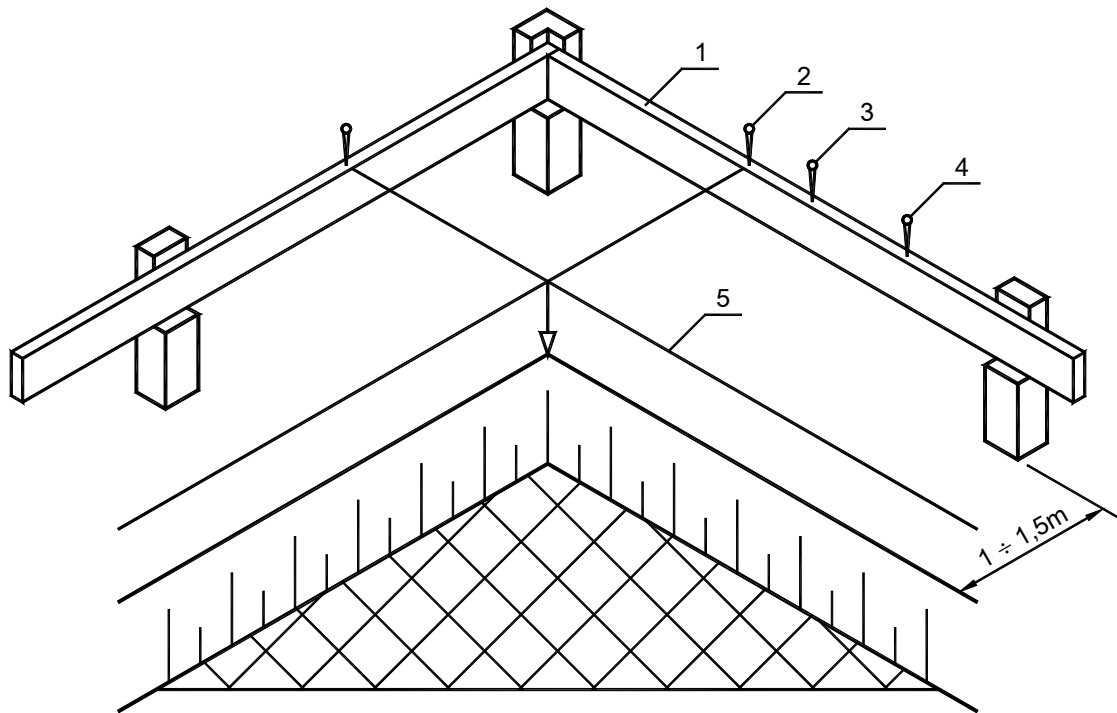


**Hình 2.2** Sơ đồ định vị mố trụ cầu nhỏ

1 - Các cọc định vị dọc tim cầu; 2 - Các cọc định vị trục dọc mố trụ cầu  
 $M_1; M_2; T_1; T_2$  - Vị trí mố trụ cầu

Để xác định các đặc trưng của móng mố trụ cầu, sau khi xác định được đường trục dọc và ngang của mỗi mố trụ, dùng giá gỗ chằng dây (hình 2.3). Sai số cho phép khi định vị móng mố trụ cầu nhỏ là  $\pm 5\text{cm}$ .

Để xác định cao độ của các phần công trình phải đặt các mốc cao đặc. Mốc đó được dẫn từ mốc cao đặc chính và đo đi đo lại 2 lần bảo đảm sai số cho phép.



**Hình 2.3** Giá gỗ chằng dây để định vị kích thước và hình dạng móng  
 1 - Giá gỗ; 2 - Đinh chằng dây đánh dấu mép hố móng; 3 - Đinh chằng dây đánh dấu mép bệ móng; 4 - Đinh chằng dây đánh dấu mép bậc trên bệ móng; 5 - Dây căng

### 2.3.2. Đối với cầu trung và cầu lớn

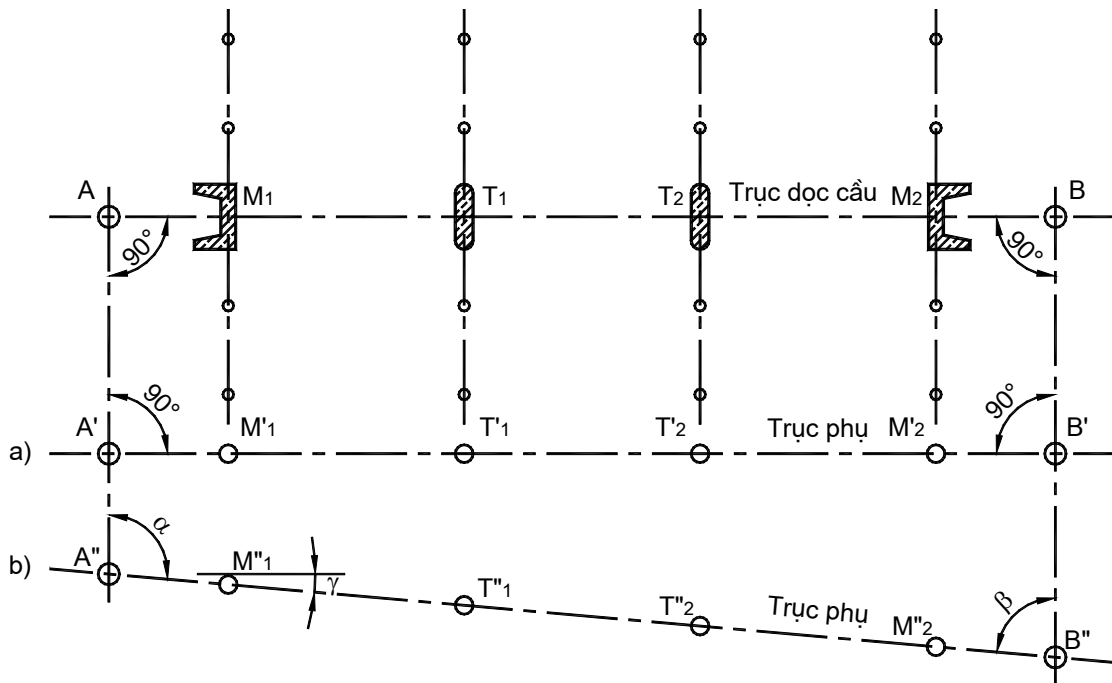
#### a. Phương pháp đo trực tiếp khoảng cách

Đường trục dọc cầu xác định theo các cọc mốc của cơ quan thiết kế đã lập ra (theo đúng đồ án). Chiều dài cầu và khoảng cách giữa các tim mố trụ được đo trực tiếp từ các cọc mốc đó. Khi đo khoảng cách phải đo hai lần theo hướng đo đi và đo về, sau đó hiệu chỉnh kết quả đo theo nhiệt độ và theo độ dốc mặt đất. Trên đường đi, để đo cần phải dọn sạch các chỗ mấp mô, bụi cây, các chỗ dốc quá thì phải đánh cấp để đi lại, thuận tiện cho việc đo đạc được chính xác. Khi đo phải dùng dây dọi đánh dấu các điểm kéo thước gián đoạn.

Vị trí tim các mố trụ cầu được đo dần ra từ cọc mốc định vị trục dọc cầu trên hai bờ sông. Tại các tim trụ, đặt dụng cụ đo góc để định hướng trục dọc và trục ngang mố, trụ, rồi đóng các cọc định vị.

#### b. Phương pháp dùng cầu tạm.

Tại các vị trí có nước ngập không sâu lắm, có thể làm một cầu tạm đơn giản cách cầu chính khoảng 20 ÷ 30m và ở ngoài phạm vi thi công để phục vụ cho việc đi lại đo đạc (hình 2.4) hoặc tận dụng cầu cũ sẵn có.



**Hình 2.4** Sơ đồ định vị mỏ trụ cầu bằng đài giáo và cầu tạt  
a - Khi hai trục tim cầu song song; b - Khi hai trục tim cầu không song song

Cầu tạt hoặc cầu cũ có thể song song với cầu chính để trên cầu tạt có thể lập được đường trục dọc phụ song song với trục cầu chính. Khi đó từ các cọc mốc A và B đặt máy kinh vĩ mở góc  $90^0$  ngắm hướng và đóng đỉnh xác định các điểm A' và B' trên cầu tạt với khoảng cách sao cho  $AA' = BB'$ . Căn cứ vào các điểm A' và B' người ta đi trên cầu tạt hoặc cầu cũ và dùng thước thép để định vị các điểm  $M'_1; T'_1; T'_2; M'_2$  là hình chiếu của các tim mỏ trụ. Tại các điểm vừa xác định được lần lượt đặt máy kinh vĩ trên cầu tạt, mở góc  $90^0$  xác định các hướng ngắm vuông góc với trục A'B', giao điểm của các hướng ngắm đó với trục dọc cầu của mỏ trụ được định vị bằng bằng các cọc. (hình 2.4a)

Khi trục phụ trên cầu tạt hoặc cầu cũ bố trí không song song với trục dọc cầu chính, thì phải đo các góc  $\alpha$  và  $\beta$  để tìm góc  $\gamma$  (hình 2.4b).

$$\gamma = \alpha - 90^0 = \frac{\alpha - \beta}{2} \quad (2.1)$$

Như vậy ta có chiều dài  $AB = A'B' \cos \gamma$ .

Vị trí các hình chiếu  $M''_1; T''_1; T''_2; M''_2$  của các tim mỏ trụ trên trục phụ A'B'' sẽ được đo với khoảng cách thiết kế giữa các tim mỏ trụ chia cho trị số  $\cos \gamma$ , chẳng hạn  $M''_1 T''_1 = \frac{M_1 T_1}{\cos \gamma}$ . Sau đó tại các điểm này đặt máy kinh vĩ mở góc  $\alpha$  hay  $\beta$  để định hướng các

tim mỏ trụ  $M_1; T_1; T_2; M_2$  trên trục dọc cầu chính AB bằng phương pháp giao hội.

Trường có sẵn một cầu cũ nằm ngay bên cạnh cầu mới thì nên lập trục phụ ở ngay cầu cũ trên gờ vỉa để khi đo đạc, định vị vẫn bảo đảm giao thông.

## 2.4. Phương pháp đo gián tiếp

### 2.4.1. Đo chiều dài cầu và định vị tim mỏ trụ bằng mạng tam giác đặc

Đối với các cầu lớn, nước sâu vì không thể đo trực tiếp bằng thước được nên phải theo phương pháp đo gián tiếp bằng mạng tam giác và máy kinh vĩ.

Trên hai bên bờ sông, người ta lập mạng lưới đo đạc cơ sở gồm các tam giác hay tứ giác mà các đỉnh của chúng được đo với độ chính xác cao về khoảng cách cũng như về cao độ. Sau đó phải quy đổi toạ độ các đỉnh về toạ độ quy ước nào đó cho thuận tiện nhất. Đối với các cầu không lớn lắm, địa hình thuận tiện, có thể lập mạng lưới tam giác (hình 2.5a), và đo 3 góc với 1 cơ tuyến. Để kiểm tra và tăng độ chính xác, nên lập 2 tam giác với 2 cơ tuyến ở hai bên bờ (hình 2.5b). Trường hợp thường áp dụng nhất là lập mạng lưới tứ giác với 1 cơ tuyến (hình 2.5c) hoặc 2 cơ tuyến (hình 2.5d). Khi có bãi đất ở giữa sông, có thể lập 1 cơ tuyến trên bãi (hình 2.5e). Khi xây dựng cầu mới ở gần cầu cũ sẵn có thì có thể đặt cơ tuyến ngay trên cầu cũ (hình 2.5f).

Khi xác định khoảng cách giữa các mốc định vị tim cầu và các trụ bằng phương pháp tam giác đặc thì mạng lưới tam giác cần phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- Tuỳ theo điều kiện địa hình lấy hình thái của mạng lưới cần có như sau:

+ Đối với các cầu lớn, dùng mạng lưới tứ giác trắc đạc, khi có bãi nổi giữa sông thì dùng mạng lưới trung tâm.

+ Đối với cầu trung, dùng mạng lưới của 2 hoặc 4 tam giác.

- Góc của các hình tam giác không được nhỏ hơn  $25^0$  và không lớn hơn  $130^0$ , còn trong tứ giác thì không nhỏ hơn  $20^0$ .

- Mạng lưới chung phải bao gồm ít nhất là 2 điểm căn cứ định vị tim cầu, mỗi bên bờ có 1 điểm. Ngoài ra còn phải bao gồm tất cả các điểm mà từ đó có thể định điểm tâm các trụ bằng cách giao tuyến thẳng, và tiến hành kiểm tra trong quá trình thi công.

Trong trường hợp này giao nhau giữa hướng ngắm và tim cầu càng gần  $90^0$  càng tốt, còn chiều dài đường ngắm (từ máy đo tới trụ) không được lớn hơn:

+ 1000m khi định điểm bằng máy kinh vĩ có độ chính xác về số đọc là 1 giây.

+ 300m khi định điểm bằng máy kinh vĩ có độ chính xác về số đọc là 10 giây.

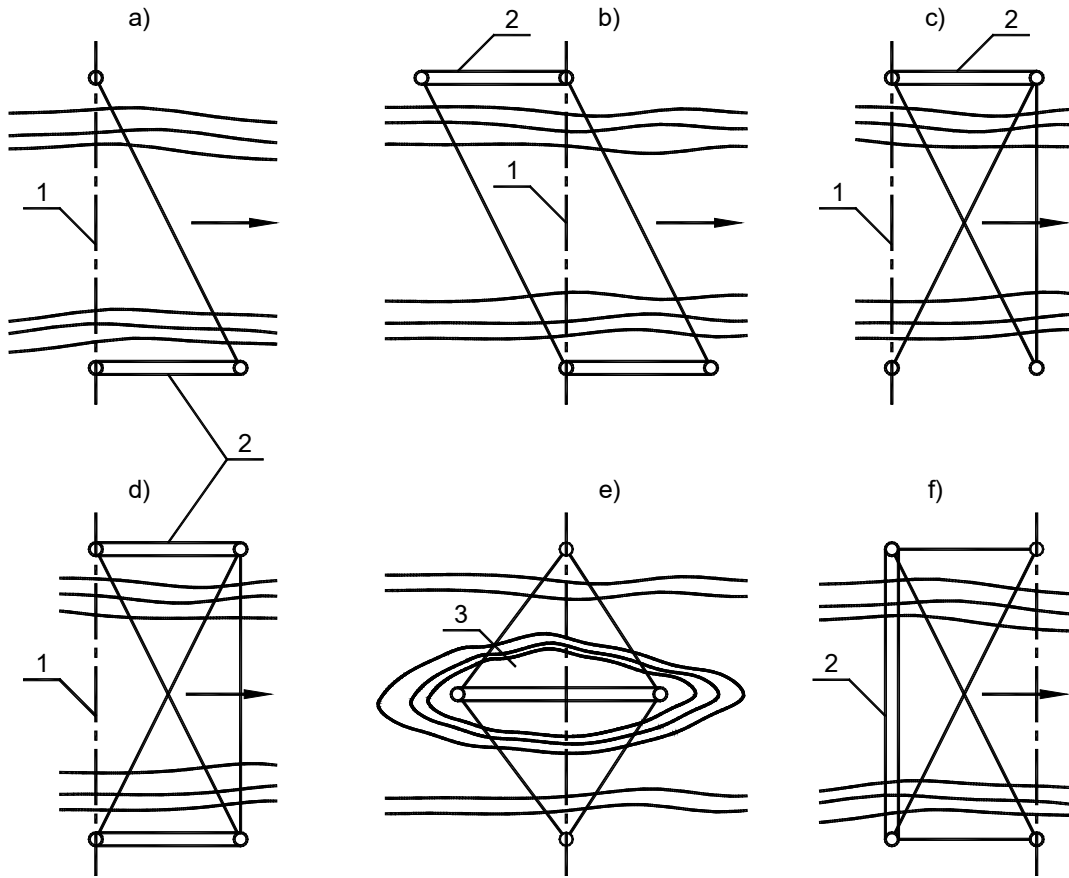
+ 100m khi định điểm bằng máy kinh vĩ có độ chính xác về số đọc là 30 giây.

Số lượng giao điểm bên sườn không được ít hơn hai điểm.

- Các điểm của mạng lưới tam giác cần phải được đóng bằng cọc cố định. Trong trường hợp địa hình phức tạp, nếu ở dưới đất không nhìn rõ nhau được thì trên tâm của điểm đo cần phải xây dựng chòi dẫn mốc có cao độ cần thiết.

Trước mỗi lần ngắm máy phải dẫn tim của mốc lên đế của máy ngắm. Nếu không thể dẫn tim của mốc lên đế của máy ngắm thì cần xác định các yếu tố quay về tâm và điều chỉnh cho thích hợp.

- Trong trường hợp chiều dài cầu nhỏ hơn 200m thì mạng lưới tam giác cho phép đo bằng 1 cơ tuyến, còn nếu chiều dài lớn hơn thì ít nhất phải đo 2 cơ tuyến. Trường hợp chiều dài cầu lớn hơn 200m, các cơ tuyến được cắm ở một bên bờ thượng lưu và hạ lưu cầu hoặc 2 bên bờ mỗi bên 1 cơ tuyến. Cơ tuyến phải được cắm trên chỗ đất bằng phẳng có độ dốc nhỏ hơn 1%. Trong trường hợp đặc biệt cho phép cắm một mạng lưới cơ tuyến độc lập.



**Hình 2.5** Các sơ đồ mạng lưới tam giác đặc  
 1 - Trục dọc tim cầu; 2 - Cơ tuyến; 3 - Bãi đất giữa sông

- Chiều dài cơ tuyến nên lấy hơn nửa chiều dài cần xác định qua sông. Độ chính xác khi đo cơ tuyến lấy gấp đôi so với khi đo khoảng cách thông thường khác. Để bảo đảm độ chính xác của việc định vị tim trụ ở giữa sông cũng phải đo các cạnh của mạng lưới tam giác với độ chính xác gần bằng khi đo cơ tuyến.

Mỗi tim mố trụ cầu đều được xác định bằng cách ngắm giao hội ít nhất là theo 3 đường ngắm từ 3 mốc đỉnh của mạng lưới. Sau đó việc định vị các bộ phận của mố trụ được thực hiện căn cứ vào các tim mố trụ đã định bằng các phương pháp đơn giản, mà chủ yếu là phương pháp toạ độ vuông góc.

Để định vị tạm thời tim trụ ở vị trí giữa sông, có thể dùng các cọc tạm hay hệ phao. Sau khi đã tạo ra được một khoảng mặt bằng để thi công trụ đó ở giữa sông (sau khi làm vòng vây ngăn nước...) thì định vị lại chính xác tim trụ lần nữa trên khoảng mặt bằng cố định đó.

Trong lúc đóng cọc bằng búa máy đặt trên sà lan nổi, thì vị trí các cọc và cọc ống được xác định bằng ngắm các tia giao hội để đóng hai cọc đầu tiên làm chuẩn, từ đó đo dẫn truyền ra để định vị các cọc khác. Trường hợp thi công móng cọc ống bao gồm nhiều cọc, yêu cầu là đặt chúng thật đúng vị trí trong quá trình rung hạ ống phải thẳng và không lệch vị trí, muốn như vậy cần phải làm một khung vây, trong đó có bố trí những lỗ thể hiện chính xác vị trí từng

cọc ống, chỉ cần định vị khung vây, xung quanh cọc ống hạ thẳng đứng và các lỗ dành cho từng cọc. Để định vị khung vây, người ta xê dịch các phao nâng nó, đồng thời ngắm bằng máy kinh vĩ theo phương pháp giao hội, sao cho trục của khung vây trùng với trục dọc cầu và tâm của khung vây trùng với tâm của trụ cầu.

Đối với các cọc ống có đường kính lớn, hay giếng chìm cần làm các dấu sơn trên các mặt bên của chúng để theo dõi khi hạ cọc. Dùng máy kinh vĩ theo dõi đường thẳng đi qua các vạch dấu đó, người ta có thể xác định độ xê dịch của giếng hay cọc ống trên mặt bằng, và độ nghiêng của chúng trong hai mặt phẳng thẳng đứng. Theo các vạch sơn nằm ngang đánh dấu chiều cao cọc ống (hay giếng chìm), có thể đếm biết được độ sâu hạ cọc hay giếng vào đất và xác định được cao độ đáy móng thực tế.

#### **2.4.2. Đo chiều dài cầu và định vị tim mố trụ cầu trên đường cong**

Đường trục dọc của cầu nằm trên đường cong được lấy theo dọc đường cong, còn trục dọc của mố trụ thường lấy theo hướng bán kính tương ứng của đường cong. Có những trường hợp cá biệt do địa hình, địa chất hay điều kiện giao thông bên dưới các cầu cạn thì các trục dọc của mố trụ có thể lấy song song với hướng phân giác góc đỉnh hoặc lấy theo các hướng khác nếu có lý do xác đáng.

Các điểm giao nhau của các trục dọc mố trụ với trục dọc cầu được coi là các tim của mố trụ. Đường trục ngang của trụ lấy vuông góc với trục dọc trụ.

Khi định vị các mố và các tim trụ của cầu nằm trên đường cong cần xác định rằng:

- Đường cong có bán kính mà đồ án thiết kế đã quy định là tim dọc của cầu (tim đường).

- Hướng của bán kính đường cong là hướng của đường tim dọc trụ.

- Tiếp tuyến với đường cong tại tim trụ là đường tim ngang trụ. Các số liệu căn cứ để định vị mố và tim trụ là:

- + Tất cả các yếu tố của đường cong đã cho.

- + Khoảng cách giữa các tim giả định của các trụ.

- + Lý trình các điểm đầu và cuối của cầu.

- + Đường tên của cung tương ứng với mỗi nhịp cầu.

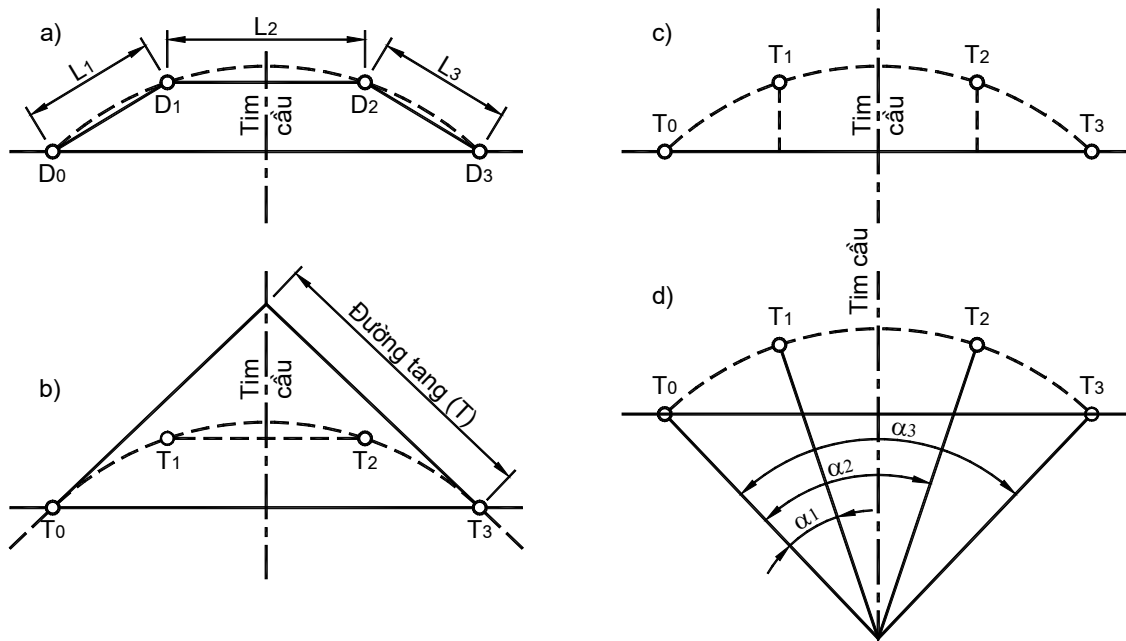
Việc định vị các mố và tim trụ cầu nằm trên đường cong. Tùy theo điều kiện địa hình nên tiến hành theo các phương pháp khác nhau.

- Đối với cầu nhỏ và cầu trung ít hơn 3 nhịp dùng phương pháp đa giác (hình 2.6a) hoặc bằng các đường tiếp tuyến (hình 2.6b).

- Đối với cầu cạn dùng phương pháp dây cung kéo thẳng (hình 2.6c) hoặc phương pháp tọa độ cực (hình 2.6d).

- Đối với các cầu lớn phức tạp: Dùng phương pháp giao hội trực tiếp từ các mố của hệ thống tam giác đặc.

Khi định vị trụ cầu bằng tung độ lấy từ dây cung kéo dài thẳng phải xác định cung này với độ chính xác gấp hai lần so với độ chính xác theo quy định.



**Hình 2.6** Các phương pháp định vị trụ cầu trên đường cong

Việc định vị các trụ bằng tung độ lấy từ các đường tiếp tuyến, từ cung kéo thẳng hoặc bằng phương pháp toạ độ cực được tiến hành bằng bằng máy kinh vĩ có độ chính xác 30 giây và đo tung độ bằng thước thép trong mặt phẳng nằm ngang với độ chính xác là  $\pm 0,5\text{cm}$ . Trong trường hợp này, chiều dài tung độ không được lớn hơn hai lần so với dụng cụ đo (khoảng 40m) nếu không được như vậy, phải dùng phương pháp định vị khác. Mỗi tung độ phải được đo 2 lần bằng 2 cách khác nhau hoặc từ những mốc khác nhau, do người khác đo hoặc nếu một người đo thì đo trong thời gian khác nhau.

Khi định vị trụ cầu trên đường cong bằng phương pháp tam giác đặc thì số lần giao điểm phải ít nhất là 3 lần. Tam giác sai số đối với 3 giao điểm dùng để định vị tim bộ gối không được lớn hơn 3cm.

### 2.4.3. Đo cao độ móng trụ cầu

Công tác đo cao độ móng, trụ cầu tiến hành bằng máy thuỷ bình. Trước khi thi công cầu, đơn vị thi công cần tự lập thêm các mốc cao độ bổ sung (ngoài các mốc cao độ chính do cơ quan thiết kế lập sẵn) tại các vị trí phân bố trong công trường sao cho thuận tiện và dễ dàng dẫn cao độ mọi bộ phận công trình, với sai số nhỏ nhất. Trên mỗi móng cầu có một mốc cao độ phụ, tất cả các mốc cao độ chính và phụ đều phải đi cao đạc ít nhất là 3 lần, với sai số bình quân  $\pm 10\text{mm}$ .

Trong quá trình thi công móng và thân trụ, cần đặt các mốc cao độ phụ ngay tại trụ ở mức thấp và mức cao để nhanh chóng xác định được các cao độ cần thiết cho việc xây dựng trụ (vì thường phải thi công đổ bê tông theo từng đợt một) hoặc lắp ráp dầm cầu. Đặt các mốc cao độ phụ phải đi cao đạc 2 lần dẫn từ các mốc chính với sai số cho phép  $\pm 15\text{mm}$ .

### 2.5. Độ chính xác khi đo đạc định vị

Đo chiều dài bằng thước thép hoặc dây đo, trước khi đo phải chuẩn bị dụng cụ đo, và sau khi đo phải hiệu chỉnh chiều dài đo được:

- Hiệu chỉnh về kết quả số đo nhiều lần.
- Hiệu chỉnh về chênh lệch nhiệt độ lúc đo và lúc chuẩn bị dụng cụ đo.

- Hiệu chỉnh về độ dốc mặt bằng của đường đo.

Nếu khi đo tất cả các khoảng cách đều chỉ dùng một dụng cụ đo thì phải theo hai hướng: đi và về, còn khi dùng hai dụng cụ đo thì chỉ cần đo theo một hướng.

Sai số về đo dài và đo góc khi lập mạng lưới tam giác đặc không được vượt quá trị số ghi ở Bảng 2.2.

**Bảng 2.2**  
**YÊU CẦU VỀ ĐỘ CHÍNH XÁC KHI ĐO CHIỀU DÀI CƠ TUYẾN VÀ GÓC**  
**TRONG MẠNG TAM GIÁC ĐẶC**

Chiều dài cầu (m)	Độ chính xác cần thiết khi đo chiều dài	Độ chính xác cần thiết khi đo góc (giây)	Độ khớp cho phép trong các tam giác (giây)	Các dụng cụ cần dùng để đo và số lần khi đo góc
$L \leq 200m$	1/10.000	$\pm 20$	$\pm 35$	Thước thép hoặc thước cuộn, máy kinh vĩ 30'' với 2 lần quay vòng
$200m < L \leq 500m$	1/30.000	$\pm 7$	$\pm 10$	Thước thép hoặc thước cuộn có khắc ly, máy kinh vĩ 10'' với 3 lần quay vòng
$500m < L \leq 1000m$	1/50.000	$\pm 3$	$\pm 5$	Dây thép hoặc dây hợp kim in-va, máy kinh vĩ 1'' với 3 lần quay vòng
$L > 1000m$	1/80.000	$\pm 1,5$	$\pm 2$	Dây hợp kim in-va, máy kinh vĩ 1'' với 5 lần quay vòng

Đối với các cầu dài không quá 100m, khi đo khoảng cách giữa các cọc mốc định vị trực dọc cầu, và khoảng cách giữa các tim trụ, sai số cho phép không vượt quá 1/5000.

Đối với các cầu dài hơn 100m, thì sai số khi đo khoảng cách giữa các cọc mốc định vị trực dọc cầu, cũng như khi đo định vị tim của các phần trụ mô bên trên bề móng, được lấy tùy theo mức độ định vị có thể được của kết cấu nhịp so với trụ mô. Sai số  $\Delta l$  đối với các cầu dùng dầm thép và bê tông cốt thép với mũ trụ cho phép xô dịch tim của bộ gối với khoảng lớn nhất là  $\pm 5cm$ , cũng như đối với cầu vòm hoặc kiểu khung cứng được tính theo công thức sau:

$$\Delta l = \pm \sqrt{\sum \left( \frac{L_n}{6000} \right)^2} + 0,5n \quad (cm) \quad (2.2)$$

Đối với các cầu vòm hoặc cầu kiểu khung cứng bằng thép và bê tông cốt thép và đối với cầu có bộ gối kích thước rất hạn chế, sai số  $\Delta l$  được tính theo công thức sau:

$$\Delta l = \pm \sqrt{\sum \left( \frac{L_n}{10000} \right)^2} + 0,5n \quad (cm) \quad (2.3)$$

Trong đó:  $L_n$  - Chiều dài của mỗi nhịp (cm) trên phần cầu phải đo.



n - Số lượng nhịp trên phần cầu phải đo khi đo định vị tim bệ móng của mố, trụ thì sai số cho phép được tăng gấp đôi.

Mọi trị số khoảng cách khi đo xong phải được hiệu chỉnh theo nhiệt độ và theo độ dốc mặt đất chỗ đo. Chiều dài cơ tuyến khi đo bằng thước thép có thể được tính theo công thức sau:

$$L = nl = 0,0000125(t - t_0)nl - \frac{h}{nl} \pm d \quad (2.4)$$

Trong đó: L - Chiều dài cơ tuyến.

n - Số lần kéo thước đo (với hết chiều dài thước).

l - Chiều dài thước (đã được chuẩn).

t - Nhiệt độ của thước lúc đo.

t<sub>0</sub> - Nhiệt độ của thước lúc chuẩn (trị số này được ghi trên thước).

h - Mức chênh lệch giữa các điểm đầu của thước trong mỗi lần kéo căng  
thước.

d - Chiều dài đoạn dư (chưa hết chiều dài thước).

Sai số khi cao đạc các mốc đặt ở hai đầu cầu không được lớn hơn  $\pm 20\sqrt{L}$  và  $\pm 10$ mm (trong đó L là khoảng cách dẫn mốc cao đạc tính bằng Km). Các mốc cao đạc này phải được bố trí và bảo quản tốt trong suốt quá trình thi công cũng như trong khai thác đưa vào sử dụng.

## 2.6. Đo đạc kiểm tra trong quá trình thi công

Trong quá trình thi công mố trụ, sản xuất cấu kiện bán thành phẩm, lắp ghép kết cấu nhịp v.v... phải tiến hành định vị, xác định cao độ, kích thước của từng bộ phận công trình, của từng chi tiết phải đo đạc kiểm tra thường xuyên để bảo đảm công trình đúng vị trí, kích thước và hình dạng theo thiết kế.

Để tiến hành công tác này cần thực hiện các công việc sau:

- Nghiên cứu kỹ đồ án thiết kế kết cấu, đồ án thiết kế tổ chức xây dựng cầu, các bản vẽ thi công chi tiết để nắm vững vị trí, hình dạng, kích thước và cao độ của từng bộ phận công trình và tiến độ thi công chúng.

- Nghiên cứu kỹ các điều kiện tại chỗ (địa hình, thủy văn, mặt bằng khu vực sản xuất...) để xác định phương pháp đo đạc kiểm tra tốt nhất, bảo đảm tính chủ động, phục vụ kịp thời cho công tác thi công.

- Xây dựng các mốc phụ với số lượng cần thiết để làm căn cứ cho việc định vị và đo đạc kiểm tra, chẳng hạn như đóng thêm các cọc định vị các đường trục của mố trụ cầu, dẫn các mốc cao đạc xuống lòng sông, bệ móng, lên đỉnh trụ để phục vụ cho việc đo đạc kiểm tra khi thi công móng, thi công thân mố trụ và lắp kết cấu nhịp.

- Nên làm sẵn các khung định vị, các bàn gá, thanh mẫu để phục vụ công tác đo đạc và kiểm tra thuận lợi. Ví dụ nhờ có các khung định vị thì việc thi công đóng cọc sẽ đảm bảo thuận lợi và chính xác v.v...

- Chuẩn bị đầy đủ và kiểm tra độ chính xác của máy và dụng cụ đo đạc (máy kinh vĩ, máy thủy bình, thước thép, dây thép, quả dọi...). Trước khi sử dụng mà khi trên công trường sử dụng nhiều loại máy móc và dụng cụ đo đạc khác nhau, cần kiểm tra loại bỏ những dụng cụ không đảm bảo độ chính xác cần thiết.

- Cần nghiên cứu và nắm vững các sai số cho phép trước khi đo đạc, định vị hoặc kiểm tra vị trí, kích thước và cao độ của các bộ phận công trình.

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nội dung và tầm quan trọng của công tác đo đạc định vị trong xây dựng cầu.

2. Những tài liệu ban đầu cần thiết cho công tác đo đạc định vị là gì? Vì sao phải cần những tài liệu đó?
3. Trình bày các phương pháp định vị cầu nhỏ, cầu trung và cầu lớn. Nội dung của các phương pháp này có gì khác nhau.
4. Khi nào thì sử dụng phương pháp đo trực tiếp? Khi nào sử dụng phương pháp đo gián tiếp? Có cần sử dụng đồng thời cả hai phương pháp trên để định vị cho một cầu không? Tại sao?
5. Trình bày cách đo chiều dài cầu và định vị tim mố trụ cầu khi cầu xiên hoặc cầu nằm trên đường cong.
6. Cách đo đạc và kiểm tra vị trí trụ cầu trong quá trình xây dựng khi trụ cầu nằm ở giữa dòng sông.
7. Độ chính xác của đo đạc xác định vị trí và cao độ của mố trụ cầu.
8. Các máy móc và dụng cụ sử dụng để định vị tim mố trụ cầu và yêu cầu về độ chính xác của chúng.

## Chương 3 CÔNG TÁC BÊ TÔNG, CỐT THÉP VÀ VÁN KHUÔN TRONG XÂY DỰNG CẦU

### 3.1. Công tác thi công bê tông

#### 3.1.1. Các yêu cầu cơ bản đối với bê tông

Hiện nay bê tông là loại vật liệu chủ yếu trong xây dựng cầu. Cầu là công trình nằm trên đường, chịu ảnh hưởng trực tiếp của môi trường thời tiết và các tác động thường xuyên liên tục của tải trọng, vì vậy chất lượng phải được bảo đảm. Chất lượng bê tông phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: tỷ lệ thành phần và tính đồng nhất của vật liệu, phương pháp trộn, đổ, đầm và chế độ bảo dưỡng. Yêu cầu đối với bê tông phụ thuộc vào trạng thái ứng suất, đặc trưng tải trọng (tĩnh tải hoặc hoạt tải) vị trí từng bộ phận công trình (trong hoặc trên mặt nước, chỗ mực nước lên xuống thường xuyên). Ngoài ra còn phụ thuộc vào môi trường xung quanh, chẳng hạn như: thời tiết, khí hậu và tác động xâm thực khác.

Cường độ bê tông được xác định nhờ các mẫu thử tiêu chuẩn được lấy từ những mẻ trộn trong quá trình thi công. Nó là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của công trình thi công bê tông.

Cường độ của bê tông phụ thuộc chủ yếu vào chất lượng của các vật liệu như: xi măng, cát, đá sỏi, nước, đặc biệt là tỷ lệ thành phần cốt liệu và phương pháp chế tạo, bảo dưỡng. Đối với công trình chịu ảnh hưởng lớn của môi trường xung quanh, trong khi thi công đặc biệt chú ý đến đảm bảo cường độ và độ chặt của bê tông.

Độ dẻo của bê tông được chọn tùy theo loại kết cấu, mật độ bố trí cốt thép, nhiệt độ và độ ẩm của môi trường, phương pháp đổ và đầm nén, phương tiện và tốc độ vận chuyển.

**Bảng 3.1**

TỶ LỆ NƯỚC XI MĂNG VÀ LƯỢNG XI MĂNG CHO PHÉP TRONG BÊ TÔNG

Tên bộ phận công trình		Tỷ lệ $\left(\frac{N}{X}\right)$ lớn nhất	Lượng xi măng thấp nhất kg/m <sup>3</sup>
<i>Các kết cấu bê tông</i>	- Các bộ phận công trình thường xuyên nằm trong nước có tính đến khả năng xói lở và trong trường hợp có sự bảo vệ chống tác động của dòng nước (bằng cọc ván)	0,68	240
	- Cũng như thế nhưng trong trường hợp không có sự bảo vệ chống tác động của dòng nước	0,65	250
	- Các bộ phận kết cấu nằm dưới mực nước đầy có thể xói lở	0,70	230
	- Khi lấp lòng rỗng của giếng và giếng chìm hơi ép	Không quy định	200
<i>Kết cấu BTCT</i>	- Các bộ phận công trình đặt trên mực nước	0,65	250
	- Cũng như thế nhưng trong khí hậu ác liệt	0,60	270
	- Các bộ phận công trình nằm thường xuyên	0,60	270

hoặc chu kỳ trong nước		
------------------------	--	--

Lượng xi măng cho  $1\text{m}^3$  bê tông và tỷ lệ N/X được tính toán theo quy định. Nhưng để đảm bảo cho bê tông có độ chặt cao, tỷ lệ N/X trong hỗn hợp bê tông không được cao hơn và lượng dùng xi măng tối thiểu trong  $1\text{m}^3$  bê tông không được nhỏ hơn các trị số ghi trong bảng 3.1

Lượng xi măng dùng tối đa trong bê tông của các kết cấu hình khối lớn không được quá  $300\text{kg}/\text{m}^3$ .

Nếu cho thêm phụ gia hoá dẻo trong bê tông thì tỷ lệ N/X không cần theo quy định của bảng 3.1 mà có thể dùng tỷ lệ  $(N/X) = 0,30 \div 0,45$ .

Lượng xi măng và nước được chọn căn cứ vào cường độ bê tông, điều kiện trộn đổ, mác xi măng và chất lượng cốt liệu. Đối với các công trình cầu thường dùng xi măng có mác tương ứng sau đây: bảng 3.2

**Bảng 3.2**

Mác bê tông	200	300	400	500	600
Mác xi măng	$300 \div 400$	400	500	$500 \div 600$	$600 \div 700$

Các loại xi măng thường được dùng nhiều nhất trong xây dựng cầu là xi măng poocăng, xi măng puzolan. Xi măng poocăng đông cứng nhanh dùng cho kết cấu kích thước nhỏ trên mặt nước. Đối với trụ trong nước và móng có thể dùng xi măng puzolan và xi măng phèn.

Cường độ của cốt liệu thô (đá dăm hay sỏi) phải đảm bảo lớn hơn hai lần cường độ của bê tông. Đặc biệt đối với mác bê tông lớn hơn 300, cường độ cốt liệu không thấp hơn 1,5 lần mác bê tông.

Đối với kết cấu bê tông có bố trí nhiều cốt thép, thường dùng loại đá dăm cỡ nhỏ  $5 \div 10\text{mm}$  và  $10 \div 20\text{mm}$ ; trường hợp cốt thép bố trí thưa có thể dùng sỏi hoặc đá dăm có kích thước nhỏ hơn  $3/4$  khoảng cách tính giữa hai thanh cốt thép và không lớn hơn  $1/3$  bề dày nhỏ nhất của công trình. Thông thường dùng đá dăm cỡ  $20 \div 40\text{mm}$  và có thể lên tới  $70\text{mm}$ .

Cát dùng loại cát hạt to nhưng không lớn quá  $5\text{mm}$  (mô đun độ lớn không nhỏ hơn 1,6). Những chất bẩn trong cát không được lớn hơn trị số trong bảng 3.3

**Bảng 3.3**

Mác bê tông	Hàm lượng tạp chất bẩn cho phép không vượt quá
Từ 300 trở lên	2%
Nhỏ hơn 300	3%

Tỷ lệ bùn, sét chứa trong đá dăm và sỏi không được lớn hơn 2% (đối với bê tông nằm dưới nước và trong đất) và không quá 1% (đối với bê tông nằm trên mặt nước). Tất cả các cốt liệu phải được rửa sạch.

Nước để trộn bê tông có thể dùng các loại nước tự nhiên uống được, nhưng phải khống chế độ PH  $\geq 4$  và không chứa nhiều loại muối có gốc  $\text{SO}_4$  quá 0,27% trọng lượng. Các thành phần này phải thử nghiệm đầy đủ. Không được dùng các loại nước đầm lầy, cũng như nước có dầu mỡ, axit và các tạp chất có hại khác để trộn bê tông.

### 3.1.2. Vận chuyển và đổ bê tông

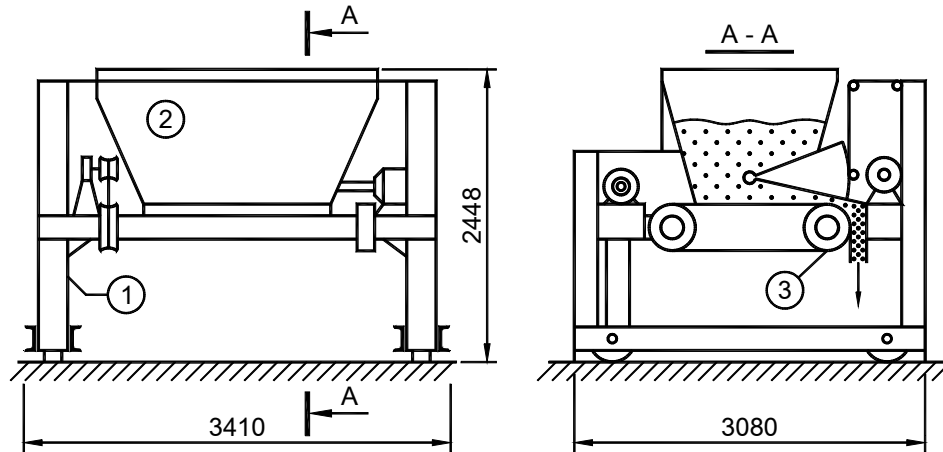
Trong các nhà máy đúc sẵn cũng như các công trường lớn, bê tông được chế tạo trong các trạm trộn có máy móc cân đong tự động hoặc bán tự động để định lượng chính xác các thành phần xi măng, cát, đá sỏi và nước.

Máy trộn được chọn tùy theo sản lượng bê tông sử dụng. Các nhà máy và công trường lớn thường dùng máy trộn bê tông có công suất từ  $10 \div 40\text{m}^3/\text{ca}$  và các loại máy nhỏ để tháo lắp, di chuyển có công suất từ  $4 \div 20\text{m}^3/\text{ca}$ .

Thời gian vận chuyển bê tông từ nơi trộn đến nơi đổ phải ngắn nhất và nhỏ hơn thời gian đông kết của bê tông.

Tuy nhiên, có thể kéo dài thời gian đông kết của bê tông bằng cách dùng chất phụ gia nhưng không được ảnh hưởng đến cường độ của bê tông và tác hại cốt thép. Thời gian vận chuyển bê tông tươi, thông thường không được quá 1 giờ khi nhiệt độ bê tông là  $20 \div 30^\circ\text{C}$ .

Tùy khả năng của các đơn vị thi công có thể sử dụng các phương tiện sau để vận chuyển bê tông như: xe cải tiến, xe goòng, băng chuyền, bơm dây... ô tô ben hoặc ô tô có máy trộn dung tích từ  $3 \div 10\text{m}^3$ , trong quá trình vận chuyển vẫn tiến hành trộn bê tông. Với khoảng cách vận chuyển ngắn có thể dùng băng chuyền, cần trục, máy bơm bê tông. Nếu vận chuyển xa có thể dùng ô tô, xe goòng hoặc ô tô có máy trộn liên hoàn. Bất kể dùng phương tiện nào cũng phải bảo đảm vận chuyển bê tông nhanh chóng không bị phân tầng và vẫn giữ được chất lượng, tức là không bị rơi vãi dọc đường nhất là rò rỉ vữa xi măng và phải che kín khi có mưa, đường vận chuyển phải êm thuận.



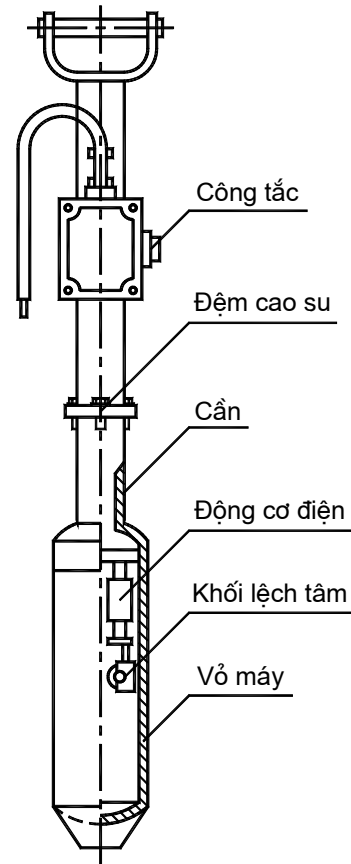
**Hình 3.1** Máy tự đổ bê tông  
1 - Xe goòng; 2 - Phễu; 3 - Máy cấp vật liệu

Khi đổ bê tông phải bảo đảm tính toàn khối của kết cấu, do đó lớp bê tông sau phải đổ khi lớp bê tông trước chưa ninh kết. Bề dày mỗi lớp đổ thường từ  $15 \div 40\text{cm}$ . Bề dày mỗi lớp phụ thuộc vào độ dẻo, phương pháp đổ và kích thước công trình. Bê tông có độ dẻo nhỏ, cốt thép đặt dày thì chiều dày mỗi lớp đổ thường từ  $15 \div 20\text{cm}$ ; ngược lại độ dẻo lớn, cốt thép đặt thưa thì chiều dày mỗi lớp đổ thường từ  $30 \div 40\text{cm}$ . Bê tông có thể đổ theo lớp bằng (nằm ngang) hoặc nghiêng  $15 \div 20^\circ$ . Thông thường bê tông được đổ bằng máy tự đổ trên hình 3.1.

Bê tông móng và thân trụ có thể dùng máng gỗ hoặc máng thép để đổ. Chiều cao bê tông rơi tự do không được vượt quá 1,5m nếu cao hơn phải dùng ống dẫn bê tông (ống vòi voi).

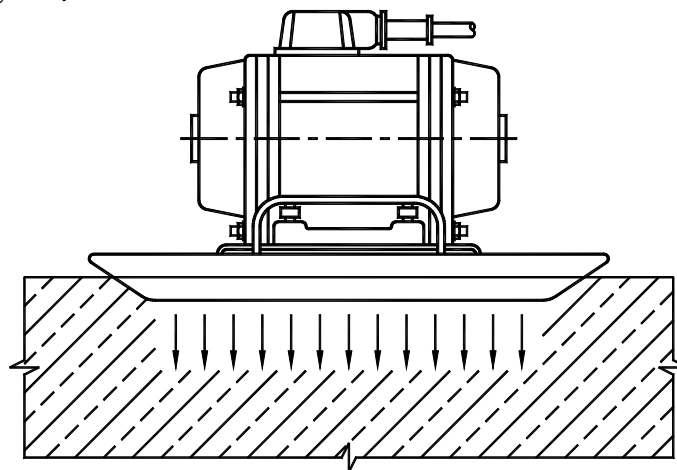
Trong quá trình đổ phải đảm kỹ để bảo đảm độ đặc sít của bê tông và tránh bị rỗ. Dụng cụ đầm có nhiều loại như: đầm dùi, đầm mặt, đầm cạnh, đầm đáy, xà beng...

Những chỗ có nhiều cốt thép và bề dày cấu kiện mỏng có thể dùng dụng cụ đơn giản như xà beng hoặc que sắt để lèn chặt bê tông. Nói chung phải dùng máy đầm rung để bảo đảm chất lượng. Nguyên tắc của máy đầm là gây chấn động làm cho vữa và cốt liệu được lèn chặt. Các loại đầm được lựa chọn tùy thuộc kích thước kết cấu. Đối với đầm dùi bước di chuyển đầm không vượt quá 1,5 lần bán kính tác dụng của đầm. Khi đầm lớp trên cần đầm sâu vào lớp dưới từ 5 đến 10cm để hai lớp liền khối. Cấu tạo đầm dùi là một ống hình trụ, bên trong có động cơ và các khối lệch tâm (hình 3.2). Khi đầm hoạt động, các khối lệch tâm sẽ quay tạo ra chấn động. Đối với kết cấu có bố trí cốt thép dày, có thể dùng đầm dùi nhỏ.



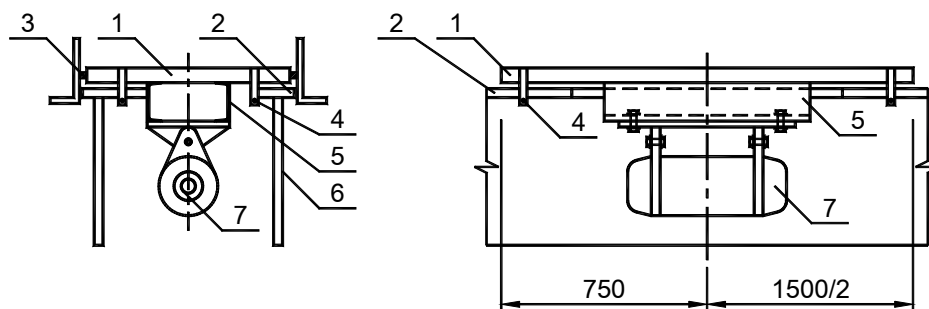
**Hình 3.2** Máy đầm dùi

Máy đầm mặt, còn gọi là máy đầm bàn (hình 3.3) thường sử dụng để đầm bê tông các tấm bản bê tông mặt cầu. Đối với sườn dầm, máy được gắn trực tiếp vào kết cấu ván khuôn. Khi chạy máy sẽ truyền lực rung vào bê tông. Trường hợp sườn dầm khá mỏng dưới 20cm, có thể gắn đầm vào một bên thành ván khuôn. Nếu sườn dầm dày hơn thì phải gắn đầm ở cả hai bên thành dầm. Đối với thành dầm tương đối mỏng hoặc cột kích thước 40 × 40cm máy đầm được bố trí so le.



**Hình 3.3** Máy đầm mặt

Để tăng độ lèn chặt của bê tông có thể dùng máy đầm bố trí ở đáy ván khuôn (hình 3.4). Đầm được bố trí dọc đáy ván khuôn, toàn bộ đầm được đặt trên hệ thống đệm. Khi làm việc, chấn động của máy được truyền qua ván khuôn vào bê tông. Số lượng bố trí máy đầm trường hợp này tùy thuộc chiều dài kết cấu và của đầm.



**Hình 3.4** Máy đấm đậy

1 - Bàn đậy; 2 - Tấm đệm đàn hồi; 3 - Đệm cao su; 4 - Chốt  
5 và 6 - Thanh gá; 7 - Máy đấm

### 3.1.3. Công tác bảo dưỡng bê tông

Để bảo đảm chất lượng, bê tông phải được bảo dưỡng tốt trong thời gian đông cứng bằng cách giữ chế độ nhiệt, ẩm cần thiết cho sự tăng dần cường độ của bê tông, ngăn ngừa các biến dạng do nhiệt độ và co ngót gây ra ứng suất phụ tạo thành các vết rạn nứt. Bảo dưỡng bê tông gồm che nắng, che gió và tưới nước để giữ độ ẩm. Đối với thời tiết hanh khô cần tưới nước thường xuyên trong 7 ngày đầu, ban ngày tưới tưới ít nhất 3 giờ một lần, ban đêm tưới ít nhất hai lần. Với bê tông dùng xi măng pu-zơ-lan, cũng tưới thường xuyên trong ngày đầu, sau đó cứ 3 giờ tưới một lần vào ban ngày và 6 giờ tưới một lần về ban đêm cho đến ngày thứ 14. Từ ngày thứ 15, mỗi ngày tưới ít nhất ba lần cho đến ngày thứ 28.

Trong trường hợp ở điều kiện tự nhiên, sau khi đổ, bê tông phải được bảo dưỡng trong điều kiện có độ ẩm và nhiệt độ cần thiết gọi là bảo dưỡng ẩm.

Bảo dưỡng ẩm là quá trình giữ cho bê tông có đủ độ ẩm cần thiết để ninh kết và đóng rắn sau khi tạo hình. Phương pháp và quy trình bảo dưỡng ẩm, thực hiện theo TCVN 5592 - 1991 “Bê tông nặng - Yêu cầu bảo dưỡng tự nhiên”.

Thời gian bảo dưỡng ẩm cần thiết không được nhỏ hơn trị số ghi trong bảng 3.4. Trong thời kỳ bảo dưỡng, bê tông phải được bảo vệ chống các tác động cơ học như: rung động, lực xung kích, tải trọng và tác động hư hại khác.

**Bảng 3.4**

THỜI GIAN BẢO DƯỠNG ẨM (THEO TCVN 5592 - 1991)

Vùng khí hậu bảo dưỡng bê tông	Tên mùa	Tháng	$R_{thbd}$ (% $R_{28}$ )	$T_{thbd}$ (ngày đêm)
Vùng A	Hè	4 ÷ 9	50 ÷ 65	3
	Đông	10 ÷ 3	40 ÷ 50	4
Vùng B	Khô	2 ÷ 7	55 ÷ 60	4
	Mưa	8 ÷ 1	35 ÷ 40	2
Vùng C	Khô	12 ÷ 4	70	6
	Mưa	5 ÷ 11	30	1

Trong đó:  $R_{thbd}$  - Cường độ bảo dưỡng tới hạn

$T_{thbd}$  - Thời gian bảo dưỡng cần thiết

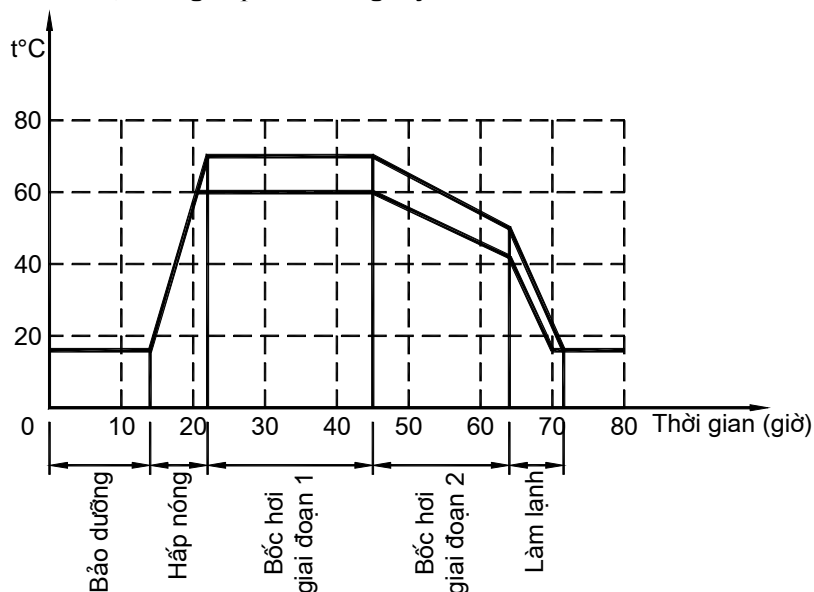
Vùng A - Khu vực từ Diễn Châu trở ra Bắc

Vùng B - Phía đông Trường Sơn và từ Diễn Châu đến Ninh Thuận

Vùng C - Khu vực Tây nguyên và Nam bộ

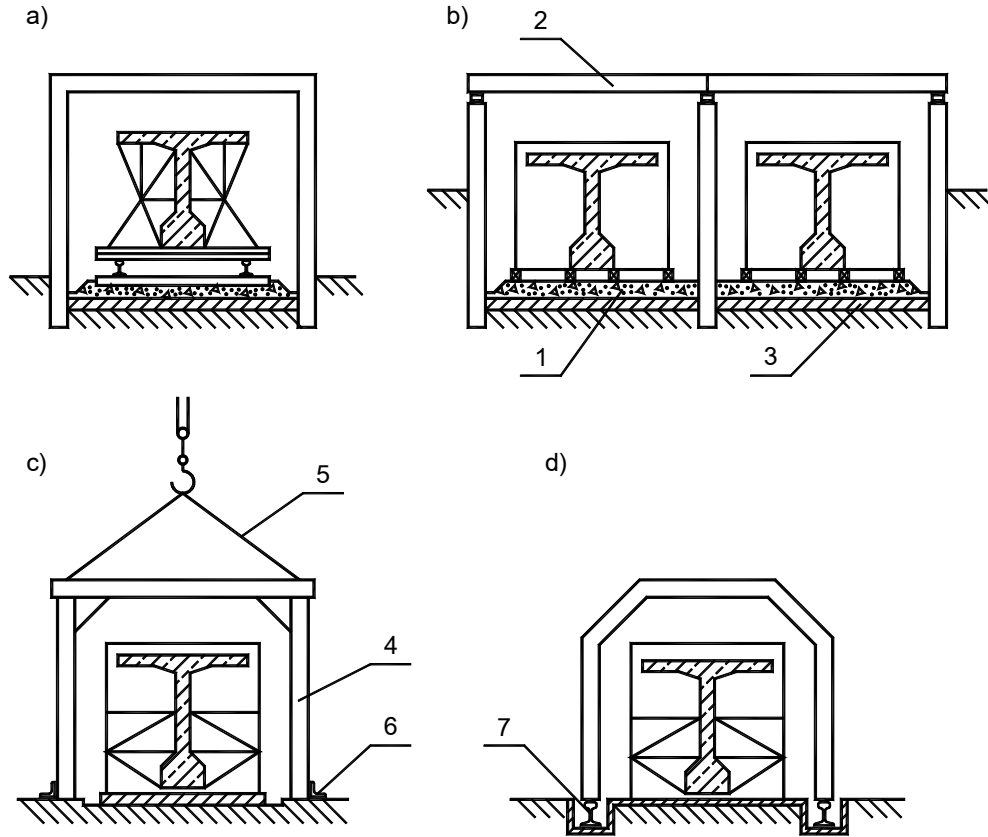
Trong các nhà máy bê tông đúc sẵn thường dùng biện pháp hấp bằng hơi nước nóng để bảo dưỡng. Bê tông sẽ đạt nhanh cường độ, do đó chu kỳ quay vòng ván khuôn nhanh hơn và công suất sẽ tăng. Sau khi đúc vài giờ, bê tông có thể sẽ được bảo dưỡng ngay bằng hơi nước nóng. Thời gian bảo dưỡng phụ thuộc vào loại xi măng và nhiệt độ bảo dưỡng. Nếu nhiệt độ không khí thấp hơn  $15^{\circ}\text{C}$  thì tối đa sau 10 giờ có thể bảo dưỡng được. Có thể tiến hành hấp hơi nước nóng trong các hầm kín hoặc buồng hấp bảo đảm giữ độ ẩm lớn ( $90 \div 100\%$ ). Nhiệt độ hơi nước nóng được tăng dần với tốc độ  $(5 \div 10^{\circ}\text{C})/\text{giờ}$  cho tới khoảng 60 đến  $70^{\circ}\text{C}$  (không quá  $80^{\circ}\text{C}$ ), và giữ nhiệt trong vòng 20 giờ. Sau đó hạ dần với tốc độ  $(8 \div 10^{\circ}\text{C})/\text{giờ}$  cho tới khi nhiệt độ trong buồng là  $30^{\circ}\text{C}$ . Lúc đó có thể đưa cấu kiện ra ngoài vì bê tông đã có thể đạt cường độ thiết kế. Không được tăng, hạ nhiệt độ quá nhanh để tránh được sự chênh lệch nhiệt độ trong các thớ khác nhau của cấu kiện dẫn tới nguy cơ rạn nứt cấu kiện. Trên hình 4.5 giới thiệu biểu đồ bảo dưỡng bê tông bằng hơi nước nóng.

Trong trường hợp bảo dưỡng bê tông bằng buồng hấp, thì buồng hấp phải kín và cách nhiệt tốt. Khi hấp dùng hơi nước nóng có áp suất thấp (tối đa  $0,5\text{kg}/\text{cm}^2$ ) nhưng độ ẩm rất lớn. Tốt nhất là hơi nước nóng được cấp bằng hệ thống điều khiển tự động. Cấu tạo buồng hấp được giới thiệu trên hình 3.6. Kích thước buồng hấp tùy thuộc vào kích thước cấu kiện và xe goòng chở cấu kiện, buồng hấp đặt đường ray và hai đầu có cửa kín.



**Hình 3.5** Biểu đồ bảo dưỡng bê tông bằng hơi nước nóng





**Hình 3.6** Buồng hấp

1 - Bê tông đáy; 2 - Nắp đậy; 3 - Đệm xi; 4 - Chụp đậy; 5 - Dây câu  
6 - Đường cách hơi; 7 - Đường ray

Để chế tạo cấu kiện có chiều dài khác nhau, tăng tốc độ sản xuất và tiết kiệm hơi nước nóng, các buồng hấp được chia làm nhiều ngăn, giữa các ngăn có tấm chắn bằng cao su chịu nhiệt hoặc vật liệu khác. Thành tường buồng hấp phải cách cấu kiện ít nhất 15cm. Hơi nước nóng được dẫn vào vào buồng bằng ống thép hay ống nhựa có lỗ và đặt dưới sàn bê tông và có độ dốc ngang để thoát nước, buồng hấp còn đặt dụng cụ đo nhiệt độ và độ ẩm. Hình 3.6a và 3.6b là buồng hấp cho cấu kiện có kích thước nhỏ, hình 3.6c và 3.6d cho cấu kiện có kích thước lớn, cấu tạo gồm các khung thép và lớp bọc bằng vải bạt không thấm nước. Buồng hấp loại này có thể tháo lắp dễ dàng hoặc di chuyển được trên đường ray, giống như một buồng di động.

### 3.1.4. Công tác kiểm tra chất lượng bê tông

Kiểm tra chất lượng bê tông, trước hết phải kiểm tra chất lượng vật liệu thành phần như: xi măng, cát, đá sỏi và các chất phụ gia, cũng như kỹ thuật trộn, đổ, vận chuyển và bảo dưỡng bê tông. Muốn kiểm tra chất lượng bê tông, trong quá trình đúc phải lấy mẫu thử để thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm các mẫu thử được ghi vào sổ theo dõi công trình đến khi hoàn công. Các vật liệu cát, đá sỏi phải thỏa mãn yêu cầu quy định. Quá trình sử dụng xi măng phải thường xuyên kiểm tra lại chất lượng khi xuất xưởng về sự thay đổi thể tích, độ sệt, thời gian ninh kết, cường độ. Tỷ lệ thành phần cốt liệu trong bê tông được chọn dùng, nếu kiểm tra mẫu thử không đạt so với yêu cầu thiết kế phải chọn lại và kiểm tra cho tới khi đạt yêu cầu mới cho phép đổ bê tông lên công trình. Trước khi trộn bê tông phải kiểm tra độ ẩm các cốt liệu để điều chỉnh lượng N/X, phải giám sát chặt chẽ tỷ lệ này trong quá trình trộn. Chỉ khi nào được

tư vấn cho phép mới thay đổi thành phần cốt liệu hoặc tỷ lệ N/X của bê tông. Phải kiểm tra độ đồng đều của bê tông, tránh hiện tượng phân tầng trong quá trình vận chuyển và thi công. Thường xuyên theo dõi độ ẩm của môi trường xung quanh để có chế độ bảo dưỡng thích hợp. Phải tiến hành kiểm tra cường độ của bê tông đã đổ bằng cách thí nghiệm các đợt mẫu lấy từ hỗn hợp bê tông thi công và bảo dưỡng chúng. Để thí nghiệm phải đúc các mẫu thử bê tông với kích thước (15 × 15 × 15)cm và (Φ15 × 60)cm, mẫu thử xi măng có kích thước (7 × 7 × 7)cm.

Khi kiểm tra cường độ nhất thiết phải thí nghiệm bê tông chịu nén, trong trường hợp cần thiết phải kiểm nghiệm tính năng chống thấm. Theo các quy chuẩn quốc gia về thí nghiệm bê tông thì giới hạn cường độ chịu nén bằng trị số trung bình cộng của kết quả thí nghiệm ba mẫu với độ chính xác 1kG/cm<sup>2</sup>. Trong trường hợp nếu kết quả thí nghiệm thấp nhất của một trong ba mẫu thấp dưới 20% so với chỉ tiêu lớn hơn gần nó nhất, thì giới hạn cường độ tính theo hai kết quả lớn nhất.

### **3.2. Công tác cốt thép**

#### **3.2.1. Cốt thép và các yêu cầu cơ bản**

Trong công nghiệp có rất nhiều loại thép, nhưng không phải tất cả đều dùng được cho kết cấu bê tông cốt thép. Cốt thép thường được dùng là thép Cacbon và thép hợp kim, mỗi loại có đặc trưng về cường độ và biến dạng riêng. Đó là thép tròn trơn và thép tròn có gờ để tăng độ dính kết và ma sát giữa cốt thép và bê tông. Cường độ của thép phụ thuộc vào thành phần hoá học như: Cacbon (C), Mangan (Mn), Titan (Ti) và các chất khác.

Ngoài ra còn có thép cường độ cao dùng cho kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực. Đó cũng là các loại thép hợp kim thấp có thành phần Cacbon tương đối thấp (đến 0,2%) và loại thép có chứa Titan. Trong kết cấu nhịp cầu thường được dùng sợi hoặc bó cốt thép cường độ cao đường kính mỗi thanh từ 3 ÷ 12mm có cường độ từ 15000 ÷ 20000kG/cm<sup>2</sup> và các thanh thép có đường kính lớn từ 20 ÷ 40mm có cường độ từ 10000 ÷ 12000kG/cm<sup>2</sup>.

#### **3.2.2. Gia công cốt thép thường**

Cốt thép được sản xuất trong nhà máy có nhiều loại đường kính khác nhau. Cốt thép đường kính nhỏ hơn Φ8mm được cuộn thành cuộn, khi sử dụng phải duỗi thẳng. Cốt thép đường kính lớn từ Φ10mm trở lên thường là các thanh thẳng chiều dài từ 6 ÷ 12m. Trường hợp cần thiết có thể đặt hàng nhập các thanh cốt thép dài hơn (tới 18m). Trước khi sử dụng, cốt thép cần kiểm tra cường độ chịu kéo, chịu uốn cho mỗi lô 20 tấn. Mỗi lô lấy 3 mẫu kiểm tra kéo và 3 mẫu kiểm tra hàn.

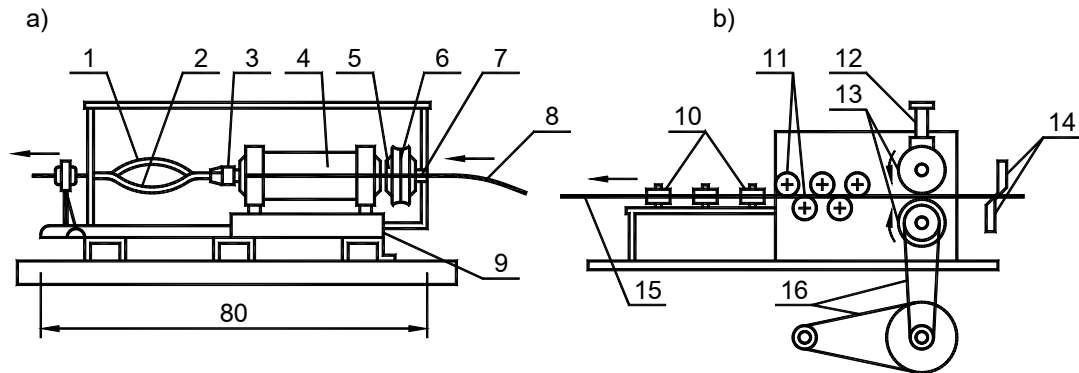
Cốt thép sợi cán nguội cường độ cao có đường kính từ 2 ÷ 8mm được cuộn lại, nên có chiều dài tương đối lớn (thường tới 300m). Đường kính cuộn thép tới 1200mm cho thép sợi có đường kính nhỏ hơn 9mm và lớn hơn 1200mm với thép sợi có đường kính từ 12 ÷ 15mm. Khi sử dụng phải kiểm tra nhãn hiệu có ghi chỉ tiêu cơ lý của thép và chỉ dùng khi đã thí nghiệm bảo đảm chỉ tiêu cơ lý theo yêu cầu thiết kế.

Các loại thép cường độ cao cũng phải lấy mẫu để kiểm tra kéo và uốn. Riêng đối với các bó cáp cần kiểm tra khuyết tật bên ngoài và thí nghiệm kéo đứt cả bó và từng sợi. Trường hợp kiểm tra không đạt chỉ tiêu, cốt thép đó không được sử dụng.

Phải hết sức chú ý tránh dùng nhầm lẫn kích cỡ, chủng loại thép, cho nên trong kho chứa cốt thép được xếp loại theo chỉ tiêu cơ lý và đường kính. Các giá xếp chứa cốt thép được đặt trong nhà kho có mái che mưa nắng để chống gỉ. Thép cường độ cao không được chống gỉ bằng cách bôi dầu mỡ và phải để trong kho thật khô ráo. Trước khi sử dụng, tất cả các cốt thép đều phải được tẩy sạch gỉ bằng bàn chải hoặc kéo đi kéo lại trong cát, hiệu quả nhất là dùng máy phun cát. Với cốt thép dính dầu mỡ phải dùng xà phòng hoặc dung dịch kiềm và nước nóng để rửa sạch. Tuyệt đối không được dùng axit để tẩy rửa.

Gia công cốt thép ở nhà máy hoặc ở công trường lớn thường áp dụng phương pháp dây chuyền: nắn thẳng, cắt, uốn và hàn... Các máy móc cần thiết để gia công cốt thép gồm các thiết bị để kéo thẳng, nắn thẳng, làm sạch, cắt, uốn, hàn, chế tạo lưới và bó cốt thép. Các loại máy móc đó được bố trí thành những dây chuyền sản xuất. Trong phân xưởng cốt thép có thể dùng băng chuyền, xe nâng, xe goòng, dầm cầu chạy để vận chuyển.

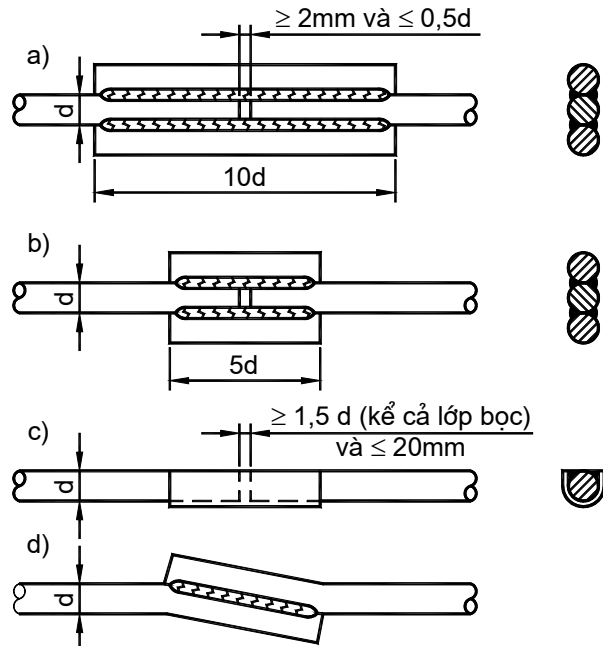
Tất cả các thanh thép đều khó tránh khỏi cong vênh trong quá trình bốc xếp, vận chuyển nên cần phải nắn lại. Tùy theo khả năng thiết bị mà chọn cách nắn. Hình 3.7 giới thiệu một loại máy nắn thẳng có trục lăn dùng cho cốt thép có đường kính nhỏ hơn 12mm. Cốt thép chạy qua khe của hai hệ trục lăn, cuối cùng cốt thép được nắn thẳng đồng thời được đánh sạch gỉ.



**Hình 3.7** Máy nắn thẳng cốt thép

- 1 - Đối trọng; 2 - Ống; 3 - Đầu ống nối; 4 - Thân máy; 5 - Puly  
 6 và 16 - Dây cua roa; 7 - Trục rỗng; 8 - Sợi thép; 9 - Bệ; 10 - Bánh xe trục đứng  
 11 - Bánh xe trục ngang; 12 - Bu lông điều chỉnh; 13 - Bánh xe di động  
 14 - Dao cắt; 15 - Cốt thép

Cốt thép đường kính lớn có thể được nắn thẳng bằng búa, đe hoặc bàn nắn chuyên dùng, trường hợp đặc biệt còn dùng phương pháp gia công nóng để nắn thẳng cốt thép.

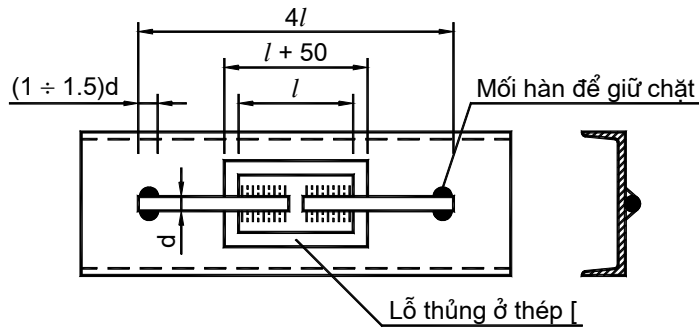


Cốt thép đường kính nhỏ có thể dùng đe và trạm để chặt, cốt thép đường kính lớn hơn 12mm phải dùng các loại máy cắt. Khi cắt cần chú ý bảo đảm chiều dài thanh, nhất là các thanh uốn xiên và uốn móc. Phải quy hoạch việc cắt để tận dụng tối đa các đầu mẫu, nhất là những thanh cốt thép có đường kính lớn.

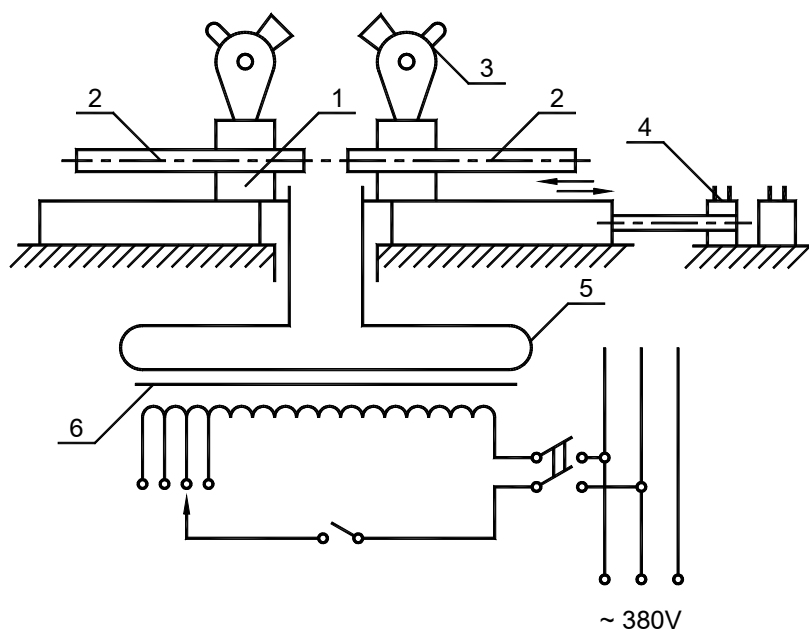
Do chiều dài thép có hạn nên phải hàn nối để đủ chiều dài cần thiết. Tuy nhiên, phải phải bảo đảm cường độ chỗ nối lớn hơn cường độ của thép chỗ không nối. Các mối nối cốt thép dùng cho đầm cầu được giới thiệu trên hình 3.8.

Mối hàn tiếp xúc là loại mối nối đối đầu, được thi công trên máy hàn đặc biệt. Mối hàn ốp là loại mối hàn dùng hai bản thép chữ U có bề dày từ  $4 \div 5$ mm và thường được hàn bằng tay. Mối hàn này thường khá tốn vật liệu và chất lượng không cao. thợ hàn phải có kỹ thuật tốt và cần hàn thử để nghiệm thu trước. Hình 3.9 giới thiệu về hình dạng của mẫu, các kích thước và điều kiện giữ chặt mẫu, khi tiến hành thí nghiệm về hàn thì đầu tiên hàn các mối hàn cạnh phía ngoài, sau đó qua lỗ thủng ở miếng đệm thép hình chữ U hàn mối hàn cạnh phía trong. Khi nhìn ngoài mối nối, thép ở gần mối hàn trong tất cả các mẫu không được có vết nứt rạn. Nếu không được phải thí nghiệm lại, nếu thí nghiệm lại mà không đưa đến kết quả khả quan thì lô thép này không được sử dụng.

**Hình 3.8** Các phương pháp nối cốt thép bằng hàn  
*a và b) - Hàn đối đầu có máng đệm*  
*a - Cho cốt thép chịu kéo; b - Cho cốt thép chịu nén*  
*c) - Hàn ốp có bản thép chữ U; d) - Hàn chồng*



**Hình 3.9** Sơ đồ mẫu và thiết bị để thí nghiệm về hàn  
 $l = 4d$  khi hàn bằng 4 mối hàn cạnh  
 $l = 10d$  khi hàn bằng 2 mối hàn cạnh



**Hình 3.10** Máy hàn tiếp xúc

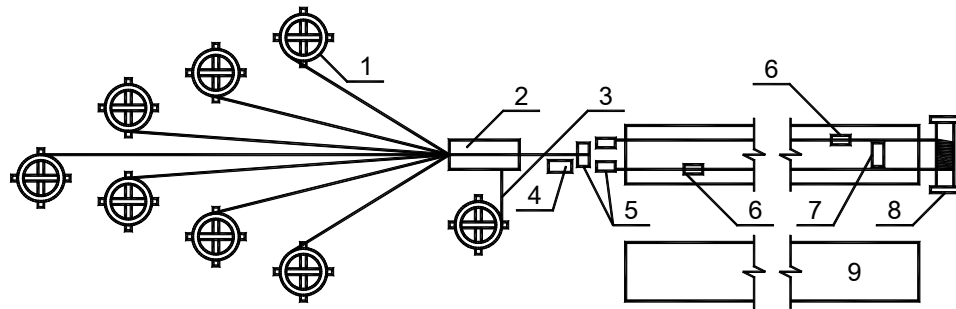
1 - Kẹp; 2 - Thanh hàn; 3 - Vít kẹp; 4 - Phần truyền động  
5 - Vòng thứ cấp máy hàn; 6 - Máy hàn

Hình 3.10 là sơ đồ loại máy hàn tiếp xúc. Trước khi hàn, đầu hai thanh thép còn được đánh sạch gỉ. Khi dòng điện chạy qua sẽ tạo ra hồ quang, thép chảy ra, máy sẽ ép lại và hai thanh thép được nối với nhau. Tại mỗi hàn này, đường kính cốt thép tăng chút ít, nhưng không ảnh hưởng nhiều đến việc bố trí cốt thép trong kết cấu.

Lưới cốt thép có thể được chế tạo bằng máy hàn chấm tự động hàn từng điểm thép phương dọc và phương ngang trên khuôn mẫu làm sẵn. Khung cốt thép hàn được chế tạo trên giá cố định. Máy hàn được di động dọc theo một mặt khung sườn, sau đó tiếp tục hàn mặt đối diện. Quá trình vận chuyển nên dùng đòn treo để bảo đảm ổn định của khung hàn.

### 3.2.3. Gia công cốt thép cường độ cao

Cốt thép cường độ cao thường có đường kính nhỏ và được cuộn lại để dễ dàng vận chuyển, vì có độ cứng lớn hơn nhiều so với cốt thép thường, nên việc nắn và duỗi thẳng phải dùng máy chuyên dụng như giới thiệu trên hình 3.7a. Cốt thép sau khi được duỗi thẳng và cắt theo chiều dài thiết kế sẽ được tạo thành bó và dùng máy để cắt. Hình 3.11 giới thiệu sơ đồ công nghệ chế tạo bó cốt thép. Hiện nay đa số cốt thép dự ứng lực là cốt thép sợi cường độ cao, loại dùng nhiều nhất là bó sợi xoắn, mỗi bó gồm nhiều tao và mỗi tao gồm 7 sợi, loại cốt thép này đã được nhà sản xuất chế tạo thành các tao sẵn, nên khi dùng chỉ cần xác định chiều dài và dùng máy cắt đúng thiết kế là đưa vào sử dụng.



**Hình 3.11** Máy tạo bó cốt thép dự ứng lực

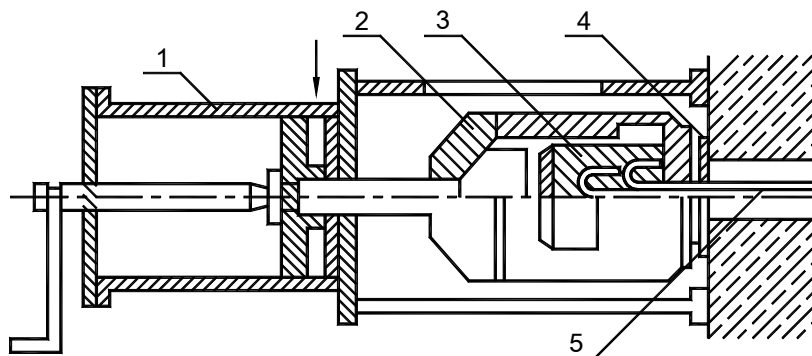
1 - Thép sợi cường độ cao; 2 - Bộ phận tạo bó; 3 - Thép nhỏ cuộn bó; 4 - Máy cắt  
5 - Puly; 6 - Kẹp nối tháo lắp; 7 - Công tắc tự động; 8 - Tời điện; 9 - Bộ đỡ

Để tạo dự ứng lực cho bê tông, trước tiên phải kéo căng cốt thép và neo lại. Đối với dầm bê tông cốt thép dự ứng lực kéo trước phải căng cốt thép trên bệ và neo giữ cốt thép dự ứng lực bằng neo ngoài tạm thời, dùng neo chêm hình nón cụt, việc tạo dự ứng lực cho bê tông bằng neo ngâm kiểu quả trám. Đối với dầm bê tông cốt thép dự ứng lực kéo sau, lợi dụng ngay dầm bê tông đã đúc làm bệ căng cốt thép, việc tạo dự ứng lực cho bê tông bằng neo kiểu hình nón cụt hoặc neo hình trụ (neo kiểu tổ ong). Việc sử dụng từng loại neo phụ thuộc vào loại bó cốt thép dự ứng lực và phương pháp tạo dự ứng lực cho dầm cầu, về cấu tạo, tác dụng và sử dụng neo đã được giới thiệu trong môn học “Thiết kế cầu”.

#### 3.2.4. Phương pháp kéo căng cốt thép

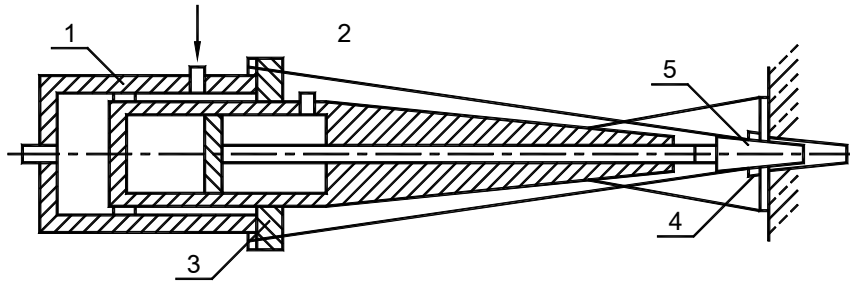
Để tạo dự ứng lực trong kết cấu bê tông cốt thép có thể dùng hai phương pháp: phương pháp cơ học và phương pháp nhiệt. Phương pháp nhiệt là phương pháp dùng dòng điện cường độ lớn làm cốt thép bị đốt nóng và giãn dài ra, sau đó neo lại và đổ bê tông; khi bê tông đạt cường độ và nhả neo, cốt thép không co lại được do lực dính bám và ma sát giữa cốt thép và bê tông, làm cho trong bê tông xuất hiện ứng suất nén trước tồn tại lâu dài. Phương pháp cơ học là phương pháp dùng kích thủy lực có thể kéo từng sợi, từng tạo hoặc cả bó cốt thép, đây là phương pháp dùng phổ biến nhất hiện nay. Vì vậy, ở đây chỉ đề cập đến phương pháp tạo dự ứng lực theo phương pháp cơ học.

Để tạo được lực căng trong cốt thép phải dùng kích thủy lực. Cách chọn kích thủy lực phụ thuộc vào cấu tạo neo và khả năng của kích. Kích thủy lực có hai loại là loại một tác dụng và loại hai tác dụng. Hình 3.12 giới thiệu sơ đồ một loại kích thủy lực một tác dụng JC-31,5/210 có lực kéo khoảng 31 tấn và 63 tấn để căng các bó cốt thép 16 ÷ 24 sợi và loại thanh rời đường kính 22mm. Để kéo các bó cốt thép lớn hơn, ở Liên Xô cũ đã nghiên cứu chế tạo kích có lực kéo khoảng 120 tấn và 260 tấn.



**Hình 3.12** Sơ đồ cấu tạo kích một tác dụng ДС-31,5/210

1 - Xi lanh; 2 - Ngàm kẹp mẫu neo; 3 - Mẫu neo; 4 - Nêm; 5 - Bó cốt thép dự ứng lực

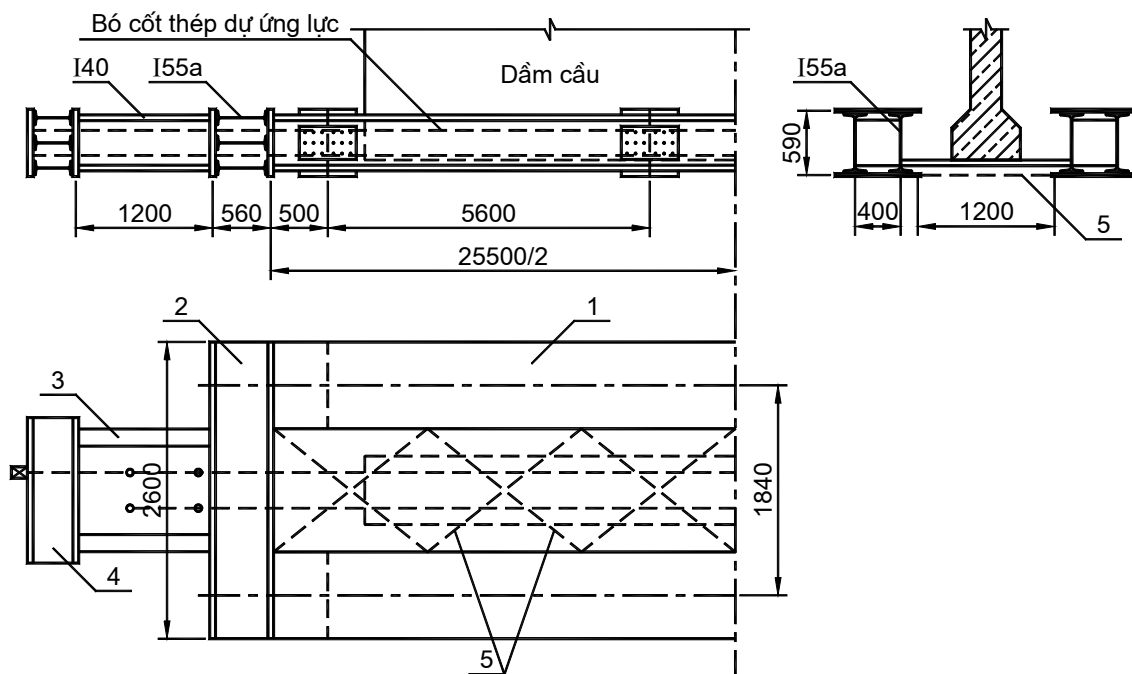


**Hình 3.13** Sơ đồ cấu tạo kích hai tác dụng Д П-60-315

1 - Xi lanh ngoài; 2 - Xi lanh trong; 3 - Ngàm giữ sợi cốt thép dự ứng lực  
4 - Vỏ neo hình nón cụt; 5 - Lõi neo hình nón cụt

Kích hai tác dụng để căng các bó cốt thép có neo hình nón cụt và neo hình trụ. Loại kích này có hai hệ thủy lực: một dùng để kéo cốt thép, một dùng để đẩy nêm chốt neo. Ở Liên Xô cũ đã chế tạo kích hai tác dụng loại 63 tấn và 120 tấn.

Hình 3.13 giới thiệu sơ đồ cấu tạo một loại kích hai tác dụng Д П-60-315. Kích làm việc nhờ một hệ thống máy bơm thủy lực với áp lực từ 400 đến 500kg/cm<sup>2</sup>. Hệ thống bơm thủy lực được đặt trên xe đẩy và hệ thống treo kích.



**Hình 3.14** Bộ căng cốt thép dự ứng lực

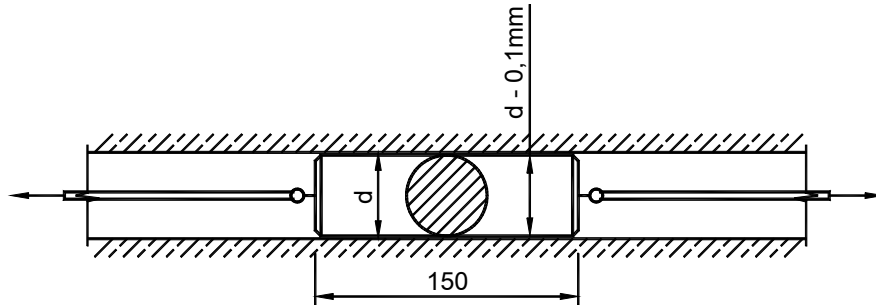
1 - Thanh nén; 2 - Thanh ngang; 3 - Thanh nén; 4 - Giá thanh ngang  
5 - Hệ liên kết thanh nén L75×75×6

Chế tạo dầm bê tông cốt thép dự ứng lực thường dùng kích một tác dụng để kéo cốt thép trên bề mặt như hình 3.14.

Trình tự căng cốt thép như sau: đầu tiên kéo cốt thép đến giá trị ứng suất ban đầu  $\sigma_0 = (0,1 \div 0,2)\sigma_k$  để kiểm tra vị trí đúng tâm của kích. Hạ kích để giảm lực kéo xuống còn  $5 \div 10 \text{ kG/cm}^2$ . Sau đó kéo đến cấp  $0,5\sigma_k$  và  $0,8\sigma_k$  (giữ tải trong 5 phút) rồi kéo đến giá trị ứng suất kéo vượt  $\sigma_{kv} = (1,05 \div 1,1)\sigma_k$ , nhưng không quá 65% cường độ tiêu chuẩn của cốt thép. Giữ lực kéo cốt thép ở trạng thái này trong khoảng từ 5 đến 10 phút để giảm bớt ứng suất mất mát do chùng cốt thép và do biến dạng neo. Tiếp tục hạ kích giảm dần lực kéo đến giá trị thiết kế, rồi chốt neo, tháo kích để truyền lực lên bề mặt. Sau đó lắp dựng ván khuôn và đổ bê tông. Khi bê tông đạt cường độ yêu cầu thì có thể tháo neo, dầm đã được hoàn tất, xếp vào kho bãi hoặc vận chuyển đến công trường để lắp.

Chế tạo dầm bê tông cốt thép dự ứng lực kéo sau thường dùng kích hai tác dụng để căng cốt thép. Bề mặt cốt thép chính là dầm bê tông đã chế tạo trước. Để tạo lỗ luồn bó cốt thép dự ứng lực vào trong dầm, có nhiều phương pháp, cần phải ưu tiên dùng ống kim loại vỏ nhẵn hình sóng để lại trong bê tông, đường kính ống phụ thuộc theo hệ thống cốt thép dự ứng lực mà phương án thiết kế lựa chọn. Ống tạo lỗ đặt cốt thép dự ứng lực bằng cao su bọc vải, được rút ra khỏi bê tông sau khi bê tông đã đông cứng, thời gian rút ống phải xác định qua thí nghiệm, thông thường khi cường độ kháng nén của bê tông đạt tới  $4 \div 8 \text{ kG/cm}^2$  là thích hợp. Ngoài ra còn có một số phương pháp tạo lỗ khác. Yêu cầu của thiết bị tạo lỗ là: phải có cường độ nhất định, vách ống kín, chặt, không dễ biến dạng khi dầm và đổ bê tông, vị trí lắp đặt phải chuẩn xác (sai số cho phép  $\pm 2 \text{ mm}$ ) đầu ống nối liền nhau phải bằng phẳng, kín khít không rò rỉ vữa xi măng, thép chôn sẵn của đầu neo có đường kính lỗ phải thẳng góc với tim lỗ. Đường kính trong đường kính lỗ phải phù hợp yêu cầu thiết kế, sai số cho phép  $\pm 2 \text{ mm}$ . Với ống cao su còn phải bảo đảm: lực kéo đứt của ống cao su phải bằng ít nhất 3 lần lực kéo rút ống theo tính toán của thiết kế, khi chịu kéo có thể có biến dạng lớn nhưng phải là biến dạng đàn hồi, ống cao su phải chịu được nhiệt độ từ  $0 \div 60^\circ \text{C}$  và có thể sử dụng được nhiều lần.

Để kiểm tra độ chính xác của lỗ, người ta có thể dùng con suốt thép có đường kính nhỏ hơn lỗ  $0,1 \text{ mm}$ , được kéo qua kéo lại trong ống trong quá trình đổ bê tông dầm.



**Hình 3.15** Con suốt kiểm tra

Trình tự căng cốt thép dự ứng lực cũng tương tự như đối với dầm kéo trước, nhưng ở đây dùng kích hai tác dụng và cốt thép dự ứng lực là loại bó cáp sợi xoắn là chủ yếu nên giá trị ứng suất kéo vượt  $\sigma_{kv} = (1 \div 1,05)\sigma_k$ , khi tháo kích, neo được chốt chặt nên lực căng trong cốt thép sẽ truyền lên bề mặt dầm, sau đó bơm vữa xi măng mác cao lấp lòng rỗng. Khi căng kéo có thể lần lượt kéo các bó cốt thép hoặc kéo các bó cùng một lúc bằng nhiều kích, tùy thuộc phương án thiết kế và phương tiện thi công.

### 3.2.5. Kiểm tra lực kéo trong cốt thép

Lực căng trong cốt thép có thể kiểm tra theo các phương pháp sau:

- Đo áp lực dầu trong kích thủy lực bằng áp kế.



- Đo độ dẫn dài của cốt thép sau khi đã căng.
- Đo lực bằng thiết bị đo độ võng của một đoạn cốt thép hoặc đo tần số dao động của cốt thép.

Độ chính xác của bất kỳ phương pháp cơ học nào cũng phải nằm trong giới hạn  $\pm 5\%$  khi căng riêng rẽ và  $\pm 10\%$  khi căng theo nhóm. Trường hợp phương pháp căng bằng dòng điện, độ chính xác của lực căng trong từng cốt thép không vượt quá 10% trị số thiết kế.

Nếu kiểm tra bằng áp kế, lực căng trong cốt thép được xác định:

$$S = pAk \quad (3.1)$$

Trong đó: p - Áp lực dầu trong xi lanh thép chỉ số của áp kế

A - Diện tích tiết diện piston

k - Hệ số mất mát do ma sát lấy bằng 0,95

Ứng suất trong cốt thép tính theo độ dẫn dài sẽ là:

$$\sigma = \frac{\Delta l}{l} E \quad (3.2)$$

Trong đó:  $\Delta l$  - Độ dẫn dài đo được của cốt thép

l - Chiều dài cốt thép giữa hai đầu neo

E - Môđun đàn hồi của cốt thép

Chiều dài ban đầu của cốt thép ứng với độ căng bằng 0,2 ứng suất kiểm tra. Sau đó tiếp tục căng cốt thép đến ứng suất kiểm tra và đo lại chiều dài. Hiệu số độ dài của hai lần đo chính là độ dẫn dài của cốt thép. Từ đó tính ra ứng suất và kiểm tra với áp lực đo từ áp kế. Dùng phương pháp kiểm tra lực căng theo độ dẫn dài của cốt thép thường kém chính xác, để tăng độ chính xác có thể đo nhiều lần rồi lấy trị số trung bình.

### 3.3. Công tác ván khuôn

#### 3.3.1. Các loại ván khuôn

Ván khuôn không thể thiếu được trong các công trình xây dựng kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Tùy theo loại hình và số lượng kết cấu, loại vật liệu ván khuôn mà có các loại kết cấu ván khuôn khác nhau. Ván khuôn có thể làm bằng gỗ, thép, gỗ kết hợp thép, hiện nay còn dùng cả ván khuôn bằng chất dẻo. Trong nhà máy sản xuất cầu kiện bê tông đúc sẵn thường dùng ván khuôn thép vì sử dụng được nhiều lần. Trên công trường có thể dùng ván khuôn gỗ, thép hoặc gỗ thép kết hợp.

#### 3.3.2. Yêu cầu cơ bản đối với ván khuôn

Để bảo đảm hình dạng, vị trí, kích thước kết cấu, ván khuôn cần có những yêu cầu cơ bản sau:

- Phải bảo đảm đúng hình dáng, kích thước của kết cấu theo thiết kế, bảo đảm về cường độ, độ cứng, độ ổn định trong mọi giai đoạn chế tạo cầu kiện.

- Phải bảo đảm chế tạo, tháo lắp một cách dễ dàng và sử dụng được nhiều lần để giảm bớt chi phí.

- Ván khuôn phải phẳng, mặt tiếp xúc với bê tông phải nhẵn để mặt ngoài bê tông nhẵn khi tháo ván khuôn. Mối nối hoặc khe nối phải kín, khí để tránh chảy vữa xi măng gây rỗ bề mặt bê tông.

- Độ võng của ván khuôn không được vượt quá giới hạn cho phép quy định:  $\frac{1}{400}l$

đối với bề mặt lộ ra ngoài, các mặt khác  $\frac{1}{250}l$  (l - là chiều dài nhịp ván khuôn).

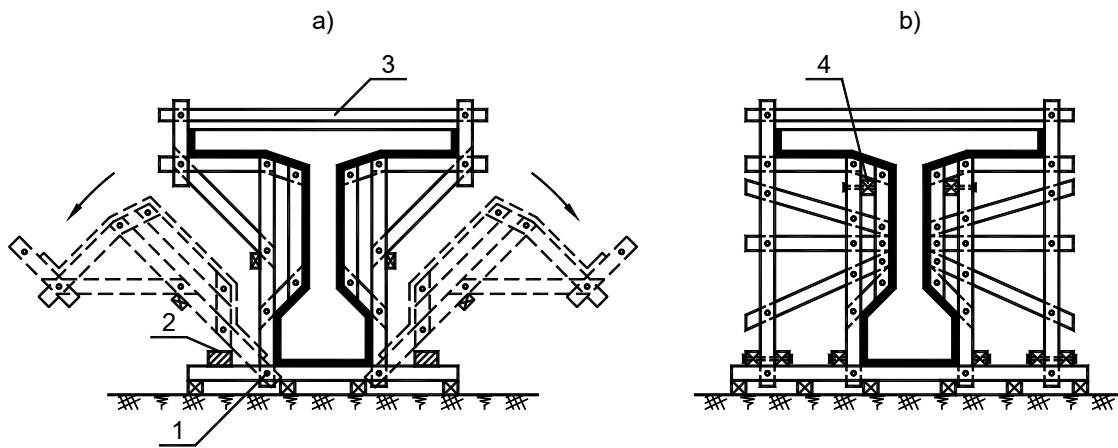
Để tháo ván khuôn một cách dễ dàng, mặt trong ván khuôn nên quét dầu máy thải. Công cụ để lắp ráp và tháo ván khuôn gồm: cưa, búa, bào, đòn bẩy, cờ lê, mỏ lết, kích v.v...

Đối với những chiều bê tông không chịu trọng lượng bản thân (thành bên của dầm, thân trụ) ván khuôn có thể tháo dỡ sớm. Theo kinh nghiệm khi cường độ bê tông đạt dưới  $80\text{kG/cm}^2$  khi tháo ván khuôn sẽ dễ dàng.

Gỗ làm ván khuôn là gỗ nhóm IV, nhóm V có độ ẩm không quá 28%. Chiều dày ván không được mỏng quá 20mm, bề rộng mỗi tấm không lớn hơn 15 đến 22cm. Hình 3.16 là cấu tạo kết cấu ván khuôn gỗ cho dầm cầu bê tông cốt thép lắp ghép, kết cấu gồm khung sườn và ván khuôn.

Khung sườn được liên kết đỉnh và bu lông. Ván khuôn dầm được chế tạo thành nhiều khối, mỗi khối dài không quá 4 đến 5m. Tùy chiều dài nhịp có thể ghép nhiều hay ít khối. Giữa các khối phải dùng mối nối bằng gioăng cao su để không bị rò rỉ vữa xi măng.

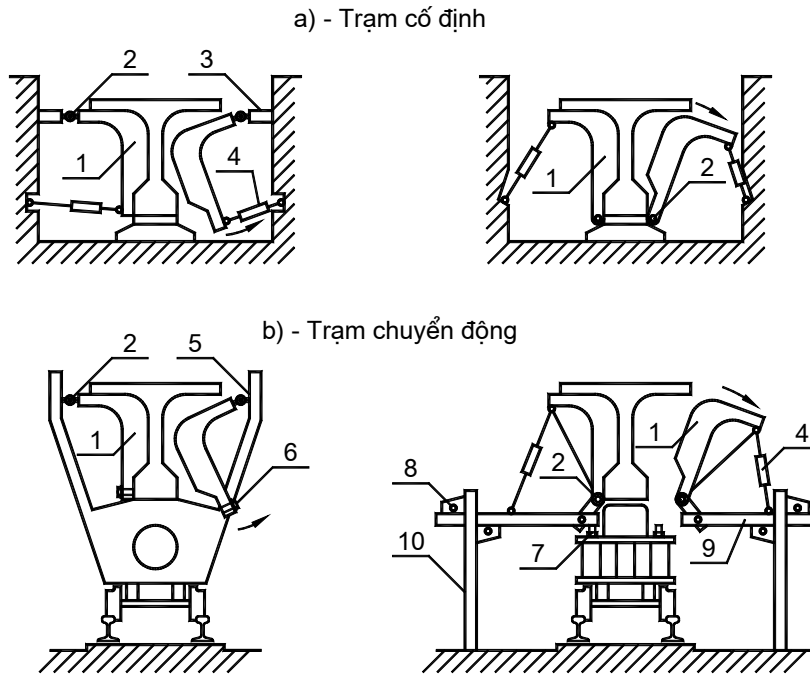
Ván khuôn kết hợp gỗ - thép có ưu điểm là dễ tháo lắp và làm tăng thời gian sử dụng ván khuôn. Khung sườn bằng thép, do đó có thể quay được sang hai bên và phiên dầm lấy ra được dễ dàng.



**Hình 3.16** Kết cấu ván khuôn gỗ dầm cầu

a) - Ván khuôn quay; b) - Ván khuôn cho máy đầm rung  
1 - Bu lông khớp; 2 - Ván giữ; 3 - Thanh kéo; 4 - Xà gỗ

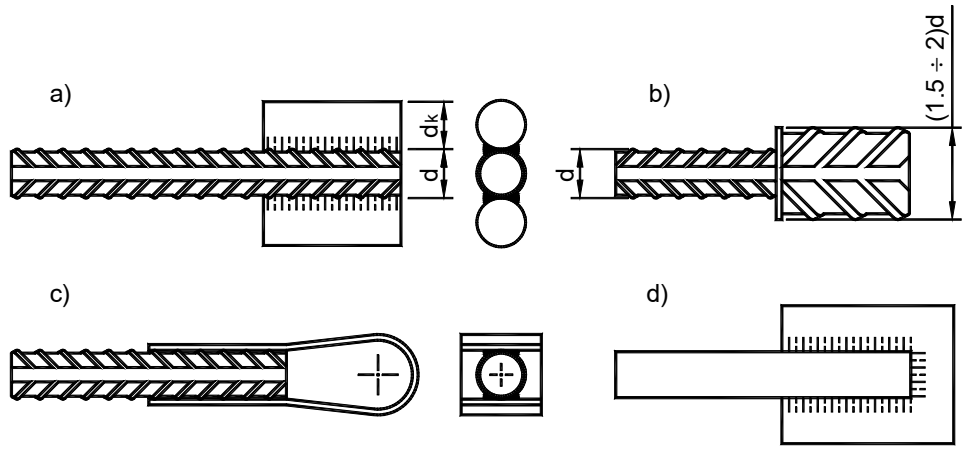
Ván khuôn thép được giới thiệu trên hình 3.17 dùng chế tạo hàng loạt các loại dầm bê tông cốt thép đúc sẵn trong nhà máy và tổ chức sản xuất theo dây chuyền liên tục bằng trạm cố định hoặc di động. Ván khuôn gồm thép tấm dày  $4 \div 5\text{mm}$  và các loại thép hình tạo thành khung sườn. Liên kết giữa khung sườn và bản thép bằng mối hàn, trong quá trình hàn phải hạn chế biến dạng của thép.



**Hình 3.17** Sơ đồ kết cấu ván khuôn thép dầm cầu  
 1 - Ván khuôn; 2 - Khớp; 3 - Giá đỡ; 4 - Tầng đỡ; 5 - Thanh chống xiên  
 6 - Vít gối; 7 - Bu lông tháo; 8 - Con lăn; 9 - Dầm chạy; 10 - Thanh chống

### CÂU HỎI ÔN TẬP

9. Nêu các yêu cầu cơ bản đối với bê tông dùng trong xây dựng cầu.
10. Nêu các yêu cầu và các phương pháp vận chuyển, đổ, đầm bê tông.
11. Trình bày mục đích, yêu cầu và quy cách của công tác bảo dưỡng bê tông.
12. Nêu các yêu cầu của cốt thép dùng trong xây dựng cầu.
13. Trình bày các phương pháp gia công cốt thép thường (làm sạch, nắn thẳng, uốn, cắt và hàn cốt thép).
14. Trình bày phương pháp kéo căng cốt thép dự ứng lực bằng phương pháp cơ học đối với dầm cầu bê tông cốt thép dự ứng lực kéo trước và kéo sau.
15. Trình bày phương pháp kiểm tra lực kéo căng cốt thép dự ứng lực.
16. Nêu các yêu cầu cơ bản đối với ván khuôn dùng trong xây dựng cầu.



## **Chương 4** **XÂY DỰNG THÂN MÓ, TRỤ CẦU**

### **4.1. Những đặc điểm và yêu cầu cơ bản trong công tác xây dựng móng trụ cầu**

Móng trụ cầu được dùng phổ biến nhất hiện nay là bằng bê tông và bê tông cốt thép. Tuy theo vật liệu xây dựng, đặc điểm cấu tạo của kết cấu và điều kiện nơi xây dựng mà móng trụ có các phương pháp xây dựng khác nhau như: đổ bê tông toàn khối hoặc lắp ghép và bán lắp ghép.

Công tác xây dựng móng, trụ cầu thường gắn liền với điều kiện nơi xây dựng và sông nước. Kết cấu móng, trụ thường có khối lượng và chiều cao khá lớn, một phần ngập trong nước, phần còn lại trên mực nước từ vài mét cho đến vài chục mét. Thi công trụ ở vị trí ngoài sông thường gặp khó khăn về công tác định vị, vận chuyển vật liệu, di chuyển máy móc và thiết bị thi công. Thi công móng, trụ phần ngập trong nước phải làm vòng vây ngăn nước; phần thân móng, trụ ở trên cao phải làm hệ dầm giáo thi công và các thiết bị nâng hạ. Mặt khác công tác thi công móng, trụ cầu còn gặp khó khăn bởi mực nước sông thường xuyên thay đổi theo điều kiện mưa lũ. Vì vậy nếu thời gian thi công kéo dài thì phải dừng công việc ở ngoài sông vào mùa mưa lũ làm ảnh hưởng đến tiến độ xây dựng công trình.

Mặc dù công tác xây dựng móng, trụ trong điều kiện khó khăn và hay phải xử lý các tình huống kỹ thuật trong quá trình xây dựng. Nhưng móng, trụ cầu là bộ phận rất quan trọng và chiếm tỷ lệ về giá thành xây dựng tương đối lớn của cầu. Các sai sót hoặc chất lượng thi công không bảo đảm có thể thay đổi rất lớn về trạng thái ứng suất - biến dạng của móng, trụ và kết cấu nhịp, giảm tuổi thọ công trình. Do vậy công tác xây dựng móng trụ cầu cần phải bảo đảm các yêu cầu sau:

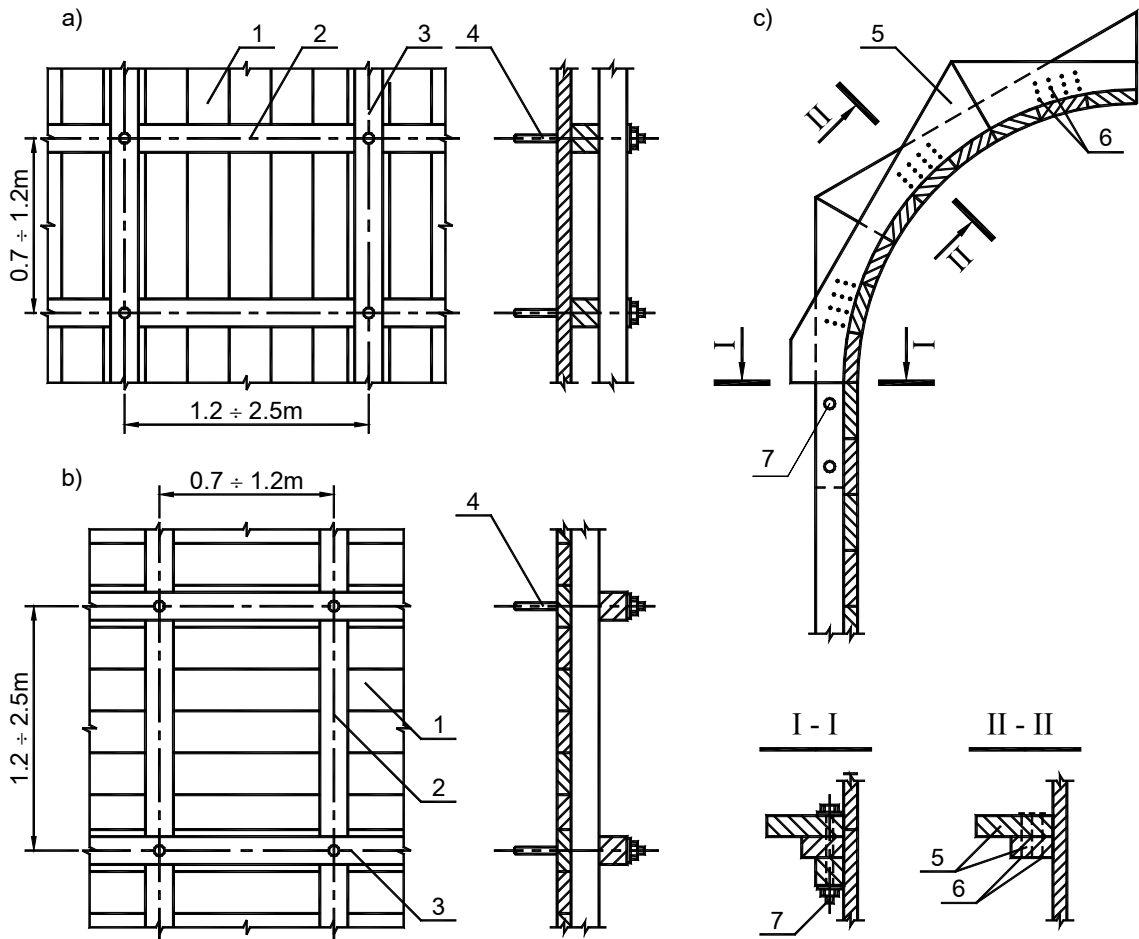
- Có hệ thống mốc đo đạc tin cậy, để xác định đúng vị trí của móng trụ trước khi tiến hành xây dựng và dễ dàng kiểm tra trong suốt quá trình thi công.
- Lựa chọn vật liệu và phải thí nghiệm trước khi xây dựng đồng thời phải tuân thủ đúng các yêu cầu kỹ thuật.
- Nghiên cứu kỹ các điều kiện thực tế và kết cấu để lựa chọn phương pháp thi công, các công trình phụ trợ, máy móc, thiết bị hợp lý, đảm bảo thi công chất lượng, thời gian ngắn và an toàn. Khi lựa chọn phương pháp, máy móc, thiết bị thi công cần xem xét khả năng sử dụng chúng để thi công các hạng mục khác như móng, kết cấu nhịp...
- Vạch tiến độ thi công và tổ chức sản xuất hợp lý, thường xuyên theo dõi, kiểm tra chặt chẽ để tránh các thiệt hại do mưa lũ gây ra.

### **4.2. Cấu tạo ván khuôn trụ cầu đổ tại chỗ**

Kết cấu ván khuôn để thi công móng trụ bê tông toàn khối đổ tại chỗ rất khác nhau. Trong thực tế thường sử dụng các loại ván khuôn cố định, ván khuôn lắp ghép, ván khuôn trượt. Việc lựa chọn ván khuôn phụ thuộc vào kích thước, số lượng và sự phức tạp của kết cấu trụ, đồng thời còn phụ thuộc vào nguyên vật liệu, phương tiện thi công. Trong một vài trường hợp có thể sử dụng hỗn hợp các loại ván khuôn nói trên, chẳng hạn sử dụng ván khuôn cố định đối với phần phức tạp và ván khuôn lắp ghép đối với phần đơn giản.

#### **4.2.1. Ván khuôn cố định**

Ván khuôn cố định thường sử dụng đối với những trụ có hình dạng phức tạp hoặc không lặp lại nhiều lần. Loại ván khuôn này có cấu tạo gồm khung sườn và ván lát được ghép thẳng đứng hay nằm ngang (hình 4.1).



**Hình 4.1** Cấu tạo ván khuôn cố định

a) - Ván khuôn có ván lát dọc; b) - Ván khuôn có ván lát ngang

c) - Ván khuôn đầu trụ tròn

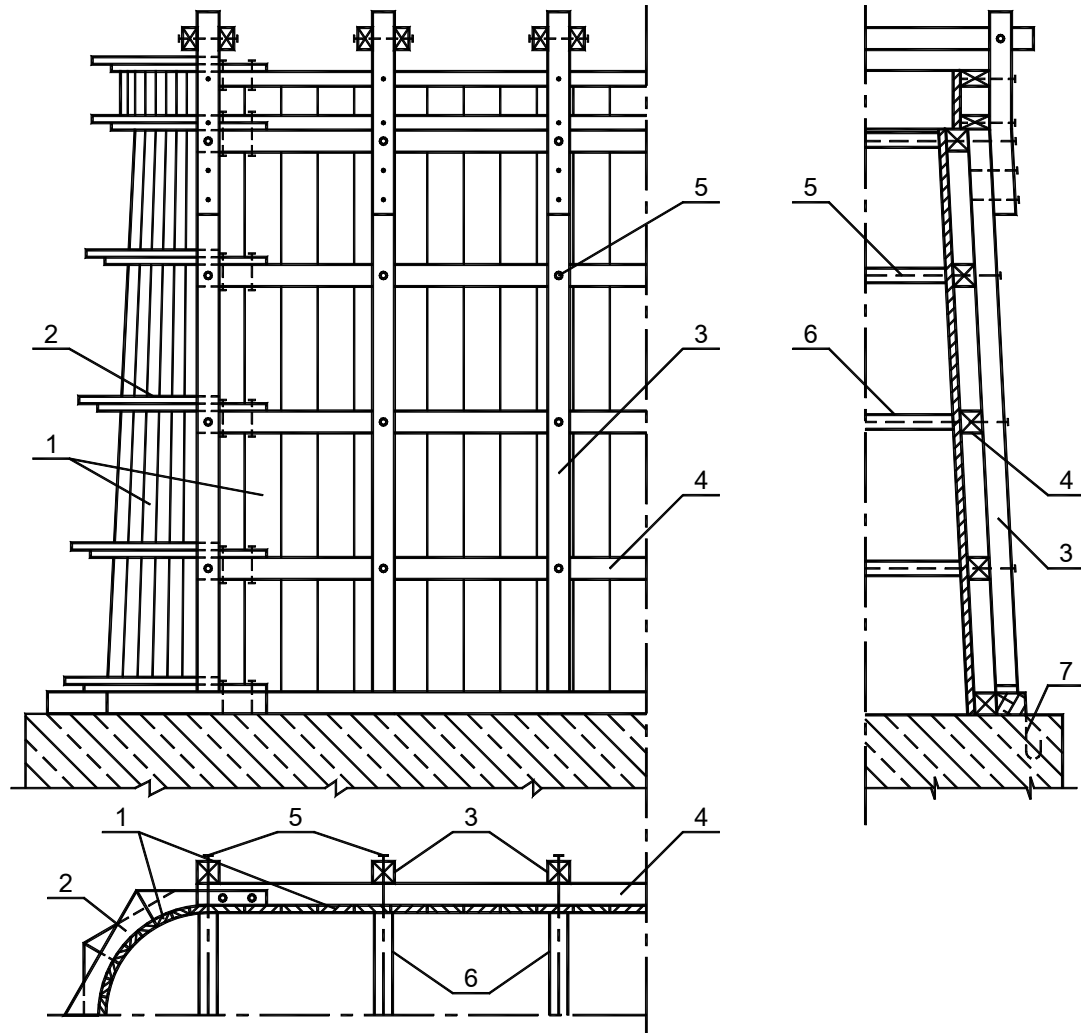
1 - Ván lát; 2 - Nẹp trong; 3 - Nẹp ngoài; 4 - Bu lông giằng; 5 - Nẹp ngang đầu tròn  
6 - Đinh liên kết; 7 - Bu lông liên kết giữa nẹp ngang phân phẳng và nẹp ngang đầu tròn

Cách bố trí lớp ván lát phụ thuộc vào hình dạng và đặc điểm của cấu tạo trụ. Đối với những khối đúc có mặt cong tròn, các tấm ván được ghép theo chiều đứng. Đối với những kết cấu mặt ngoài phẳng, ván khuôn thường được đặt nằm ngang. Bề dày của ván lát thường từ 3 ÷ 6cm, khoảng cách giữa các trục của nẹp sườn ngang (chiều dài nhịp của ván lát) có kể cường độ áp lực của bê tông, thường từ 0,7 ÷ 1,5m. Các sườn ngang này (hình 4.1a) là những thanh gỗ có kích thước tiết diện từ 10 ÷ 16cm. Khoảng cách giữa các cột đứng (chiều dài nhịp của nẹp ngang), thường lấy từ 1,2 ÷ 2,5m. Các cột đứng được làm bằng gỗ tròn hoặc gỗ xẻ vuông có kích thước tiết diện từ 16 ÷ 20cm tùy theo loại gỗ sử dụng.

Trong ván khuôn có ván lát ngang thì kích thước các tiết diện và chiều dài nhịp các bộ phận cũng lấy tương tự như ván khuôn có ván lát đứng.

Các bộ phận nẹp ngang thường làm bằng các thanh có kích thước tiết diện từ 14 ÷ 18cm. Khung nẹp ván khuôn phần có mặt cong tròn (hình 4.1c), được làm từ các ván gỗ hình giá vòm, gồm từ 2 ÷ 3 lớp xen kẽ ghép chặt vào nhau và bằng liên kết đinh đóng. Bề dày các tấm ván giá vòm từ 4 ÷ 6cm. Bộ phận thanh giằng có ren ở hai đầu được chế tạo từ thép tròn, đường kính  $\Phi 14 \div \Phi 20\text{mm}$ .

Khi trụ có bề mặt hình nón cụt các tấm ván lát được cắt vát hình nêm. Các sườn ngang của ván khuôn tại vị trí bề mặt phẳng của trụ được liên kết với các nẹp cong đầu tròn bằng bu lông. Một ví dụ cấu tạo ván khuôn cố định có các tấm ván lát đứng được giới thiệu trên hình 4.2.



**Hình 4.2** Cấu tạo ván khuôn thân trụ cố định

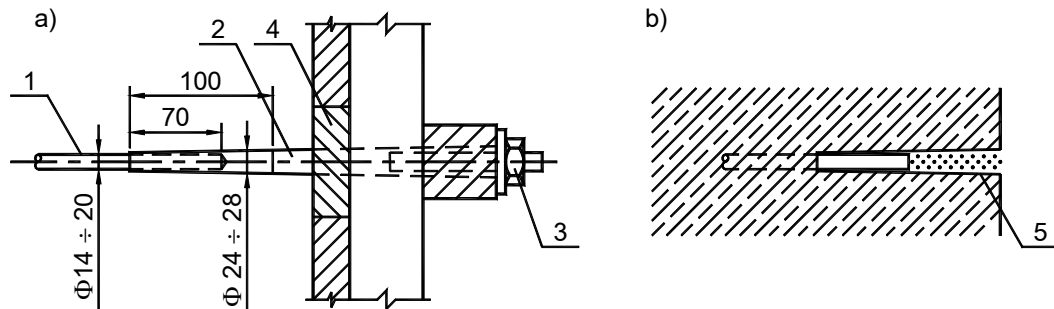
1 - Ván lát; 2 - Nẹp ngang đầu tròn; 3 - Nẹp đứng; 4 - Nẹp ngang phần thẳng  
5 - Bu lông giằng; 6 - Văng chống; 7 - Bu lông neo

Khung ván khuôn được cấu tạo bởi những nẹp ngang liên kết với những cột đứng và những thanh giằng để tạo thành những khung kín. Nẹp ngang dưới cùng được liên kết chặt vào móng nhờ các bu lông neo đã chôn sẵn trên đỉnh móng. Khi bề rộng trụ không lớn lắm (2 ÷ 4m), tại các đoạn lượn cong của ván khuôn có thể sử dụng những đai mềm hoặc các thanh thép để tạo hình. Đầu của đai mềm được liên kết với các sườn ngang của ván khuôn phần

phẳng. Các bộ phận liên kết tạm bằng gỗ đảm bảo độ cứng và tính bất biến hình của ván khuôn khi chưa đổ bê tông và sẽ được tháo dần trong quá trình đổ bê tông trụ.

Như vậy khung ván khuôn được liên kết với nhau bằng những thanh giằng bố trí tại tất cả các điểm giao nhau của sườn ngang và cột hoặc đặt cách quãng xen kẽ nhau theo kiểu hoa mai. Để giữ kích thước trụ, ngoài các thanh giằng còn phải bố trí các thanh chống ngang bằng gỗ. Các thanh chống này sẽ được dỡ bỏ dần trong quá trình đổ bê tông trụ.

Để cho việc tháo, lắp được thuận lợi có thể làm các ren ở đầu mút thanh giằng (hình 4.3). Như vậy sẽ tiết kiệm thép và tránh phải cắt các đầu thừa của thanh giằng trên mặt trụ sau khi tháo ván khuôn, đồng thời tránh được các vết gỉ trên bề mặt bê tông trụ. Ống ren này được lắp vào các lỗ rỗng đã chừa sẵn ở những vị trí quy định của ván khuôn và được vận chặt vào đầu ren của thanh giằng. Ống ren sẽ căng thanh giằng và tựa lên khung ván khuôn nhờ đệm và ê cu. Để vận ống ren được dễ dàng, trước khi đổ bê tông bôi lên bề mặt ống một lớp mỡ.



**Hình 4.3** Cấu tạo bu lông giằng

a) - Trước khi đổ bê tông; b) - Sau khi tháo dỡ ván khuôn

1 - Bu lông giằng  $\Phi 14 \div 20\text{mm}$ ; 2 - Đoạn nối hình côn; 3 - Đai ốc; 4 - Ván lát  
5 - Vỡ xi măng

Ván khuôn cần phải bảo phẳng, mặt trong nhẵn và ghép thành từng tấm. Đôi khi bề mặt ván khuôn còn phủ một lớp pôlyme, chất dẻo hoặc tôn mỏng. Những mối nối giữa các tấm ván đặc biệt khi ghép đôi đầu, cần phải trát kín mặt phía trong. Trước khi đổ bê tông mặt ván khuôn cần quét một lớp nước vôi đục hoặc dung dịch khác như đất sét, dầu máy thải để sau này dễ dàng tháo dỡ ván khuôn. Các góc vuông và nhọn ở phía trong của ván khuôn cần bố trí thêm các ke gỗ tiết diện hình tam giác để tránh hiện tượng tróc lở bê tông. Đối với những trụ có chiều cao lớn thường phải đổ bê tông từng đợt một, vì thế ván khuôn cũng làm tương ứng từng đoạn. Nhược điểm của ván khuôn cố định là tốn công và nguyên vật liệu. Trên  $1\text{m}^2$  bề mặt bê tông cần từ  $0,05 \div 0,12\text{m}^3$  gỗ, đồng thời vật liệu thu hồi lại để sử dụng quay vòng chỉ vào khoảng  $40 \div 60\%$  cho các công trình sau.

#### 4.2.2. Ván khuôn lắp ghép

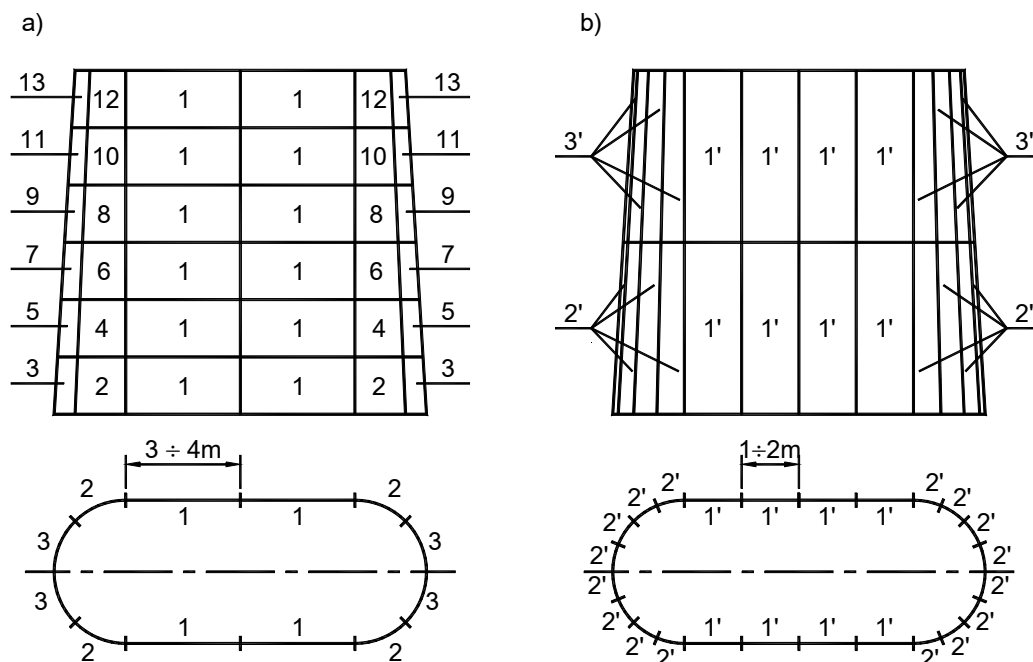
Ván khuôn lắp ghép phải bảo đảm các yêu cầu sau:

- Kích thước và hình thức phải tiêu chuẩn hoá để dễ bố trí và sử dụng với hiệu suất cao.

- Ván khuôn lắp ghép có thể sử dụng đối với bất kỳ loại trụ nào, đặc biệt là trụ tiết diện chữ nhật và tròn vách thẳng đứng. Ván khuôn lắp ghép được cấu tạo từ những tấm chế tạo sẵn, sử dụng nhiều lần, cho phép giảm được nhiều chi phí về vật liệu và sức lao động. Sự tiết kiệm gỗ và thép trong trường hợp này phụ thuộc vào số lần sử dụng quay vòng của ván khuôn, vì trong trường hợp này chi phí ban đầu lớn hơn so với trường hợp ván khuôn cố định.



Giá thành ván khuôn lắp ghép đôi khi chiếm tới 30% tổng giá thành xây dựng trụ. Tuy nhiên do các tấm ván khuôn lắp ghép được sử dụng nhiều lần nên tổng chi phí sẽ giảm nhiều.



**Hình 4.4** Ván khuôn lắp ghép

a) - Ván lát đứng; b) - Ván đứng; 1 ÷ 13) - Mã hiệu tấm lắp ghép

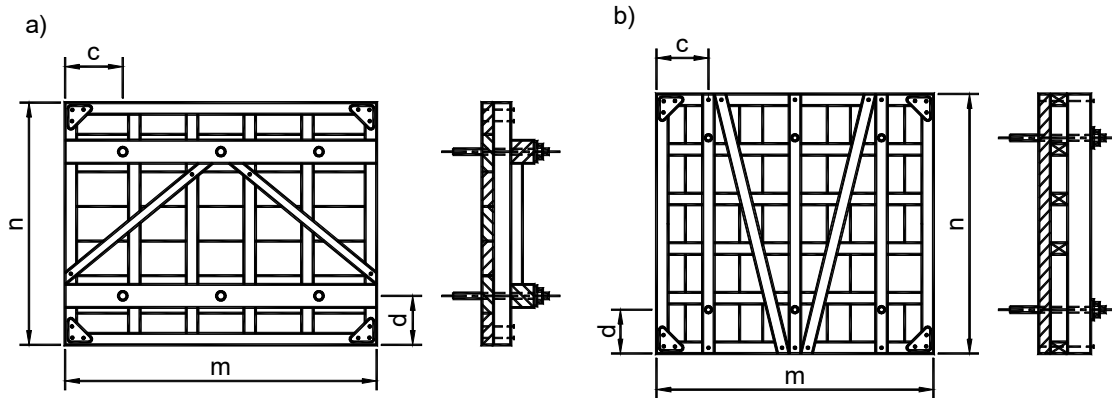
Thông thường ván khuôn lắp ghép được sử dụng là các mảng ván khuôn gỗ - thép liên hợp hoặc cấu tạo từ thép bản có bề dày từ 2 ÷ 5mm liên kết bằng nẹp gỗ hoặc thép hình. Các tấm ván khuôn lắp ghép phải có cấu tạo sao cho tiện lợi cho vận chuyển và lắp ráp, tận dụng được các phương tiện cấu lắp đơn giản. Trong một công trình nên hạn chế sử dụng các tấm ván khuôn có kích thước khác nhau đã được đánh số theo mã hiệu. Đối với các mặt hình chữ nhật hoặc mặt hình trụ thường sử dụng chung một loại tấm cùng một mã hiệu và có thể hoán vị chúng dùng với các trụ có dạng hình nón. Số lượng mã hiệu còn phụ thuộc vào việc lựa chọn chiều cao của tấm và chiều cao trụ (hình 4.4).

Các mảng ván khuôn lắp ghép có thể ghép một phần hoặc toàn bộ chiều cao của trụ. Việc quay vòng các tấm ván khuôn trong trường hợp lắp ghép cho cả trụ sẽ phụ thuộc vào số lượng trụ thi công. Số lần quay vòng các tấm ván khuôn sẽ tăng lên nếu đổ bê tông trụ từng đoạn một, vì khi đó ngay cả đối với một trụ cũng có thể sử dụng được nhiều lần các tấm ván khuôn có mã hiệu giống nhau.

Kích thước các tấm ván khuôn lắp ghép thường lấy khoảng từ 4 ÷ 12m<sup>2</sup>, tùy theo khả năng vận chuyển, lắp ráp và kích thước mô trụ. Những tấm có kích thước quá lớn sẽ không tiện lợi và dễ có khuyết tật trong quá trình vận chuyển và lắp ráp nên số lần quay vòng ít. Vì vậy diện tích của các tấm ván khuôn thường không lấy lớn quá 20m<sup>2</sup>. Các thành đối diện của các tấm ván khuôn lắp ghép cũng giống như ván khuôn cố định được nối với nhau nhờ các thanh giằng tiếp nhận áp lực ngang của bê tông mới đổ.

Cùng các thanh giằng vẫn phải bố trí các thanh chống tạm. Cần cố gắng giảm bớt số lượng thanh giằng bằng thép vì sau khi thi công sẽ không lấy lại được. Hình 4.5 giới thiệu cấu trúc ván khuôn gỗ lắp ghép có tấm ván khuôn đặt đứng và ngang.

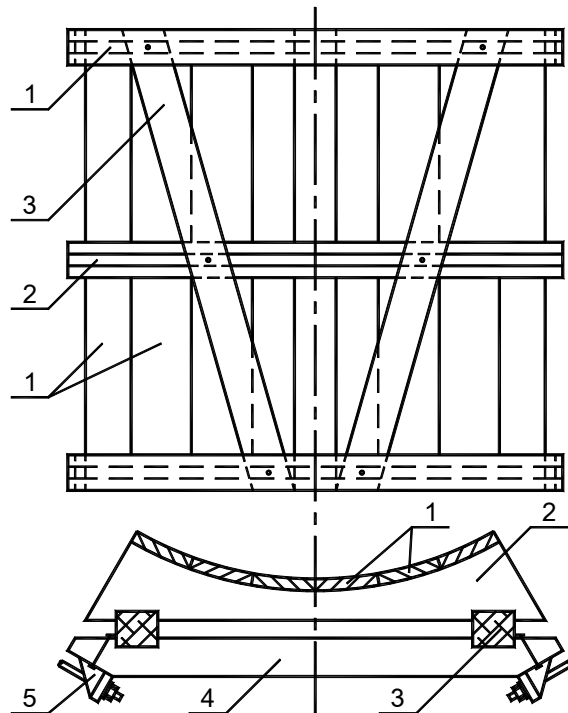
Khi bố trí các thanh giằng theo hình 4.5b, cần lưu ý rằng các nẹp ngang trên khoang c và nẹp đứng trên khoang d làm việc như dầm hẫng.



**Hình 4.5** Cấu tạo ván khuôn gỗ lắp ghép  
a) - Ván đặt ngang; b) - Ván đặt đứng

Hình 4.6 giới thiệu cấu tạo các tấm ván khuôn lắp ghép tại mặt cong của trụ, cho phép quay vòng nhiều lần trong quá trình đổ bê tông cho một trụ.

Để liên kết chặt các nẹp ngang với nhau cần bố trí các chi tiết khác nhau (hình 4.7). Các tấm được liên kết với nhau và giằng chặt bằng bu lông. Đầu bu lông tỳ lên giá đỡ phân hẫng và được kiểm tra bằng tính toán. Liên kết giữa các tấm cong và tấm phẳng cũng có thể cấu tạo tương tự như vậy khi trụ có tiết diện hình chữ nhật. Liên kết thường được bố trí tại các góc (hình 4.7)



**Hình 4.6** Ván khuôn đầu trụ tròn  
1) - Ván lát; 2 - Nẹp cong; 3 - Nẹp đứng

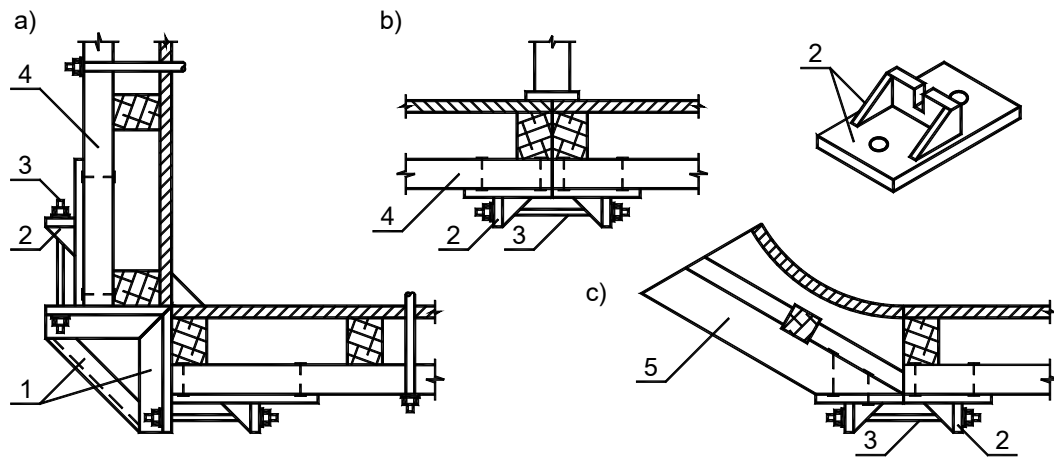
Tại các vị trí cong đầu trụ tròn cũng được cấu tạo giống như ván khuôn cố định (hình 4.2).

4 - Nẹp cong; 5 - Giá liên kết bu lông

Hiện nay đối với ván khuôn thép lắp ghép thường được sử dụng nhiều trong thi công trụ. Kích thước của tấm ván khuôn loại này không lớn lắm, các tấm đó là những kết cấu liên kết bằng đinh tán hoặc hàn có cấu tạo đơn giản và được chế tạo từ thép góc có bề dày từ 3 ÷ 5mm, đồng thời được nẹp tăng cường bằng thép góc.

Các thanh giằng cần bố trí các lỗ tại góc tấm. Các tấm được liên kết với nhau bằng thanh nẹp xung quanh và bu lông.

Dùng ván khuôn lắp ghép để đổ bê tông những trụ có chiều cao và kích thước lớn sẽ tiết kiệm vật liệu làm ván khuôn và giảm thời gian thi công. Trên hình 4.8 giới thiệu phương pháp đổ bê tông thân trụ sử dụng ván khuôn lắp ghép luân chuyển.



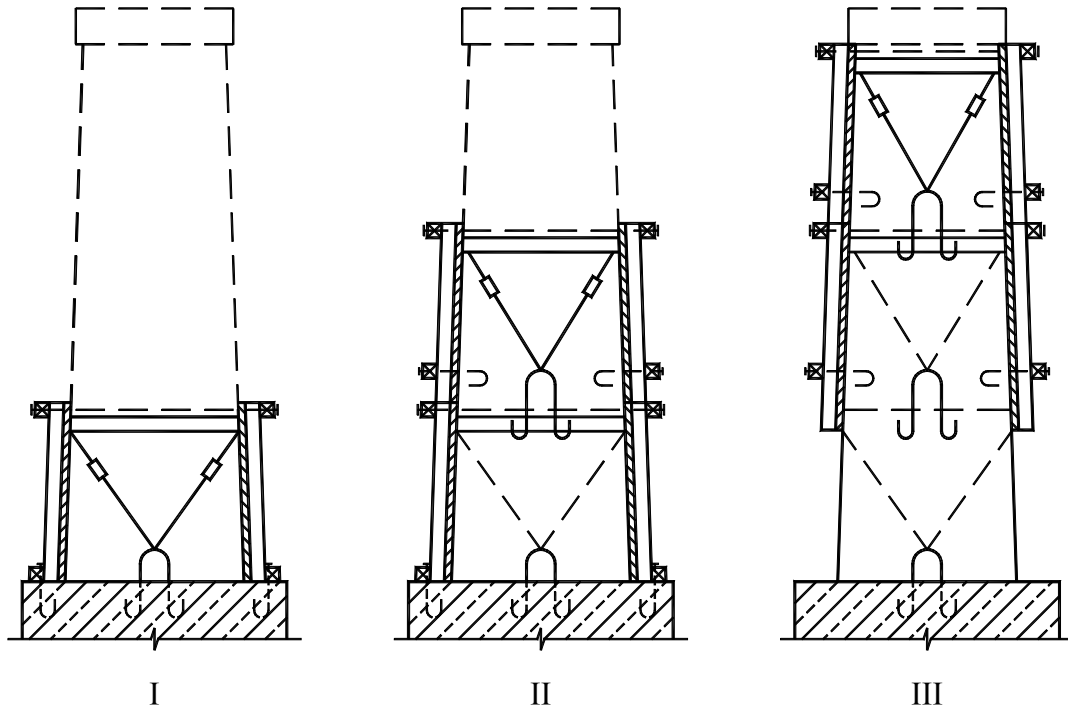
**Hình 4.7** Các bộ phận liên kết ván khuôn lắp ghép

a) - Góc vuông; b) - Hai mặt phẳng; c) - Mặt phẳng với mặt cong

1 - Khung thép góc liên kết; 2 - Giá liên kết bu lông

3 - Bu lông liên kết; 4 - Nẹp cong; 5 - Nẹp ngang

Lần lượt ghép ván khuôn và đổ bê tông đoạn I và II của thân trụ, sau đó giữ nguyên ván khuôn đoạn II, tháo ván khuôn ở đoạn I lắp lên đoạn II và đổ bê tông đoạn III. Quá trình thi công thân trụ được tiếp tục tiến hành như trên cho đến hết. Như vậy chỉ cần số lượng ván khuôn dùng cho hai đoạn để đổ bê tông cho toàn bộ thân trụ. Thi công bê tông thân trụ theo phương pháp luân chuyển ván khuôn như trên phải bảo đảm các yêu cầu kỹ thuật trong các công tác lắp dựng, tháo dỡ ván khuôn và đổ bê tông.



**Hình 4.8** Đổ bê tông thân trụ bằng phương pháp ván khuôn lắp ghép luân chuyển

Để giảm sự dính kết giữa bê tông và ván khuôn, mặt trong của ván khuôn lắp ghép cũng được bôi các chất tương tự như đã nêu ở ván khuôn cố định. Riêng ván khuôn thép nên bôi, quét bằng dầu máy hay nhũ tương, nước - xi măng - dầu.

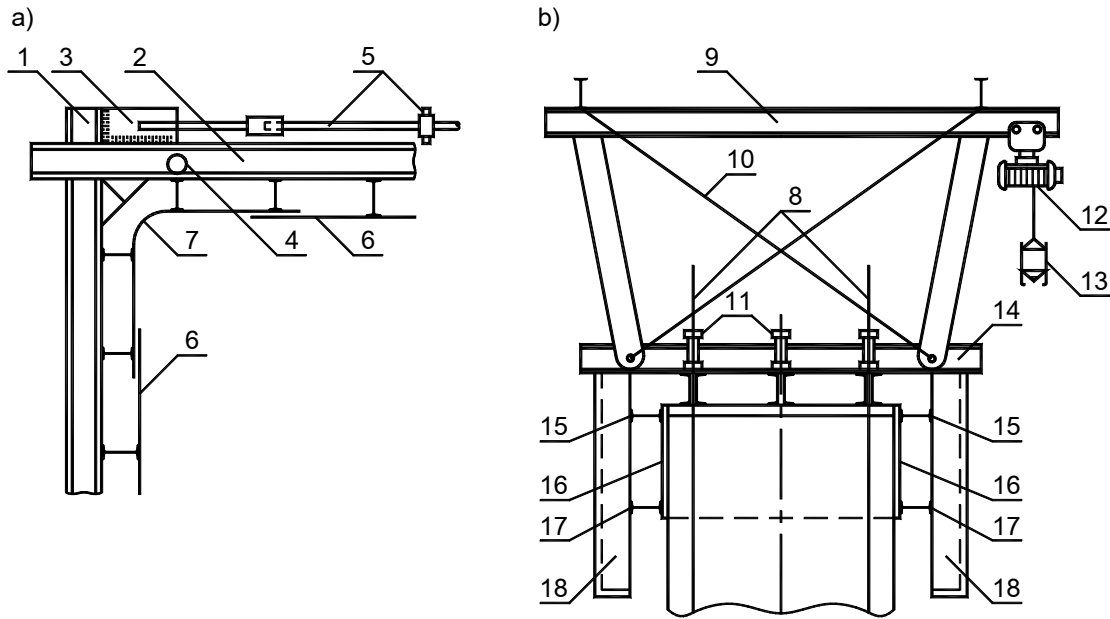
#### 4.2.3. Ván khuôn di động (ván khuôn trượt)

Ván khuôn di động thường được sử dụng để đổ bê tông cho trụ có chiều cao lớn, đặc biệt có lợi khi trụ có kích thước tiết diện thay đổi dần từ dưới lên khoảng 0,5 ÷ 0,8%.

Trong trường hợp trụ có kích thước tiết diện không đổi, ván khuôn trượt có cấu tạo gồm các khung công tác và các tấm ván lát (hình 4.9).

Khung công tác được bố trí cả phía trên, phía dưới của ván khuôn và thường được chế tạo từ các thép hình. Các tấm ván khuôn được làm bằng thép lá dày 3 ÷ 5mm được hàn các nẹp tăng cường và liên kết chặt với các khung.

Đổ bê tông trụ bằng ván khuôn trượt phải đều và liên tục với tốc độ tương ứng với tốc độ di chuyển định trước của ván khuôn. Tốc độ này phải đảm bảo sao cho bê tông sau khi đổ đủ thời gian đông cứng và đạt độ bền cần thiết để giữ được hình dạng kết cấu trong thực tế để tương ứng với tốc độ đổ bê tông, chiều cao của ván khuôn di động thường khoảng 1 ÷ 1,5m. Lớp mặt bê tông luôn luôn phải giữ mức thấp hơn mép trên của ván khuôn một khoảng từ 0,2 ÷ 0,4m.



**Hình 4.9** Ván khuôn trượt

- a) - Sơ đồ ván khuôn trụ tiết diện thay đổi; b) - Sơ đồ ván khuôn và thiết bị phụ  
 1 - Sườn dọc; 2 - Sườn ngang; 3 - Bản mút; 4 - Con lăn; 5 - Thiết bị giằng  
 6 - Ván cố định; 7 - Ván góc di động; 8 - Thanh thép tựa; 9 - Dầm treo Palăng  
 10 - Thanh kéo; 11 - Kích; 12 - Palăng điện; 13 - Thùng đổ; 14 - Khung tựa  
 15 - Khung mặt ván khuôn; 16 - Ván khuôn; 17 - Khung dưới ván khuôn  
 18 - Giàn giáo treo

Có thể di chuyển ván khuôn trượt bằng nhiều cách khác nhau: dùng tời và ròng rọc, động cơ điện với bộ truyền động v.v... nhưng đối với trụ cầu thường dùng bộ thiết bị kích vít hoặc kích thủy lực để neo trượt ván khuôn. Các kích tựa lên những thanh thép thẳng đứng có đường kính từ  $24 \div 30\text{mm}$ , được bố trí trong bê tông theo đường chu vi của trụ với khoảng cách từ  $2 \div 3\text{m}$ . Khoảng cách từ mặt trụ tới đỉnh thanh là  $15 \div 20\text{cm}$ . Khung trụ liên kết cứng với khung ván khuôn. Khi kích làm việc thì ê cu sẽ dịch chuyển nhờ đường ren để kéo khung trụ và khung ván khuôn. Khi quay đầu kích theo hướng ngược lại thì ổ trục sẽ trượt tự do trên bề mặt thanh thép. Như vậy kích được di chuyển tương đối so với thanh thép và ván khuôn nâng dần lên phía trên. Để kiểm tra bề mặt bê tông và điều chỉnh vị trí ván khuôn cần phải làm giàn giáo dưới, giàn giáo trên và dầm palăng dùng để đổ bê tông (hình 4.9b).

Khi thân trụ có độ dốc nghĩa là có dạng hình chóp cần phải làm ván khuôn có cấu tạo sao cho có thể khép dần lại theo chiều cao của trụ, đồng thời giữ được độ nghiêng của nó. Một trong những thiết bị làm ván khuôn khép dần lại được giới thiệu trên hình 4.9a. Khung ván gồm những nẹp ngang (dầm thép chữ I hoặc thép hình máng chữ  $\square$ ) khép kín lại và tạo thành những khung nhỏ. Để rút ngắn khoảng cách giữa các nẹp dọc có thể dùng vít. Dùng các kích tựa lên các

thanh thép để di chuyển ván khuôn, đồng thời cần phải vận các vít và các kích với tốc độ sao cho đảm bảo được độ dốc trụ. Để thu hẹp các nẹp ngang cần dùng các nêm kẹp ở các đầu của nẹp đứng. Giữa các thép [ của nẹp ngang đặt những con lăn, tựa lên cạnh vát của các bản.

Ván khuôn làm bằng thép có sườn tăng cường dọc tựa lên các khung nhỏ. Với ván khuôn ở góc, sườn tăng cường được kê tự do. Trong quá trình thu hẹp dần bề mặt trụ, các đầu thép lá làm ván khuôn góc sẽ chui xuống dưới thép lá của ván khuôn phần phẳng và như vậy bảo đảm bề mặt ván khuôn là liên tục đối với mọi vị trí.

#### **4.3. Tải trọng dùng để tính toán ván khuôn**

Theo quy trình 22TCN 200 - 89. Khi tính toán đà giáo ván khuôn phải tính với các trị số tải trọng sau:

##### **4.3.1. Tải trọng thẳng đứng**

###### **a. Khối lượng của bản thân đà giáo, ván khuôn.**

Xác định trên cơ sở bản vẽ thiết kế thi công. Trọng lượng đơn vị của gỗ khô lấy từ:  $490 \div 750\text{kG/m}^3$  đối với các loại gỗ từ nhóm III đến nhóm VI, đối với thép lấy từ:  $7800 \div 7850\text{kG/m}^3$ .

###### **b. Trọng lượng đơn vị của vữa bê tông mới đổ.**

Đối với bê tông cốt liệu là sỏi, đá dăm thuộc loại nham thạch cứng đã được đầm chặt bằng  $2500\text{kG/m}^3$ .

Đối với các loại bê tông khác tính theo trọng lượng đơn vị thực tế.

###### **c. Trọng lượng đơn vị của cốt thép.**

Tính theo số liệu thực tế, trường hợp không có số liệu cụ thể thì lấy  $100\text{kG}$  cho  $1\text{m}^3$  bê tông cốt thép.

###### **d. Tải trọng do người và dụng cụ thi công.**

- Khi tính toán ván đáy, ván mặt của tấm đan và các kết cấu trực tiếp đỡ chúng lấy bằng  $250\text{kG/m}^2$ .

- Khi tính toán các nẹp sau ván mặt lấy bằng  $150\text{kG/m}^2$ .

- Khi tính toán cột chống đỡ đỡ các kết cấu lấy bằng  $100\text{kG/m}^2$ .

Ghi chú: Ván đáy, ván mặt của tấm đan và các dầm trực tiếp đỡ chúng phải được kiểm tra lại dưới tải trọng tập trung do trọng lượng người và dụng cụ thi công là  $130\text{kG}$  hoặc áp lực của bánh xe chở vữa bê tông  $350\text{kG}$  truyền cho hai bánh hoặc một lực tập trung nào khác tùy theo biện pháp đổ bê tông nhưng không nhỏ hơn  $130\text{kG}$ . Nếu chiều rộng tấm ván nhỏ hơn  $15\text{cm}$  thì lực tập trung nói trên phân cho hai tấm ván kề nhau.

###### **e. Tải trọng do dầm rung.**

Lấy bằng 200kG/m<sup>2</sup> bề mặt (chỉ tính các lực này khi không có các lực trong mục d).

#### 4.3.2. Tải trọng ngang

##### f. Tải trọng gió tiêu chuẩn.

Lấy theo quy phạm tính tải trọng gió TCVN 3337 - 78. Tính theo công thức (6.22) nêu ở chương 6. Trong thi công thì lấy bằng 50% trị số tiêu chuẩn.

##### g. Áp lực ngang của vữa bê tông mới đổ vào thành ván khuôn.

Được xác định theo bảng 4.1

**Bảng 4.1**

ÁP LỰC NGANG CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG MỚI ĐỔ

Phương pháp đầm	Áp lực ngang tối đa (kG/m <sup>2</sup> )	Giới hạn sử dụng
Đầm dùi (Đầm trong)	$P = \gamma H$	$H \leq R$
	$P = \gamma(0,27h_0 + 0,78)K_1K_2$	$h_0 \geq 0,5$ khi $H \geq R$
Đầm cạnh (Đầm ngoài)	$P = \gamma H$	$h_0 \geq 4,5$ khi $H \leq 2R_1$
	$P = \gamma(0,27h_0 + 0,78)K_1K_2$	$h_0 \geq 4,5$ khi $H > 2R_1$

Các ký hiệu trong bảng này:

P - Áp lực ngang tối đa của hỗn hợp bê tông (kG/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  - Trọng lượng đơn vị của hỗn hợp bê tông đã đầm chặt (kG/m<sup>3</sup>)

H - Chiều cao tính toán của hỗn hợp bê tông (m); chiều cao này lấy bằng chiều cao đổ bê tông trong 4 giờ, nhưng không được vượt quá chiều cao kết cấu ván khuôn lắp dựng ( $H = 4h_0 \leq H_{KC}$ ).

$h_0$  - Tốc độ đổ hỗn hợp vữa bê tông trong một giờ (m/h)

(Khi  $h_0 < 0,5$  thì trong tính toán phải lấy  $h_0 = 0,5$  để tính áp lực P, còn tính chiều cao gây áp lực  $H = 4h_0$  thì phải lấy  $h_0$  theo thực tế)

R và  $R_1$  - Bán kính tác dụng của đầm dùi và đầm ngoài (m)

Nên lấy  $R = 0,75m$  và  $R_1 = 1,0m$

$K_1$  - Hệ số tính đến ảnh hưởng độ sụt của hỗn hợp bê tông.

- Đối với bê tông cứng và ít linh động với độ sụt từ 0,2 ÷ 4cm thì  $K_1 = 0,8$

- Đối với bê tông có độ sụt từ trên 4cm ÷ 6cm thì  $K_1 = 1,0$

- Đối với bê tông có độ sụt từ 8cm ÷ 12cm thì  $K_1 = 1,2$

$K_2$  - Hệ số tính đến ảnh hưởng nhiệt độ của hỗn hợp bê tông.

- Với nhiệt độ dưới 8<sup>0</sup>C thì  $K_2 = 1,15$

- Với nhiệt độ từ 8<sup>0</sup>C ÷ 11<sup>0</sup>C thì  $K_2 = 1,1$

- Với nhiệt độ từ 12<sup>0</sup>C ÷ 17<sup>0</sup>C thì  $K_2 = 1,0$

- Với nhiệt độ từ 18<sup>0</sup>C ÷ 27<sup>0</sup>C thì  $K_2 = 0,95$

- Với nhiệt độ từ 28<sup>0</sup>C ÷ 32<sup>0</sup>C thì  $K_2 = 0,9$

- Với nhiệt độ từ trên 33<sup>0</sup>C thì  $K_2 = 0,85$

*h. Tải trọng do chấn động phát sinh khi đổ vữa bê tông vào ván khuôn.*  
 Lấy theo số liệu trong Bảng 4.2

**Bảng 4.2**

**TẢI TRỌNG ĐỘNG KHI ĐỔ BÊ TÔNG VÀO VÁN KHUÔN**

<b>Biện pháp đổ bê tông vào trong ván khuôn</b>		<b>Tải trọng ngang tác dụng vào ván khuôn (kG/m<sup>2</sup>)</b>
Đổ bê tông bằng máng, ống vòi voi hoặc từ ống của máy bơm bê tông		400
Đổ trực tiếp từ thùng có:	- Dung tích nhỏ hơn 0,2m <sup>3</sup>	200
	- Dung tích từ 0,2 ÷ 0,8m <sup>3</sup>	400
	- Dung tích lớn hơn 0,8m <sup>3</sup>	600

*Chú thích Bảng 4.2:*

- Các tải trọng động nói trên phải được xét đầy đủ khi tính toán các tấm ghép thành tấm ván khuôn và các thanh nẹp đỡ các tấm ván đó. Dầm đỡ các thanh nẹp phải tính theo sơ đồ kết cấu thực tế. Đồng thời coi các tải trọng tập trung vào hai thanh nẹp cạnh nhau nếu khoảng cách giữa chúng nhỏ hơn 1m và vào một thanh nẹp nếu khoảng cách giữa các thanh nẹp bằng 1m và lớn hơn. Ngoài ra phải xét tới trường hợp bố trí bất lợi nhất của các tải trọng đó.

- Các bộ phận dùng làm chỗ tựa của các dầm, của ván khuôn, chẳng hạn như thanh chống nghiêng, bu lông giằng phải được tính toán với tải trọng từ hai thanh nẹp cách nhau ở hai bộ phận cần tính toán (khi khoảng cách giữa các thanh nẹp nhỏ hơn 1m) hoặc từ một thanh nẹp gần bộ phận tính toán hơn (khi khoảng cách giữa các thanh nẹp bằng 1m và lớn hơn).

*i. Tải trọng do đầm bê tông.*

Tính bằng 400kG/m<sup>2</sup> bề mặt thẳng đứng của ván khuôn.

*Chú thích:*

- Tải trọng này chỉ tính khi không tính tải trọng ghi ở mục h.
- Khi dùng máy đầm ngoài, các cấu kiện chịu lực (thanh nẹp dầm của ván khuôn...) các chỗ dính chặt, chỗ nối tiếp của chúng, phải được tính thêm với tác động cục bộ của đầm rung tương ứng với sơ đồ bố trí và hướng dao động của đầm rung.

#### **4.3.3. Tổ hợp tải trọng**

Tổ hợp tải trọng để tính ván khuôn theo Bảng 4.3

#### **4.3.4. Hệ số biến đổi tải trọng (n)**

- Khi tính toán các bộ phận của ván khuôn và đà giáo về độ cứng (khi tính về biến dạng), lấy các tải trọng tiêu chuẩn (n = 1,0).

- Khi tính toán các bộ phận của ván khuôn và đà giáo về cường độ, các tải trọng tiêu chuẩn được nhân với hệ số vượt tải cho trong Bảng 4.4

**Bảng 4.3**



**TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÍNH TOÁN VÁN KHUÔN**

Tên bộ phận kết cấu ván khuôn	Loại tải trọng (theo mục 4.3.1 và 4.3.2)	
	Tính duyệt về cường độ	Tính duyệt về biến dạng
- Ván đáy và các bộ phận	$a + b + c + d$	$a + b + c$
- Tường mỏng $\leq 100\text{mm}$ , cột $\leq 300\text{mm}$	$g + i$	$g$
- Khối lớn	$g + h$	$g$

**Bảng 4.4**  
HỆ SỐ VƯỢT TẢI (n) KHI TÍNH TOÁN ĐÀ GIÁO VÁN KHUÔN VỀ CƯỜNG ĐỘ

TT	Các tải trọng tiêu chuẩn	Hệ số vượt tải n
1	Trọng lượng thể tích của đà giáo, ván khuôn	1,1
2	Trọng lượng thể tích của bê tông và cốt thép	1,2
3	Tải trọng do người và phương tiện vận chuyển	1,3
4	Tải trọng do đầm chấn động	1,3
5	áp lực ngang của bê tông	1,3
6	Tải trọng do chấn động khi đổ bê tông vào ván khuôn	1,3

- Khi xét đến tác động tạm thời của các tải trọng hữu ích và tải trọng gió, tất cả các tải trọng trong tính toán (trừ trọng lượng bản thân) đều phải nhân với hệ số 0,9.

- Khi tính ổn định chống lật của đà giáo, ván khuôn phải xét đến tác động đồng thời của tải trọng gió và trọng lượng bản thân. Nếu ván khuôn dựng liền với cốt thép, phải tính cả trọng lượng cốt thép. Hệ số vượt tải của tải trọng gió lấy bằng 1,2; của tải trọng chống lật lấy bằng 0,8 và hệ số an toàn lấy bằng 1,24.

**4.4. Nội dung tính toán ván khuôn**

Kết cấu ván khuôn (gồm ván lát và các bộ phận) được tính duyệt về cường độ và độ cứng theo tải trọng nêu ở trên.

Khả năng chịu lực của gỗ làm ván khuôn được lấy theo như tính toán kết cấu gỗ.

Khi tính duyệt về độ cứng của ván khuôn dưới tác dụng của tải trọng theo Bảng 4.3 không được lớn hơn các trị số dưới đây.

- Đối với ván khuôn của bề mặt lộ ra ngoài:  $f \leq \frac{l}{400}$

- Đối với ván khuôn của bề mặt sẽ bị che khuất:  $f \leq \frac{l}{250}$

Trong đó: f - Độ võng của các bộ phận ván khuôn.

l - Chiều dài nhịp tính toán của các bộ phận.

Khi tính toán ván khuôn, tùy thuộc vào cấu tạo và vị trí làm việc của ván khuôn mà có sơ đồ tính toán và tổ hợp tải trọng tương ứng.

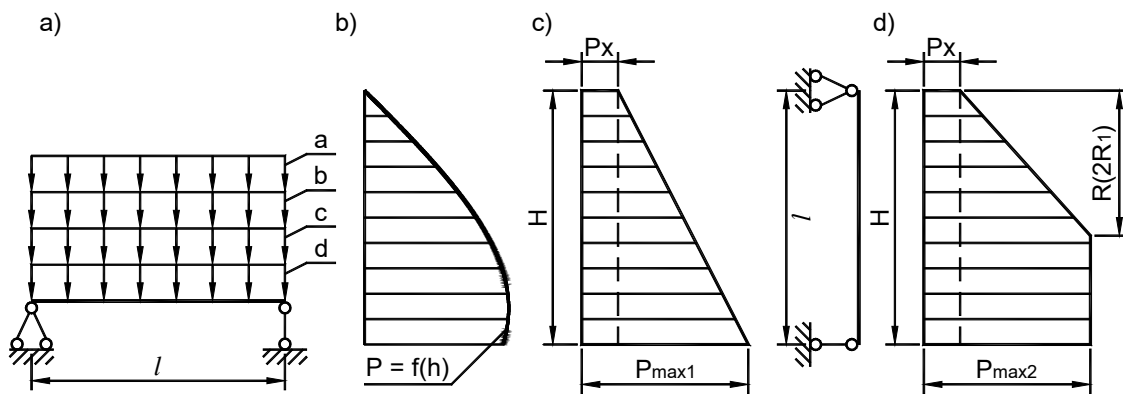
- Đối với ván khuôn nằm ngang (ván đáy) sẽ được tính toán với các tải trọng tính từ mục a đến d là tải trọng rải đều trên suốt chiều dài ván (hình 4.10a)

- Đối với ván khuôn thành đứng, áp lực ngang của vữa bê tông mới đổ được tính theo mục g và h (hình 4.10c và d). Trong đó H là chiều cao tính toán gây áp lực của bê tông, đối với ván khuôn mó, trụ thường lấy bằng chiều cao lớp bê tông đổ trong 4 giờ tức là  $H = 4h_0 \leq H_{KC}$ .

- Đối với ván khuôn nghiêng một góc  $\alpha$  so với mặt phẳng nằm ngang, tải trọng tác dụng lên ván khuôn được tính theo hai trường hợp.

-  $\alpha < 90^\circ$  (ván nghiêng vào phía trong) chỉ cần tính với áp lực ngang có trị số bằng tải trọng tính theo mục g, h và nhân với  $\sin\alpha$ .

-  $\alpha > 90^\circ$  (ván nghiêng ra ngoài) ngoài áp lực tính theo mục g, h cần tính thêm phần tải trọng thẳng đứng nằm trong phần lãng trụ nghiêng ra ngoài theo các mục từ a đến d.



**Hình 4.10** Biểu đồ áp lực của bê tông

- a) - Áp lực bê tông khi tính ván đáy; b) - Áp lực ngang bê tông giả định  
 c) - Áp lực ngang bê tông khi không đầm rung  
 d) - Áp lực ngang bê tông khi có đầm rung

#### 4.4.1. Tính toán ván khuôn thành đứng có ván lát dọc

##### a. Tính ván lát

Được tính toán với sơ đồ dầm giản đơn có khẩu độ tính toán bằng khoảng cách giữa hai tim nẹp ngang. Ảnh hưởng của ván lát như một dầm liên tục được xét đến bằng hệ số điều kiện làm việc  $m = 0,8$ . Để đơn giản cho tính toán, tải trọng ngang của bê tông tác dụng lên ván khuôn được tính theo mục g và h được quy đổi bằng tải trọng rải đều tương đương (hình 4.11)

$$\text{- Khi tính duyệt về cường độ : } P_{qd} = 1,3 \cdot \frac{F_{al}}{H} \quad (4.1)$$

$$\text{- Khi tính duyệt về độ cứng : } P'_{qd} = \frac{F'_{al}}{H} \quad (4.2)$$

Trong đó:

$P_{qd}$  và  $P'_{qd}$  - Là tải trọng quy đổi tương đương khi tính duyệt về cường độ và độ cứng.

$F_{al}$  - Diện tích biểu đồ áp lực ngang tính theo mục g và h đã nhân với hệ số vượt tải n.

$F'_{al}$  - Diện tích biểu đồ áp lực ngang tính theo mục g và h với hệ số biến đổi tải trọng  $n = 1,0$ .

Theo sơ đồ tính toán cần đặt tải trọng sao cho ván lát làm việc bất lợi nhất. Có hai trường hợp xảy ra.

-  $H \geq l$  (Chiều cao gậy áp lực lớn hơn hoặc bằng khẩu độ tính toán của ván).  
(hình 4.11a)

Mômen và độ võng lớn nhất (tính cho 1m chiều rộng của ván khuôn) với hệ số điều kiện làm việc  $m = 0,8$ .

$$M = m \frac{P_{qd} l^2}{8} = \frac{P_{qd} l^2}{10} \quad (4.3)$$

$$f = \frac{5m}{384} \cdot \frac{P'_{qd} l^4}{EJ} = \frac{P'_{qd} l^4}{96EJ} \quad (4.4)$$

-  $H < l$  (Chiều cao gậy áp lực nhỏ hơn khẩu độ tính toán của ván). Hình 4.11b

$$M = m \frac{P_{qd} H(2l - H)}{8} = \frac{P_{qd} H(2l - H)}{10} \quad (4.5)$$

$$f = m \frac{P'_{qd} H l^3}{48EJ} \left( 1 - \frac{H^2}{2l^2} + \frac{H^3}{8l^3} \right) = \frac{P'_{qd} H l^3}{60EJ} \left( 1 - \frac{H^2}{2l^2} + \frac{H^3}{8l^3} \right) \quad (4.6)$$

#### b. Tính nẹp ngang

Tính toán như một thanh chịu uốn có khẩu độ tính toán bằng khoảng cách giữa hai thanh nẹp dọc (hình 4.11c).

- Lực rải đều tác dụng lên nẹp ngang được xác định:

+ Khi  $H \geq 2l$

$$P_A = P_{qd} l \quad (4.7)$$

$$P'_A = P'_{qd} l \quad (4.8)$$

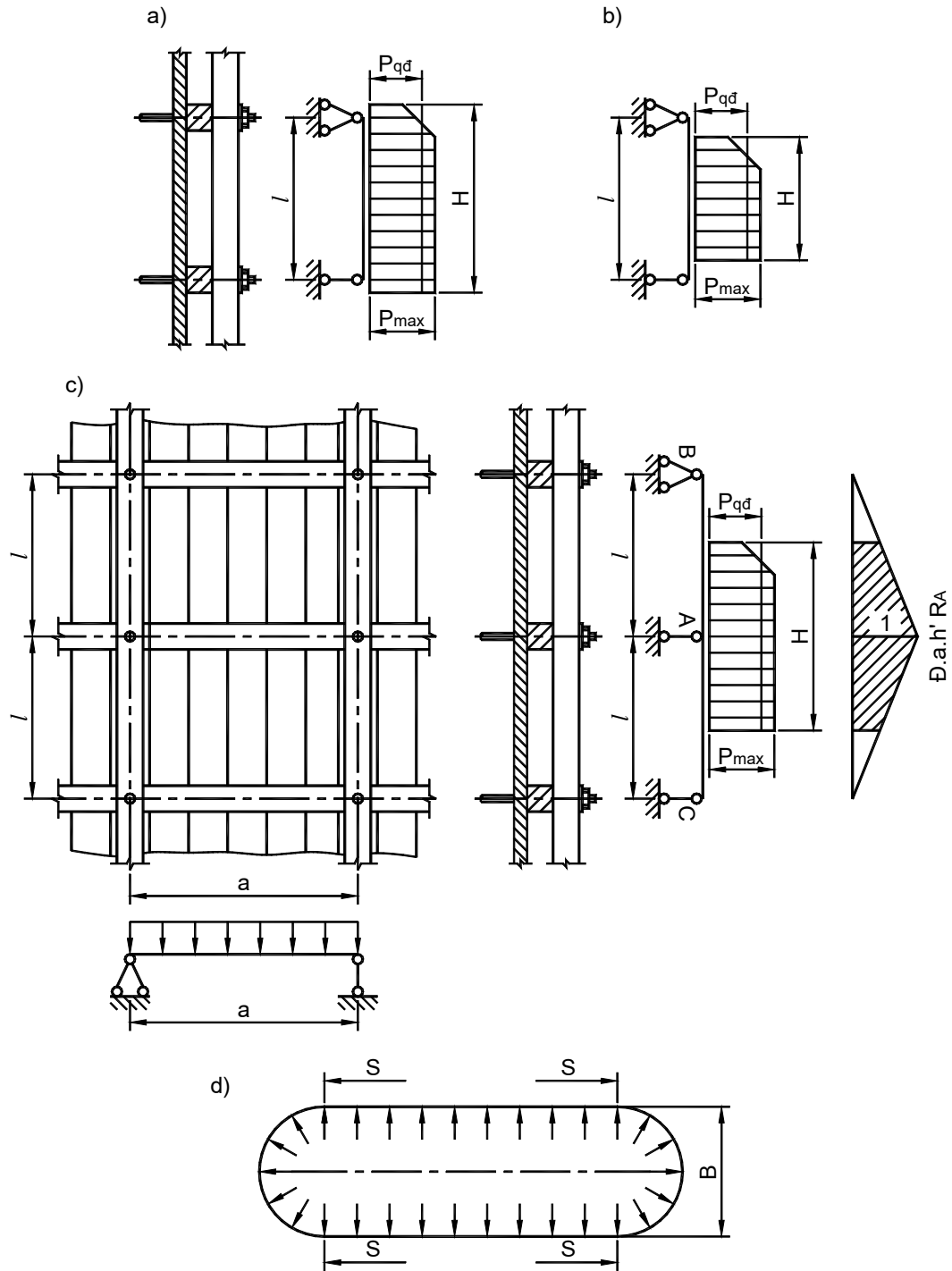
+ Khi  $H < 2l$

$$P_A = P_{qd} \frac{H(l - 0,25H)}{l} \quad (4.9)$$

$$P'_A = P'_{qd} \frac{H(l - 0,25H)}{l} \quad (4.10)$$

- Mômen uốn lớn nhất trong nẹp ngang:

$$M = m P_A \frac{a^2}{8} = \frac{P_A a^2}{10} \quad (4.11)$$



**Hình 4.11** Sơ đồ tính toán ván khuôn có ván lát dọc

a) - Khi  $H \geq l$ ; b) - Khi  $H < l$

c) - Sơ đồ tính toán nẹp ngang; d) - Sơ đồ tính lực kéo tác dụng vào nẹp ngang

Nếu tính thêm lực kéo  $S$  tác dụng vào nẹp ngang do áp lực của bê tông ở đầu lượn tròn gây ra (công thức 4.12) thì nẹp ngang phải tính như một thanh chịu kéo, uốn hoặc kéo lệch tâm với lực kéo  $S$  (do độ lệch tâm  $e = M/S$ ).

$$S = P_A \frac{B}{2} \quad (4.12)$$

Trong đó: B - Là bề rộng trụ tính toán

Lực S này cũng dùng để tính toán liên kết giữa nẹp ngang đầu tròn với nẹp ngang phần phẳng.

- Độ võng lớn nhất trong nẹp ngang:

$$f = \frac{5mP'_A a^4}{384EJ} = \frac{P'_A a^4}{96EJ} \quad (4.13)$$

#### c. Tính bu lông giằng

Được tính như một thanh chịu kéo dọc trục. Lực kéo trong bu lông giằng đối với trường hợp bu lông giằng bố trí ở tất cả các nút giao nhau của nẹp ngang và nẹp dọc được tính bằng:

$$T = P_A a \quad (4.14)$$

Trường hợp bố trí bu lông giằng cách nút, thay thế khẩu độ tính toán a trong công thức (4.14) bằng khẩu độ tính toán thực tế.

Từ lực căng T trong thân bu lông, xác định ứng suất kéo trong bu lông (khi tính toán, tiết diện bu lông phải trừ ren)

#### d. Tính nẹp dọc

Trong ván khuôn có ván lát dọc chỉ tính trong trường hợp bu lông giằng bố trí cách nút. Khi đó nẹp dọc được tính như một thanh chịu uốn, khẩu độ tính toán bằng 2l chịu một lực tập trung  $T = P_A a$  khi tính cường độ và  $T' = P'_A a$  khi tính biến dạng.

- Mômen trong nẹp dọc:

$$M = mT \frac{l}{2} = 2T \frac{l}{5} = 2P_A a \frac{l}{5} \quad (4.15)$$

- Độ võng của nẹp dọc

$$f = m \frac{P'_A a (2l)^3}{48EJ} = m \frac{P'_A a l^3}{6EJ} = \frac{2P'_A a l^3}{15EJ} \quad (4.16)$$

#### 4.4.2. Tính toán ván khuôn thành có ván lát ngang

- Ván lát ngang khác với ván lát dọc là phải chịu áp lực ngang lớn nhất của vữa bê tông trên suốt chiều dài, vì vậy mômen lớn nhất trong ván lát (tính cho 1m chiều rộng) theo công thức:

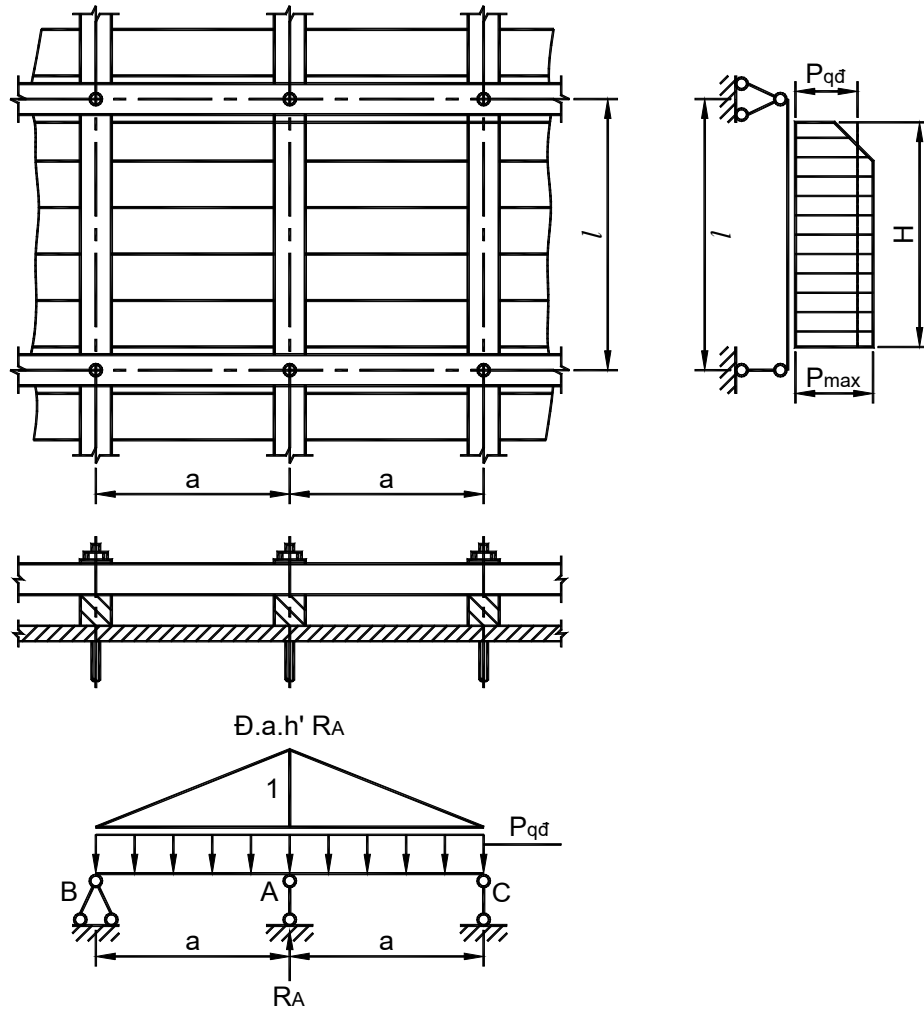
$$M = \frac{1,3P_{\max} a^2}{10} \quad (4.17)$$

Trong đó:  $P_{\max} = P + P_x$

Độ võng lớn nhất :

$$f = \frac{Pa^4}{96EJ} \quad (4.18)$$

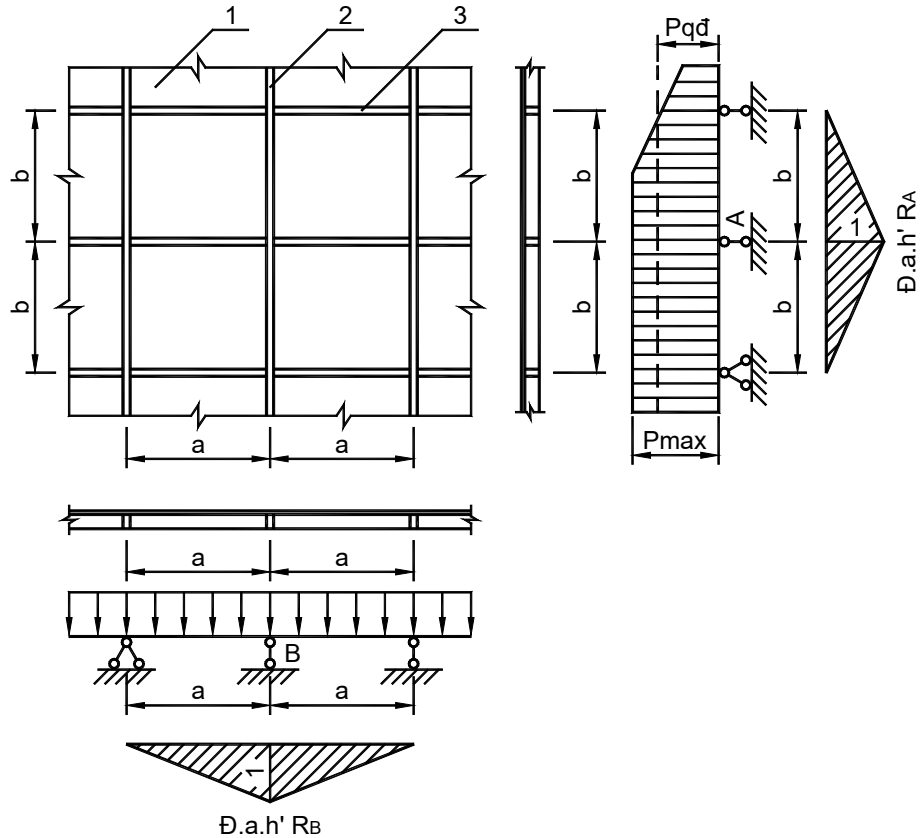
- Nẹp dọc: Được tính toán phụ thuộc vào điều kiện  $H \geq l$  hay  $H < l$  theo các công thức tính toán từ (4.3) đến (4.6). Trong các công thức đó cần thay tải trọng  $P_{qd}$  và  $P'_{qd}$  bằng  $P_{qd} \times a$  và  $P'_{qd} \times a$  (trên hình 4.12)



**Hình 4.12** Sơ đồ tính toán ván khuôn có ván lát ngang

**4.4.3. Tính toán ván khuôn thành đứng lắp ghép**

- Ván khuôn gỗ lắp ghép tính toán tương tự như ván khuôn cố định. Riêng đối với mỗi nối giữa các tấm ván khuôn cần được tính toán nội lực theo công thức (4.11) và (4.12).
- Đối với các ván khuôn lắp ghép bằng thép bản, được tăng cường bằng các sườn thép hình thì tính toán sườn tăng cường theo các công thức từ (4.3) đến (4.16).



**Hình 4.13** Sơ đồ tính toán kết cấu ván khuôn thép thân trụ  
 1 - Thép bản làm ván lát, 2 - Sườn đứng, 3 - Sườn ngang

Thép bản làm ván lát tính toán như bản kê trên bốn cạnh liên kết ngàm, có mômen lớn nhất tại giữa bản.

$$M = \alpha P_{qd} b^2 \quad (4.19)$$

và độ võng tại giữa bản:

$$f = \frac{\beta P'_{qd} b^4}{E \delta^3} \quad (4.20)$$

Trong đó:

$\alpha$  và  $\beta$  - Các hệ số lấy theo Bảng 4.5 phụ thuộc vào tỷ lệ các cạnh ( $a/b$ ) của ván khuôn thép.

$E$  - Môđun đàn hồi của thép (có thể lấy  $E = 2,1 \times 10^6 \text{ kG/cm}^2$ )

$\delta$  - Bề dày của thép bản làm ván khuôn.

$P'_{qd}$  - Áp lực quy đổi của bê tông

Chiều dày của thép tấm trong ván khuôn thép có thể tính gần đúng theo công thức sau:

$$\delta = \sqrt{375 \frac{P_{\max} c^2}{R}} \quad (\text{mm}) \quad (4.21)$$

Trong đó:

$P_{\max}$  - Tải trọng tính toán ( $\text{kG/cm}^2$ ).

R - Cường độ tính toán của thép (lấy  $R = 1900 \div 2100 \text{kg/cm}^2$ ).

c - Khoảng cách từ đường chéo đến một đỉnh của tấm ván được tính bằng công thức :

$$c = \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}} ; \text{ với } a, b \text{ là cạnh của tấm.}$$

**Bảng 4.5**

HỆ SỐ  $\alpha$  VÀ  $\beta$  TRONG CÔNG THỨC (4.19) VÀ (4.20)

a/b	$\alpha$	$\beta$	a/b	$\alpha$	$\beta$
1,00	0,0513	0,0138	1,75	0,0817	0,0264
1,25	0,0665	0,0199	2,00	0,0829	0,0277
1,50	0,0757	0,0240	2,25	0,0833	0,0281

#### 4.5. Thi công bê tông thân mố trụ cầu

Công tác thi công bê tông bao gồm ba giai đoạn sau:

- Sản xuất vữa bê tông.
- Vận chuyển, đổ và san đầm bê tông.
- Bảo dưỡng bê tông và tháo dỡ ván khuôn.

+ Bê tông mố, trụ cầu là bê tông khối lớn thi công trong điều kiện sông nước, nên cần phải lựa chọn biện pháp thi công phù hợp với điều kiện thực tế của công trường.

+ Trước khi đổ bê tông phải kiểm tra độ chính xác của việc lắp đặt đà giáo, ván khuôn, đường vận chuyển bê tông, công cụ và phương tiện đổ bê tông, độ vững chắc của kết cấu chịu tải trọng động do đổ và đầm bê tông gây ra.

+ Ván khuôn, các chi tiết đặt sẵn phải được vệ sinh sạch sẽ trước khi đổ bê tông. Bề mặt của ván khuôn gỗ trước khi đổ bê tông phải được tưới ẩm và bịt kín các khe hở. Bề mặt ván khuôn phải quét chất chống dính và phải bảo đảm các yêu cầu về mỹ quan.

+ Chất lượng bê tông mố, trụ cầu phải bảo đảm cường độ thiết kế, tính đồng nhất, đồng đặc và liền khối.

##### 4.5.1. Sản xuất vữa bê tông

Giai đoạn sản xuất vữa bê tông gồm các công việc sau đây:

- Chọn thành phần bê tông.
- Tính toán khối lượng cần thiết và tổ chức sản xuất bê tông.

##### a. Chọn thành phần bê tông

- Để đảm bảo chất lượng bê tông, tùy theo đặc điểm kết cấu và điều kiện thi công để chọn thành phần bê tông.

- Thành phần bê tông phải bảo đảm thỏa mãn các yêu cầu thiết kế và thi công, phải có thời gian đông cứng thích hợp để bảo đảm tiến độ thi công và chi phí sử dụng xi măng tiết kiệm nhất và không nên dùng xi măng quá mức cần thiết (quy định lượng xi măng tối thiểu ở bảng 3.1 đã nêu ở chương 3)

- Tỷ N/X dùng cho bê tông phải căn cứ yêu cầu về cường độ, chống nứt, chống mài mòn... để quyết định. Độ dẻo của vữa bê tông được lựa chọn tùy thuộc vào tính chất của công trình, mật độ cốt thép, phương pháp vận chuyển, điều kiện khí hậu... cần thiết phải làm thí nghiệm, nếu không có thể tham khảo theo Bảng 4.6.

**Bảng 4.6**

GIỚI HẠN ĐỘ NHUYỄN CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG

Loại và tính chất kết cấu	Độ sụt hình nón $S_n$ (mm)	Độ cứng
---------------------------	----------------------------	---------



	<b>Đầm máy</b>	<b>Thủ công</b>	<b>(giây)</b>
- Kết cấu khối lớn, không có hoặc ít cốt thép	0 ÷ 20	20 ÷ 40	35 ÷ 25
- Kết cấu khối lớn, có nhiều cốt thép, đầm, cột có cạnh 0,4 ÷ 0,8m	20 ÷ 40	40 ÷ 60	25 ÷ 15
- Kết cấu bê tông đổ bằng ván khuôn trượt theo phương thẳng đứng	60 ÷ 80		

*b. Tính toán khối lượng và tổ chức sản xuất bê tông*

Khối lượng vữa bê tông cần thiết để đảm bảo cho việc đổ bê tông được liên tục phụ thuộc vào điều kiện đổ và đầm bê tông. Thông thường bê tông được đổ thành từng lớp, chiều dày mỗi lớp từ 15 ÷ 40cm. Tốc độ đổ bê tông cần bảo đảm sao cho các lớp bê tông đã đông kết ở phía dưới không nằm trong bán kính tác dụng của đầm. Thời gian bắt đầu ninh kết của bê tông phụ thuộc vào loại xi măng và nhiệt độ thi công, cần được xác định bằng thí nghiệm. Nếu không có điều kiện thí nghiệm, có thể tham khảo số liệu ở Bảng 4.7.

**Bảng 4.7**

**THỜI GIAN NINH KẾT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG (PHÚT)**

<b>Nhiệt độ thi công (°C)</b>	<b>Xi măng Pooclăng</b>	<b>Xi măng Puzolan</b>
20 ÷ 30	90	120
10 ÷ 20	135	180
5 ÷ 10	195	-

Chiều dày mỗi lớp đổ bê tông phải căn cứ vào năng lực máy trộn, cự ly vận chuyển, phương pháp đầm, tính chất của kết cấu và điều kiện thời tiết quyết định, nhưng không vượt quá trị số ghi trong Bảng 4.8

Khối lượng vữa bê tông tối thiểu được xác định như sau:

$$Q_{\min} = \frac{hF}{t_n - t_{vc}} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (4.22)$$

Trong tính toán để tổ chức trộn bê tông người ta thường lấy hệ số an toàn là 1,25 khi đó khối lượng vữa bê tông cần thiết sẽ là:

$$Q = \frac{1,25hF}{t_n - t_{vc}} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (4.23)$$

Trong đó:  $Q_{\min}$  - Khối lượng vữa bê tông tối thiểu trong một giờ.

$Q$  - Khối lượng vữa bê tông tính toán.

$h$  - Chiều dày mỗi lớp đổ bê tông theo số liệu Bảng 4.8.

$F$  - Diện tích bề mặt ngang khối đổ.

$t_n$  - Thời gian bắt đầu ninh kết của vữa bê tông theo số liệu Bảng 4.7.

$t_{vc}$  - Thời gian vận chuyển bê tông tính từ lúc trộn xong đến lúc đến nơi đổ được lấy theo thực tế nhưng không vượt quá trị số ghi ở Bảng 4.10.

**Bảng 4.8**

**CHIỀU DÀY LỚP ĐỔ BÊ TÔNG**

<b>Phương pháp đầm</b>	<b>Chiều dày cho phép mỗi lớp đổ bê tông (cm)</b>
Đầm thủ công	15 ÷ 25

Đầm bằng máy rung trong (Đầm dùi)		≤ 1,25 Chiều dài công tác của đầm (khoảng 20 ÷ 40)
Đầm bằng máy rung cạnh		30
Đầm mặt	Không có hoặc cốt thép thưa	25
	Có nhiều cốt thép	12

Trên các công trường xây dựng cầu, vữa bê tông có thể được sản xuất bằng các máy trộn di động công suất từ 2 ÷ 8m<sup>3</sup>/h hoặc các trạm trộn công suất từ 20m<sup>3</sup> trở lên hoặc được vận chuyển từ nhà máy bê tông đến trên các xe chở vữa chuyên dụng tùy thuộc vào điều kiện thực tế.

Nếu dùng máy trộn di động thì số lượng máy trộn cần thiết trên công trường được xác định theo điều kiện.

$$n = \frac{Q}{\omega} \quad (4.24)$$

Trong đó:  $\omega$  - Công suất của máy trộn (m<sup>3</sup>/h).

Số lượng máy trộn được lấy phải là số nguyên N nhỏ nhất tiếp sau n thỏa mãn điều kiện:  $N \geq n$ .

Khi đó khối lượng vữa bê tông thực tế sẽ là:

$$Q_{tt} = \omega N \quad (4.25)$$

Chiều cao lớp vữa bê tông đổ trong một giờ thực tế bằng:

$$h_0 = \frac{Q_{tt}}{F} \quad (4.26)$$

Công tác tổ chức sản xuất bê tông phải căn cứ vào số lượng thiết bị đã chọn và phải đáp ứng được điều kiện sao cho khối lượng vữa bê tông không nhỏ hơn  $Q_{\min}$ . Quy trình công nghệ trộn bê tông bằng máy trộn di động hoặc máy trộn cưỡng bức cố định phải đảm bảo đúng theo các quy định kỹ thuật.

- Các phương tiện dùng để đong, cân cốt liệu phải bảo đảm độ chính xác.

- Thời gian tối thiểu để trộn hỗn hợp bê tông được xác định theo đặc trưng kỹ thuật của thiết bị dùng để trộn và được xác định bằng thực nghiệm. Trong trường hợp không có thông số kỹ thuật chuẩn xác thì thời gian tối thiểu để trộn đều một mẻ trộn bê tông ở máy trộn có thể lấy theo trị số ghi ở bảng 4.9.

**Bảng 4.9**

THỜI GIAN TRỘN HỖN HỢP BÊ TÔNG (GIẤY)

Dung tích của máy trộn (lít)	Độ sụt (cm)			Máy trộn cưỡng bức
	≤ 2	2 ÷ 4	> 6	
Nhỏ hơn 500	100	75	60	60
Lớn hơn 500	150	120	90	90

Khi đổ vữa bê tông ra khỏi máy trộn cần bố trí các bộ phận định hướng để vữa bê tông mới đổ rơi thẳng đứng xuống phương tiện vận chuyển, tránh cho bê tông khỏi bị phân tầng.

#### 4.5.2. Vận chuyển, đổ và đầm bê tông

##### a. Vận chuyển bê tông

Công tác vận chuyển, đổ và san đầm bê tông cần phải tổ chức phù hợp với tốc độ suất sản xuất bê tông, tránh để vữa bê tông bị ứ đọng. Quá trình vận chuyển vữa bê tông từ nơi sản xuất đến nơi đổ phụ thuộc vào vị trí xây dựng trụ, cự ly và phương tiện vận chuyển.

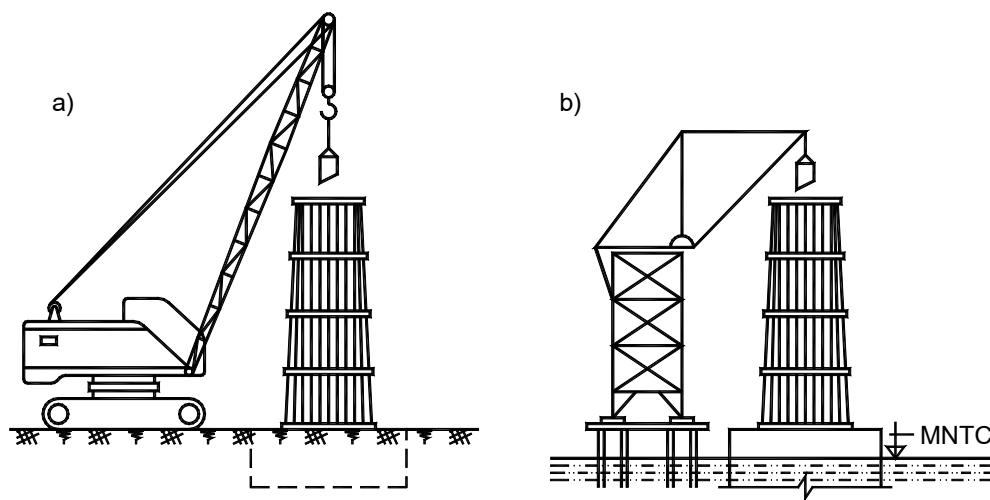
Một trong những thiết bị sử dụng có hiệu quả để vận chuyển và đổ bê tông là máy bơm bê tông. Loại phương tiện này cho phép vận chuyển bê tông theo phương bất kỳ và bảo đảm đầm không bị phân tầng. Song loại phương tiện này đòi hỏi phải tăng tỷ lệ N/X để di chuyển trong ống được dễ dàng. Thường nhiều khi người ta vẫn sử dụng cầu tạm cho các phương tiện vận tải khác nhau như ô tô, xe goòng... để vận chuyển bê tông ra đổ tại chỗ các trụ ở giữa sông. Ngoài ra trong nhiều trường hợp còn dùng các phương tiện nổi chở cả nguyên vật liệu, trạm trộn và thiết bị tới sát trụ để thi công.

Đưa bê tông lên cao có thể dùng các loại cần cẩu đặt trên các sàn cọc hoặc giàn giáo, hoặc trên cả phao nổi (hình 4.14b). Đổ bê tông các trụ ở trên bãi sông hoặc nơi nước cạn, nếu sử dụng cầu tạm kinh tế hơn thì đưa bê tông lên cao có thể dùng cần trục tháp, cần cẩu bánh xích (hình 4.14a), cần cẩu ô tô hoặc các thiết bị cần cẩu khác.

Ngoài ra còn sử dụng cần cẩu chân dê đi trên đường ray theo dọc cầu. Tại những nơi nước cạn, đường đi cho cần cẩu bố trí trên các cầu tạm. Ở những nơi nước sâu, nhiều trường hợp người ta làm đường đi trên phao. Cần cẩu xích và các loại cần cẩu cố định khác rất tiện lợi cho mọi công việc trong quá trình thi công móng và trụ như: đào đất, đóng cọc, dựng ván khuôn và đổ bê tông...

Trong mọi trường hợp quá trình vận chuyển bê tông phải bảo đảm không bị phân tầng, mất nước xi măng hay thay đổi tỷ lệ nước - xi măng, tức là đường vận chuyển phải êm thuận, các thùng chứa phải kín khí và có bộ phận che chắn.

Toàn bộ thời gian vận chuyển vữa bê tông (tính từ thời điểm trộn xong cho đến vị trí đổ vào ván khuôn) phải được khống chế bảo đảm bê tông liên khối. Thời gian này được xác định bằng thí nghiệm đối với từng loại xi măng và theo điều kiện đổ thực tế quy định nhưng không vượt quá trị số ghi trong Bảng 4.10.



**Hình 4.14** Sơ đồ vận chuyển và đổ bê tông trên cao  
a) - Bằng cần cẩu bánh xích; b) - Bằng cần cẩu Derich trên đà giáo

**Bảng 4.10**  
THỜI GIAN LƯU HỖN HỢP BÊ TÔNG KHÔNG CÓ PHỤ GIA

Nhiệt độ vữa bê tông ( $^{\circ}\text{C}$ )	Thời gian vận chuyển cho phép (phút)
Lớn hơn 30	30
20 ÷ 30	45
10 ÷ 20	60
5 ÷ 10	90

*b. Đổ và đầm bê tông*

Với ván khuôn lắp ghép hoặc ván khuôn cố định đã lắp dựng một phần hoặc toàn bộ chiều cao của trụ, có thể đổ bê tông trực tiếp vào trong ván khuôn bằng thùng, bê tông rơi tự do nhưng chiều cao rơi không quá 1,5m. Có thể dùng hai loại thùng: một loại dùng vận chuyển, một loại dùng để đổ, loại này đặt trên tấm ván ở đỉnh ván khuôn. Trong quá trình đổ bê tông, thùng cái di chuyển bằng chính cần cẩu dùng để nâng các thùng vận chuyển. Thùng cái có cửa van hình quạt và có dung tích lớn hơn thùng vận chuyển từ 2 ÷ 3 lần.

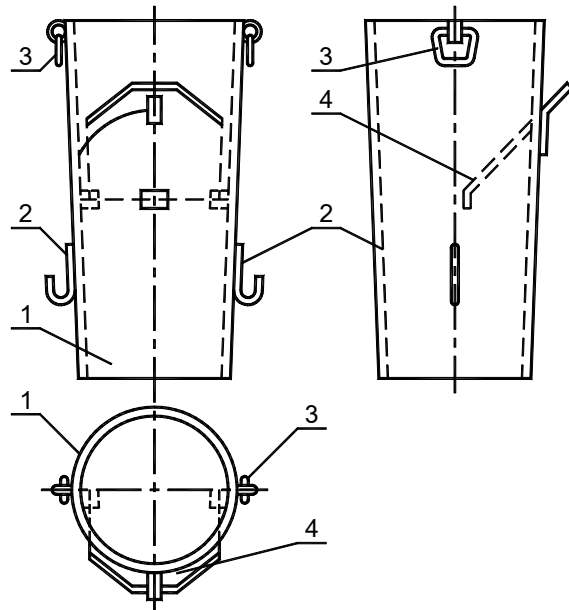
Nếu chiều cao rơi tự do bê tông lớn hơn 1,5m, có thể chuyển bê tông tới các vị trí bằng ống thép. Cấu tạo ống gồm các đốt nối vào nhau (hình 4.15) và còn gọi là “vòi voi” hình nón cụt. Ngoài ống thép cũng có thể dùng các ống gỗ tiết diện hình chữ nhật.

Nếu ống “vòi voi” quá dài (lớn hơn 5 ÷ 7m), các thành phần rơi không đều làm bê tông phân thành lớp gọi là phân tầng. Để tránh hiện tượng phân tầng, trong các đốt ống cần gắn các lá chắn nghiêng (lưỡi gà) làm giảm tốc độ rơi của bê tông, đồng thời trong quá trình rơi bê tông được trộn lại một lần nữa.

Để giảm lực xung kích của bê tông trong quá trình rơi người ta sử dụng các lưới treo.

Trong quá trình đổ bê tông mô, trụ cầu nếu là kết cấu bê tông khối lớn hoặc có ít cốt thép, để giảm khối lượng bê tông và hạn chế nhiệt độ khối đổ có thể trộn thêm đá hộc. Tỷ lệ đá hộc trộn thêm vào khoảng 15 ÷ 25% thể tích khối bê tông, nếu khối bê tông rất lớn có thể lên tới 35% đá hộc.

Khi thi công có trộn thêm đá hộc cần bảo đảm các quy định sau: Kích thước cạnh nhỏ nhất của kết cấu khối lớn được trộn đá hộc phải lớn hơn 100cm. Kích thước đá hộc không nhỏ quá 20cm nhưng cũng không lớn hơn 1/3 kích thước nhỏ nhất của kết cấu. Khoảng cách giữa chúng không nhỏ quá 10cm, khoảng cách đến ván khuôn không nhỏ hơn 25cm. Đá hộc phải chôn ngập, lớp đá trên phải cách lớp đá dưới ít nhất 10cm, không dùng loại đá có hình dẹt, tròn nhẵn (cuội lớn). Tốt nhất nên chọn những hòn vuông vức và có cường độ không thấp hơn 400kG/cm<sup>2</sup>. Bê tông vùng chịu kéo không được trộn thêm đá hộc.

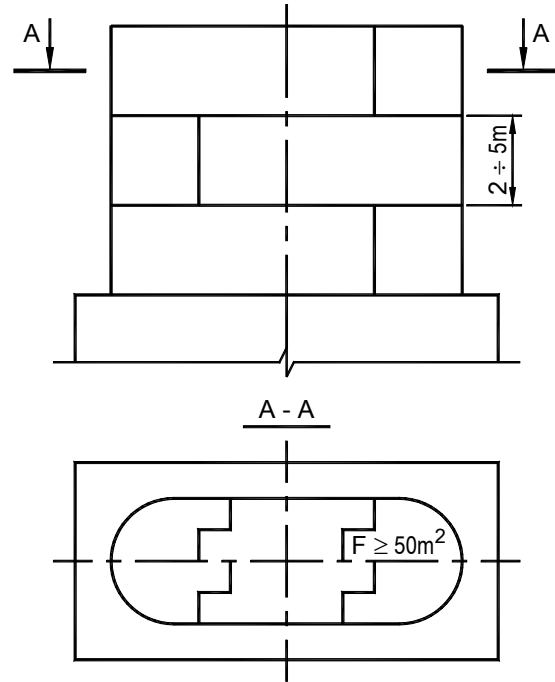


**Hình 4.15** Ống mềm đổ bê tông

1 - Đoạn ống hình nón cụt; 2 - Móc  
3 - Bản lề; 4 - Lưỡi gà

Trình tự đổ thêm đá hộc vào bê tông như sau: Trước hết đổ và đầm vữa bê tông lớp dưới rồi đặt đá hộc, tiến hành đổ và đầm vữa bê tông giữa các viên đá hộc tiếp theo là đổ và đầm vữa bê tông lớp trên.

Nếu diện tích trụ đổ bê tông lớn (trên  $100m^2$ ) việc cung cấp bê tông sẽ khó khăn, không liên tục. Khi đó người ta chia trụ thành những khối riêng biệt, có diện tích đổ bê tông không nhỏ hơn  $50m^2$  và chiều cao từ  $2 \div 2,5m$  (hình 4.16). Như vậy sẽ phải cấu tạo mối nối thẳng đứng. Mặt tiếp giáp giữa các khối cần phải tạo dính bám tốt để bảo đảm sự liên kết giữa các khối được tốt. Khối đổ cuối cùng trên một mặt bằng chỉ được tiến hành đổ khi các khối trước đã co ngót và nhiệt độ giảm tương ứng với quy định trong thiết kế thi công.



**Hình 4.16** Sơ đồ phân phối đổ bê tông

Trong quá trình đổ bê tông nếu bắt buộc phải dừng lại. Khoảng thời gian ngừng cho phép giữa các lớp đổ để không tạo thành khe lạnh phải qua thí nghiệm, căn cứ vào nhiệt độ môi trường, điều kiện thời tiết, tính chất của xi măng sử dụng và các nhân tố khác để quyết định.

Thời gian cho phép tạm ngừng đổ bê tông có thể tham khảo trị số trong Bảng 4.11.

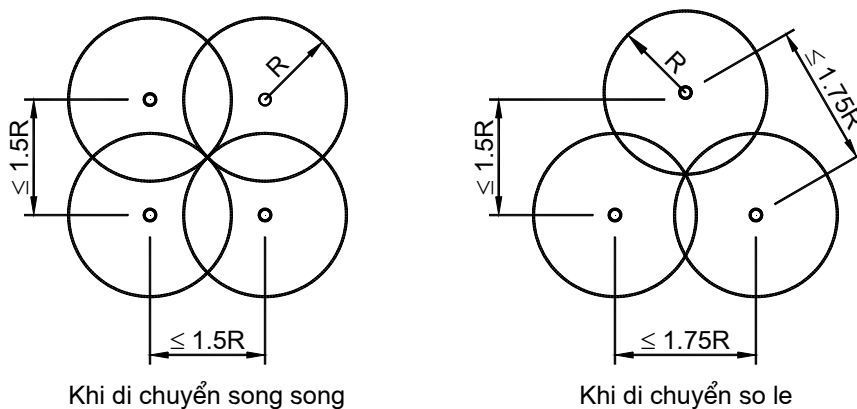
**Bảng 4.11**

**THỜI GIAN CHO PHÉP TẠM NGỪNG ĐỔ BÊ TÔNG KHÔNG CÓ PHỤ GIA**

Nhiệt độ trong khối khi đổ bê tông ( $^{\circ}C$ )	Thời gian cho phép tạm ngừng đổ bê tông (phút)	
	Xi măng Pooc-lăng	Xi măng Puzolan
Lớn hơn 30	60	90
$20 \div 30$	90	120
$10 \div 20$	135	180

Nếu thời gian tạm ngừng vượt quá thời gian quy định trong Bảng 4.11. Chỉ được tiếp tục đổ khi lớp bê tông cũ đạt đến cường độ  $25kG/cm^2$ . Trước khi tiếp tục đổ bê tông lớp mới cần phải xử lý bề mặt bê tông cũ bằng cách: khi lớp bê tông cũ đã đông kết và sau  $4 \div 10$  giờ thì dùng vòi phun nước, bàn chải sắt làm nhám mặt bê tông. Trước khi đổ bê tông lớp trên, bề mặt lớp bê tông cũ phải vệ sinh sạch, hút khô nước và rải một lớp vữa xi măng cát vàng dày  $2 \div 3cm$ .

Đầm bê tông ở kết cấu móng, trụ thường dùng đầm dùi (đơn chiếc hoặc chùm), các tường mỏng có thể dùng đầm ngoài. Trường hợp dùng đầm bàn chỉ cho phép đối với lớp bê tông trên mặt.



**Hình 4.17** Bước di chuyển của đầm dùi khi đầm bê tông

Bước di chuyển của đầm không vượt quá 1,5 lần bán kính tác dụng của đầm (hình 4.17) và đầm phải cắm sâu vào lớp dưới từ 5 ÷ 10cm (cần lưu ý trong quá trình đầm không được để đầm cắm quá sâu, ảnh hưởng tới phần bê tông đã đông kết). Thời gian đầm tại mỗi vị trí thường từ 20 ÷ 40 giây khi vữa bê tông đã hết lún. Khi đầm gần ván khuôn cần đặt cho khoảng cách đầm với ván khuôn là 10cm nhưng không tỳ đầm vào ván khuôn hay cốt thép. Cần chú ý san và đầm bê tông cho đều, tránh dồn đống và dùng đầm để san vữa bê tông.

#### 4.5.3. Bảo dưỡng bê tông, tháo dỡ ván khuôn

Để tăng nhanh cường độ và đề phòng biến dạng co ngót không đều, bê tông cần phải được bảo dưỡng. Đối với bê tông móng, trụ cầu công tác bảo dưỡng được tiến hành sau khi đổ bê tông xong từ 10 ÷ 12 giờ (trường hợp nắng gió thì sau từ 2 ÷ 3 giờ). Tiến hành tưới nước và dùng bao tải, cát, mùn cưa... phủ lên bề mặt bê tông để giữ ẩm. Thời gian bảo dưỡng liên tục từ 7 ÷ 14 ngày, các ngày còn lại phải giữ cho bê tông luôn ẩm.

Việc tháo dỡ ván khuôn chỉ được tiến hành sau khi bê tông đã đạt được cường độ yêu cầu. Đối với ván khuôn thành đứng của móng trụ cầu tiến hành tháo dỡ khi bê tông đạt cường độ 25kG/cm<sup>2</sup>, với ván khuôn chịu lực thì bê tông đạt 50 đến 70% cường độ thiết kế mới tiến hành tháo dỡ được.

Bê tông móng, trụ cầu có kích thước lớn, trước khi tháo ván khuôn thành đứng cần xem xét nhiệt độ bên trong và ngoài của khối bê tông, tránh tháo ván khuôn có luồng khí lạnh. Khi nhiệt độ bê tông hạ thấp quá 11 ÷ 14<sup>0</sup>C thì sau khi tháo ván khuôn phải có lớp vật liệu giữ nhiệt bảo vệ bề mặt bê tông.

Khi tiến hành tháo ván khuôn cần tránh va chạm chấn động mạnh, làm hỏng bề mặt ngoài và sứt mẻ các cạnh góc của kết cấu. Nếu bề mặt bê tông bị rỗ cần có biện pháp xử lý ngay.

Trong khi tháo dỡ ván khuôn cần bảo đảm an toàn lao động và có biện pháp bảo đảm cho ván khuôn không bị hư hỏng. Sau khi tháo cần vệ sinh ngay để phục vụ cho lần đổ bê tông sau.

#### 4.6. Xây dựng móng trụ bằng bê tông cốt thép lắp ghép và bán lắp ghép

Thiết bị cũng như phương pháp lắp ráp thường phụ thuộc vào cấu tạo, khối lượng và kích thước các cấu kiện của móng lắp ghép và các điều kiện cụ thể tại nơi xây dựng cầu.

Thi công móng lắp ghép có liên quan mật thiết với thi công kết cấu nhịp. Tốt nhất là lựa chọn sao cho lắp ráp dùng cùng một loại cần cẩu.

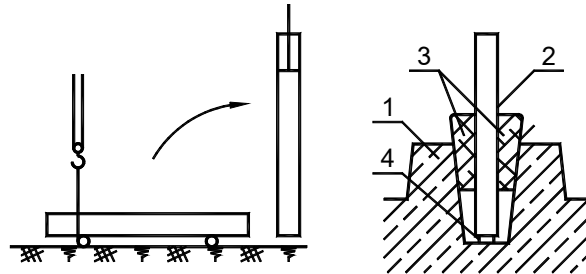
Móng lắp ghép được chia thành các khối có kích thước hợp lý, phù hợp với điều kiện vận chuyển và công tác nối ghép.

Nếu lắp ghép các khối bê tông nhỏ, trọng lượng mỗi khối không quá 5 tấn, có thể lắp ráp bằng cần cẩu xích, cần cẩu chân dê hoặc các loại cần cẩu khác có sức nâng tải không lớn.

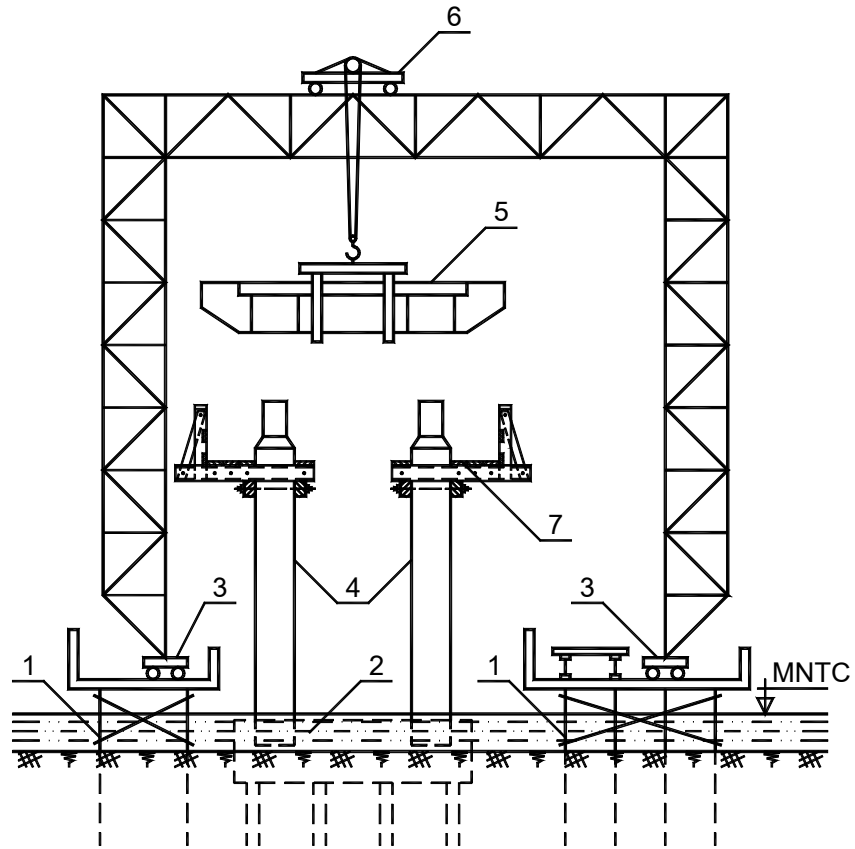
Trong các trụ kiểu cột, các đoạn cột và các khối xà mũ cũng như các cấu kiện khác được lắp ráp bằng cùng một loại cần cẩu đã dùng thi công móng. Nếu sức nâng tải của cần cẩu lớn cho phép, người ta có thể thi công xà mũ lắp ghép nguyên khối.

Các móng trụ dạng cột hoặc tường mỏng của các cầu vượt hoặc ở nơi không có nước mặt, đất nền ổn định được thi công lắp dựng bằng cần cẩu xích hoặc cần cẩu chân dê. Trình tự tiến hành nâng đầu cột về vị trí thẳng đứng (hình 4.18). Người ta đặt chân cột vào lỗ đã chừa sẵn trên móng, giữ, điều chỉnh và cố định cột bằng nêm gỗ. Sau đó nhồi bê tông vào lỗ, cuối cùng tháo các nêm gỗ và đổ bê tông.

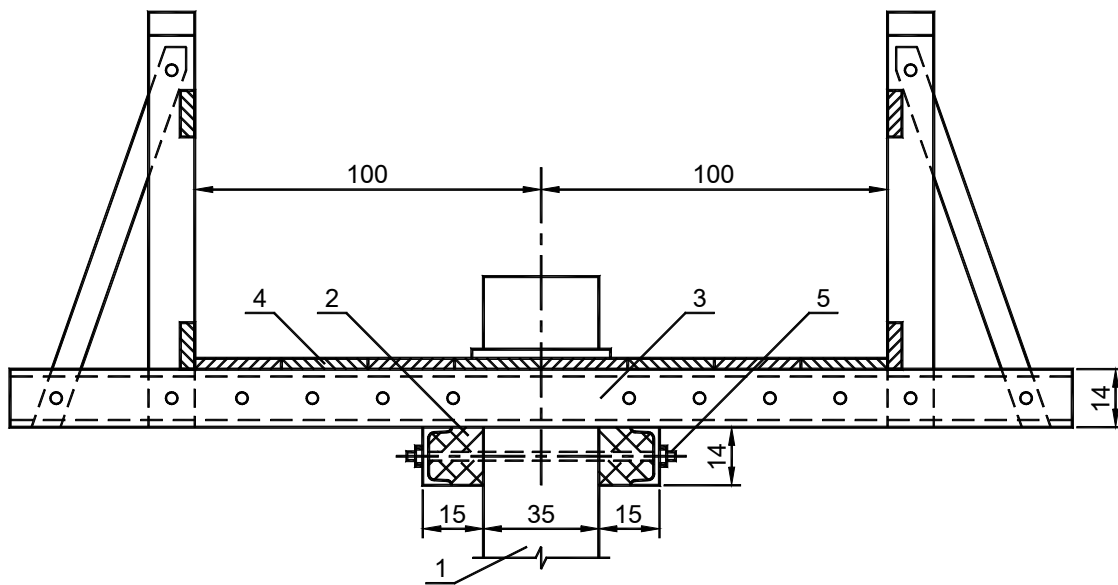
Xà mũ được nâng và đặt vào vị trí nhờ cần cẩu long môn (hình 4.19). Trên đầu trụ cột, trước khi lắp ráp thường bố trí sàn công tác (hình 4.20). Trụ lắp ghép của các cầu cạn cao, được lắp ráp bằng cần cẩu dây cáp hoặc cần cẩu xích. Khi thi công trụ cần bảo đảm những yêu cầu an toàn lao động ở trên cao. Những chỗ công nhân làm việc qua lại đều phải có giàn giáo, lan can và dây bảo hiểm. Trước khi lắp ráp cần chuẩn bị và kiểm tra bèn, ổn định các thiết bị. Để tránh hư hỏng trong quá trình thi công việc cầu nâng, xếp đặt và cố định một cấu kiện bất kỳ phải làm xong trong thời gian một ca làm việc. Các cột cần được trang bị những dầm treo hoặc giàn giáo và cầu thang lắp ghép để phục vụ cho công việc lắp ráp tiếp theo, đồng thời để tháo dỡ dây cáp, lắp ráp xà mũ...



**Hình 4.18** Sơ đồ lắp cột trụ  
1 - Móng; 2 - Cột trụ; 3 - Nêm gỗ;  
4 - Đệm thép



**Hình 4.19** Sơ đồ lắp xà mũ trụ cột bằng giá long môn  
 1 - Giàn giáo; 2 - Móng trụ; 3 - Đường cần trục; 4 - Cột trụ; 5 - Xà mũ  
 6 - Xe goòng; 7 - Giàn giáo treo



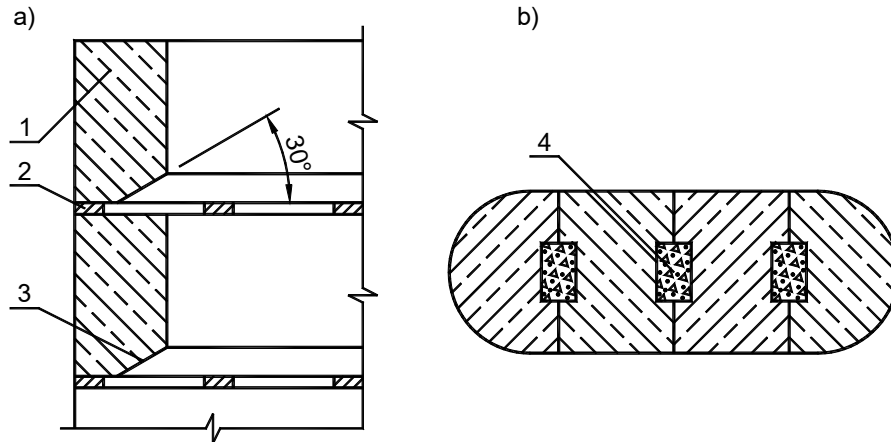
**Hình 4.20** Sàn công tác lắp ghép xà mũ trụ  
 1 - Cột gỗ; 2 - Đệm gỗ; 3 - Khung giàn giáo; 4 - Ván sàn công tác



## 5 - Bu lông đệm chữ U

Đối với các khối lắp ghép hình hộp có cấu tạo vát với độ dốc  $30^{\circ}$  ở mặt trong của khối (hình 4.21) cho phép sử dụng được công nghệ lắp ráp có hiệu quả hơn với các môi nối khô trên độ cao  $5 \div 7$ m. Tại mỗi nối có cấu tạo các nêm và sau đó trát kín.

Để giảm bớt ảnh hưởng ứng suất do sự toả nhiệt và áp lực của bê tông lên các khối lắp ghép có thể độn vào ruột trụ những khối bê tông đúc sẵn. Sau khi lắp ráp và hoàn thiện mạch nối giữa các cấu kiện bao ngoài, bê tông tươi được đổ vào các khoang còn rỗng để toàn khối hoá kết cấu bán lắp ghép.



**Hình 4.21** Cấu tạo khối lắp ghép thân trụ

a) - Cấu tạo khối hộp; b) - Bố trí các khối trên mặt cắt ngang

1 - Khối hộp; 2 - Đệm thép; 3 - Tạo vát mép khối; 4 - Bê tông chèn giữa khối

### 4.7. Xây dựng móng trụ bằng đá

#### 4.7.1. Vật liệu dùng cho công tác xây đá

Vật liệu dùng để xây đá học gồm có đá học, đá dăm và vữa xây.

Đá dùng trong xây dựng móng trụ cầu là các loại đá cứng rắn, đồng chất, không nứt nẻ, không bị phong hoá. Thể tích của mỗi viên đá phải ít nhất bằng  $0,001\text{m}^3$ . Nên dùng các viên đá đều có cạnh 15cm là ít nhất. Cấm không được dùng các loại đá học tròn không sửa mặt. Cường độ tối thiểu của đá phải bằng  $400\text{kg/cm}^2$ . Trước khi đá đem dùng để xây phải được rửa sạch bùn, bụi, và các lớp chất bẩn khác làm ngăn trở vữa dính bám và bắt buộc phải cho đá hút no nước trước khi dùng. Nên dùng cách phun nước để rửa đá.

Đá dùng cho xây dựng móng trụ cầu gồm có: đá học, đá dẽo và đá kiêu.

- Đá học: gồm đá học thô, đá học phẳng đáy và đá học vát cạnh. Những hòn đá này có hình dạng và kích thước đều đặn nặng từ  $20 \div 40\text{kg}$ . Khi xây tùy từng vị trí mà chọn đá cho phù hợp.

- Đá dẽo: là đá học được dẽo phẳng các mặt có hình dạng đều đặn, vuông vức, chiều dài hòn đá ít nhất là 30cm dày ít nhất 15cm và chiều rộng của mặt lộ ra ngoài ít nhất là 25cm. Loại đá này hay dùng để xây các tường mỏng.

- Đá kiêu: là đá có kích thước, hình dạng và chất lượng đúng yêu cầu thiết kế, mặt lộ ra ngoài phải thật đều cạnh và phẳng nhẵn.

Vữa dùng trong xây đá móng trụ cầu là vữa xi măng cát vàng có các loại mác từ  $50 \div 150$ . Cát để làm vữa phải là loại hạt to rắn và không có tạp chất hữu cơ. Không cho phép dùng cát bẩn quá 8% lượng tạp chất khác và quá 2% các hợp chất sulfate và quá 1% lượng mica.

Trước khi dùng vữa xây phải thí nghiệm thành phần hạt của cát để đáp ứng yêu cầu chất lượng theo thiết kế đồng thời phải ép mẫu vữa để quyết định cấp phối vữa.

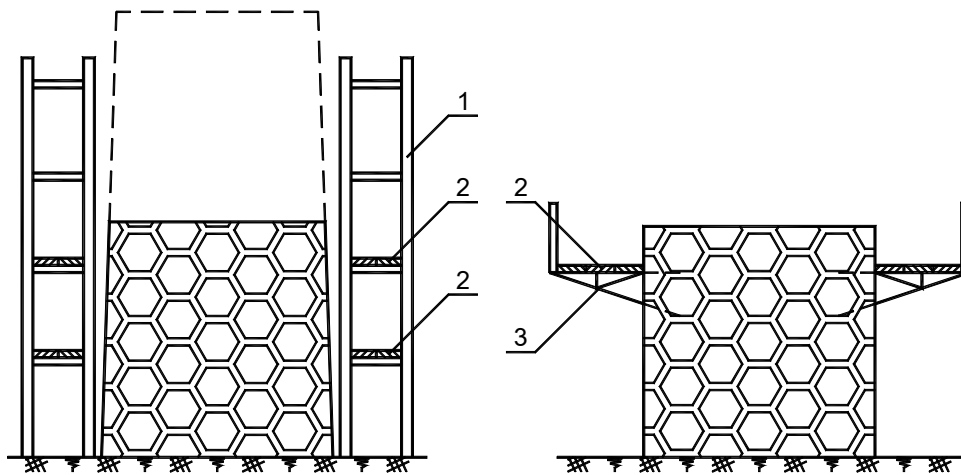
#### 4.7.2. Thi công xây đá

Trước khi tiến hành xây phải xác định đúng vị trí, kích thước của khối xây. Dụng cụ ga-ba-ri (kên khuôn) để xây cho chính xác và thuận lợi cho công tác kiểm tra thường xuyên.

Phải dùng phương pháp day đá trên vữa để xây móng trụ. Phải chọn đá theo chiều cao xây gắn chặt và chèn đá nhỏ chặt vào các khe hở, trước tiên xây móng phải xây theo từng lớp ngang mỗi lớp có chiều cao ít nhất là 80cm. Khi xây thân móng hàng đá đầu tiên đặt trực tiếp trên móng phải đặt khô và chọn các đá đều lớn, chèn kỹ đá nhỏ, đầm và đổ vữa lỏng cho tới khi lấp đầy lỗ hổng. Khi xây mỗi lớp: đầu tiên phải đặt các hàng đá ngoài mặt và các đá ở góc bằng đá đều to. Trong các khuôn đá xây lên, đặt đá hộc vào. Đá hộc phải đặt sao cho càng chặt nhau càng tốt và khít với hàng ngoài mặt. Các viên đá to phải đặt nằm vững chãi không bấp bênh khi đầm lên, không cho phép chỗ đá tiếp xúc nhau hoặc chèn đá nhỏ giữa các viên đá mà không đổ vữa. Mạch vữa xây không dày quá 20mm, mạch các viên đá phải so le ít nhất là 10cm. Khi miết mạch ngoài cần miết sâu vào ít nhất 10 ÷ 20mm sau này dùng vữa mác cao bịt lại.

Trong quá trình xây luôn bảo đảm cho thân móng trụ cao đều nhau, tránh trường hợp chênh lệch cao giữa các phần tường cao quá 1,2m.

Xây móng trụ cần phải có đà giáo, sàn công tác để công nhân thao tác xây và tập kết vật liệu (hình 4.22). Đà giáo, tùy điều kiện cụ thể làm đà giáo bằng thép chuyên dụng, gỗ hoặc tre, luồng... nhưng phải bảo đảm chắc chắn và an toàn. Đà giáo phải được dựng cách khối xây tối thiểu là 5cm và không xa quá, gây khó khăn khi xây.



**Hình 4.22** Đà giáo xây dựng trụ bằng đá

1 - Cột chống; 2 - Ván sàn công tác; 3 - Dàn công xon thép

Quá trình xây phải giữ gìn cho khối xây không bị va chạm chấn động làm ảnh hưởng đến độ dính kết giữa các viên đá.

Khi mới xây xong, vữa chưa rắn chắc cần đề phòng tránh mọi lực xung kích. Cắm chất đá lên phần mới xây.

Trong thời gian ngừng làm việc qua một ngày đêm và sau khi hoàn thành công tác xây để tránh cho vữa khô nhanh phải che phủ lên phần xây và tưới nước bảo dưỡng ít nhất 7 ngày đêm.

Kích thước khối xây phải thường xuyên được kiểm tra, các sai số trong khối xây không được vượt quá các trị số sau:

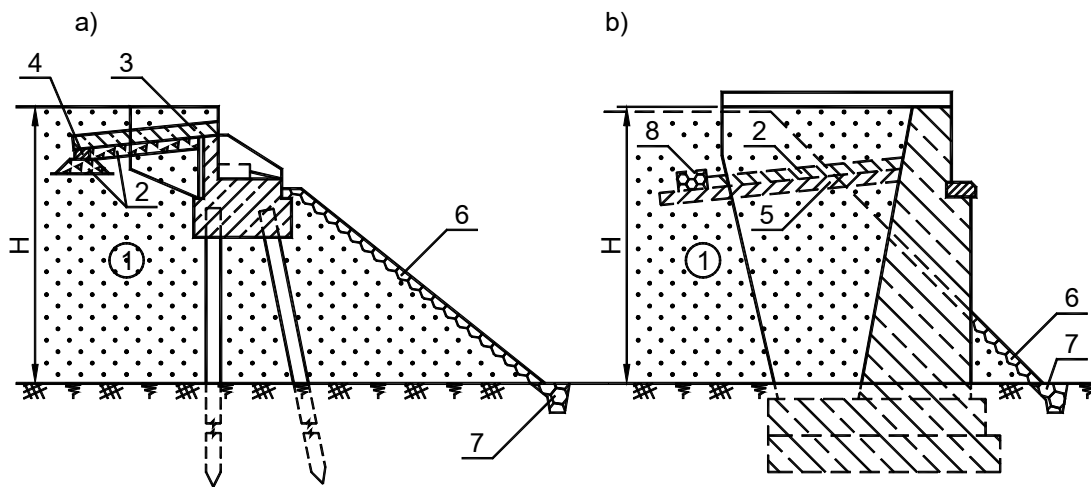
- Đối với móng:  $\pm 50\text{mm}$ .
- Đối với thân :  $\pm 20\text{mm}$ .
- Bề mặt lồi lõm :  $\pm 5\text{mm}$ .

#### 4.8. Xây dựng đường đầu cầu

Đường hai đầu cầu là phần tiếp giáp giữa cầu và đường phải bảo đảm được sự chuyển tiếp êm thuận giữa cầu và đường. Công tác thi công nền, mặt đường nói chung được tiến hành như đối với các đoạn đường khác cùng cấp thiết kế. Nội dung chủ yếu dưới đây đề cập đến công tác xây dựng đoạn đường tiếp giáp ngay đối với mố cầu và các công trình trên đoạn đó. Đoạn tiếp giáp này rất quan trọng, bao gồm một số các hạng mục: bản quá độ, hệ thống thoát nước sau mố, gia cố mái taluy đầu cầu... đáp ứng điều kiện khai thác thuận lợi của cầu (hình 4.23).

##### 4.8.1. Xây dựng nền đất đắp sau mố

Phần nền đường ngay sau mố phải được đắp bằng lạo đất thoát nước tốt và phải đảm bảo độ chặt theo thiết kế. Trước khi đắp phải quét bitum lên bề mặt của mố ở những bộ phận bị vùi trong đất.



**Hình 4.23** Cấu tạo đường đầu cầu và thoát nước sau mố

a) - Đối với mố chân dê; b) - Đối với mố chữ U

- 1 - Đắp đất thoát nước; 2 - Đệm đá dăm; 3 - Bản quá độ; 4 - Dầm kê bản quá độ  
 5 - Đất sét đầm chặt; 6 - Gia cố mái taluy; 7 - Chân khay phân gia cố mái taluy  
 8 - Xếp đá hộc to thoát nước sau mố

Đắp đất nền đường đầu cầu phải tiến hành theo dây chuyền từng lớp với trình tự: đắp, san và đầm. Chiều dày lớp đất phụ thuộc vào điều kiện thi công loại đất, loại đầm và độ chặt thiết kế.

Đất dùng để đắp nền đường phải có độ ẩm thích hợp đúng với độ ẩm tốt nhất, cho phép sai lệch không quá 20% trị số độ ẩm tốt nhất. Đối với đất dùng để đắp nền đường đầu cầu độ ẩm thường từ 8 ÷ 18%.

Khi đầm nên dùng đầm máy để đầm. Các loại máy đầm trước khi đưa vào để đầm cần xác định các trị số phù hợp về vị trí, áp suất và tốc độ đầm. Đối với phần nền đường ở sát mố cầu cần phải dùng các loại đầm gọn nhẹ như: máy đầm nện, đầm chấn động. Trường hợp hết sức khó khăn hoặc thiếu phương tiện đầm máy thì có thể dùng đầm thủ công theo các quy định hiện hành. Đường đi của máy đầm phải theo hướng dọc tim đường và từ mép ngoài vào tim đường. Số lượt đầm được xác định phụ thuộc vào chiều dày lớp đất rải, độ ẩm và áp lực đầm.

Trong quá trình thi công cần phải thường xuyên kiểm tra các thông số về chiều dày lớp đất, độ ẩm và số lượt đầm để bảo đảm độ chặt yêu cầu.

#### 4.8.2. Hoàn thiện và gia cố mái đất đắp

Sau khi đắp xong nền đường cần phải tiến hành gia cố mái đất đắp. Trước khi hoàn thiện phải kiểm tra lại kích thước và cao độ nền đắp, sai số không vượt quá trị số do quy trình quy định ở Bảng 4.12.

**Bảng 4.12**

**SAI SỐ CHO PHÉP NỀN ĐẤT ĐẮP ĐẦU CẦU**

Tên hạng mục	Sai lệch cho phép (m)
Gờ, mép, trục tim đường	$\pm 0,05$
Tăng độ mái dốc	Không cho phép
Bề rộng cơ nền đường	$\pm 0,15$

Mái dốc nền đường đầu cầu được chia làm hai đoạn:

- Đoạn tiếp giáp với cầu và nhô ra phía ngoài sông (gọi là 1/4 nón mố).
- Đoạn mái taluy song song với tim đường.

Mái dốc của đoạn 1/4 nón mố là đoạn nguy hiểm nhất vì có chiều cao đất đắp lớn nhất và phải chịu xói trực tiếp của nước lũ. Đoạn này tùy theo chiều cao đất đắp mà có biện pháp gia cố khác nhau. Thường phần mái dốc 1/4 nón mố này gia cố bằng đá hộc lát miết mạch, khi ở điều kiện nước lũ có thể gia cố bằng bê tông. Độ dốc phụ thuộc vào chiều cao đất đắp nhưng không lớn hơn 1/1,25. Chân móng của mái lát này thường bằng đá hộc xây hoặc bê tông, chiều sâu phân bố của chân móng phải nằm dưới đường xói lở cục bộ.

Sau khi thi công xong phần nền, tiến hành sửa và đầm mái taluy theo đúng độ dốc quy định. Tiến hành xây chân móng, rải rải lớp đá dăm đệm trên mặt taluy và lát đá hộc. Lát xong chờ cho nền ổn định (thời gian khoảng 6 tháng) tiến hành chèn vữa xi măng thật kỹ vào các khe của mái lát.

Đoạn mái taluy của phần nền đường còn lại thường được gia cố chống xói bằng các loại cỏ có rễ chắc. Nếu phần đường đắp này cũng bị ảnh hưởng của nước lũ thì tiến hành gia cố mái phía thượng lưu bằng đá hộc lát khan hoặc lát đá miết mạch.

Các công trình ở trong thành phố hay một số công trình có chiều cao nền đất đắp quá lớn người ta thường làm tường chắn đất bằng đá hộc xây hoặc bê tông, bê tông cốt thép. Khi đó các công trình tường chắn đất này được xây dựng trước rồi mới tiến hành đắp đất.

#### 4.8.3. Lắp đặt bản quá độ

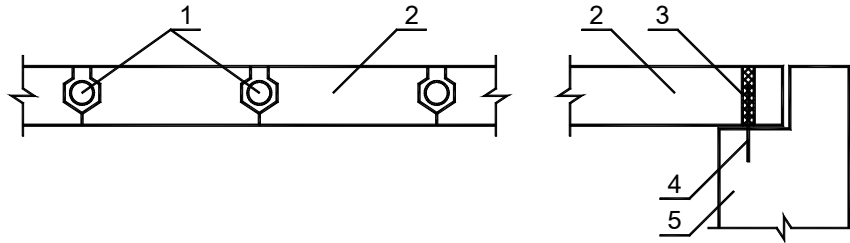
Phần bản quá độ giúp cho việc chuyển tiếp từ đường vào cầu được êm thuận. Một đầu của bản quá độ được kê lên tường trước của mố, đầu còn lại được kê trên dầm kê nằm ngang vuông góc với trục tim cầu. Dầm được kê trên lớp đệm đá dăm đầm chặt.

Bản quá độ có thể được đổ tại chỗ hoặc lắp ghép tùy thuộc vào điều kiện thi công.

Nếu thi công đổ tại chỗ thì bắt đầu thi công sau khi đã thi công xong phần nền đường. Trình tự thi công như sau:

- Làm lớp đệm đá dăm.
- Lắp đặt cốt thép và đổ bê tông dầm kê.
- Lắp đặt cốt thép và đổ bê tông bản quá độ.

Phương pháp này không mất công cấu lắp đưa bản quá độ vào vị trí nhưng phải chờ cho bê tông đủ cường độ thì mới tiến hành thi công các hạng mục tiếp theo được. Thông thường, ở trên các công trường để rút ngắn thời gian thi công, người ta dùng phương pháp lắp ghép.



**Hình 4.24** Hoàn thiện mối nối bản quá độ

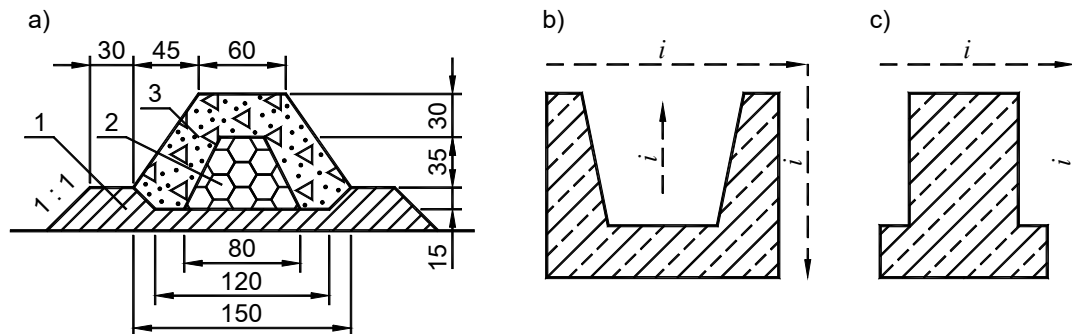
a) - Mối nối dọc; b) - Chốt đầu mối

1 - Vữa xi măng; 2 - Bản quá độ; 3 - Nhựa bitum trộn cát; 4 - Cốt thép neo; 5 - Mố cầu

Bản quá độ và dầm kê được đúc sẵn ở công trường. Để phù hợp với phương tiện cầu lắp người ta chia bản quá độ thành nhiều bản theo chiều ngang rộng từ 1 ÷ 1,5m. Làm xong nền đường đầu cầu, chuẩn bị lớp đệm đá dăm và tiến hành cấu lắp lần lượt dầm kê và các bản quá độ. Sau đó dùng vữa xi măng trám vào mối nối dọc và dùng nhựa bitum trộn cát vàng trám vào lỗ để chừa của bản quá độ ở trên mố (hình 4.24)

- Trong lòng mố chữ U hoặc chữ T để đảm bảo nước không bị đọng lại ở trong mố, người ta làm rãnh thoát nước sau mố. Trên hình 4.25 là ví dụ cấu tạo rãnh thoát nước sau mố.

- Khi thi công nền đất đắp đầu cầu, cần phải lưu ý đến vị trí của rãnh dọc.



**Hình 4.25** Cấu tạo rãnh thoát nước sau mố

a) - Mặt cắt ngang rãnh; b và c) - Sơ đồ bố trí rãnh thoát nước sau mố chữ U và chữ T

1 - Đất sét đầm chặt; 2 - Xếp đá hộc to; 3 - Đá dăm

Nền đất đắp đầu cầu được thi công đến cao độ đáy của rãnh thoát nước thì dừng lại. Chờ thi công xong phần rãnh thoát nước rồi mới tiếp tục thi công nền đường. Phần nền đường trong khu vực bố trí rãnh thoát nước phải thi công cẩn thận và tránh làm hư hỏng rãnh thoát nước. Tốt nhất nên dùng loại đầm nhẹ hoặc thủ công để đầm.

Rãnh thoát nước được thi công tuần tự như sau:

- Nền rãnh dùng đất sét đầm chặt, tạo khuôn rãnh theo độ dốc thiết kế.
- Xếp đá hộc theo kích thước của rãnh thiết kế.
- Xếp đá dăm phủ ra ngoài lõi đá hộc.

Độ dốc của rãnh và cửa thoát nước ra cửa rãnh phải tính toán sao cho đảm bảo thoát nước tốt, cửa ra phải không thấp hơn mức nước cao nhất thiết kế (thông thường phải bảo đảm cao hơn 0,2m).

#### **4.8.4. Thi công kết cấu mặt đường**

Kết cấu mặt đường được thi công sau khi đã hoàn thành việc thi công phần nền đường và các công trình gia cố mái ta luy và nền đường, thường được tiến hành cùng với lớp phủ mặt cầu.

Về công nghệ thi công các loại kết cấu mặt đường đã được giới thiệu trong môn học xây dựng đường.

#### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Nêu các đặc điểm và yêu cầu cơ bản trong công tác xây dựng móng trụ cầu.
2. Nêu cấu tạo và phạm vi áp dụng các loại ván khuôn.
3. Nêu các tải trọng và tổ hợp tải trọng tác dụng khi tính toán ván khuôn nằm ngang (ván đáy).
4. Nêu các tải trọng và tổ hợp tải trọng tác dụng vào ván khuôn thành.
5. Trình bày nội dung tính duyệt ván khuôn.
6. Nêu các yêu cầu cơ bản của công tác thi công bê tông móng trụ cầu.
7. Nêu nội dung trình tự thi công bê tông móng trụ cầu (sản xuất, vận chuyển, đổ, đầm và bảo dưỡng bê tông).
8. Nêu các nguyên tắc và yêu cầu cơ bản khi thi công móng trụ cầu bằng phương pháp lắp ghép. Trình bày phương pháp lắp ghép móng trụ cầu.
9. Trình bày yêu cầu và phương pháp xây đá hộc móng trụ cầu.
10. Đường hai đầu cầu, nêu các công tác thi công cần thiết phải tiến hành.

## **Chương 5**

### **XÂY DỰNG KẾT CẤU NHỊP CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP**

#### **5.1. Xây dựng kết cấu nhịp cầu dầm bê tông cốt thép toàn khối**

##### **5.1.1. Đặc điểm xây dựng kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép toàn khối**

Cầu bê tông cốt thép thi công đúc toàn khối cần một khối lượng công tác rất lớn để xây dựng công trình tạm phục vụ thi công. Chế tạo và lắp dựng giàn giáo ván khuôn tốn kém sức lao động, thời gian thi công kéo dài, giá thành đắt. Kinh nghiệm cho thấy, nếu dùng giàn giáo gỗ thì khối lượng gỗ chiếm khoảng gần 5% thể tích không gian gầm cầu. Ván khuôn gỗ chiếm từ  $0,3 \div 0,4\text{m}^3$  cho  $1\text{m}^3$  bê tông. Nếu dùng các loại giàn giáo khác cũng không kém phức tạp và tốn kém. Nhiều khi giàn giáo hoặc giá vòm cũng thực sự là công trình đồ sộ, không kém gì nhịp cầu bê tông cần đúc toàn khối. Vì vậy dầm cầu bê tông cốt thép đổ tại chỗ chỉ dùng trong trường hợp cá biệt, có yêu cầu riêng hoặc xây dựng cầu ở vùng sẵn vật liệu cát, sỏi, đá và gỗ... Hiện nay trong xây dựng cầu bê tông cốt thép đổ tại chỗ đã áp dụng nhiều tiến bộ khoa học - công nghệ để giảm bớt khối lượng thi công như dùng giàn giáo giá vòm chuyên dụng, giàn giáo di động, giàn giáo treo. Thậm chí dùng các biện pháp thi công không cần giàn giáo như sử dụng kết cấu bán lắp ghép, phương pháp đúc đẩy hoặc dùng ván khuôn trượt. Phương pháp dùng giàn giáo treo đổ bê tông hằng được ứng dụng rộng rãi ở các nước. Hiện nay ở Việt Nam đã sử dụng trong thi công phổ biến cho các cầu lớn như: Cầu Phú Lương, Cầu Tiên Cự, Cầu Sông Gianh, Cầu Hoàng Long, Cầu Tân Đệ, Cầu Thanh Trì, Cầu Bãi Cháy, Cầu Phù Đổng, Cầu Vĩnh Tuy v.v...

Phương pháp thi công dùng giàn giáo treo đổ bê tông hằng có nhiều ưu điểm đối với cầu dầm liên tục nhiều nhịp, cầu treo, cầu khung T có chiều dài nhịp từ 50m trở lên.

Kết cấu bán lắp ghép chỉ sử dụng một phần là cấu kiện đúc sẵn, còn lại là đổ bê tông tại chỗ, nên có nhiều hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật, khắc phục nhược điểm của hai loại kết cấu trên, đồng thời phát huy những ưu điểm sẵn có của chúng. Do đó rất thông dụng ở nhiều nước. Ở nước ta kết cấu bán lắp ghép đã được sử dụng có hiệu quả đầu tiên Cầu Tam Canh và một số cầu đường ô tô ở Tỉnh Vĩnh Phúc.

Phương pháp đúc đẩy cũng là công nghệ xây dựng tiên tiến, tiết kiệm được kinh phí thi công các công trình phụ tạm là giàn giáo và ván khuôn, đồng thời thu hẹp được bãi đúc và công nghệ xây dựng cầu, tập trung được khâu quản lý sản xuất.

##### **5.1.2. Xây dựng cầu dầm bê tông cốt thép trên giàn giáo**

Xây dựng cầu dầm bê tông cốt thép toàn khối trên giàn giáo bao gồm các công việc sau: làm giàn giáo, lắp dựng ván khuôn, đặt cốt thép, đổ và đầm bê tông, bảo dưỡng bê tông, tháo dỡ ván khuôn và giàn giáo.

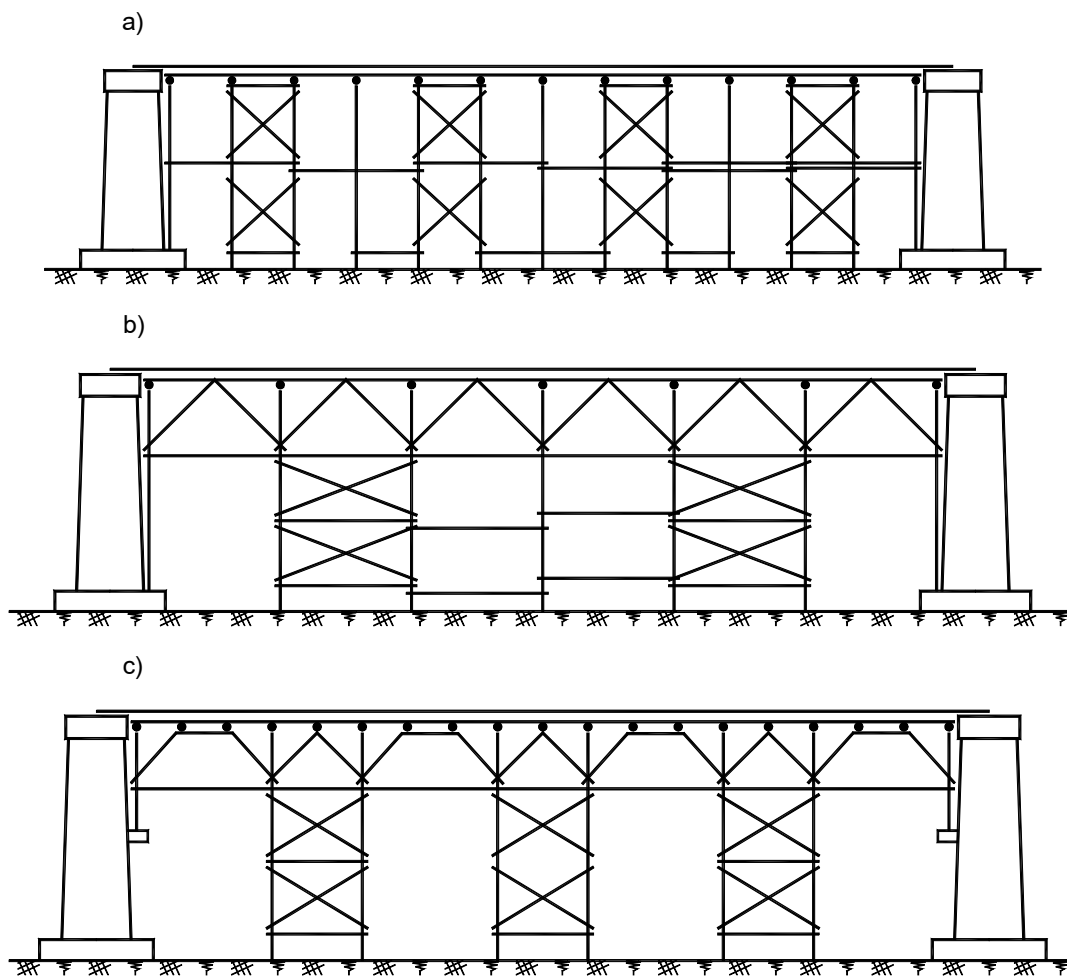
Vật liệu làm giàn giáo bằng gỗ, thép hoặc kết hợp gỗ và thép.

Giàn giáo phải đủ cường độ, độ cứng và ổn định theo yêu cầu. Chẳng hạn độ biến dạng của các thanh giàn giáo không được vượt quá giới hạn cho phép, nếu không sẽ dẫn đến hậu quả rất lớn như sự cố sập nhịp cầu dẫn Cầu Cần Thơ.

Cầu tạo giàn giáo phải đơn giản để dễ tháo lắp và sử dụng được nhiều lần. Mỗi nối phải thật khít để giảm biến dạng không đàn hồi, khe nối không được hở quá 1mm. Sai số kích thước không vượt quá  $\pm 10\text{mm}$ , sai số khoảng cách giữa các tim giàn giáo không vượt quá  $\pm 30\text{mm}$ . Giàn giáo được chọn tùy theo kết cấu, chiều dài nhịp, chiều cao cầu, vật liệu và thiết bị thi công sẵn có... Giàn giáo có nhiều dạng như giàn giáo cố định, giàn giáo di động.

*a. Cấu tạo giàn giáo cố định*

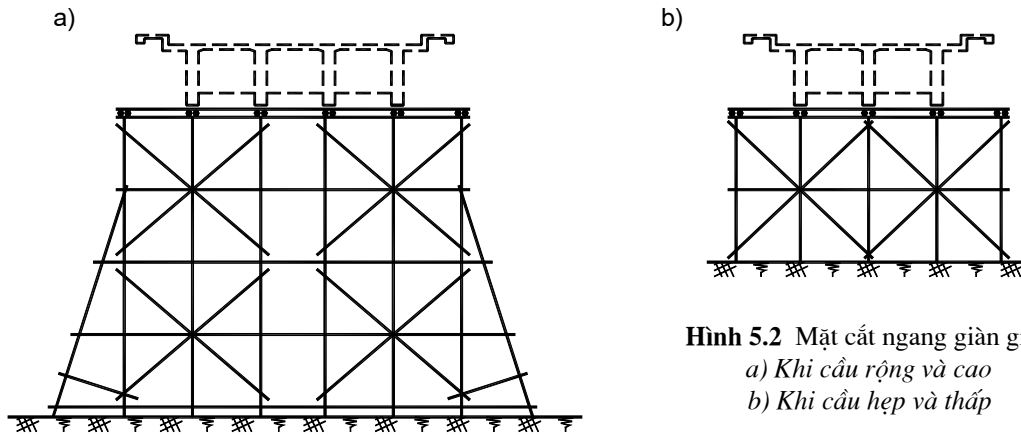
Giàn giáo cố định loại đơn giản nhất là giàn giáo kiểu cột đứng, khoảng cách giữa các cột thay đổi từ  $2 \div 4\text{m}$  (hình 5.1a). Khi cầu cao, cột đứng phải bố trí dày, do đó tốn gỗ đồng thời trong thời gian thi công thuyền bè không qua lại được, cho nên cũng có thể dùng giàn giáo thanh chống xiên dạng tam giác hoặc hình thang (hình 5.1b và c). Khoảng cách giữa các cột sẽ tăng từ  $6 \div 8\text{m}$ .



**Hình 5.1** Sơ đồ cấu tạo giàn giáo gỗ

Mặt cắt ngang giàn giáo có cấu tạo tùy theo bề rộng cầu và số lượng dầm chủ. Các cột đứng luôn luôn phải bố trí ứng với dầm chủ. Hình 5.2 giới thiệu cấu tạo một loại giàn giáo gỗ cố định tính từ trên xuống có các bộ phận sau: ván đáy dầm chủ, dầm ngang, dầm dọc, thiết bị hạ giàn giáo và palê gồm xà mũ, cột đứng, chân chống và các thanh ôp chéo. Các vi palê có thể kê trực tiếp trên nền đất tốt, nếu nền đất yếu phải kê trên nền cọc.





**Hình 5.2** Mặt cắt ngang giàn giáo  
 a) Khi cầu rộng và cao  
 b) Khi cầu hẹp và thấp

Trường hợp nhịp cầu lớn và sông có thông thuyền thì sử dụng giàn giáo bằng thép hình chữ I sẽ hợp lý hơn. Tuy nhiên vì thép hình khan hiếm và đắt tiền, cần sử dụng thép hình kích thước có sẵn, tốt nhất là để nguyên, không khoan, cắt mà đặt so le trên palê, để sử dụng lại. Nếu cần có thể nối dài theo kiểu liên kết chồng, ốp gỗ hoặc bê tông và bu lông.

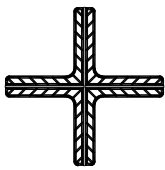

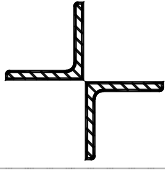
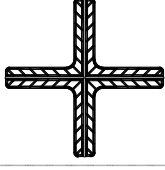
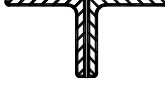

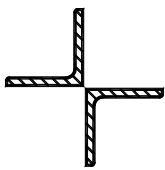
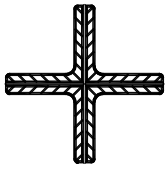
Trong thời gian thi công nếu cần có khổ thông thương gầm cầu lớn, người ta thường dùng giàn giáo dầm I có thanh tăng cường dầm thép, thông thường ở nước ta hay dùng giàn giáo bằng thanh thép “vạn năng” УИКМ của Liên Xô cũ hoặc các chi tiết của cầu quân dụng Bailey là tiện lợi nhất, vì có thể dễ dàng lắp thành dầm hay trụ tạm phục vụ thi công.

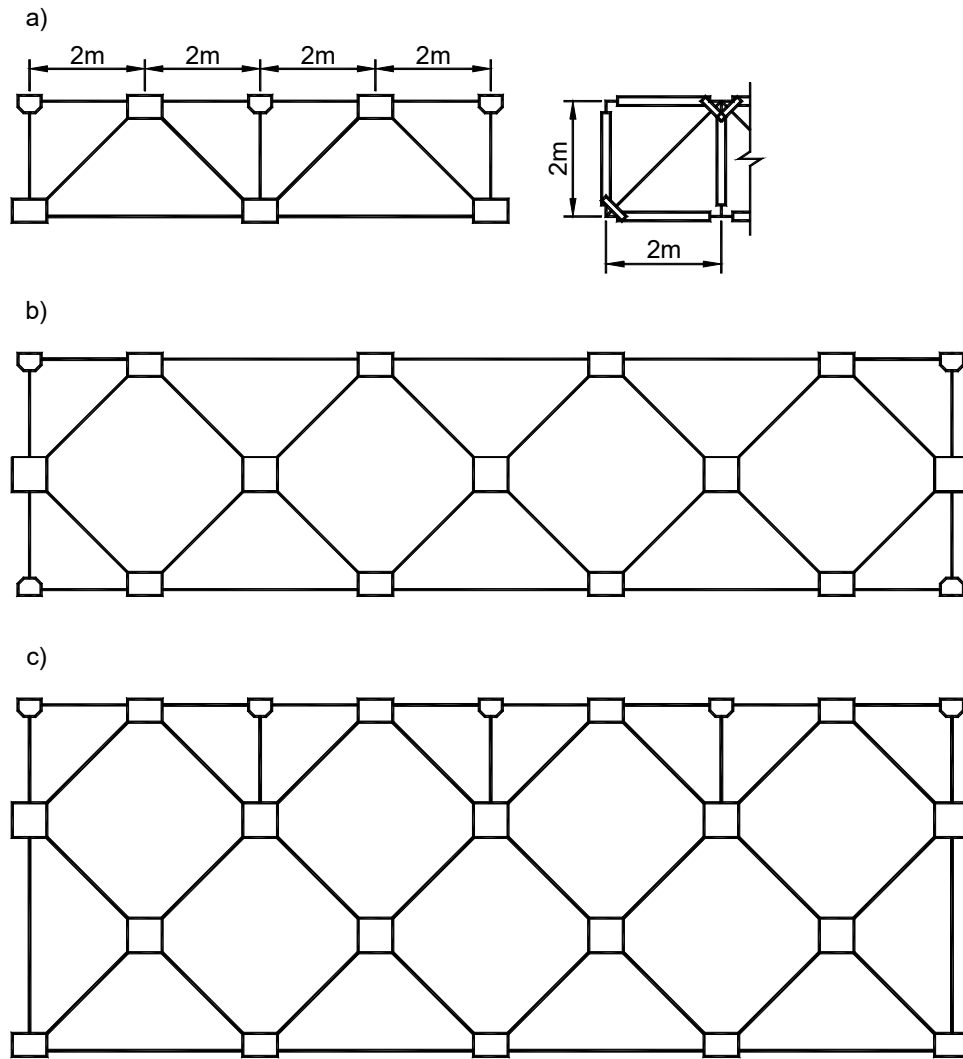
Giàn giáo thép “vạn năng” УИКМ của Liên Xô cũ có đầy đủ các tính năng sử dụng rộng rãi có loại 25 linh kiện, 61 linh kiện gồm các thanh vạn năng được làm bởi các thép góc, thanh nặng nhất 76,4daN, các bản nút nặng 93daN, các ụ chân (đầu bò) nặng 260,3daN. Các thép hình I để làm dầm ngang có thể nặng tới 1154daN. Các thanh thép đều bằng thép CT3, thanh ghép có thể tổ hợp từ 1 đến 6 thép góc. Bản nối và bản giằng có 26 loại. Các thanh liên kết bằng bu lông có đường kính  $\Phi 22$  và  $\Phi 27$ mm. Thanh vạn năng có thể lắp thành giàn, trụ, tháp cầu và nhiều hình thức liên kết khác với khoảng 2m.

Bảng 5.1 giới thiệu các đặc trưng tiết diện, năng lực chịu tải trọng của kết cấu thanh vạn năng УИКМ. Hình 5.3 và hình 5.4 giới thiệu cấu tạo giàn giáo bằng thanh vạn năng và khuôn Bailey. Hình 5.5 và hình 5.6 là dạng cấu tạo trụ tạm bằng thanh vạn năng và khuôn Bailey. Khi lắp dựng giàn giáo chuyên dụng bằng thanh vạn năng hoặc khuôn Bailey rất tiện lợi cho việc lắp dựng và tùy theo khẩu độ, chiều cao cầu ta có thể lắp dựng thành nhiều dạng khác nhau thành các kết tạm phục vụ tiện ích cho cả thi công móng, trụ và dầm bê tông cốt thép và có thể lắp thành giá lao dầm.

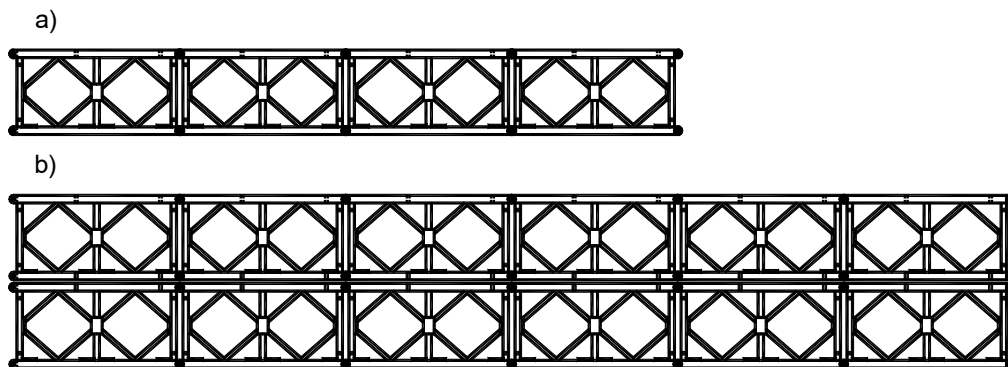
**Bảng 5.1**  
**CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA KẾT CẤU THANH VẠN NĂNG УИКМ**

Bộ phận dàn	Hình dạng mặt cắt	Thành phần mặt cắt	Khoảng cách tim nút (cm)	Độ mảnh $\lambda$	Nội lực giới hạn (tấn)		
					Chịu nén	Chịu kéo	Theo liên kết
đứng và thanh		1L	200	85	8	8,5	38,9
		125×125×10	400	170		8,5	38,9
		2L	200	53	78	78	89,6÷140

		125×125×10	400	91	66,8	78	89,6÷140
		4L 125×125×10	200	48	156	156	156÷161
			400	81	145	156	156÷161
Thanh xiên		1L 90×90×9	141,5	81	4,2	4,4	23,4
			283	138	3,6	4,4	23
		2L 90×90×9	283	85	40,7	41,3	46,7
				4L 90×90×9	283	85	84,2
		2L 75×75×8			283	100	11,1
Thanh giằng				1L 75×75×8	200	135	3,2
	400	270				3,7	10,4
		2L 75×75×8	200	85	34,7	36,1	14,6÷41,5
			400	148	15,8	36,1	14,6÷41,5
		4L 75×75×8	200	74	72,2	72,2	29,2÷58,4
			400	124	41,5	72,2	29,2÷58,4

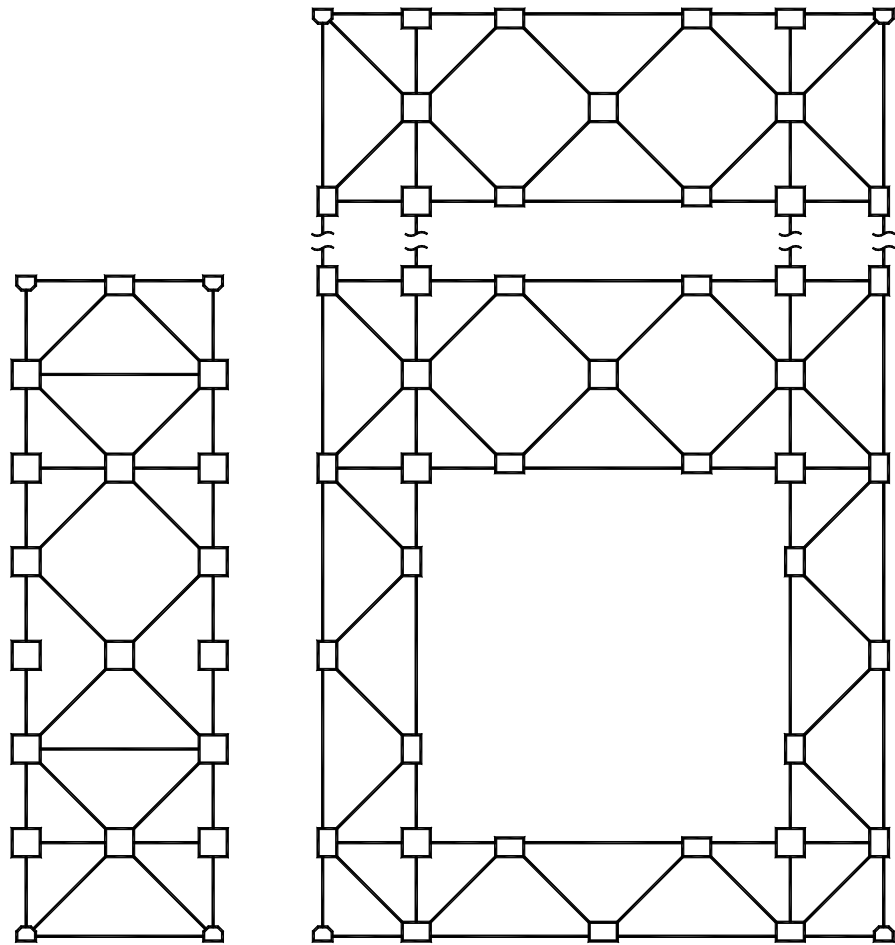


**Hình 5.3** Một số dạng giàn giáo thép chuyên dụng УИКМ  
 a) - Giàn giáo 1 tầng; b) - Giàn giáo 2 tầng; c) - Giàn giáo 3 tầng

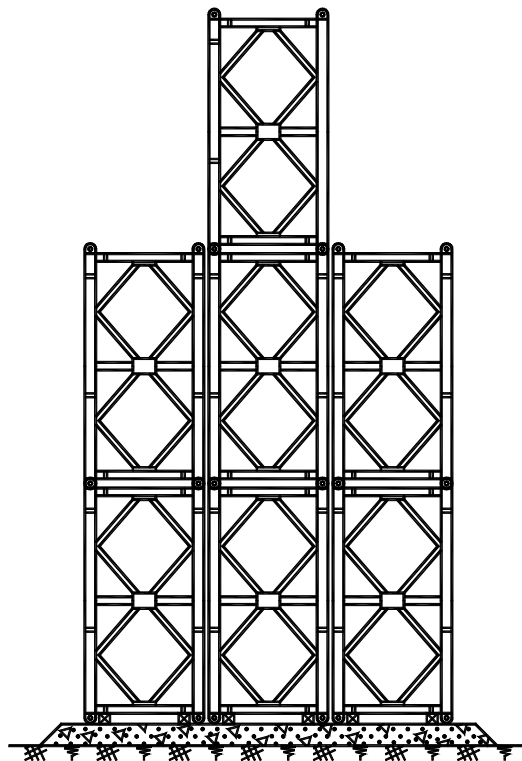


**Hình 5.4** Một số dạng giàn giáo chuyên dụng bằng khuôn Bailey  
 a) - Panô một tầng; b) Panô hai tầng

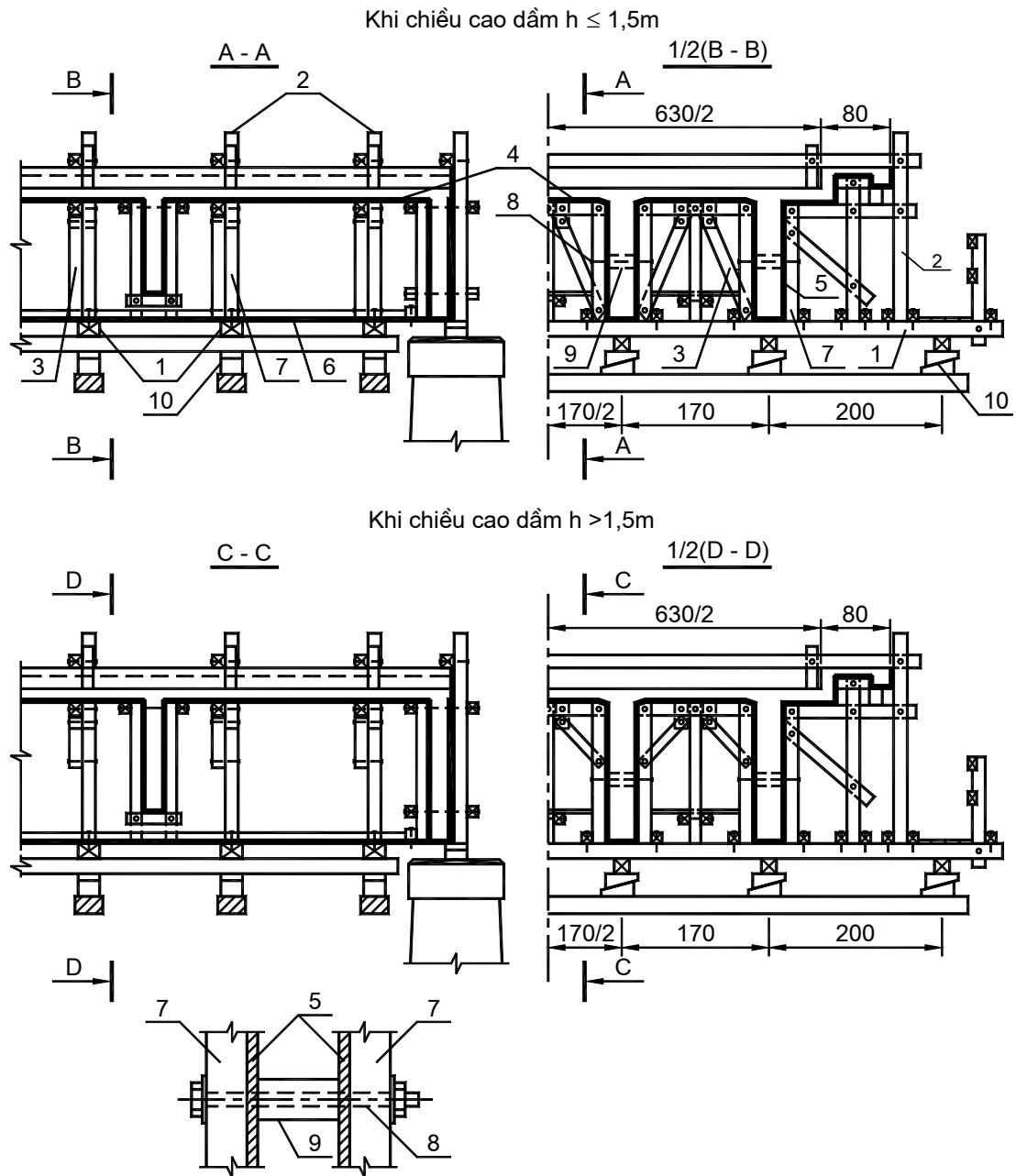
**Hình 5.5**  
Trụ ghép bằng  
thanh vạm nãng  
УИКМ



**Hình 5.6**  
Trụ ghép bằng khuôn Bailey



b. Cấu tạo ván khuôn



**Hình 5.7** Ván khuôn kết cấu nhịp dầm

a) - Khi chiều cao dầm  $h = 1,5m$  (khi  $h < 1,5m$  không cần thanh chống xiên)

b) - Khi chiều cao dầm  $h > 1,5m$

1 - Gỗ ngang; 2 - Khung ngoài; 3 - Khung trong; 4 - Ván đáy bản; 5 - Ván thành  
6 - Ván đáy dầm; 7 - Thanh đứng; 8 - Bu lông giằng; 9 - Văng chống; 10 - Nệm gỗ

Ván khuôn cầu dầm bê tông đúc toàn khối có thể làm bằng gỗ, thép hoặc kết hợp gỗ - thép. Yêu cầu đối với ván khuôn là đủ độ cứng và cường độ, đơn giản để chế tạo, dễ tháo lắp và sử dụng được nhiều lần. Ván khuôn phải khít để tránh rò rỉ vữa xi măng khi đổ bê tông.

Tuỳ theo số lượng nhịp có thể chọn ván khuôn gỗ hoặc thép. Đối với ván khuôn thép sử dụng được nhiều lần, do đó tổng giá thành hạ.

Cấu tạo kết cấu ván khuôn gỗ được giới thiệu trên hình 5.7

Ván khuôn gỗ đúc đầm bê tông cốt thép gồm các bộ phận sau:

- Ván lát: Dày từ 3 đến 5cm, khoảng cách các nẹp đứng từ 70 đến 100cm. Ván khuôn có thể chia đoạn để chế tạo sẵn, như vậy sẽ lắp ghép được nhanh. Để đảm bảo bề dày sườn đầm bê tông cần bố trí các bu lông giằng luôn qua lỗ của thanh chống bằng bê tông.

- Khung chống: Đó là những thanh gỗ liên kết với nhau bằng đinh hoặc bu lông thành từng mảng không biến hình, dựng thẳng đứng thành từng bộ, cách nhau khoảng 70 đến 100cm. Ván khuôn đáy và khung chống được đặt trên gỗ ngang. Khi đầm cao và bầu đầm có bố trí nhiều cốt thép có thể mở cửa sổ trên sườn đầm để đổ và đầm bê tông (có thể kiểm tra cốt thép và bê tông tươi qua cửa sổ). Đổ bê tông đến cửa sổ phải bịt lại để tiếp tục đúc phần trên.

### c. Công tác cốt thép và đổ bê tông

- Công tác cốt thép

Cốt thép được chế tạo thành từng lưới, thành khung sườn với kích cỡ phụ thuộc vào phương tiện vận chuyển và cầu lắp. Lưới và khung thép được chế tạo trong phân xưởng cốt thép nhờ các khuôn mẫu và phải đảm bảo độ chính xác. Độ cứng của khung cốt thép nhờ hàn các thanh và cốt thép xiên. Sườn cốt thép rời đặt trong ván khuôn cần phải phù hợp với cấu tạo ván khuôn và không có biến dạng dư.

Lớp bảo vệ cốt thép được bảo đảm bằng các miếng đệm vừa xi măng có bề dày bằng lớp bảo vệ. Trong miếng đệm có đặt sợi thép nhỏ để buộc vào cốt thép chủ. Khoảng cách giữa các miếng đệm tùy theo đường kính của thanh cốt thép.

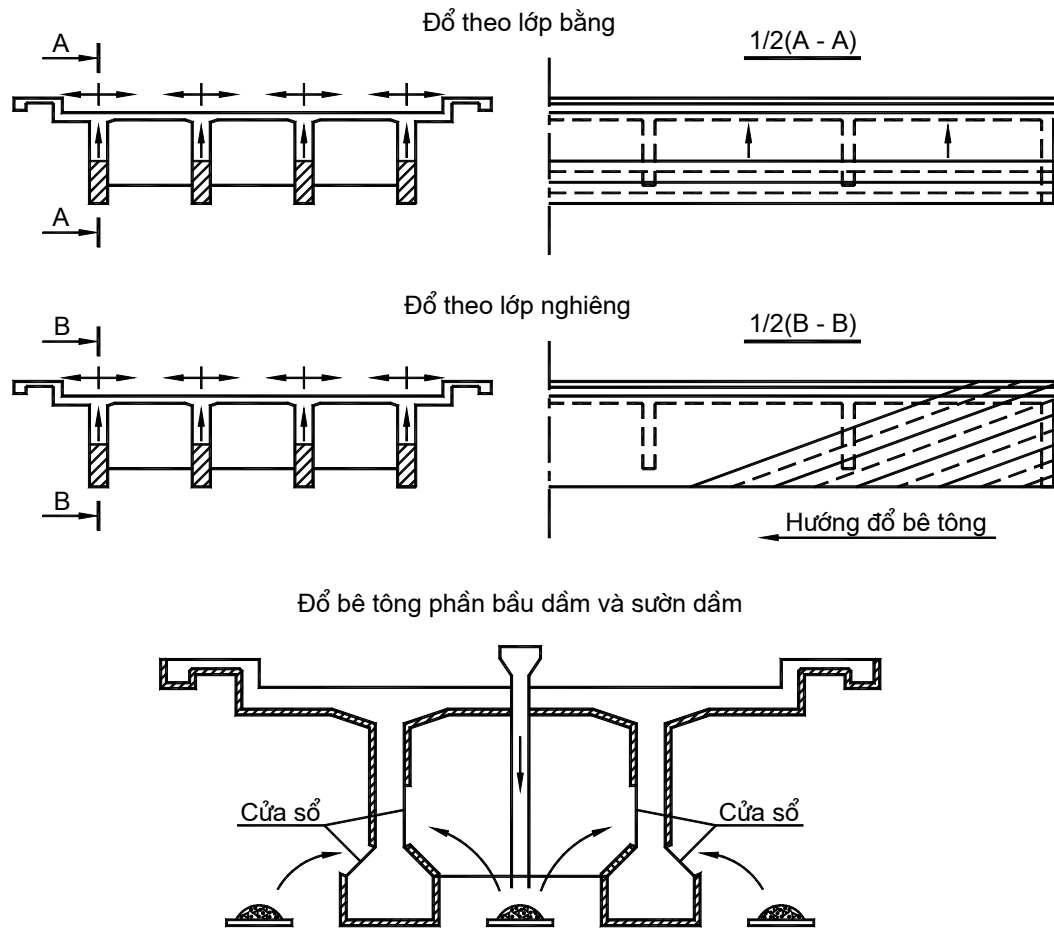
Trước khi đổ bê tông phải lập biên bản nghiệm thu cốt thép về chủng loại, kích thước và cách bố trí đặt trong ván khuôn... so với thiết kế. Trường hợp có sai sót phải sửa cho đúng thiết kế, sau đó hai bên A và B ký vào biên bản nghiệm thu.

- Công tác đổ bê tông

Khi thi công kết cấu nhịp đúc tại chỗ, bê tông cũng cần đổ liên tục và tận dụng dùng biện pháp cơ giới, tốt nhất là dùng máy bơm đẩy bê tông. Phần đầm có bố trí cốt thép dày nên dùng cốt liệu nhỏ. Vận chuyển từ trạm trộn đến nơi đổ không được để bê tông phân tầng. Bề dày mỗi lớp đổ từ 10 ÷ 40cm. Bê tông có thể đổ theo lớp nằm ngang hoặc lớp xiên. Tốc độ đổ bê tông phải bảo đảm sao cho khi lớp đổ sau thì lớp đổ trước bắt đầu ninh kết (hình 5.8).

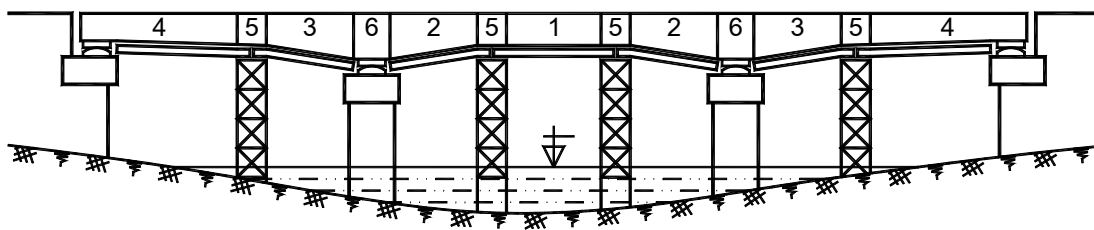
Trường hợp cầu nhịp ngắn, có thể đổ theo lớp nằm ngang trên cả chiều dài nhịp, vì khối lượng cần đúc không lớn lắm. Đầm ngang và đầm dọc được đúc cùng một lúc, khi đến bản mặt cầu tiến hành đổ từ đầm dọc sang hai bên.

Trong trường hợp cầu nhịp lớn nếu đổ bê tông theo lớp nằm ngang không thể cung cấp đủ bê tông, có thể đổ theo lớp nghiêng một góc từ 20 đến 28<sup>0</sup> so với phương nằm ngang theo hướng từ hai đầu đầm vào giữa. Phương pháp đổ theo lớp nghiêng có ưu điểm là diện tích mặt bằng đổ sẽ hẹp, khối lượng từng mẻ trộn bê tông có thể ít, lượng máy móc sử dụng không nhiều. Khi chiều cao đầm lớn hơn 1,5m hoặc cốt thép trên bản mặt cầu khá dày, sườn đầm và bản mặt cầu sẽ không đổ liền cùng một lúc. Trước tiên đổ đầm dọc và đầm ngang, sau đó lắp đặt cốt thép bản mặt cầu và đổ bê tông phần bản. Trường hợp mặt cầu rộng, có thể chia ô theo hướng ngang và bố trí khe công tác (khe nối thi công) trên đầm ngang để tránh cho bê tông khối nứt do giàn giáo bị biến dạng trong quá trình đổ bê tông. Trước khi đổ bê tông, phải chất tải trên giàn giáo để khử biến dạng dư do lún của giàn giáo. Chẳng hạn chất tải bằng cát, đá, hoặc đồ đầy nước (nếu ván khuôn kín...). Đồ bê tông đến đâu, tháo tải trọng đến đó, nhược điểm của phương pháp chất tải là tổn công sức và thời gian thi công kéo dài.



**Hình 5.8** Phương pháp đổ bê tông kết cấu nhịp  
 1 - Cửa sổ; 2 - Ván khuôn

Đối với cầu dầm liên tục và cầu dầm hẫng đúc tại chỗ, thường ở giữa nhịp giàn giáo có biến dạng lớn; trái lại ở điểm tựa, độ lún không đáng kể (hoặc không lún), vì lún không đều, bê tông sẽ bị nứt ở chỗ gãy góc của độ võng. Vì vậy, khi đổ bê tông phải để khe công tác ở trên đỉnh trụ (kể cả trụ tạm). Khe công tác còn có tác dụng làm giảm ứng suất do co ngót của bê tông. Bề rộng khe công tác lấy khoảng 0,8 đến 1m. Mỗi đoạn cũng phải đổ bê tông từ hai đầu vào như ở hình 5.9. Khi đổ bê tông ở khe công tác, cần phải làm nhám bề mặt bê tông cũ bằng cách đục, tẩy và rửa sạch để bảo đảm liên kết tốt giữa các khối bê tông.



**Hình 5.9** Trình tự đổ bê tông (từ 1 đến 6) các đoạn dầm liên tục

*d. Tính toán giàn giáo*

Giàn giáo để xây dựng cầu bê tông cốt thép đổ tại chỗ chịu tải trọng của bê tông và cốt thép của kết cấu nhịp, người công tác, các thiết bị đổ bê tông và áp lực gió. Căn cứ vào các tải trọng này và trọng lượng bản thân của đà giáo ván khuôn mà tính duyệt giàn giáo về cường độ và biến dạng. Khi sử dụng các kết cấu vạm năng thì được phép căn cứ vào khả năng chịu lực của từng thanh riêng biệt mà tổ hợp lại theo yêu cầu tính toán.

Các tải trọng thẳng đứng tác dụng lên giàn giáo gồm có:

- Trọng lượng bê tông mới đổ ( $2500\text{kG/m}^3$ ), với bê tông cốt thép ( $2600\text{kG/m}^3$ )
- Trọng lượng bản thân của ván khuôn giàn giáo, lấy theo bản vẽ giả định hoặc có sẵn (trọng lượng đơn vị của gỗ lấy khoảng  $700 \div 750\text{kG/m}^3$ ).
- Trọng lượng của phương tiện dùng cho việc vận chuyển bê tông lấy bằng  $50\text{kG/m}^2$  (theo bề mặt nằm ngang của diện tích đổ bê tông), còn trọng lượng của máng đổ hoặc phễu chứa bê tông thì coi như lực tập trung, xác định theo tình hình thực tế.
- Trọng lượng người làm việc và các tải trọng ngẫu nhiên khác, đặt trên những đoạn ván lát quy định lấy bằng  $200\text{kG/m}^2$  đối với giàn giáo giá vòm nhịp khẩu độ  $l < 60\text{m}$  và  $100\text{kG/m}^2$  đối với nhịp  $l \geq 60\text{m}$ . Cùng với lực thẳng đứng giàn giáo và giá vòm còn phải chịu lực gió nằm ngang tác dụng thẳng góc với bề mặt hứng gió của giàn giáo:

$$W = qF_{cg} K_1 K_2 \tag{5.1}$$

Trong đó: q - Cường độ gió ( $\text{kG/m}^2$ )

$F_{cg}$  - Diện tích chắn gió tính toán ( $F_{cg} = \varphi F_v$ ), lấy theo diện tích đường viền của kết cấu chiếu lên mặt phẳng thẳng góc với hướng gió nhân với hệ số đặc của kết cấu (hệ số chắn gió  $\varphi$ ). Hệ số này được xác định: diện tích chắn gió đặc  $\varphi = 1,0$ ; giàn giáo giá vòm có cột dày  $\varphi = 0,4 \div 0,5$ ; lan can  $\varphi = 0,3 \div 0,8$ .

$K_1$  - Hệ số động lực gió, khi tính giàn giáo giá vòm thép lấy  $K_1 = 1,4$

$K_2$  - Hệ số tính đến tác dụng thêm của nhiều dàn chắn gió

Khi khoảng cách các dàn nhỏ hơn chiều cao dàn trước mặt  $K_2 = 1,0$

Khi khoảng cách bằng hoặc lớn hơn, nhưng không quá 2 lần chiều cao dàn trước mặt:

$$K_2 = 1 + 0,5(n - 1)$$

Khi khoảng cách bằng hoặc lớn hơn 2 lần chiều cao dàn trước mặt:  $K_2 = n$  (với n - là số lượng dàn)

Các tải trọng và lực nói trên, khi tính theo trạng thái giới hạn thứ nhất (cường độ và ổn định) thì nhân với hệ số biến đổi tải trọng và hệ số xung kích (bảng 5.2). Khi tính ổn định vị trí thì không xét đến hệ số xung kích đối với trọng lượng cần trục.

**Bảng 5.2**

**HỆ SỐ BIẾN ĐỔI TẢI TRỌNG n**

TT	Loại tải trọng	Tổ hợp tải trọng	
		Cơ bản	Bổ sung
1	<b>Tải trọng cố định</b>		
	Trọng lượng bản thân kết cấu tạm	1,1 và 0,9	1,1 và 0,9
	Trọng lượng bản thân kết cấu lắp (khi tính kết cấu lắp)	1,1 và 0,9	1,1 và 0,9
3	Áp lực do trọng lượng đất	1,2 và 0,9	1,2 và 0,9
4	<b>Tải trọng tạm thời</b>		
	Trọng lượng bản thân kết cấu lắp (khi tính K. cấu tạm)	1,2	1,0
5	Tải trọng của phương tiện nâng và chuyển ;ực của tời	1,3	1,0



	kéo và hãm khi kéo trên con lăn, lực kích nạng			
6	Trọng lượng người và thiết bị		1,4	1,0
7	Áp lực nước chảy		1,0 và 0,75	1,0 và 0,75
8	Lực gió tính cho	- Kết cấu lắp	-	1,0
		- Kết cấu tạm	1,5	1,2
9	Lực va xô của tàu, thuyền		-	0,8

Ghi chú bảng 5.2

- Trị số n lấy giá trị lớn hoặc bé hơn 1 dùng cho tải trọng cố định và áp lực nước chảy, sao cho chúng làm tăng trị số tính toán của lực tổng hợp.

- Khi tính những bộ phận chịu lực gió trực tiếp như: giằng gió, neo... thì lực gió trong tổ hợp cơ bản dùng  $n = 1,5$ ; các tổ hợp khác  $n = 1,2$ .

Hệ số xung kích lấy như sau:

- Trọng lượng của phương tiện vận chuyển, cần trục và trọng lượng cấu kiện trên cần trục, chúng làm tăng lực tính toán tổng cộng thì lấy bằng 1,2 lúc làm giảm thì lấy bằng 0,85; đối với cấu kiện nặng trên 20 tấn thì lấy tương ứng bằng 1,1 và 0,95.

- Khi kiểm tra giàn giáo và giá vòm về ổn định vị trí thì hệ số điều kiện làm việc lấy bằng 0,8.

Để tính toán giàn giáo, ta dùng phương pháp tính thông thường, coi như những sơ đồ giàn đơn của kết cấu gỗ và thép, xác định hệ số lực tính toán trong tổ hợp cơ bản và tổ hợp bổ sung tương ứng với tình hình làm việc của giàn giáo để tính duyệt về cường độ và độ ổn định và căn cứ vào lực tiêu chuẩn để kiểm tra biến dạng.

Tính độ cao kiến trúc của giàn giáo:

Để đảm bảo sau khi tháo dỡ giàn giáo ván khuôn, đáy của dầm chủ đúng với cao độ thiết kế, thi ban đầu ban đầu trước lúc đổ bê tông ván khuôn đáy dầm trên giàn giáo phải cao hơn cao độ thiết kế của đáy dầm. Độ cao hơn đó gọi là độ vồng dự trữ của giàn giáo. Độ vồng này được xác định bởi các yếu tố cơ bản sau:

- Biến dạng đàn tính của cọc hay cột giàn giáo ( $\delta_1$ )

$$\delta_1 = \frac{\sigma l}{E} \quad (5.2)$$

Trong đó:  $\sigma$  - Ứng suất nén trong cọc hay cột ( $\text{kG/cm}^2$ )

$l$  - Chiều cao cột tính từ đáy xà mũ đến mặt đất (m)

$E$  - Môđun đàn hồi của vật liệu ( $\text{kG/cm}^2$ )

- Biến dạng của dầm dọc hay dàn gối giàn đơn trên giàn giáo tính cho tại giữa nhịp ( $\delta_2$ )

+ Khi là dầm đặc và tiết diện ngang thay đổi:

$$\delta_2 = \frac{5ql^4}{384EJ_{\max}} \left( 1 + \frac{3}{25} \alpha \right) \quad (5.3)$$

+ Khi là dàn:

$$\delta_2 = \frac{5ql^4}{384EJ_{\max}} \left( 1 + \frac{3}{25} \alpha \right) \mu \quad (5.4)$$

Trong đó:  $q$  - Lực rải đều trên dầm hay dàn ( $\text{kG/m}$ )

$l$  - Khâu tính toán của dầm hay dàn (m)

$E$  - Môđun đàn hồi của vật liệu ( $\text{kG/cm}^2$ )

$J_{\max}$  - Mômen quán tính lớn nhất của tiết diện dầm (dàn).

$$\text{Hệ số: } \alpha = \frac{J_{\max} - J_0}{J_0}$$

$J_0$  - Mômen quán tính của tiết diện đầu dầm (dàn).

$\mu$  - Hệ số xét đến ảnh hưởng biến dạng do thanh bụng của dàn. Đối với dàn có hai biên song song phụ thuộc vào tỷ số chiều cao  $h$  và khẩu độ  $l$ .

**Bảng 5.3**

HỆ SỐ  $\mu$  XÉT ĐẾN ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN DẠNG

Tỷ số: $\frac{h}{l}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$
Hệ số $\mu$	1,20	1,27	1,35	1,40

- Biến dạng không đàn tính của các mối nối và các mặt tiếp xúc của các bộ phận giàn giáo ( $\delta_3$ )

$$\delta_3 = 0,2k + 0,1k' \quad (5.5)$$

Trong đó:  $k$  - Số chỗ tiếp xúc giữa gỗ với gỗ

$k'$  - Số chỗ tiếp xúc giữa thép với gỗ

- Biến dạng của thiết bị hạ đà giáo ( $\delta_4$ )

+ Đối với nệm thì tính như  $\delta_3$

+ Đối với thùng cát:  $\delta_4 = 0,5\text{cm}$

- Độ lún của nền ( $\delta_5$ )

+ Khi cột kê trực tiếp trên đất:  $\delta_5 = 1\text{cm}$

+ Đối với cọc đạt độ chối:  $\delta_5 = 0$

- Độ võng do trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp ( $\delta_6$ ), lấy theo số liệu thiết kế

Độ võng dự trữ tại một điểm được xác định:

$$\Delta = \sum \delta_i = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6 \quad (5.6)$$

Đối với giàn giáo của cầu dầm, thường chỉ tính với những nhịp khẩu độ trên 10m và chỉ tính tại vị trí giữa nhịp  $\Delta_{\max}$  sau đó dùng phương pháp nội suy đường thẳng hoặc parabol để tính trị số độ võng  $\Delta$  tại các vị trí xác định. Nếu độ võng dự trữ tại vị trí giữa nhịp là  $\Delta_{\max}$  và tại gối bằng 0, khẩu độ nhịp là  $l$  và giả thiết độ võng dự trữ biến đổi theo đường parabol bậc 2, thì độ võng dự trữ tại một vị trí bất kỳ cách gối một đoạn là  $x$  được xác định bởi công thức tính toán sau:

$$\Delta = -\frac{4\Delta_{\max}}{l^2} x^2 + \frac{4\Delta_{\max}}{l} x = \frac{4\Delta_{\max}}{l} x \left( -\frac{x}{l} + 1 \right) \quad (5.7)$$

Căn cứ vào các giá trị  $\Delta$  tính toán được tại các vị trí, trong thực tế để dễ kiểm tra và xác định chúng một cách dễ dàng, người ta thường chuyển sang tính cao độ tại các vị trí cọc sau khi biết độ võng dự trữ  $\Delta$  tại các vị trí đó.

#### e. Tháo dỡ ván khuôn và hạ giàn giáo

Khi bê tông đạt đến một cường độ nhất định, có thể tháo ván khuôn. Đối với các loại ván khuôn thành có thể tháo sớm, khi cường độ bê tông đạt trên  $25\text{kG/cm}^2$ . Sau khi tháo ván khuôn phải kiểm tra kỹ mặt ngoài và làm biên bản nghiệm thu, đánh giá chất lượng bê tông.

Khi cường độ bê tông đạt trên 70% cường độ thiết kế có thể hạ giàn giáo. Thiết bị hạ bao gồm: nệm gỗ, ngựa gỗ, hộp cát hoặc kích (hình 5.10)

Sử dụng thiết bị hạ giàn giáo phải căn cứ vào khẩu độ của kết cấu nhịp, trọng lượng bản thân dầm và sơ đồ kết cấu bên trên. Ngựa gỗ và nêm dùng cho kết cấu nhịp có khẩu nhỏ, hộp cát và kích dùng cho nhịp lớn.

- Nêm gỗ hai mảnh (hình 5.10a)

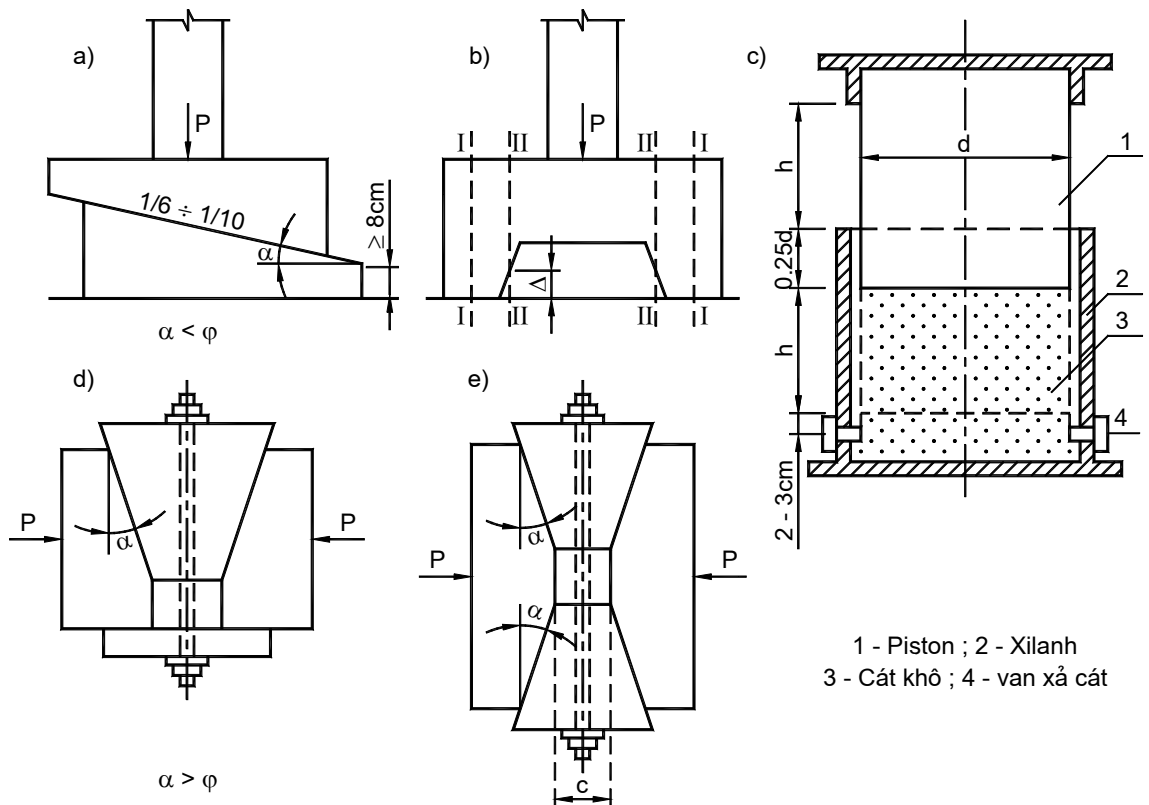
Cấu tạo gồm hai mảnh gỗ với góc nghiêng không quá  $25^0$ . Yêu cầu góc của nêm phải nhỏ hơn góc ma sát giữa gỗ với gỗ ( $\alpha < \varphi$ ) để cho nêm không bị trượt tự nhiên. Khi đóng tác dụng lực vào đầu lớn của nêm, khi tháo tác dụng lực vào đầu nhỏ của nêm, vì vậy kích thước của đầu nhỏ phải bảo đảm ít nhất là 8cm để đủ diện tích tác dụng lực. Với nêm gỗ hai mảnh được sử dụng cho cầu dầm có nhịp nhỏ hơn 20m và cầu vòm nhịp không quá 10m. Vị trí đặt nêm hai mảnh trên xà mũ của vì giá.

Lực tính toán tác dụng vào nêm được xác định phải lớn hơn lực ma sát giữa các mảnh nêm như sau:

$$+ \text{ Khi tháo nêm: } S_t = P[\tan\varphi + \tan(\varphi - \alpha)] \quad (5.8)$$

$$+ \text{ Khi nâng cao nêm: } S_n = P[\tan\varphi + \tan(\varphi + \alpha)] \quad (5.9)$$

Đối với nêm gỗ hai mảnh có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, dễ thao tác khi nâng hạ, nhưng có nhược điểm là không điều chỉnh được tốc độ hạ dầm. Để khắc phục nhược điểm này người ta sử dụng thêm nêm phụ đặt trong nêm chính. Khi nâng hạ phải tháo tác từ nêm phụ trước.



**Hình 5.10** Thiết bị hạ đà giáo

a) - Nêm gỗ hai mảnh; b) - Ngựa gỗ; c) - Hộp cát

d) - Nêm gỗ ba mảnh; e) - Nêm gỗ bốn mảnh

- Nêm gỗ ba mảnh (hình 5.10d)

Để bảo đảm hạ giàn giáo giá vòm được êm thuận hơn có thể dùng nêm gỗ ba mảnh. Góc nghiêng của nêm phải lớn hơn góc ma sát giữa gỗ với gỗ ( $\alpha > \varphi$ ) để cho các mảnh nêm tự trượt khi tháo. Vì thế với nêm gỗ ba mảnh có thể hạ giàn giáo bằng cách từ từ tháo bu lông hãm, khi nâng nêm thì ngược lại. Đối với nêm gỗ ba mảnh thường được sử dụng trong cầu vòm. Vị trí đặt nêm tại chân hoặc đỉnh của giá vòm.

Lực tính toán tác dụng vào nêm được xác định bởi lực kéo trong thân bu lông hãm:

$$+ \text{ Khi tháo nêm: } S_t = P \tan(\alpha - \varphi) \quad (5.10)$$

$$+ \text{ Khi nâng cao nêm: } S_n = P \tan(\alpha + \varphi) \quad (5.11)$$

Từ đó có thể xác định được đường kính của bu lông  $d_1$  (đã trừ ren)

$$d_1 = \sqrt{\frac{S}{500\pi}} \quad (5.12)$$

(Thép A - I làm bu lông lấy  $[\sigma] = 2000 \text{kg/cm}^2$ )

Đối với nêm gỗ ba mảnh có ưu điểm là điều chỉnh được tốc độ khi nâng hạ, nhưng có nhược điểm là cấu tạo phức tạp. Để khi nâng hạ giàn giáo giá vòm nêm không chịu lực lệch tâm, thường sử dụng nêm gỗ bốn mảnh như hình 5.10e (vị trí đặt và công thức tính như nêm gỗ ba mảnh).

- Ngựa gỗ (hình 5.10b)

Sử dụng cho cầu dầm nhịp nhỏ hơn 20m, vị trí đặt như nêm gỗ hai mảnh. Thứ tự hạ giàn giáo được cura theo mặt cắt I - I, II - II. Loại này cũng có cấu tạo đơn giản, nhưng có nhược điểm là không điều chỉnh được tốc độ hạ giàn giáo, vì chiều cao hạ biến đổi đột ngột với chiều cao hạ  $\Delta$  như hình vẽ.

- Hộp cát (hình 5.10c)

Gồm một ống thép đổ đầy cát khô và được lèn chặt, đè lên cát là trục có đường kính nhỏ hơn đường kính hộp cát là 1cm. Nguyên tắc làm việc của hộp cát tương tự như kích thủy lực, nhưng ở đây dùng vật liệu rời có góc nội ma sát lớn thay cho chất lỏng, như vậy sẽ tránh được tổn thất và an toàn trong quá trình sử dụng. Hộp cát hiện nay có cấu tạo đơn giản, bao gồm một hộp thép hình trụ hàn chắc chắn và một nút (piston) bằng gỗ hoặc bê tông đúc trong một ống thép mỏng, dễ dàng trượt trên thành của hộp cát. Cát dùng loại cát thạch anh hoặc silic hạt mịn và sạch để dễ chuyển động chảy và chịu được áp suất tới  $200 \text{kg/cm}^2$  không bị vỡ. Trước khi đổ cát vào hộp, cát phải rang khô và trong quá trình thi công phải lưu ý bảo vệ chống ẩm cho cát trong hộp, chẳng hạn có mái che mưa, nhồi xơ gai và trét matit hoặc bitum kín khe hở giữa hộp và nút piston, chốt chặt nút đã bố trí sẵn ở gần đáy hộp. Khi hạ giàn giáo, sau một hiệu lệnh tất cả các hộp cát được hạ cùng một lúc theo tỷ lệ nhất định bằng cách mở các van xả để cát chảy ra với một lượng nhất định được cân đo cẩn thận. Để đơn giản nên hàn các tấm đáy rộng hơn hộp cát một chút, cát sẽ tự động ngừng chảy khi các “còn cát” tích tụ đã cao tới lỗ tháo. Bằng một hiệu lệnh tiếp theo, chỉ cần quét đi những còn cát đó, các hộp cát ở vị trí giống nhau sẽ được hạ độ cao như nhau. Dùng hộp cát để hạ giàn giáo sẽ êm thuận, nhịp nhàng và chính xác.

Hộp cát được thiết kế theo yêu cầu độ cao cần hạ  $h$  và phản lực tựa. Cường độ của hộp được kiểm tra với áp lực cát trên thành hộp.

Chiều cao hạ giàn giáo được tính theo công thức sau:

$$h = f + \Delta + c \quad (5.13)$$

Trong đó:  $f$  - Độ võng của nhịp do trọng lượng bản thân dầm bê tông.

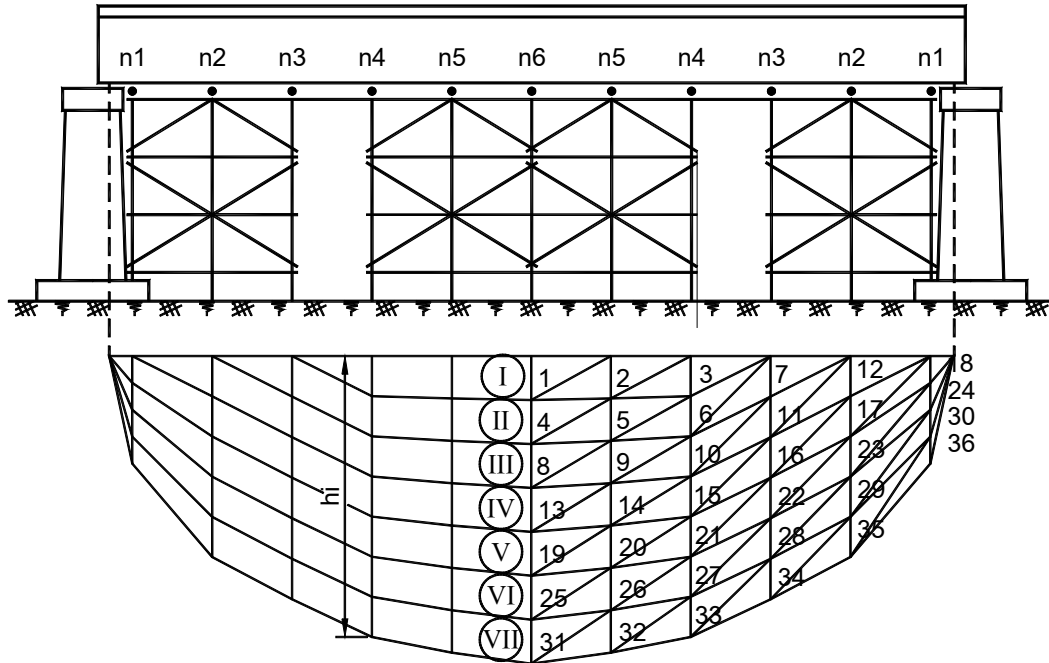
$\Delta$  - Biến dạng đàn hồi của giàn giáo.

c - Khoảng hở cần thiết giữa giàn giáo và dầm bê tông (thường lấy c từ 10 đến 30cm).

Để tránh dầm bị rạn nứt trong quá trình hạ giàn giáo cần phải tháo cát từ từ bằng cách chia làm nhiều lần hạ, chiều cao mỗi lần hạ là  $h/n$  (n là số lần hạ).

Đối với cầu dầm giản đơn, giàn giáo được hạ từ giữa nhịp vào hai gối như hình 5.11; đối với cầu dầm liên tục cũng được hạ tương tự, nhưng phải cân xứng trong toàn bộ dầm cũng như trong từng nhịp. Đối với cầu dầm hẫng, cần hạ hai bên đầu hẫng trước.

Khi bê tông đạt 100% cường độ mới cho phép hoạt tải qua cầu.



**Hình 5.11** Trình tự hạ đà giáo

Bên trái: Bước hạ; Bên phải: Giai đoạn hạ

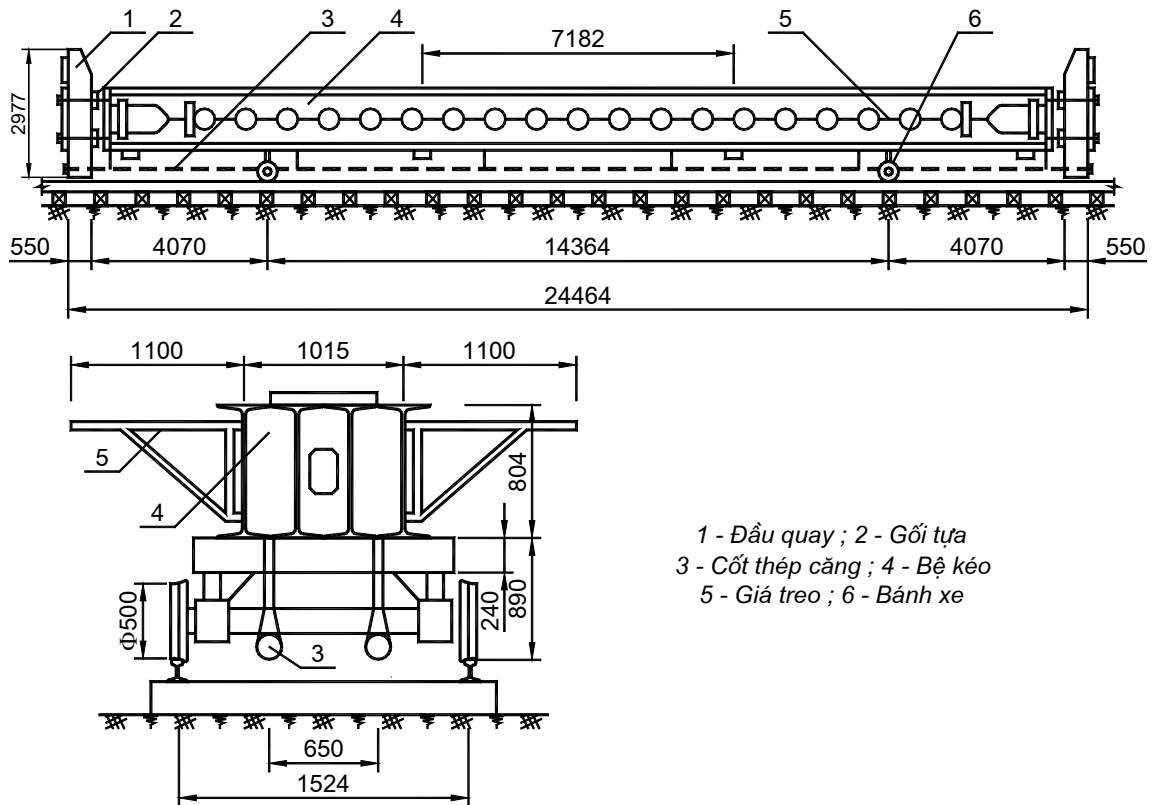
$n1 \div n6$ ) - Thiết bị hạ;  $I \div VII$ ) - Thứ tự hạ;  $1 \div 36$ ) - Các giai đoạn hạ

## 5.2. Xây dựng cầu dầm bê tông cốt thép dự ứng lực

### 5.2.1. Chế tạo dầm bê tông cốt thép dự ứng lực trên bệ di động theo phương pháp dây chuyền

Dầm bê tông cốt thép dự ứng lực đúc sẵn thường được chế tạo trong nhà máy theo công nghệ sản xuất dây chuyền đặc biệt trên các bệ di động (kiểu toa xe). Yêu cầu đối với bệ di động là: vận chuyển dễ dàng, sử dụng luân chuyển được nhiều lần, kết cấu bền chắc an toàn, dễ dàng thi công trong mọi công đoạn dây chuyền.

Bệ di động có thể cấu tạo theo nhiều cách khác nhau. Hình 5.12 giới thiệu một loại bệ căng cốt thép thẳng và gãy khúc. Cốt thép kê cả cốt thép thường sẽ được bố trí trước khi đổ bê tông. Lực căng kéo cốt thép sẽ do dầm thép đặt trên hai trục toa xe chịu. Ở đầu dầm đáy bố trí các dầm tựa kích có dạng công xon, liên kết tựa lệch tâm với dầm đáy qua một gối khớp. Đầu dưới của các dầm tựa kích được nối với nhau bằng thanh căng.



**Hình 5.12** Bộ căng di động cho nhịp 22m và 16m

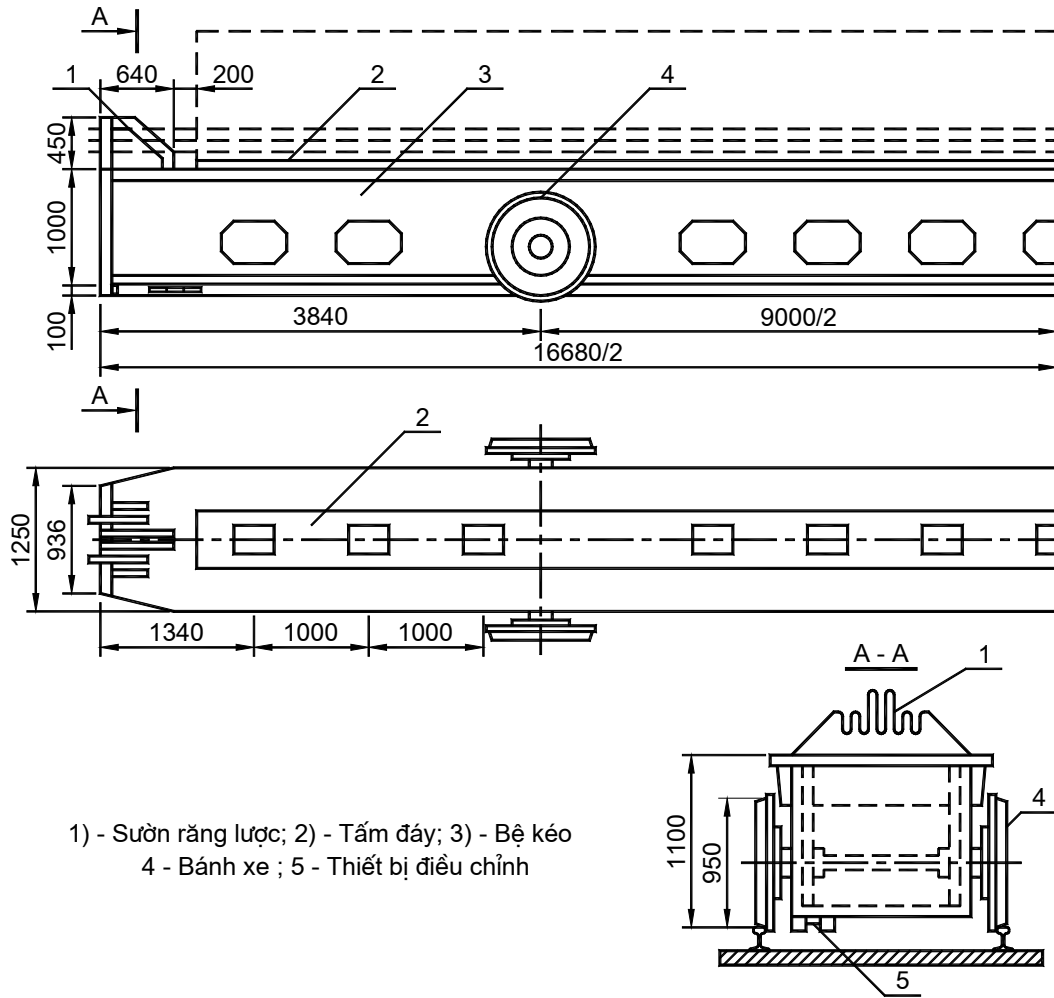
Cốt thép dự ứng lực được căng theo đường gãy khúc hoặc đường thẳng nhờ kích thủy lực và neo bố trí trên dầm công xon tựa kích. Các dây neo bố trí với mục đích tạo đường gãy khúc cho các bó cốt thép xiên. Ván khuôn thép được đặt trực tiếp trên dầm đáy bệ.

Hình 4.13 là một loại bệ di động khác, được đặt lên hai trục bánh xe. Bó hoặc thanh cốt thép sẽ căng bằng kích thủy lực đặt ở đầu công xon của dầm hộp. Loại bệ này có lợi nhất để chế tạo các phiến dầm loại trung bình dài 21 đến 24m chỉ có các bó cốt thép nằm ngang cũng như để chế tạo cọc bê tông cốt thép dự ứng lực.

Chế tạo dầm theo dây chuyền sản xuất, công việc phải liên tục. Ngoài các phân xưởng sản xuất theo dây chuyền như cốt thép, ván khuôn, đổ bê tông, còn phân xưởng chế tạo bó cốt thép và neo đặt ngoài và đặt trong, cũng như lưới cốt thép hàn, sườn hàn và chuẩn bị các chi tiết (gối, đệm...). Thành phẩm sản xuất dây chuyền ở một trạm, xong được chuyển đến trạm khác nhờ bệ di động. Bệ di động được kéo bằng tời điện.

Trình tự các công việc sẽ như sau:

Chế tạo sẵn các bó cốt thép với neo ở hai đầu, các khung sườn và lưới cốt thép hàn, chuẩn bị sẵn các mảng ván khuôn, các phụ kiện và chi tiết khác (gối dầm, móc cầu, bản nối...). Tất cả đã được chế tạo sẵn trong phân xưởng riêng.



**Hình 5.13** Bộ căng di động chế tạo dầm dài 15m chỉ có cốt thép thẳng

Các công chủng chủ yếu sẽ hoàn thành trên bộ di động được bố trí nhiều trạm như sau:

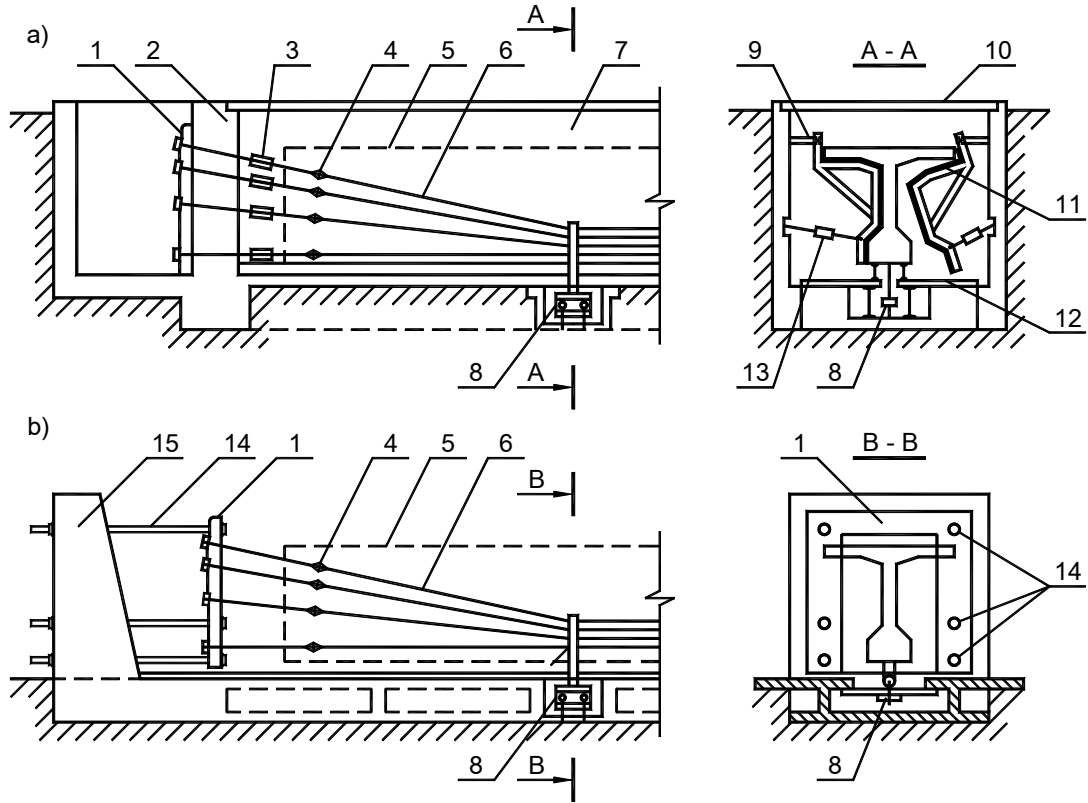
- Trạm thứ nhất: Bố trí căng và kéo cốt thép.
- Trạm thứ hai: Dụng ván khuôn đúc dầm, dừng lại ở đây khoảng từ 6 đến 8 giờ.
- Trạm thứ ba: Bảo dưỡng bê tông dầm bằng hơi nước nóng (chia làm hai trạm sấy nóng và làm nguội).
- Trạm thứ tư: Tháo ván khuôn, dừng lại ở đây khoảng 4 giờ.
- Trạm thứ năm: Kiểm tra chất lượng bê tông, sửa chữa các khuyết tật.
- Trạm thứ sáu: Thả cho cốt thép dự ứng lực truyền lực vào bê tông. Tháo dỡ dầm khỏi bộ và chuyển vào bãi thành phẩm. Bộ kéo quay lại trả về vị trí ban đầu để tiếp tục chu trình sản xuất tại trạm đầu tiên.

Khi đúc dầm, theo nguyên tắc dầm được đổ bê tông từng lớp nghiêng trên toàn bộ chiều cao dầm với góc nghiêng không lớn quá  $45^0$  so với mặt phẳng nằm ngang, sau khi bầu dầm đã được rải trước một lớp nằm ngang từ 1,5 đến 2m. Nếu phiến dầm có nhịp lớn cần phải đổ bê tông đồng thời từ giữa nhịp ra hai đầu. Như vậy sẽ tăng được độ ổn định chống nứt do nhiệt độ gây ra trong quá trình bảo dưỡng bằng hơi nước nóng.

Để kiểm tra chất lượng dầm bê tông, nhất là tại vị trí có nhiều cốt thép, người ta bố trí “cửa sổ” ở ván khuôn phần bầu và sườn dầm. Đổ bê tông tươi đến gần cửa sổ thì đóng lại. Đối

với ván khuôn thép có thể khoan lỗ thăm dò đường kính 10mm. Bê tông đổ đến đâu thì nút lỗ đến đó.

### 5.2.2. Chế tạo dầm bê tông cốt thép dự ứng lực trên bệ cố định



**Hình 5.14** Bệ cố định bằng bê tông cốt thép

1 - Tấm sắt nối; 2 - Đầu nối; 3 - Chỗ nối; 4 - Neo chìm; 5 - Dầm bê tông chế tạo  
6 - Bó thép; 7 - Tường; 8 - Neo cố định; 9 - Giá đỡ; 10 - Nắp đậy; 11 - Ván khuôn  
12 - Dầm thép; 13 - ốc tăng giảm; 14 - Thanh giằng; 15 - Bệ kéo

Bệ cố định thường được sử dụng trong các xí nghiệp bê tông đúc sẵn có khối lượng sản xuất không lớn và sản phẩm thường là các phiến dầm và cầu kiện cho các nhịp bê tông cốt thép loại nhỏ và vừa cùng các sản phẩm khác như ống cống, cọc móng v.v... Bệ cố định có thể làm bằng bê tông cốt thép hoặc bằng thép dạng tháo lắp được, để có thể sử dụng vào mục đích khác nhau. Hình 5.14a là sơ đồ dạng bệ cố định, vừa là bệ căng vừa là hầm bảo dưỡng hơi nước nóng, có thể đóng mở được cũng như bảo đảm cơ giới hoá công việc tháo lắp ván khuôn. Bệ kéo có thể chế tạo một hoặc nhiều dầm cùng một lúc. Dầm nọ đặt cách dầm kia bởi khung cố định để tạo cho bó cốt thép có dạng gãy khúc. Các bó cốt thép được kéo đồng thời cả hai đầu và được cắt đứt dần từ hai đầu vào đến các khung giữa hoặc tốt nhất là dùng biện pháp hạ dần lực căng ở hai đầu. Điểm uốn bó cốt thép được neo xuống đáy sàn bằng các thanh kéo.

Bệ cố định bằng bê tông cốt thép (hình 5.14b) gồm dầm tựa xây cố định vào nền, ở hai đầu dầm có ụ công xon để chịu lực căng cốt thép. Bó cốt thép được kéo bằng kích hai tác dụng và dùng neo hình nón cụt bằng thép tì lên tấm đệm và thay đổi được vị trí tùy theo chiều dài của dầm chế tạo. Bó cốt thép uốn xiên được do néo xuống đáy bệ.

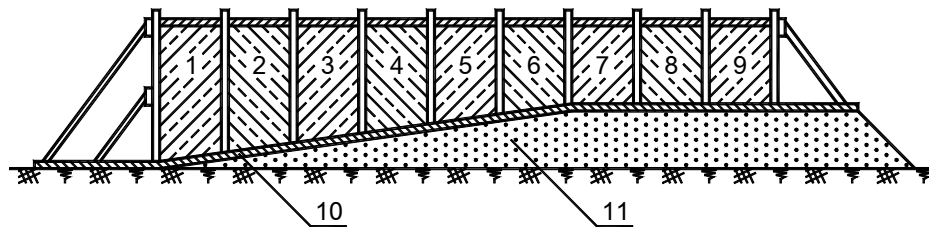


Bảo dưỡng bê tông bằng hơi nước nóng, có thể trùm kín cấu kiện bằng một buồng hấp cơ động bảo đảm chế độ nhiệt cần thiết.

Trình tự công việc chế tạo dầm bê tông cốt thép dự ứng lực trên bệ cố định cũng tương tự như sản xuất trên bệ di động. Cốt thép và bê tông tươi được chuẩn bị sẵn bên ngoài, sau đó vận chuyển và thao tác trên bệ. Vậy công việc trực tiếp trên bệ gồm: bôi dầu ván đáy, lắp ván khuôn thành, đặt cốt thép, bố trí cốt thép đai và bó cốt thép. Dùng kích thủy lực căng bó cốt thép, lắp ván khuôn thành phía bên còn lại, đặt cốt thép bản (cánh dầm) và đúc dầm.

### 5.2.3. Chế tạo các khối dầm bê tông cốt thép dự ứng lực lắp ghép (phân khối ngang)

Các dầm cầu giản đơn và dầm khung, nhịp trung bình và nhịp lớn có thể cắt khúc để chế tạo. Sau này sẽ luôn bó cốt thép dự ứng lực trong các ống rãnh và căng kéo liên kết giữa các khối với nhau theo kiểu “xâu táo” khi lắp ráp. Các khối đúc sẵn đó cũng được chế tạo trong nhà máy trên các bãi đúc theo phương pháp dây chuyền. Kết cấu nhịp có chiều cao không đổi và tối đa bằng 3m có thể dễ dàng chế tạo trong nhà máy đúc sẵn và vận chuyển bằng các toa xe trần đường sắt và được ghép lại bằng keo dán. Khe nối phải khít, bề rộng không được lớn quá 1,5mm. Để đảm bảo độ chính xác đó có thể lấy đầu khối nọ làm ván khuôn cho đầu khối kia (hình 5.15). Đầu tiên đúc các khối số lẻ, sau đó đổ các khối số chẵn xen giữa. Như vậy sẽ bảo đảm bề rộng khe nối trong phạm vi cho phép. Trước khi đổ bê tông khối chẵn, đầu các khối đổ phải được quét một lớp dầu hoặc vữa vôi cũng có thể bôi mỡ hoặc chất dẻo để các khối không dính vào nhau.



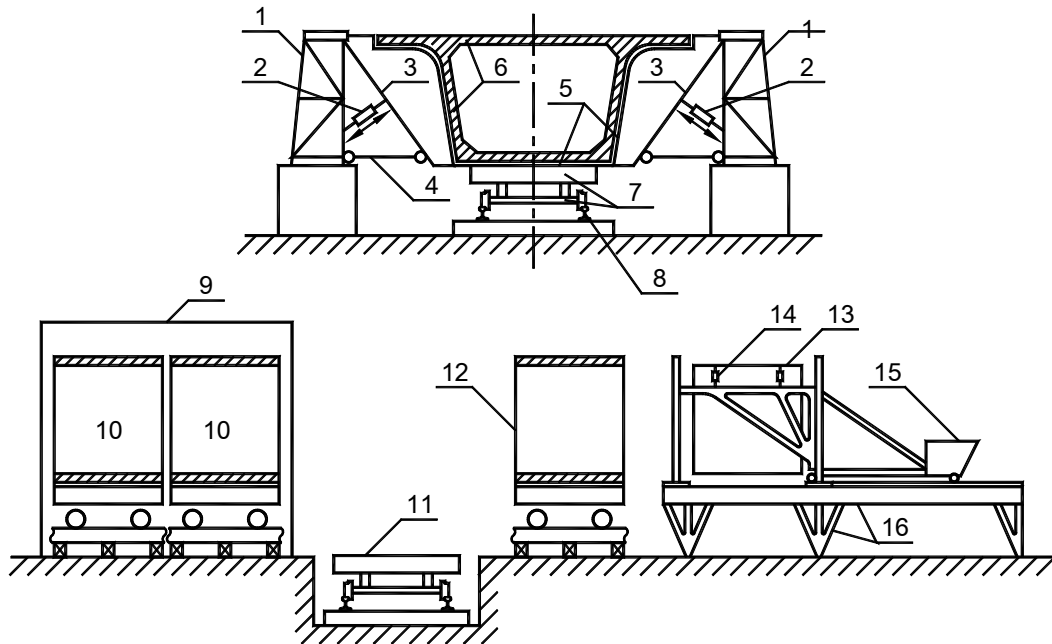
**Hình 5.15** Bệ chế tạo các khối dầm

*1 ÷ 9 - Các khối bê tông dầm; 10 - Lớp bê tông bảo vệ; 11 - Đất đắp*

Để đảm bảo mỗi nối hai khối không trùng nhau khi lắp ráp, lúc chế tạo các khối có thể đặt ở hai đầu khối các tấm thép liên kết định vị hai khối và bảo đảm hai khối khớp nhau cả chiều đứng và chiều ngang, mỗi khối đặt đến bốn tấm thép liên kết. Biện pháp này rất hiệu quả, nhất là những dầm có chiều cao thay đổi. Các khối thường được chế tạo trên bệ đắp bằng đất, nên đổ một lớp bê tông mặt. Bệ đúc cũng có thể lắp bằng giàn giáo cong theo biên dầm. Trong lớp bê tông bệ có thể đặt ống dẫn hơi nước nóng để bảo dưỡng bê tông dầm. Ván khuôn thành cũng có thể đặt ống để bảo dưỡng bằng hơi nước nóng.

Vị trí và cấu tạo của bệ đúc phải thuận tiện và bảo đảm cho cần trục di chuyển dễ dàng khi tháo lắp ván khuôn, bố trí cốt thép, vận chuyển bê tông và cần nhấc các khối để vận chuyển đi nơi khác.

Ván khuôn ngoài được cố định trên giá đặc biệt và giữ đúng vị trí kích điều chỉnh. Ván khuôn trong bằng thép được liên kết với một dàn công xon gắn vào xe goòng được giới thiệu trên hình 5.16.



**Hình 5.16** Sơ đồ chế tạo khối dầm

- 1 - Giá đỡ ván khuôn; 2 - Kích thủy lực điều chỉnh ván khuôn; 3 - Ván khuôn ngoài  
 4 - Thanh chống ngang; 5 - Ván đáy; 6 - Khối chế tạo; 7 - Goòng; 8 - Đường ray  
 9 - Buồng bảo dưỡng hơi nước nóng; 10 - Khối dầm; 11 - Goòng vận chuyển  
 12 - Khối sau khi đổ; 13 - Ván khuôn trong; 14 - Vít điều chỉnh ván khuôn trong  
 15 - Đối trọng xe goòng; 16 - Giá đỡ

Để tách ván khuôn trong khối bê tông, người ta dùng vít hoặc kích thủy lực. Sườn và lưới cốt thép được đặt vào ván khuôn bằng cần trục. Trong dầm đặt ống thép hoặc ống nhựa để tạo lỗ, sau luồn cốt thép.

Dây chuyền chế tạo được bố trí như sau:

- Ván khuôn đặt trên giá công xon của xe goòng. Trên xe goòng khác (xe chế tạo) lần lượt đặt ván đáy của ván khuôn ngoài, khung cốt thép và cuối cùng là ván khuôn thành.

- Nhờ xe goòng đưa ván khuôn trong vào vị trí và có con đệm giữ khoảng cách của lớp bảo vệ. Đúc bê tông khối K - 1 và bảo dưỡng bằng hơi nước nóng.

- Tháo ván khuôn khối K - 1 chuyển ra vị trí mới bên cạnh và dùng đầu của khối K - 1 làm ván khuôn đầu cho khối K - 2. Tiếp tục dùng cần trục đặt ván khuôn đáy, sườn cốt thép và ván thành lên xe thứ hai.

- Đưa ván khuôn vào vị trí, đổ bê tông khối K - 2.

- Chuyển khối K - 1 vào phòng bảo dưỡng hơi nước nóng. Sau 12 giờ bê tông đạt cường độ thiết kế, chuyển khối K - 2 vào vị trí mới và đầu của nó lại làm ván khuôn cho khối K - 3.

- Đưa ván khuôn vào vị trí đúc khối K - 3, chuyển khối K - 1 ra bãi thành phẩm hoặc di chuyển đi nơi khác để sử dụng.

- Chuyển khối K - 2 vào phòng bảo dưỡng và chế tạo tiếp khối K - 4 v.v...

Tốc độ chế tạo dầm theo phương pháp này khá nhanh (khoảng một ngày đêm mỗi khúc). Như vậy, đảm bảo cho các công việc được hoàn thành song song: chế tạo khung cốt thép, cơ giới hoá quay vòng và sử dụng ván khuôn bảo dưỡng bê tông bằng hơi nước nóng.

### 5.3. Xây dựng cầu dầm bê tông cốt thép theo công nghệ đúc hẫng

Công nghệ đúc hẫng thực chất là công nghệ thi công kết cấu nhịp bê tông cốt thép từng khúc từ mô ra, hoặc đúc cân bằng từ trụ sang hai bên đối xứng từng đôi một. Dùng cốt thép dự ứng lực phù hợp với công nghệ đúc hẫng, vì dễ dàng liên kết chặt các khúc lại với nhau.

Phương pháp đúc hẫng không yêu cầu phải làm giàn giáo đỡ ván khuôn, như vậy rất có lợi trong nhiều trường hợp:

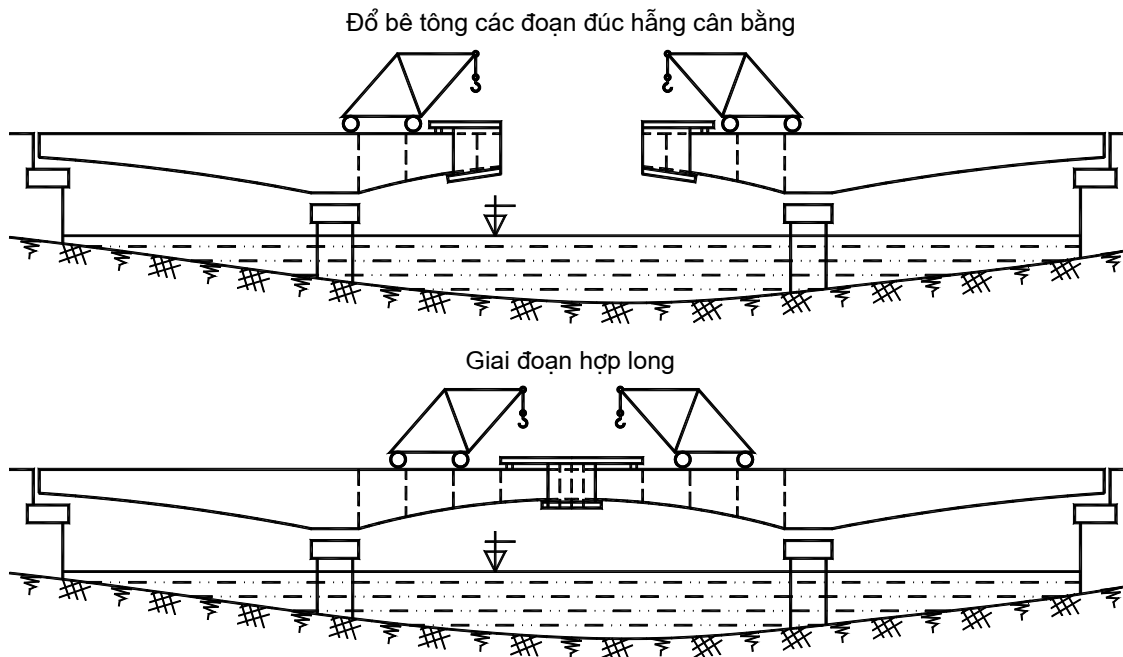
- Cầu qua sông sâu hoặc cầu có trụ rất cao.
- Làm giàn giáo không an toàn do nguyên cơ lũ lụt, nước chảy xiết.
- Không cho phép làm giàn giáo vì không bảo đảm khô gầm cầu cho tàu thuyền đi lại dưới cầu trong khi thi công.

Ngoài ra, đúc hẫng không phụ thuộc vào điều kiện trong nhà máy đúc sẵn, cho phép xây dựng những cầu với kích thước hợp lý kể cả cầu có bình đồ phức tạp (cong, xiên...). Đúc hẫng nhiều khi là công nghệ lợi hại đối với cầu nhịp dài.

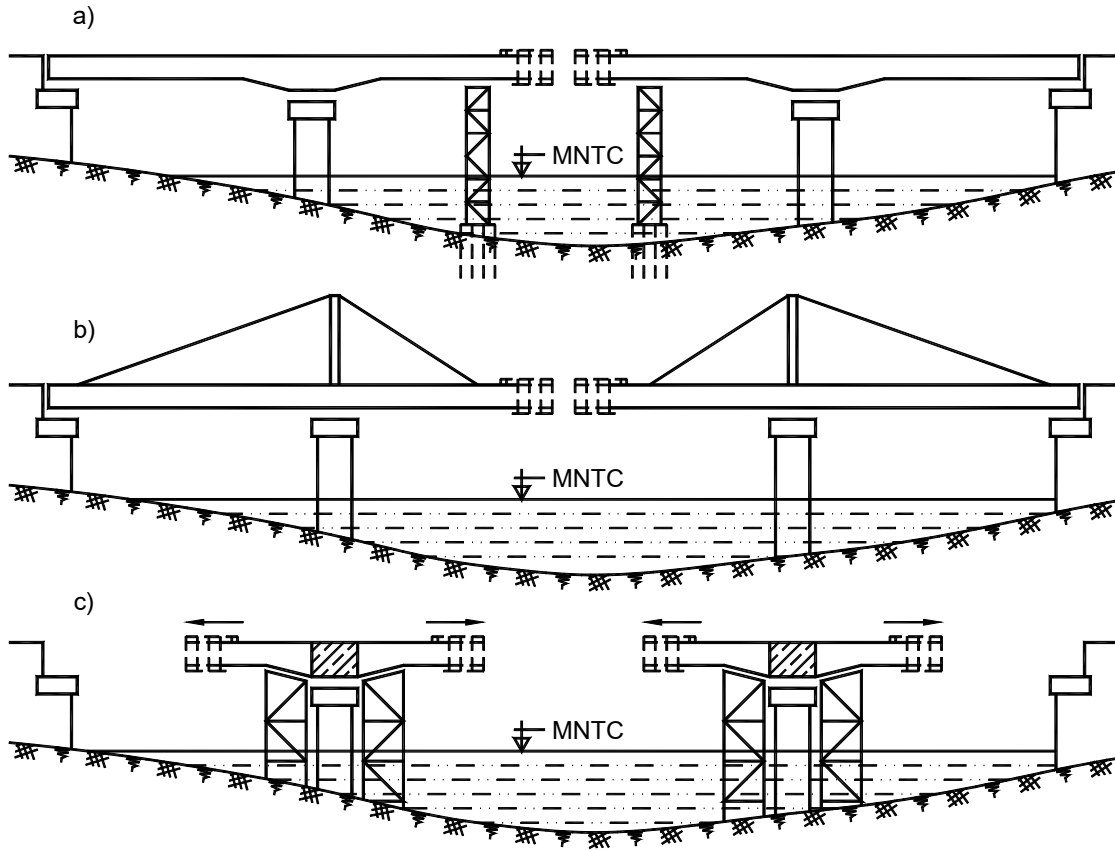
Công nghệ đúc hẫng được sử dụng trong thực tế xây dựng cầu trước khi có công nghệ lắp hẫng và cho đến nay vẫn là công nghệ được dùng phổ biến trong thi công cầu nhịp lớn ở nhiều nước trên thế giới, trong đó phải kể những cầu có nhịp kỷ lục ở Nhật Bản dài 240m, còn ở Việt Nam có Cầu Bãi Cháy là cầu treo một mặt phẳng dây, dầm cầu là bê tông cốt thép dự ứng lực nhịp dài tới 435m.

Để đúc hẫng kết cấu nhịp thường phương án thi công sau:

- Dùng giàn giáo treo trên bộ phận kết cấu nhịp đã thi công. Có thể đổ bê tông từ hai đầu rồi nối lại với nhau ở giữa nhịp (hợp long) như hình 5.17. Nhịp lớn có thể dùng thêm trụ tạm như hình 5.18.
- Dùng giàn giáo di động trên đất nền.

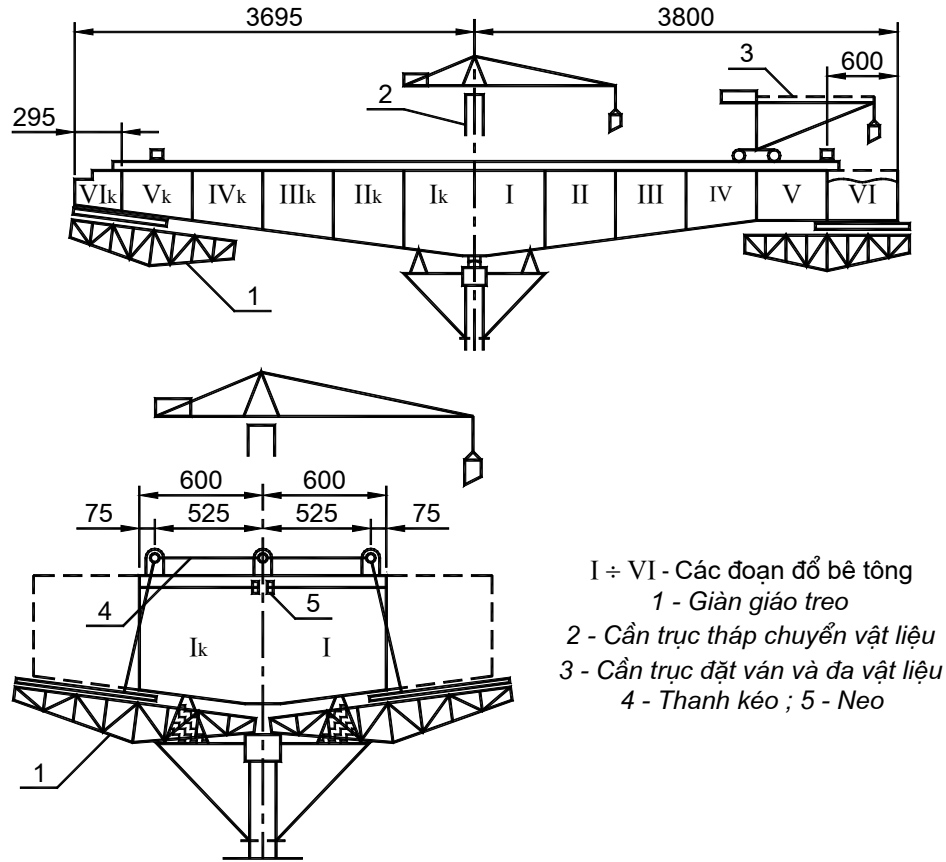


**Hình 5.17** Sơ đồ đổ bê tông theo phương pháp đúc hẫng cân bằng trên hệ dầm giáo treo



**Hình 5.18** Sơ đồ cấu tạo giàn giáo treo và trụ tạm

- Dùng giàn hoặc dầm thép bắc tạm trên trụ, mố cầu. Dầm, giàn này tương đối yếu, chỉ chịu được trọng lượng của một đoạn dầm. Sau khi bê tông khô cứng và căng bó cốt thép, trọng lượng sẽ truyền sang khúc dầm đã thi công.



**Hình 5.19** Sơ đồ đổ bê tông trên giàn giáo vạm năng kiểu treo

Biện pháp đúc cân bằng hằng hai bên trụ từng đoạn liên tiếp đôi một, rất được thông dụng như trên hình 5.19. Trình tự thi công như sau:

Hai bộ thiết bị di động bố trí làm việc đối xứng với trụ, có nhiệm vụ gánh sàn đạo treo, trên đó lắp ván khuôn, đặt cốt thép và đúc bê tông tại chỗ. Sau khi bê tông đã khô cứng, khâu dầm mới đúc sẽ được ép vào khúc đã đúc trước bằng cách căng cốt thép dự ứng lực luôn trong ống vách xuyên qua hai khúc vừa thi công và các khúc đã đúc trước. Do đó, cần bố trí sẵn các ống rỗng để luôn bỏ cốt thép có khi xuyên qua tất cả các phần đã thi công. Như vậy, sẽ có những ống vách chừa sẵn để luôn cốt thép, căng ép các khúc thi công tiếp.

Sau khi neo chặt cốt thép dự ứng lực ở hai đầu và phun ép vữa xi măng bảo vệ, cả hai bộ thiết bị được di chuyển sang vị trí mới, một chu kỳ thao tác tiếp theo sẽ được lặp lại.

Biện pháp thi công này tốc độ rất nhanh, tùy theo mức độ phức tạp của dầm cầu. Trung bình cứ 5 đến 10 ngày có thể thi công xong hai khúc dầm đối xứng. Chẳng hạn: di chuyển thiết bị, lắp ván khuôn, bố trí cốt thép và đúc bê tông trong 4 ngày, 3 ngày đợi bê tông khô cứng và tranh thủ luôn bỏ cốt thép ngay. Ứng suất pháp trong bê tông sẽ tăng dần dần trong quá trình đúc hằng các khúc tiếp theo, chẳng hạn với tốc độ 7 ngày một khúc, thì cứ sau  $7 + 3 = 10$  ngày, 24 ngày... bê tông lại được ép thêm. Cần chú ý phần bê tông dưới neo, nhiều khi phải đúc sẵn tấm đệm lắp ghép để phân bố ứng suất tập trung lên bê tông còn non yếu.

Tùy theo phương án thi công, chiều dài các khối đúc thường quyết định chi tiêu kinh tế của phương án thi công. Nếu ngắn quá, thời gian thi công kéo dài, bố trí cấu tạo phiền phức v.v...

Đối với phương án giàn giáo treo và dầm thép lao trên mố trụ cầu, chiều dài đúc hợp lý khoảng 3 đến 4m, tốc độ khoảng 0,4 đến 0,6m/ ngày đêm. Có nơi chu trình đúc giảm tới 4 ngày, tốc độ sẽ đạt tới 1m có khi tới 2m/ ngày đêm.

Giàn giáo treo phải có đủ độ cứng để hạn chế biến dạng khi đúc hẫng. Trong thi công phải tính toán chi tiết độ võng của thiết bị treo cho từng giai đoạn đúc hẫng, tránh rạn nứt cục bộ dưới tác dụng của bê tông tươi.

Khi đúc hẫng, vì thao tác trong điều kiện hạn hẹp, độ sụt của bê tông tốt nhất lấy khoảng 6 đến 7cm để bảo đảm cho bê tông dễ thi công và đồng đều, không bị phân tầng, tốt nhất là chỗ tiếp giáp bản đáy với sườn dầm (tiết diện hình hộp). Bê tông thường dùng loại đồng cứng nhanh, mác rất cao từ 500 đến 600. Khi bê tông đạt cường độ từ 300 đến 350kG/cm<sup>2</sup> thì căng cốt thép. Bê tông đồng cứng nhanh có thể bảo đảm cường độ đó trong hai ngày nếu được bảo dưỡng bằng hơi nước nóng.

Đối với một số khúc dầm gần trụ, cốt thép trong tiết diện được căng kéo dần, do đó ứng suất nén trước trong bê tông sẽ tăng dần trong quá trình đúc hẫng các đoạn tiếp theo.

Giàn giáo treo di động được đặt trên đoạn dầm đã thi công là do bố trí các bánh xe chạy trên đường ray. Nhưng khi thi công đốt mới phải neo giàn giáo vào đoạn bê tông đã đổ trước.

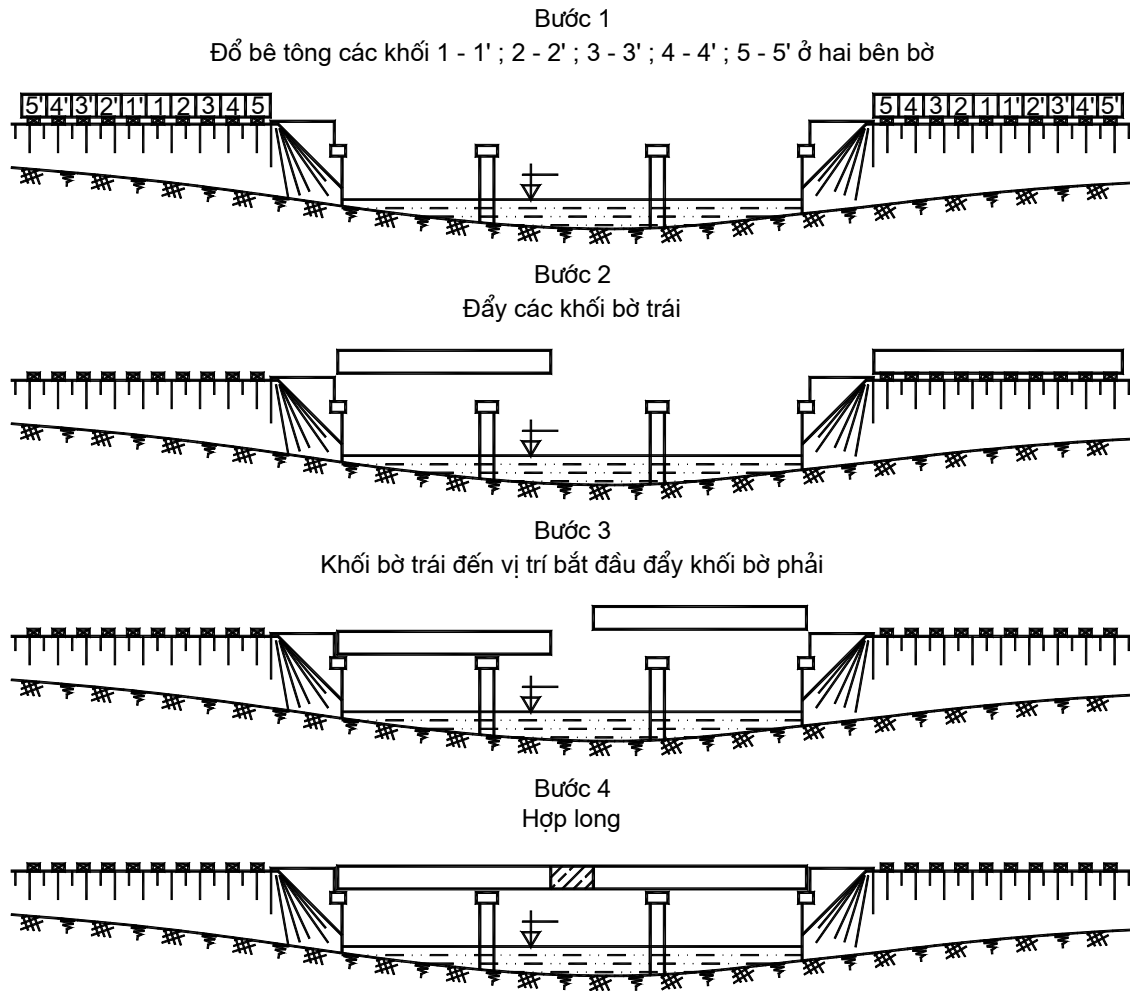
Với dầm tiết diện hình hộp, ván khuôn thành ngoài có thể làm với chiều cao không đổi và bằng chiều cao lớn nhất của dầm. Bề rộng của các ván khuôn cho bản đáy và bản đỉnh cũng thay đổi. Riêng ván khuôn thành trong phải thay đổi theo chiều cao dầm.

Độ võng của đầu hẫng ngày càng tăng lên khi dầm vươn càng xa. Độ võng do trọng lượng bản thân, lực căng cốt thép, biến dạng co ngót và từ biến của bê tông, trọng lượng giàn giáo v.v... phải được tính toán trước. Khi hợp long khối nhịp, độ võng thực tế phải phù hợp với độ võng thiết kế. Khi tính độ võng phải kể đến sự thay đổi môđun đàn hồi của bê tông. Môđun đàn hồi thay đổi vì cốt thép căng kéo quá sớm, cưỡng bức bê tông tham gia chịu lực khi còn non. Độ võng của đầu hẫng luôn luôn được theo dõi bằng máy đo đạc trong suốt quá trình thi công đúc hẫng.

#### **5.4. Phương pháp lắp dầm, đúc dầm kết cấu nhịp bê tông cốt thép dự ứng lực**

Thi công kết cấu nhịp bằng phương pháp đúc dầm hoặc lắp dầm thực chất là một công nghệ sản xuất dây chuyền, phần lớn công việc đều được thực hiện trên bờ theo nguyên lý sau:

Chế tạo tại chỗ (đúc) hoặc lắp ráp các khối bê tông đúc sẵn dần từng đoạn của kết cấu nhịp trên đường dẫn đầu cầu ngay sau mố, rồi đẩy dần theo chiều dọc về phía trụ bằng hệ thống kích thủy lực đặt nằm ngang.



**Hình 5.20** Các bước xây dựng đúc đẩy kết cấu nhịp bê tông cốt thép dự ứng lực

Lắp đẩy thực chất là biện pháp “xâu táo” từng đoạn với các thiết bị lắp là các loại cần trục thông thường hoạt động ngay trên bờ. Công trường chính chỉ tập trung tại một vị trí tương đối hẹp, nhưng có thể thi công được nhịp rất dài.

Đúc đẩy khác với đúc hẫng là không dùng ván khuôn treo và thiết bị di động, các khâu công việc chỉ đạo như đúc dầm và lao đẩy đều làm trên mặt đất.

Hai công nghệ đúc đẩy và lắp đẩy khác nhau chủ yếu ở khâu chế tạo và liên kết toàn khối hoá. Do đó sẽ khác nhau nhiều về tính năng vật liệu và thời gian thi công.

Tổng kết sơ bộ các giải pháp kỹ thuật lao đẩy hẫng, có thể phân ra những công nghệ khác nhau như sau:

*a. Tùy theo công nghệ sản xuất kết cấu nhịp, có thể:*

- Lắp ghép toàn bộ các khâu dầm, liên kết và toàn khối hoá kết cấu nhịp bằng mối nối và cốt thép dự ứng lực từ một bên đường dẫn và lao đẩy kết cấu nhịp liên tục qua các trụ, mô cố định.

- Lắp ghép hoặc đúc tại chỗ dần dần từng đoạn ngắn rồi đẩy ra trụ từ một phía đầu cầu. Công việc sẽ lặp đi, lặp lại nhiều chu kỳ.

- Cũng như trên, nhưng thực hiện từ hai phía đầu cầu và nối lại hai nửa kết cấu nhịp tại tiết diện giữa cầu như hình 5.20.

- Biện pháp “xâu táo”, được lắp dựng toàn bộ trên nền đường đầu cầu, nếu được lao bằng kích đẩy cũng có thể liệt vào loại công nghệ này.

b. *Tùy theo biện pháp khử bớt "ứng lực thi công" phát sinh trong quá trình đúc đẩy, có thể:*

- Sử dụng mũi dẫn là dầm hay dàn thép để liên kết chặt các khâu dầm đầu tiên.
- Sử dụng các thanh căng hoặc dàn dây tăng cường tạm thời phục vụ trong từng giai đoạn lao đẩy.
- Sử dụng các trụ tạm hoặc một đoạn giàn giáo để giảm bớt chiều dài đoạn khi lao đẩy.
- Chỉ lao đẩy một phần của tiết diện dầm. Sau đó toàn bộ tiết diện sẽ được bổ sung đầy đủ khi đã hoàn thành đẩy dầm tới vị trí thiết kế.

c. *Tùy theo giải pháp cấu tạo để khắc phục các ứng lực phát sinh trong quá trình thi công (thường khác dấu với ứng lực do tải trọng khai thác gây ra), có thể:*

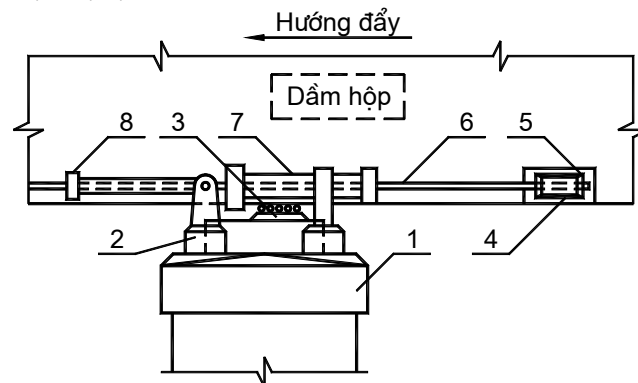
- Di chuyển tạm một số bó cốt thép dự ứng lực từ vị trí thiết kế sang vị trí khác trong giai đoạn lao đẩy khác nhau.
- Bố trí thêm các bó cốt thép tháo lắp được tại vị trí cần thiết, phù hợp theo từng giai đoạn, kể cả những bó phụ tạm bố trí tại trọng tâm tiết diện có thể tháo bỏ sau khi đưa dầm vào vị trí thiết kế cuối cùng.

d. *Tùy theo cấu trúc và nguyên lý làm việc của hệ thống thiết bị đẩy và trượt, có thể:*

- Sử dụng hệ thống thiết bị nâng đẩy hoạt động theo cơ chế lặp, có chu kỳ nâng hạ và đùn đẩy tuần tự theo nhịp độ bàn trượt không liên tục và được thay đổi luân lưu vị trí trong quá trình lao đẩy.
- Sử dụng hệ thống thiết bị đẩy hoạt động với bàn trượt liên tục bằng thép hoặc vật liệu ít ma sát dưới dạng dải băng liên tục. Có thể không cần hệ kích nâng hạ trong khi lao dọc.
- Sử dụng thiết bị kéo đẩy hoạt động theo chu kỳ (có thanh kéo).

e. *Tùy theo vị trí đặt các trạm thiết bị lao đẩy kết cấu nhịp, có thể:*

- Chỉ đặt một hệ thống thiết bị đẩy tại một trạm, thường được bố trí trên đỉnh mô cầu.
- Đặt nhiều hệ thống thiết bị đẩy đồng bộ tại nhiều trạm khác nhau, chẳng hạn đặt cả trên các trụ cố định hoặc trụ tạm như hình 5.21



**Hình 5.21** Thiết bị đẩy trên trụ

1 - Mũ trụ; 2 - Bộ kê gối; 3 - Đường trượt; 4 - Neo giữ; 5 - Bàn neo; 6 - Thanh kéo  
7 - Kích nằm ngang; 8 - Kẹp

Dù là biện pháp nào trong quá trình lao đẩy dọc cũng phải bố trí các bó cốt thép dự ứng lực phụ tạm, để khắc phục các nội lực phát sinh trong quá trình thi công không phù hợp so với nội lực thiết kế về trị số cũng như về dấu.



Như vậy, các bó cốt thép dự ứng lực sẽ phải được tính toán theo hai giai đoạn:

- *Giai đoạn 1*: Trên bãi lắp hoặc đúc, cốt thép sẽ được bố trí và căng kéo ở cả cánh trên và cánh dưới. Do đó sẽ phải tính toán bổ sung thêm một số lượng bó cốt thép cần thiết, tùy theo chiều dài từng đoạn thi công đẩy hẫng.

- *Giai đoạn 2*: Sau khi thi công xong, một số bó sẽ được lấy đi hoặc chuyển về vị trí tương xứng phù hợp với tải trọng khai thác khi thiết kế.

Một cách tổng quát các bước thi công lao đẩy hẫng sẽ như sau:

- Trên đường dẫn vào cầu, trước hết lắp mũi dẫn bằng thép, tối thiểu dài khoảng nửa nhịp cầu, có thể tới 2/3 chiều dài nhịp lớn nhất nếu không có trụ tạm đón đầu.

- Sau khi đón khâu dầm đầu tiên được đúc hoặc lắp ghép và liên kết chặt với mũi dẫn thép.

- Các khối sau khi được lắp ghép hoặc đúc tiếp và liên kết thành một phân đoạn nhờ các bó thép dự ứng lực.

- Sau khi ép đoạn đầu, tiến hành lao đẩy hẫng theo chiều dọc ra trụ cầu bằng hệ kích thủy lực bố trí nằm ngang.

- Các khâu dầm tiếp theo lại được nối thành phân đoạn mới, căng ép bằng các bó cốt thép cứ thế tiếp tục đẩy hẫng ra nhịp cầu.

- Khi các mũi dẫn đã ra tới trụ, sẽ có thiết bị trượt đón đầu và tiếp tục trượt, đùn, sau cả những phân đoạn đã thi công.

- Sau khi kết thúc giai đoạn đẩy dầm là công tác hoàn thiện, có thể bao gồm những việc sau: điều chỉnh đúng vị trí và hạ dầm xuống gối cầu, dỡ bỏ mũi dẫn và các công trình tạm, dỡ bỏ các bó cốt thép không còn cần thiết, bố trí lại hoặc bổ sung các bó phù hợp với biểu đồ nội lực khi khai thác v.v...

## **5.5. Công tác lao lắp kết cấu nhịp cầu dầm BTCT lắp ghép và bán lắp ghép**

### **5.5.1. Đặc điểm thi công lao lắp kết cấu nhịp cầu BTCT lắp ghép**

Các khối lắp ghép trong kết cấu nhịp bê tông cốt thép có trọng lượng rất lớn, cho nên việc lao lắp rất khó khăn và phức tạp, đòi hỏi phải hết sức cẩn thận và nhẹ nhàng. Ráp nối các khối lắp ghép cũng tốn nhiều công sức và thời gian, vì vậy khi thiết kế chế tạo cần chú ý phân khối cho phù hợp với phương tiện vận chuyển và lao lắp. Các mối nối khi chế tạo cũng như thi công phải chính xác, nếu không kết cấu sẽ chịu lực không phù hợp thiết kế và gây khó khăn sau này. Cầu kiện bê tông cốt thép và bê tông dự ứng lực là những kết cấu chịu lực theo sơ đồ nhất định và không đồng đều ở các chiều khác nhau, cho nên trong quá trình xếp dỡ, vận chuyển và lao lắp phải hết sức cẩn thận, có khi phải gia cố thêm và móc cầu tại những vị trí thích hợp. Bê tông là vật liệu ròn, khi lao lắp cần chú ý không để cầu kiện va chạm mạnh và bê tông phải đủ cường độ quy định.

Thiết bị cầu lắp phải bảo đảm thao tác nhanh gọn đẩy mạnh tiến độ thi công và tốt nhất có thể dễ dàng di chuyển cầu kiện về mọi phía. Cần đặc biệt chú ý kiểm tra an toàn các thiết bị trước khi lao lắp.

Công việc cầu lắp cầu kiện đúc sẵn trong kết cấu nhịp lắp ghép gồm hai giai đoạn: Chuẩn bị và lắp ráp.

- Giai đoạn một gồm: Chuẩn bị hiện trường như làm đà giáo, dựng cần trục, chuẩn bị bãi để dầm và đường vận chuyển; tiếp nhận cầu kiện, làm vệ sinh và tẩy gỉ các chi tiết, mối nối; sửa chữa các khuyết tật và sai lệch; lắp thử; kiểm tra thiết bị kích kéo, cần trục v.v...

- Giai đoạn hai gồm: bố trí các giá lắp dầm buộc và cầu dầm, lao lắp các phiến dầm vào vị trí bằng cần trục hoặc giá lao; điều chỉnh và liên kết các mối nối; hoàn thiện mặt cầu.

Khi buộc và nâng dầm cần đặc biệt chú ý vị trí buộc phải chính xác (nếu không có móc cầu phải đánh dấu cẩn thận), năng lực trọng tải của thiết bị phải bảo đảm cầu được trọng

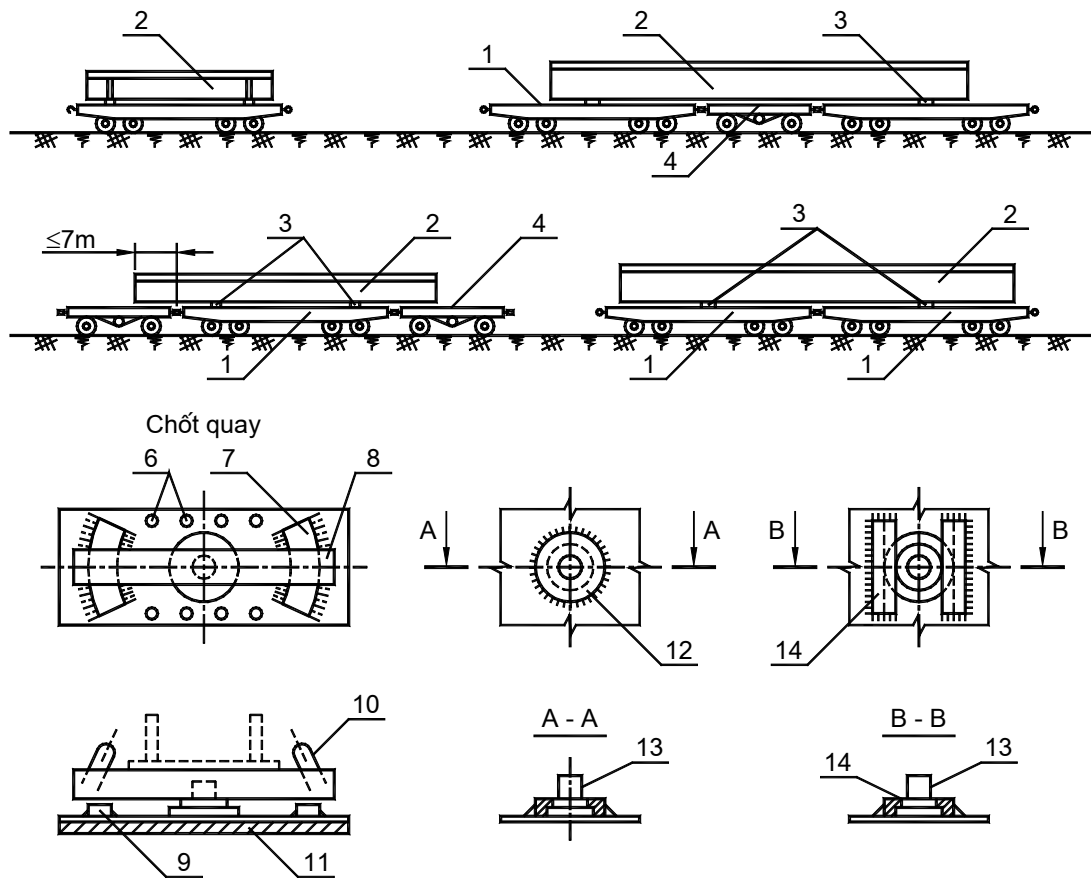
lượng các phiến dầm. Khi cầu phải đứng chịu lực của cầu kiện, tuyệt đối không được quay lật tuý tiện.

### 5.5.2. Vận chuyển các khối dầm bê tông cốt thép đúc sẵn

Các khối bê tông cốt thép đúc sẵn được chuyên chở bằng ô tô, trên xà lan hoặc các toa xe lửa có trọng tải khoảng 50 đến 60 Tấn. Hình 5.22 là một ví dụ sơ đồ bố trí cầu kiện trên toa xe lửa.

Các phiến dầm và cọc khi chiều dài nhỏ hơn 7m có thể đặt trên một toa xe. Nếu dài hơn phải đặt trên hai toa, ở giữa có toa đệm. Để dễ dàng di chuyển trên đường vòng bán kính nhỏ, dầm được đặt trên đĩa quay bố trí ở giữa toa xe. Đĩa quay còn có tác dụng phân bố đều tải trọng cho các bánh xe. Những khối đúc sẵn cỡ lớn phải có ba kích thước không gian nằm trong phạm vi khổ quy định của toa xe mới có thể vận chuyển được bằng đường sắt.

Trong trường hợp đặc biệt kích thước vượt ra ngoài khổ đường sắt, phải tuân theo yêu cầu đặc biệt, quy định trong bản hướng dẫn vận chuyển quá khổ, theo các mức khác nhau.

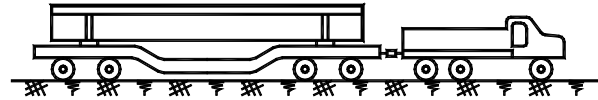


**Hình 5.22** Vận chuyển dầm bằng toa xe lửa

- 1 - Toa xe; 2 - Dầm BTCT; 3 - Đĩa quay; 4 - Toa đệm; 5 - Gối đỡ; 6 - Bu lông  
 7 - Bản thép; 8 - Thanh trượt; 9 - Bản thép đỡ; 10 - Móc kéo; 11 - Sàn toa xe  
 12 - Vòng đệm; 13 - Chốt quay; 14 - Dải định hướng

Tùy theo kích cỡ và trọng lượng các khối có thể đặt chồng lên nhau hai lớp. Khi vận chuyển các khối phải được liên kết chặt trên toa xe, để bảo đảm ổn định chống trượt và lật do mọi tác động có thể xảy ra, như tác động xung kích, quán tính v.v...

Tuỳ theo kích thước và trọng lượng cầu kiện đúc sẵn cũng có thể vận chuyển bằng ô tô (hình 5.23). Chẳng hạn như vận chuyển bản mặt cầu, khối bộ hành, lan can, ống cống. Các khối móng và cầu kiện bê tông cốt thép cỡ nhỏ thì đặt trên một ô tô. Khi khối lắp ghép có chiều dài lớn (cột, cọc, phiến dầm v.v...) thường phải dùng ô tô rơ moóc. Các phiến dầm dài tối đa là 33m, các khối đặc biệt có trọng lượng lớn như các khâu dầm hộp, dầm chữ I kép, xà mũ, cũng có thể vận chuyển bằng ô tô, có kéo rơ moóc hoặc máy kéo đặc biệt.

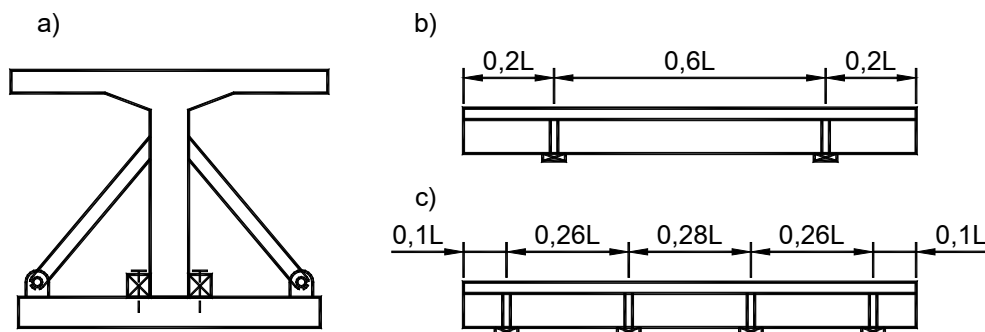


**Hình 5.23**

Vận chuyển dầm BTCT bằng rơ moóc 45 Tấn

Vận chuyển bằng ô tô còn phụ thuộc vào trạng thái và chất lượng tuyến đường, nhất là trên các tuyến đường cấp thấp ở nông thôn và miền núi trong các mùa mưa lũ.

Sơ đồ đặt khâu dầm lắp ghép trên rơ moóc 45 tấn như hình 5.23. Quá trình vận chuyển dầm phải được kê tại vị trí quy định theo thiết kế và liên kết chắc chắn với rơ moóc (hình 5.24).



**Hình 5.24** Quy định vị trí cầu và kê dầm bê tông cốt thép

a) - Phương pháp cố định dầm; b) - Khi kê dầm ở 2 điểm; c) - Khi kê dầm ở 4 điểm

### 5.5.3. Lắp dầm bê tông cốt thép bằng cần trục tự hành

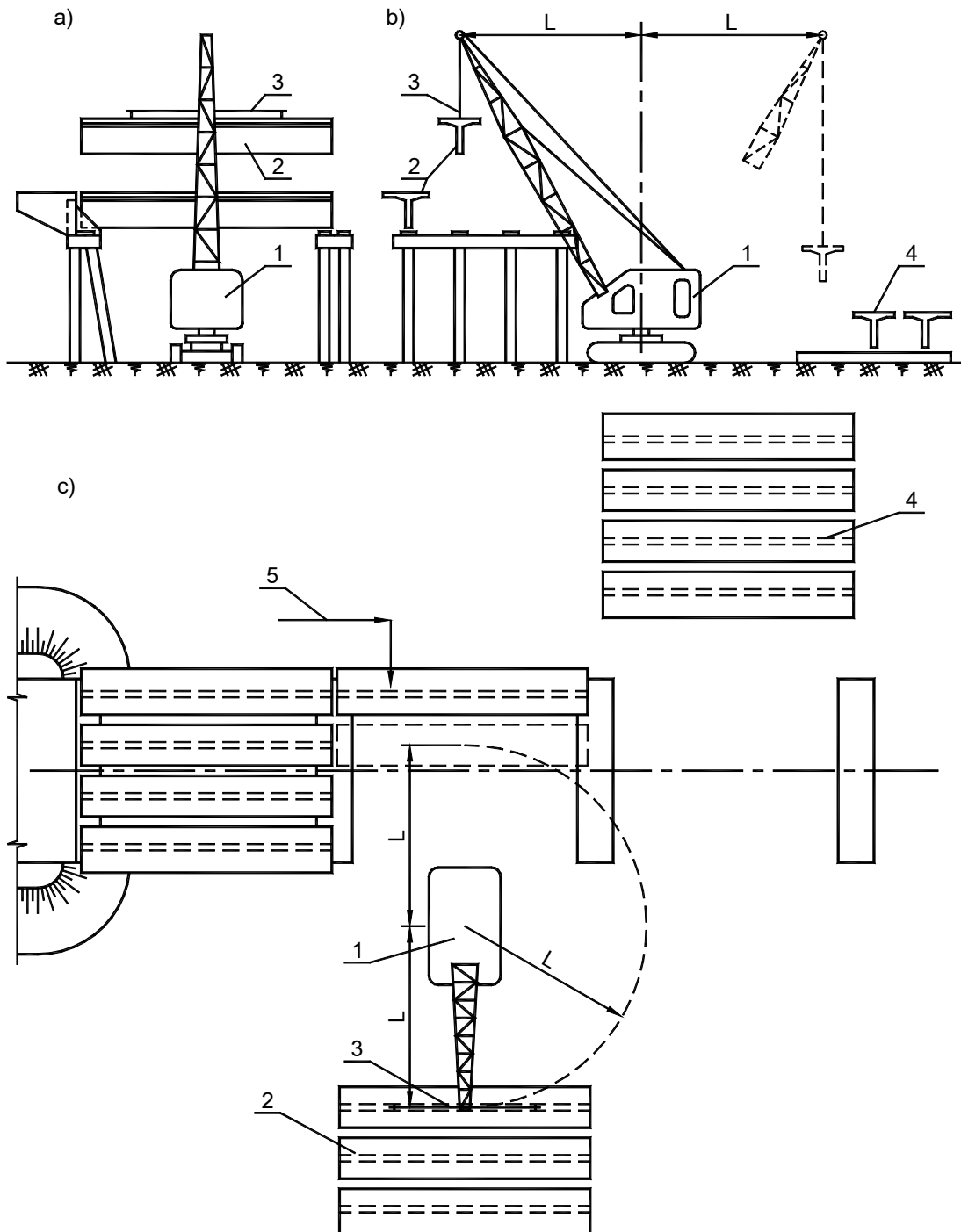
Cầu kiện đúc sẵn của cầu dầm và cầu bản bê tông cốt thép được cầu lắp bằng các loại cần trục hoặc các thiết bị lao đặc biệt.

Tuỳ theo điều kiện địa hình, cần trục có thể đứng ngay trên mặt đường hoặc bãi sông gằm cầu để cầu lắp dầm vào vị trí (hình 5.25), cũng có thể bố trí cần trục đứng trên kết cấu nhịp đã thi công để lắp tiếp sau (hình 5.26). Nếu mức nước trong quá trình thi công không sâu và chiều cao gằm cầu vừa tầm còn có thể cho cần trục chạy trên đà giáo, cầu tạm để lao lắp kết cấu nhịp.

Cần trục thường dùng là loại tự hành, bánh xích hoặc bánh lốp. Nếu cần trục di chuyển trực tiếp trên mặt đất thì cường độ đất nền phải tốt. Chẳng hạn, nếu lắp dầm bằng cần trục bánh lốp, ứng suất nền đất phải là  $4 \div 5 \text{ kG/cm}^2$ , nếu là cần trục bánh xích ứng suất ít nhất cũng phải đạt  $2 \div 3 \text{ kG/cm}^2$ . Trường hợp nền đất yếu, có thể kê ván gỗ hoặc lót tôn thép ở vệt bánh xe của cần trục. Hình 5.25 là một phương án lao lắp bằng cần trục đứng trên bãi sông. Cần trục có thể quay một góc  $180^\circ$  để lấy dầm và đặt vào vị trí.

Muốn sử dụng tối đa khả năng cần trục, tầm với của cần phải nhỏ nhất. Để bảo đảm cầu kiện tương đối dài làm việc đúng thiết kế, khi lao lắp dùng một đòn treo. Dùng đòn treo còn có tác dụng giảm được dây cầu và tránh cho dầm bê tông chịu lực nén khi cầu dầm. Dây và đòn treo sẽ chịu tải trọng bản thân, trọng lượng khối dầm, tính cả hệ số xung kích. Sau khi dầm được đặt vào vị trí gối cầu, cần trục lùi ra, lấy dầm khác và đặt tiếp. Vị trí đứng của cần

cầu phải là vị trí có khả năng cầu được tải trọng lớn nhất, bảo đảm ổn định của cần trục lúc di chuyển. Tuy nhiên, chỉ khi nào cầu kiện nhẹ hơn 50% khả năng cầu, mới cho cần trục vừa nâng cầu kiện vừa di động.

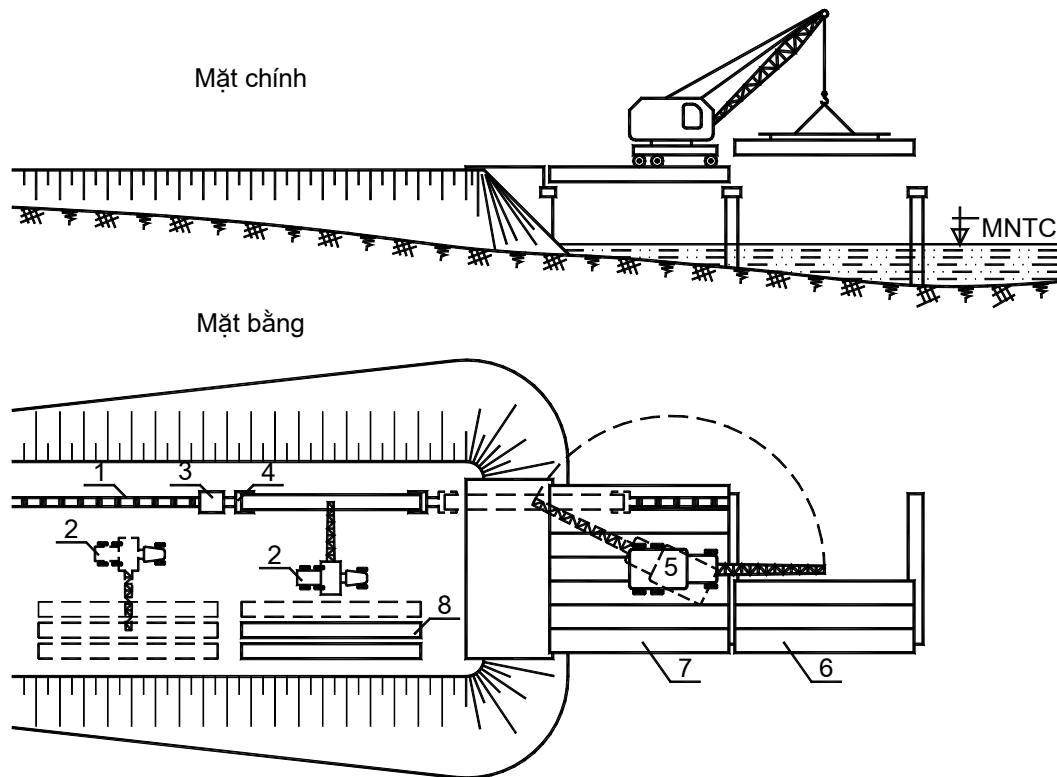


**Hình 5.25** Sơ đồ lắp kết cầu nhịp bằng cần cầu mũi tên trên mặt đất

a) - Mặt chính; b) - Mặt bên; c) - Mặt bằng

1 - Cần cầu; 2 - Khối dầm cầu; 3 - Đòn gánh; 4 - Chỗ xếp tạm các khối dầm  
5 - Hướng di chuyển của cần cầu

Dùng cần trục có cần, đi trên bãi sông để lắp thường chỉ cầu được các phiến dầm có chiều dài tối đa là 21m và trọng lượng không quá 30 ÷ 35 Tấn. Nếu một cần trục không cầu nổi có thể dùng hai cần trục nhưng phải chú ý điều khiển để khi cầu lắp dầm được nhịp nhàng, cân đối. Trường hợp dầm không dài, có thể buộc trực tiếp vào móc cầu (hình 5.27a), với góc nghiêng của dây cáp buộc giới hạn từ 30 ÷ 60<sup>0</sup>. Nếu góc nghiêng nằm ngoài giới hạn trên, hoặc dây sẽ quá tải, hoặc lực căng dây sẽ quá lớn.



**Hình 5.26** Sơ đồ lắp kết cấu nhịp bằng cần cầu tiến dần từ mỏ ra  
 1 - Đường ray; 2 - Cần cầu xếp dỡ dầm; 3 - Đầu máy; 4 - Xe chở dầm  
 5 - Cần cầu lắp dầm; 6 - Kết cấu nhịp đang được lắp; 7 - Kết cấu nhịp đã lắp xong  
 8 - Chỗ xếp tạm dầm

Độ bền của dây cáp buộc tính theo công thức sau:

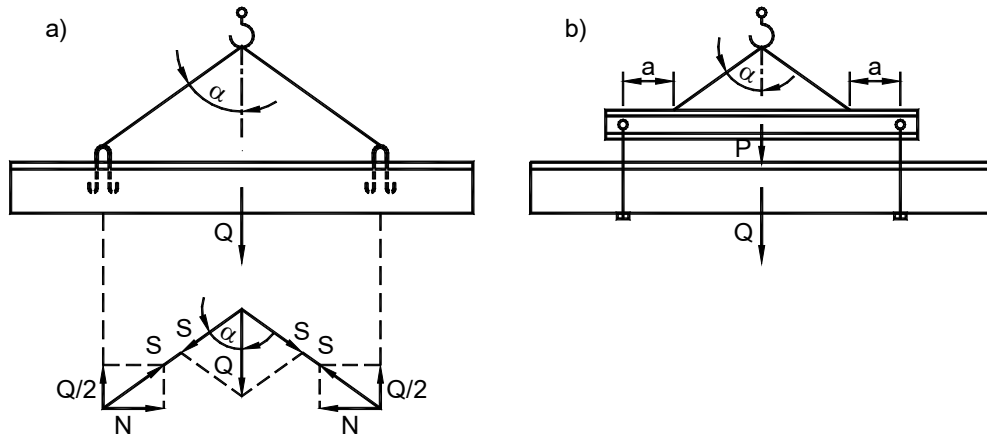
$$\frac{mQ}{n \cos \alpha} \leq \frac{R}{K} \quad (5.14)$$

Lực nén lệch tâm do dây treo tác dụng vào cầu kiện sẽ là:

$$N = \frac{mQ}{n \cot \alpha} \quad (5.15)$$

Như vậy, khi treo trực tiếp, cầu kiện sẽ làm việc như một dầm hẫng chịu tác dụng của tải trọng bản thân Q và lực nén lệch tâm N.

Trường hợp dùng đòn treo và dây cầu dầm buộc gián tiếp, cách điểm treo của đòn một đoạn thẳng bằng a (hình 5.27b), độ bền của dây cáp sẽ tính theo công thức:



**Hình 5.27** Dây treo dầm  
a) - Treo trực tiếp; b) - Treo qua đòn

$$\frac{m(n_1Q + n_2P)}{n \cos \alpha} \leq \frac{R}{K} \quad (5.16)$$

Trong các công thức trên ta ký hiệu:

Q - Trọng lượng cầu kiện

m - Hệ số xung kích thường lấy  $m = (1 + \mu) = 1,1$

n - Số nhánh dây treo (nếu  $n > 3$  chỉ lấy  $n = 3$ )

$\alpha$  - Góc nghiêng của dây treo với đường thẳng đứng

P - Trọng lượng đòn treo

$n_1$  và  $n_2$  là hệ số vượt tải của tải trọng Q và P

R - Lực kéo đứt của dây cáp treo

K - Hệ số an toàn của dây cáp (lấy  $K = 3 \div 8$ )

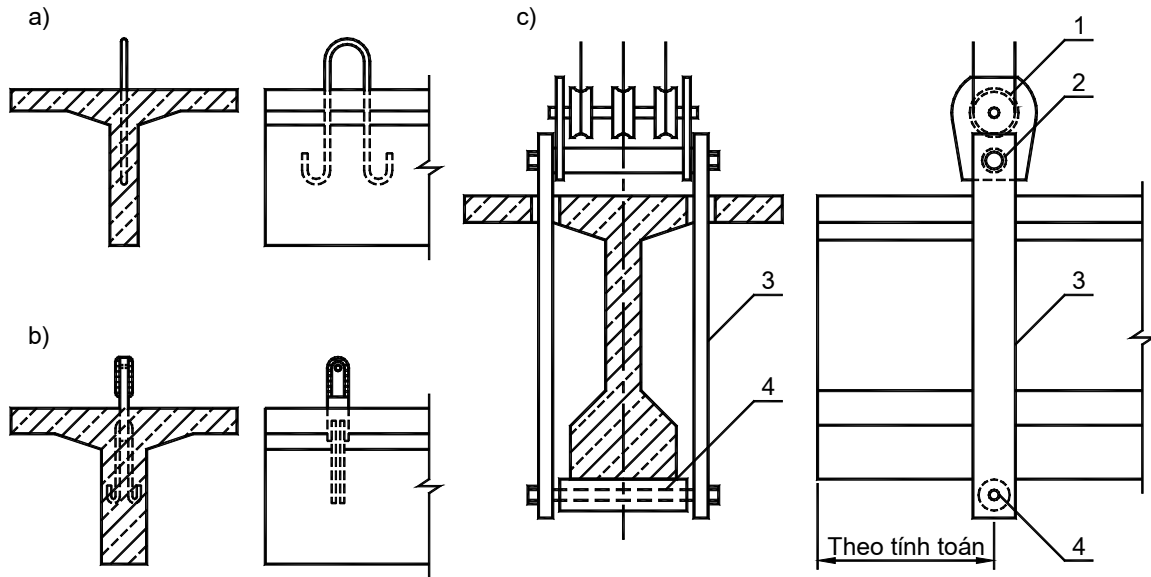
Nội lực trong đòn treo tại điểm buộc cáp sẽ là (với  $n = 2$ )

$$M = \frac{m.a}{2} \left( n_1Q + n_2 \frac{P.a}{l} \right) \quad (5.17)$$

$$N = \frac{m(n_1Q + n_2P)}{2 \cot \alpha} \quad (5.18)$$

Trong đó : l - là chiều dài đòn treo

Cần chú ý khi sử dụng đòn treo bằng thép, tại chỗ buộc phải có đệm gỗ để tránh cho dây cáp có góc gãy và bê tông bị nứt mẻ do dây cáp siết chặt lúc cầu. Khi nền đất bãi sông yếu hoặc mực nước sâu, cần trục lắp dầm có thể đi trên nhịp để lao. Trường hợp này cần trục phải có tâm với dầm để cầu dầm phía trước. Các phiến dầm lắp ghép sau khi vận chuyển và đặt nơi tập kết được đưa lên xe goòng để cần trục cầu lên đưa vào vị trí. Vì cần trục trực tiếp đi trên kết cấu nhịp nên chỉ lao được các phiến dầm có chiều dài tối đa là 16m, tương ứng với trọng lượng tối đa khoảng 14 ÷ 15 Tấn.



**Hình 5.28** Móc treo dầm  
 a) - Móc bằng thép tròn; b) - Móc bằng thép bản; c) - Móc ngoài  
 1 - Múp; 2 - Trục ngang; 3 - Thanh kẹp; 4 - Trục đỡ

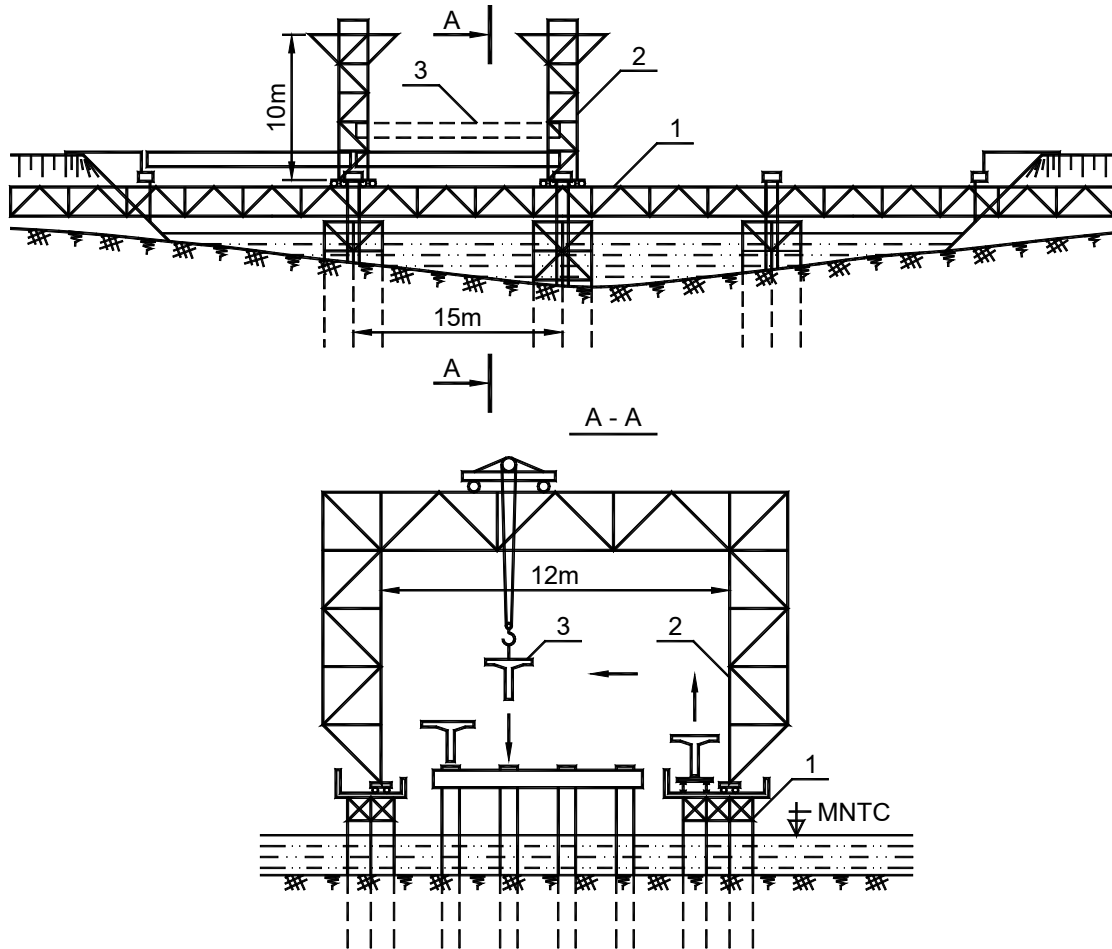
Lắp những nhịp ở giữa sông, có thể sử dụng cần trục đặt trên phao nổi, để giảm tầm với và tăng sức nâng của cần trục. Để cầu lắp được thuận lợi phải bố trí các móc treo tại vị trí quy định theo tính toán trên cầu kiện. Hình 5.28 giới thiệu một số móc treo dầm lắp ghép. Móc treo đơn giản nhất là dùng một móc cốt thép chôn vào bê tông như hình 5.28a. Đối với dầm có trọng lượng lớn dùng bản thép hàn với neo dầm như trên hình 5.28b. Trường hợp cầu lớn nữa, có thể dùng móc kiểu quang treo như hình 5.28c.

#### 5.5.4. Lắp dầm bê tông cốt thép bằng giá long môn

Giá long môn (cần trục kiểu cổng) thích hợp dùng để lắp cầu dầm bê tông cốt thép nhiều nhịp, đặc biệt với cầu chiều cao khá lớn và nhịp dài. Cần trục long môn thông thường có sức nâng đến 65 tấn. Cần trục long môn lắp bằng thép hình I, thép hình máng [ hoặc thanh “vạn năng” có sức nâng đến 100 tấn. Giá long môn có thể lắp cố định hoặc di động.

Cần trục loại này có nhược điểm là thời gian lắp ráp lâu, nhưng ưu điểm nổi bật là cầu lắp được cầu kiện có trọng lượng nặng, ở độ cao lớn, vì vậy được sử dụng rộng rãi trong xây dựng cầu.

Lao lắp dầm có chiều dài 18 đến 21m có thể dùng một giá long môn. Nếu nhịp dài tới 24m hoặc lớn hơn phải dùng hai cần trục để cầu lắp. Cần trục di chuyển dọc cầu bằng đường ray đặt trên bãi sông (nếu cầu thấp và địa chất tốt), hoặc đi trên cầu tạm (nếu cầu cao, nền đất xấu). Kết cấu nhịp dầm vận chuyển bằng xe goòng ra vị trí, được giá long môn nâng lên và vận chuyển ngang, rồi hạ xuống gối như hình 5.29.



**Hình 5.29** Sơ đồ lắp kết cầu nhịp bằng giá long môn  
 1 - Cầu tạm bằng thanh vạm nạng; 2 - Giá long môn bằng thanh vạm nạng  
 3 - Dầm bê tông cốt thép đang được lắp đặt vào vị trí

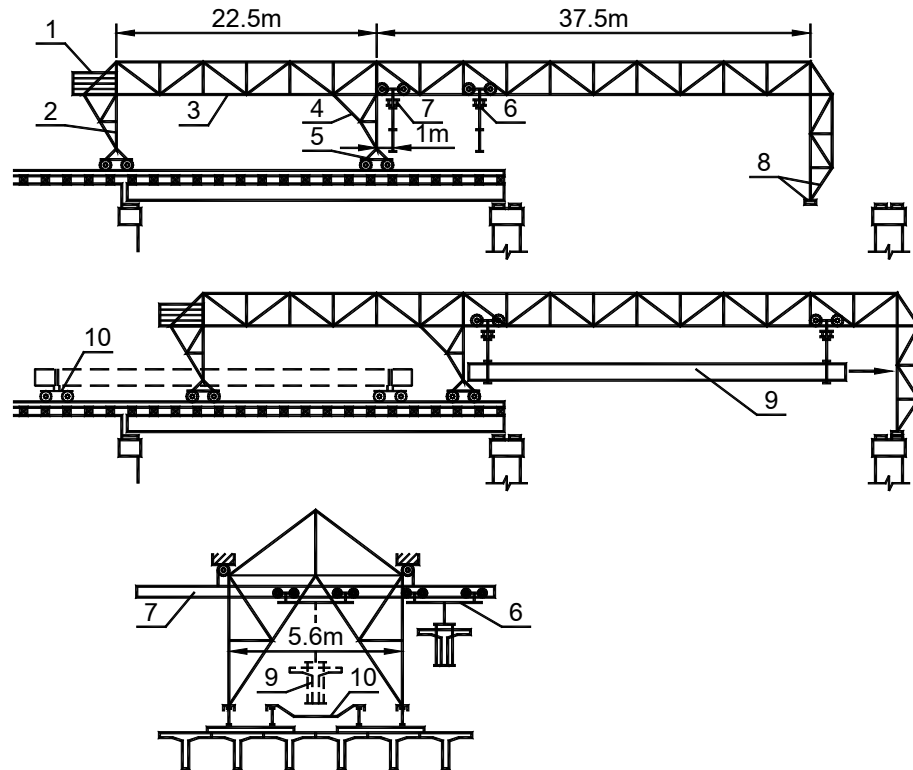
#### 5.5.5. Lắp dầm bê tông cốt thép bằng tổ hợp lao cầu

Tổ hợp lao cầu là một tổ hợp các thiết bị đặc biệt gồm dàn hoặc dầm dẫn, các giá long môn, toa xe hoặc xe goòng chở dầm. Hiện nay, việc lao lắp dầm bê tông cốt thép bằng tổ hợp lao cầu được dùng khá phổ biến với cầu nhiều nhịp, dầm dài, bề rộng cầu lớn. Nhưng phổ biến nhất là khi lao lắp kết cấu nhịp cầu có trọng lượng dưới 100 tấn có thể dùng tổ hợp kiểu hẫng như hình 5.30 giới thiệu một tổ hợp kiểu hẫng  $\Gamma\Pi - 2 \times 30$  để lao lắp nhịp có chiều dài tối đa là 33m, trọng lượng mỗi phiến dầm 60 tấn và khoảng cách hai dầm biên là 8,7m

Tổ hợp gồm: Dàn liên tục hai nhịp (3) gối lên trụ (2) và (4). Khi làm việc dàn còn được gối lên trụ (8). Chân trụ (2) đặt trên bánh xe một trục, chân trụ giữa đặt trên goòng ba trục và do động cơ điện điều khiển di chuyển. Trụ (8) có đặt kích răng điều chỉnh độ võng của đầu dàn khi lao sang nhịp khác. Để chuyển phiến dầm bê tông cốt thép dọc theo dàn phải dùng hai dầm ngang hẫng (7). Khi phiến dầm bê tông tới vị trí, dùng róc rách (bánh xe) và palăng xích (6) sàng ngang để hạ dầm xuống gối. Muốn dàn ổn định khi kéo sang nhịp khác, cần bố trí đối trọng (1). Dầm bê tông cốt thép (9) được đặt trên xe goòng (10) để di chuyển ra trụ (4). Sau đó dùng palăng xích (6) nâng dầm và kéo về phía trước.



Trụ (2) và (4) chạy trên đường ray. Quá trình lắp dầm theo tuần tự từng nhịp một, thứ tự lắp dầm từng nhịp theo mặt cắt ngang được lắp từ một bên lại hoặc từ giữa sang hai bên.

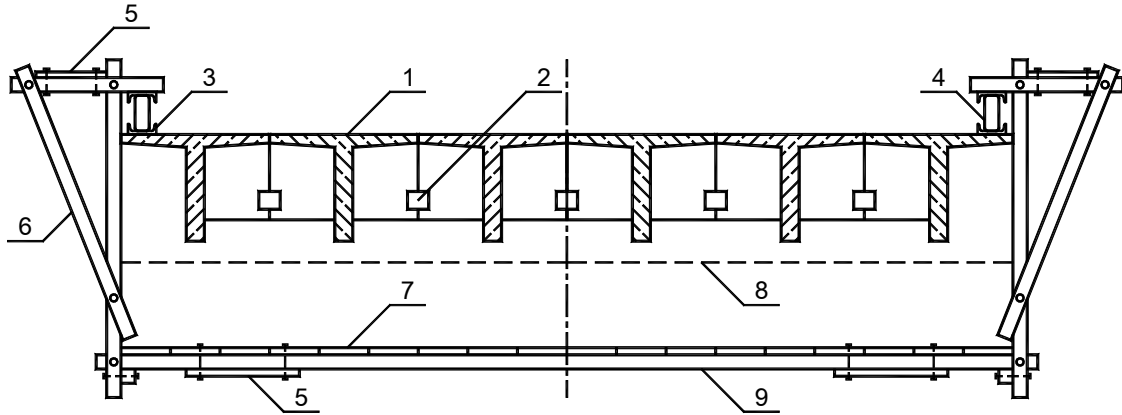


**Hình 5.30** Sơ đồ lắp dầm BTCT bằng thiết bị ГП - 2 × 30 (giá ba chân)  
 1 - Đối trọng; 2 - Chân sau; 3 - Dàn chịu lực; 4 - Chân giữa  
 5 - Bộ chạy thụ động ba trục; 6 - Bộ chạy; 7 - Xe trượt; 8 - Chân trước  
 9 - Dầm BTCT; 10 - Xe chở dầm

### 5.5.6. Liên kết các phiến dầm và công tác hoàn thiện

Sau khi các phiến dầm bê tông cốt thép đã được đặt vào vị trí, phải được liên kết lại thành một kết cấu chỉnh thể. Mỗi nối có thể ở bản mặt cầu, ở dầm ngang và thường dùng cốt thép để liên kết. Sau khi nối xong tiến hành đổ bê tông. Mỗi nối cốt thép có thể dùng liên kết hàn hoặc neo. Trước khi hàn phải nắn thẳng cốt thép theo thiết kế. Đổ bê tông mỗi nối thường dùng ván khuôn treo ốp vào bản mặt cầu. Mỗi nối có thể bảo dưỡng bằng hơi nước nóng để bê tông nhanh chóng đạt cường độ và thông xe có thể sớm hơn.

Muốn tiến hành liên kết các mối nối ở dầm ngang phải làm đà giáo treo bằng gỗ hoặc thép như trên hình 5.31. đà giáo treo có thể di động được nhờ bánh xe chạy trên lòng thép I hoặc thép [ . Như vậy có thể thi công dễ dàng tất cả các mối nối trong mọi dầm ngang của nhịp cầu.



**Hình 5.31** Giàn giáo treo di động khi liên kết dầm ngang  
 1 - Mặt dầm chữ T; 2 - Mối nối; 3 - Sắt chữ U; 4 - Con lăn; 5 - Bản nối  
 6 - Thanh treo; 7 - Ván; 8 - Lan can; 9 - Dầm ngang cách nhau 160cm

Sau khi các phiến dầm đã được liên kết thành một khối chặt chẽ, tiến hành rải lớp đệm, tạo dốc ngang thoát nước. Tiếp theo là đặt các khối bộ hành và lan can. Vì trọng lượng nhỏ, các khối này được chở ra bằng ô tô, rồi dùng cần trục bánh lốp để lắp liên kết chặt xuống bản mặt cầu. Thứ tự đặt các khối bộ hành từ đầu nhịp đến cuối nhịp. Cột lan can liên kết với bản thép hoặc liên kết bu lông đặt trong khối bộ hành. Sau khi đặt xong phải đổ bê tông phủ bản thép hoặc bu lông bảo vệ và giữ được mỹ quan.

Các công việc thi công trên lớp mặt cầu gồm: Đặt ống thoát nước, làm khe biến dạng, đặt tầng phòng nước, lớp bảo vệ, đặt đá vữa, cuối cùng phủ lớp mặt đường.

Ống thoát nước đặt vào lỗ đã chừa sẵn trên bản mặt cầu. Ống phải được đánh gi, quét một lớp nhựa đường nếu cần. Lớp đệm tạo dốc thoát nước có thể là vữa xi măng hoặc bê tông, mặt trên phải nhẵn. Sau khi làm được 2 đến 3 ngày đêm mới cho phép đặt tầng phòng nước. Khe biến dạng phải bảo đảm cho mặt cầu liên tục, xe đi lại êm thuận, (có thể dùng các bản thép cài răng lược).

### 5.5.7. Tính toán kết cấu phụ trong thi công

#### a. Chọn các thông số của cần trục

Chọn cần trục thường căn cứ vào trọng lượng, kích thước khối lắp, chiều dài tầm với và chiều cao cần thiết. Cần trục làm việc tốt nhất khi tay với nhỏ, lúc đó khả năng nâng tải của cần trục sẽ lớn. Độ hở giữa khối lắp và cần được xác định như sau:

$$C = (h_3 + h_4) \operatorname{tg} \alpha - \frac{B + b}{2} \geq [C] \quad (5.20)$$

Trong đó : C - Độ hở giữa dầm và đường tên cần trục

[C] - Độ hở cho phép bằng 0,2m

$h_3$  - Chiều cao buộc dây cáp để treo dầm

$h_4$  - Khoảng cách từ móc treo đến tâm của ròng rọc cố định trên cần; ( $h_{4\min}$  phụ thuộc vào cấu tạo cần trục, giới hạn từ 2 ÷ 5m).

Chiều cao  $h_3$  phụ thuộc vào cách treo dầm gánh (hình 5.32)

Nếu điều kiện  $C \geq [C]$  không thoả mãn, khi cần trục làm việc thì phải tăng tay với hoặc chiều dài cần và khoảng cách  $h_{4\min}$

Chiều dài cần của cần trục được xác định:

$$l = \sqrt{(H + a + h_3 + h_4 - h_1)^2 + L^2} \quad (5.21)$$

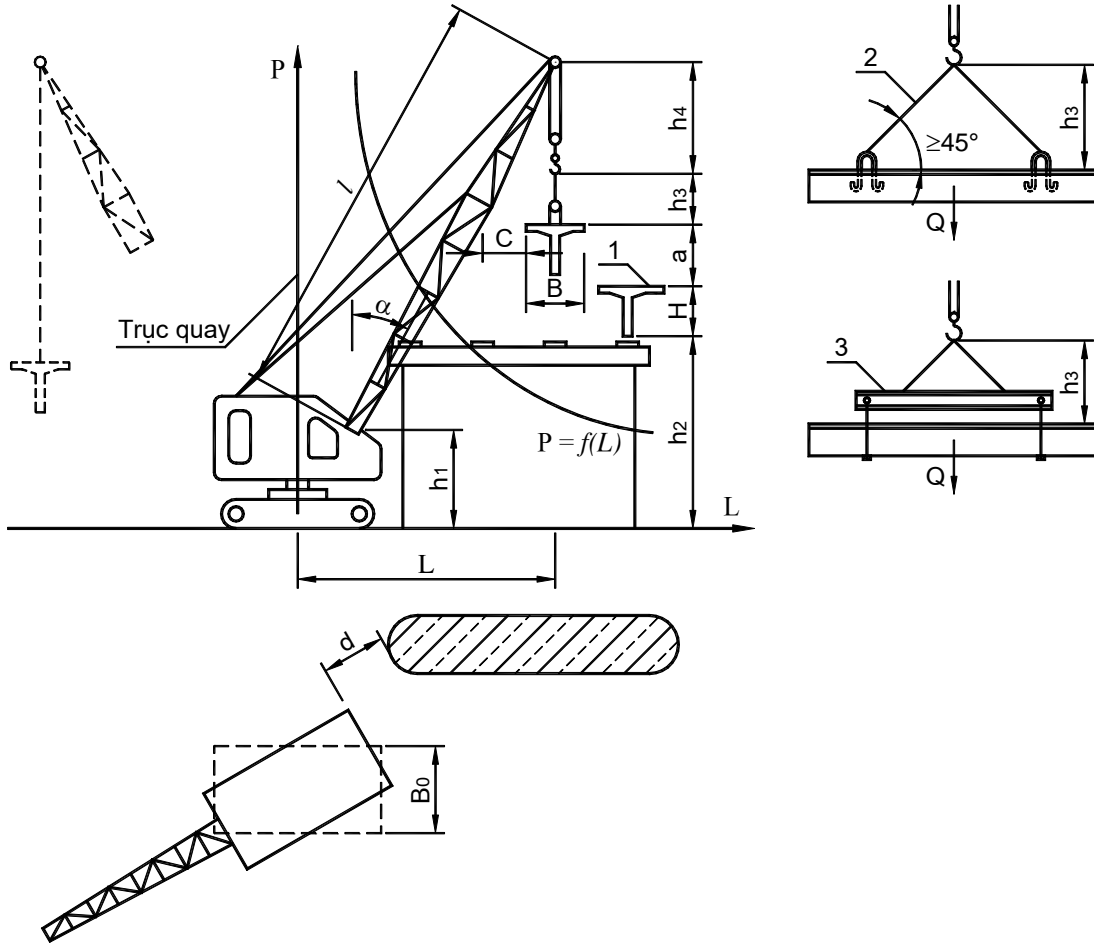
Trong đó:

$h_1$  - Chiều cao từ mặt đường đến khớp chân cần trục (với đa số cần trục thường dùng, chiều cao này bằng 2m).

$a$  - Khoảng cách an toàn ( $a \geq 1$ m)

Khi chọn cần trục, cần dựa vào đồ thị  $P = f(L)$ .

Chọn cần trục phải xác định được độ hở  $d$  giữa thành trụ cầu và quỹ đạo di chuyển xa nhất từ trục quay của bộ quay cần trục. Khoảng cách này không nhỏ hơn 0,5m để bảo đảm an toàn.



**Hình 5.32** Sơ đồ tính tay với cần trục  
1 - Khối dầm BTCT; 2 - Dây cáp treo; 3 - Đòn treo

Xác định tầm với của cần trục (hình 5.33) như sau:

$$L = \sqrt{\left(l_1 + C_1 + \Delta + \frac{L_n}{2}\right)^2 + \left(\frac{K}{2}\right)^2} \quad (5.22)$$

Trong đó:

$K$  - Khoảng cách tim giữa hai dầm biên.

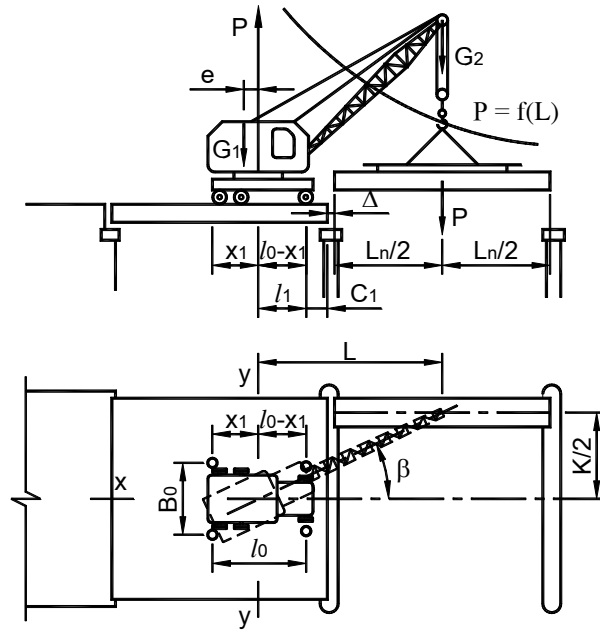
$l_1$  - Khoảng cách từ tâm quay của cần trục đến tâm bánh xe trước

$C_1$  - Khoảng cách nhỏ nhất từ tim bánh trước đến đầu dầm, lấy bằng 1m để bảo đảm an toàn.

$\Delta$  - Khe hở giữa hai đầu dầm của hai nhịp kề nhau

$L_n$  - Chiều dài dầm lắp.

Từ chiều dài tầm với  $L$  đã tính, tra biểu đồ tìm được khả năng cầu, so với trọng lượng phiến dầm để lựa chọn cần cầu phù hợp.



**Hình 5.33** Sơ đồ tay với cần trục

**b. Tính toán dây cáp treo dầm bê tông**

Dây cáp dầm gánh chịu tải trọng bản thân và trọng lượng vật nặng. Ngoài hệ số vượt tải, trọng lượng bản thân và trọng lượng vật nâng còn phải xét hệ số xung kích  $(1 + \mu) = 1,1$ . Hơn nữa, cần phải tính lực gió tác dụng vào vật nâng và dầm gánh.

Khi kiểm tra lại dầm bê tông cốt thép lúc lao lắp, phải kể trọng lượng bản thân với hệ số vượt tải  $n$  và hệ số xung kích  $(1 + \mu)$  và lực gió ngang. Sơ đồ dây cáp treo dầm vẽ trên hình 5.32.

Khi dây cáp mềm bằng thép, ta kiểm tra công thức:

$$\left. \begin{aligned} \frac{R_k}{S} &\geq K \\ S &= P_n (1 + \mu) \frac{\cos \varphi}{n_c} \end{aligned} \right\} \quad (5.23)$$

Trong đó:

$R_k$  - Lực kéo đứt dây cáp.

$K$  - Hệ số an toàn ( $K = 6$  đối với dây cáp buộc).

$S$  - Lực căng trong dây cáp.

$n_c$  - Số nhánh buộc dây cáp.

$\varphi$  - Góc nghiêng dây cáp so với mặt nằm ngang.

**CÂU HỎI ÔN TẬP**

17. Nêu các đặc điểm trong công tác xây dựng kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép toàn khối.
18. Nêu cấu tạo và phạm vi sử dụng các loại giàn giáo cố định khi xây dựng kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép toàn khối.
19. Nêu cấu tạo, tác dụng các bộ phận của kết cấu ván khuôn kết cấu nhịp dầm cầu bê tông cốt thép toàn khối.
20. Trình bày phương pháp đổ bê tông kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép toàn khối.
21. Nêu các tải trọng tác dụng khi tính toán giàn giáo kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép toàn khối.

22. Trình bày nội dung tính toán các biến dạng của giàn giáo và xác định độ võng dự trữ cho giàn giáo khi thi công kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép toàn khối.
23. Nêu tác dụng của thiết bị hạ giàn giáo và cấu tạo, phạm vi sử dụng, vị trí đặt và các tính toán thiết bị hạ giàn giáo
24. Trình bày yêu cầu và nguyên tắc hạ giàn giáo kết cấu nhịp cầu bê tông cốt thép toàn khối.
25. Trình bày phương pháp chế tạo dầm bê tông cốt thép dự ứng lực trên bộ cố định.
26. Trình bày phương pháp chế tạo các khâu dầm bê tông cốt thép dự ứng lực theo phương pháp phân khối ngang.
27. Trình bày phương pháp xây dựng kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép dự ứng lực theo công nghệ đúc hẫng.
28. Trình bày phương pháp xây dựng kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép dự ứng lực theo công nghệ đúc đẩy và lắp đẩy.
29. Trình bày phạm vi sử dụng và các phương pháp vận chuyển các khối dầm bê tông cốt thép đúc sẵn.
30. Trình bày phạm vi sử dụng và nội dung phương pháp thi công lắp dầm bê tông cốt thép bằng cần trục tự hành.
31. Trình bày phạm vi sử dụng và nội dung phương pháp thi công lắp dầm bê tông cốt thép bằng giá long môn.
32. Trình bày phạm vi sử dụng và nội dung phương pháp thi công lắp dầm bê tông cốt thép bằng giá lao lắp III - 2×30.
33. Tại sao phải tính toán thông số để chọn cần trục khi lao lắp dầm bê tông cốt thép. Nội dung của tính toán đó.

## Chương 6 XÂY DỰNG KẾT CẤU NHỊP CẦU THÉP

### 6.1. Một số thiết bị dùng trong công tác lao lắp kết cấu nhịp cầu

*Công tác lao lắp kết cấu nhịp cầu, thường xuyên phải di chuyển và cầu lắp những khối và các cấu kiện lắp ghép có trọng lượng rất lớn. Vì vậy, ngay cả những công việc phổ thông của từng người cho đến những công việc lớn như tổ chức lao lắp kết cấu nhịp cầu đều đòi hỏi đến máy móc, thiết bị thi công. Từ những dụng cụ hay máy móc thiết bị thi công đơn giản, cho đến các máy móc có công suất lớn, công tác lao lắp kết cấu nhịp cầu đều phải thường xuyên sử dụng đến. Nội dung ở đây chủ yếu đề cập đến tính năng, tác dụng và các thông số liên quan đến tính toán để có những số liệu tra cứu phục vụ cho công tác thiết kế thi công lao lắp kết cấu nhịp cầu.*

#### 6.1.1. Dây và phụ tùng

##### a. Dây cáp

Dây cáp là dụng cụ chủ yếu dùng trong kích kéo có ưu điểm là chịu mài mòn và chịu kéo lớn và không sợ ẩm ướt, thời gian sử dụng được lâu có những loại dây cáp chủ yếu sau đây thường dùng nhất:

- Loại bện trực tiếp bằng các sợi thép như loại  $1 + 19$  (1 tao 19 sợi) hoặc  $1 + 37$  v.v...
- Loại bện thành tao rồi bện mấy tao thành sợi cáp như loại  $7 \times 7$  (7 tao mỗi tao 7 sợi),  $7 \times 19$  ;  $7 \times 37$  v.v...
- Loại có ruột là một chất hữu cơ như ruột thùng gai, ruột sợi bông tằm dầu, ruột a-miăng để tăng tính mềm của dây cáp, như loại cáp  $6 \times 7 + 1$  (6 tao, 7 sợi, 1 ruột) và  $6 \times 19 + 1$  ;  $6 \times 37 + 1$  ;  $6 \times 61 + 1$  v.v... Trong công tác kích kéo thường dùng loại cáp này.

Tình hình chịu lực của cáp khi nâng kéo rất phức tạp, nó phụ thuộc vào cường độ, sức bền và đường kính uốn, nhưng khi tính người ta thường chỉ xét đến lực căng.

Khi không có bản tính năng của cáp có thể tính lực kéo cho phép của cáp theo công thức :

$$S = d^2 \text{ (tấn)} \quad (6.1)$$

Trong đó : d - là đường kính dây cáp tính bằng cm.

Trị số tính toán được với hệ số an toàn  $k = 4,5$ , nếu hệ số an toàn K khác thì nội suy.

Lực kéo đứt N của dây cáp hoặc căn cứ vào lý lịch của cáp do nơi sản xuất cung cấp cho, hoặc thí nghiệm để tìm ra. Nếu không có lý lịch cáp hoặc không làm thí nghiệm được có thể tham khảo số liệu ở *Bảng 6.1* để tính toán.

Chú thích: Với loại cáp  $(6 \times 37) + 1$  có thể tính toán gần đúng theo công thức kinh nghiệm sau: Lực kéo đứt:  $N \approx 0,40d^2$  (tấn)

- Trọng lượng đơn vị:  $g \approx 0,28d^2$  (kg/m)

Trong đó : d - là đường kính cáp tính bằng cm.

**Bảng 6.1**

### MỘT SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA DÂY CÁP

Loại cáp (6 × 1) + 1				Loại cáp (6 × 37) + 1			
Đường kính dây (mm)	Diện tích mặt cắt các sợi thép (mm <sup>2</sup> )	Trọng lượng đơn vị (kg/m)	Lực kéo đứt dây cáp (kG)	Đường kính dây (mm)	Diện tích mặt cắt các sợi thép (mm <sup>2</sup> )	Trọng lượng đơn vị (kg/m)	Lực kéo đứt dây cáp (kG)
7,7	22,34	0,1660	265	7,4	20,16	0,1893	231
9,3	32,26	0,2057	383	8,0	23,97	0,2251	274
11,0	43,89	0,2159	521	8,7	27,97	0,2627	320
12,5	57,34	0,5433	681	11,0	43,37	0,4086	499
14,0	72,5	0,6870	862	13,0	62,83	0,5900	720
15,5	89,49	0,8480	1060	15,5	85,47	0,8027	979
17,0	108,3	1,0260	1285	17,5	111,67	1,0480	1275
18,5	128,32	1,2200	1530	19,5	141,19	1,3260	1615
20,0	151,28	1,4330	1795	22,0	175,26	1,6460	2005
22,0	175,56	1,6630	2085	24,0	211,98	1,9910	2430
23,5	200,64	1,9010	2380	26,0	253,04	2,3770	2900
25,0	229,14	2,1710	2720	28,5	294,59	2,6670	3375
26,5	258,78	2,4520	3075	30,5	243,20	3,2230	3935
28,0	289,56	2,7430	3440	32,5	922,22	3,6840	4500

Kệ số an toàn K có quan hệ đến điều kiện làm việc và đường kính nhỏ nhất của pu ly hoặc trục cuộn như *Bảng 6.2*.

**Bảng 6.2**  
BẢNG HỆ SỐ AN TOÀN CHO DÂY CÁP

Điều kiện làm việc	an toàn K	Đường kính nhỏ nhất của pu ly hoặc trục cuộn	
		Tính bằng đường kính d của dây cáp	Tính bằng đường kính sợi thép δ
Dây chằng chống bão	3,5		
Quay tay	4,5	≥ 12d	(300 ÷ 400)δ
Máy có động cơ	- Kéo nhẹ	≥ 16d (20d)	(500 ÷ 600)δ
	- Kéo vừa	≥ 18d (25d)	
	- Kéo nặng	≥ 20d (30d)	
Dây kéo	10		
Máy nâng hạ chở người	14	30d	600δ

*Chú thích* : Số ghi ngoài ngoặc dùng ở cần trục ô tô, kéo lãn  
Số ghi trong ngoặc dùng ở các máy nâng cầu khác.

Những công tác đặc biệt quan trọng nên dùng dây cáp mà có tài liệu chính xác hoặc đã qua thí nghiệm. Khi dùng cáp đã qua sử dụng tham khảo *Bảng 6.3*

**Bảng 6.3**

MỨC DÙNG CỦA DÂY CÁP

<i>Hiện tượng mặt ngoài dây cáp</i>	<b>Mức độ dùng được</b>
Vị trí của tao không xô dịch, sây sát nhẹ và không có hiện tượng tao nào lồi nhô lên	100% Dùng ở nơi quan trọng
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Các tao đã có chỗ xô dịch vị trí, ép dẹt và phình ra, nhưng còn chưa lồi ruột</li> <li>2. Một vài chỗ có vết rỉ rõ rệt</li> <li>3. Một vài sợi thép trên mặt ngoài dây cáp có hiện tượng gai nhọn, số gai nhọn trong mỗi mét không quá 3% tổng số sợi thép</li> </ol>	75% Dùng ở nơi quan trọng
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Có tao lồi nhọn lên, không nguy hiểm lắm, dây ruột chưa lòi ra</li> <li>2. Một vài chỗ có vết rỉ rõ rệt</li> <li>3. Một vài sợi thép trên mặt ngoài dây cáp có hiện tượng gai nhọn, số gai nhọn trong mỗi mét không quá 10% tổng số sợi thép</li> </ol>	50% Dùng ở nơi thứ yếu
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tao sợi có cong vẹo rõ rệt, sợi thép và tao sợi có xô dịch vị trí cục bộ, có hiện tượng lồi nhọn rõ rệt</li> <li>2. Dây cáp bị rỉ toàn bộ, sau khi cạo hết lớp rỉ có để lại lõm</li> <li>3. Một vài sợi thép trên mặt ngoài dây cáp có hiện tượng gai nhọn, số gai nhọn trong mỗi mét không quá 25% tổng số sợi thép</li> </ol>	40% Dùng ở nơi không quan trọng hoặc công tác phụ trợ

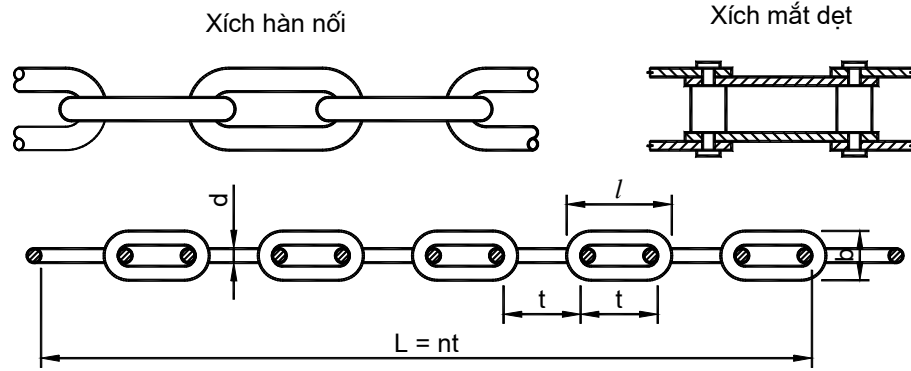
*b. Dây xích*

Dây xích dùng để treo, cầu trục vật nặng, có hai loại xích: xích hàn và xích tán (còn gọi là xích dẹt hay xích bản lè), cấu tạo trên hình 6.1

Dây xích rèn dùng thép A-III, hàn dùng thép A-II:

Mắt xích có hai loại dài và ngắn, khi mắt xích  $l > 5d$  thì gọi là mắt xích dài, khi  $l < 5d$  và  $b < 3,5d$  là mắt xích ngắn. Trong công tác kích kéo thường dùng loại mắt xích ngắn.





**Hình 6.1** Sơ đồ cấu tạo và thông số hình học của xích

Tính uốn của dây xích tốt, có thể uốn làm nhiều hướng, có thể qua các pu ly đường kính nhỏ, lực ma sát lớn, dây xích không chịu được xung kích hoặc quá tải, vì nó thường đứt đột ngột hoặc sinh ra các vết nứt khó phát hiện. Vì vậy, không nên dùng xích vào các công tác có chấn động và không được treo trực quá tải.

Tính toán ứng lực của dây xích một cách chính xác là rất khó, thường dùng công thức gần đúng để tính cường độ của xích.

$$Q = \frac{1}{2} \pi d^2 \sigma \quad (6.2)$$

Trong đó : Q - tải trọng cho phép của dây xích (kG)

d - đường kính của sợi thép làm mắt xích (cm)

σ - ứng suất kéo cho phép của thép (kG/cm<sup>2</sup>) (Bảng 6.4)

**Bảng 6.4**

**ỨNG SUẤT KÉO CHO PHÉP CỦA THÉP TRONG CÔNG THỨC (6.2)**

Trường hợp dùng		σ (kG/cm <sup>2</sup> )	Thay vào công thức (6.2)
Thủ công	Trên bánh xe mặt nhẵn	637	Q = 10d <sup>2</sup>
	Bánh xe có rãnh xích	400	Q = 6,25d <sup>2</sup>
Máy	Trên bánh xe mặt nhẵn	318	Q = 5d <sup>2</sup>
	Bánh xe có rãnh xích	255	Q = 4d <sup>2</sup>

*Ghi chú:* Trị số σ đã xét đến tính chất bất định của xích và sợi uốn của xích khi vòng qua pu ly hoặc trục cuốn khi dùng.

Quy cách của xích hàn tham khảo Bảng 6.5

**Bảng 6.5**

**QUY CÁCH TIÊU CHUẨN CỦA XÍCH HÀN**

Kích thước mắt xích (mm)			Tải trọng kéo đứt (Tấn)	Trọng lượng (kg/m)	Kích thước mắt xích (mm)			Tải trọng kéo đứt (Tấn)	Trọng lượng (kg/m)
d	t	b			d	t	b		
5	19	17	0,64	0,50	23	64	76	21,0	12,0

6	19	21	1,00	0,80	26	72	84	26,6	15,0
7	21	24	1,50	1,20	28	78	91	31,2	17,4
8	23	27	2,20	1,50	30	84	98	35,6	20,0
9,5	27	32	3,10	2,00	32	91	104	41,0	22,1
11	31	36	4,40	2,70	35	98	114	46,4	27,5
13	36	43	6,60	3,90	38	106	123	54,8	32,5
16	44	53	10,20	5,00	41	114	133	63,6	38,0
18	50	58	12,80	7,30	44	123	148	73,2	43,5
20	56	66	16,00	9,20	48	134	151	87,2	52,0

Tải trọng cho phép của xích tiêu chuẩn là tải trọng kéo đứt ở Bảng 6.5 chia cho hệ số an toàn ở Bảng 6.6

**Bảng 6.6**  
HỆ SỐ AN TOÀN CHO DÂY XÍCH

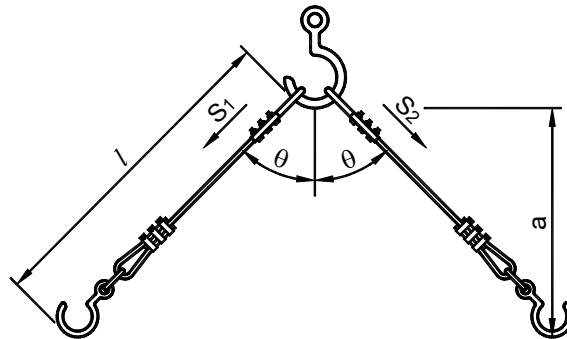
Phân loại	Phương pháp dùng	Đường kính bánh xe hoặc trục cuốn (mm)	Hệ số an toàn k
Xích thường hoặc xích tinh chế vòng qua pu ly hoặc trục cuốn mặt nhẵn	Thủ công	≥ 20d	3
	Máy	≥ 30d	6
Xích tinh chế vòng qua pu ly có bánh xe rãnh xích	Thủ công	≥ 20d	4,5
	Máy	≥ 30d	8

### 6.1.2. Thiết bị treo trục thường dùng

#### a. Dây treo

Là một đoạn dây ngắn chuyên dùng để buộc treo vật để tránh hỏng cáp dài. Chiều dài của dây treo tùy theo yêu cầu mà quyết định dài từ 20 ÷ 30m, ngắn thì 2 ÷ 3m thường bện thành các vòng cáp, hoặc các sợi cáp số 8.

Tính toán ứng lực của dây treo và lựa chọn đường kính dây như hình 6.2



**Hình 6.2** Dây treo trục

$$S_1 = S_2 = \frac{Q}{m \cos \theta} = \frac{Q}{m} \cdot \frac{a}{l} \leq \frac{P}{k} \quad (6.3)$$

Trong đó :  $S_1$  và  $S_2$  là ứng lực các nhánh của dây treo

Q - Trọng lượng vật

$\theta$  - Góc lệch của dây với phương thẳng đứng

m - Số nhánh của dây treo

l và a - Như trên hình vẽ 6.2

P, k - Lực kéo đứt và hệ số an toàn của dây cáp.

Nói chung góc lệch  $\theta$  không được vượt quá  $60^0$  vì nếu lớn hơn thì ứng lực trong các nhánh của dây treo sẽ quá lớn.

Khi tính theo công thức (6.3), nếu dùng cáp  $6 \times 37 + 1$ , sức bền của sợi cáp là  $\text{kG/cm}^2$ , lấy hệ số an toàn  $k = 10$ .

*b. Pu ly và múp*

- Cấu tạo của và năng lực của pu ly.

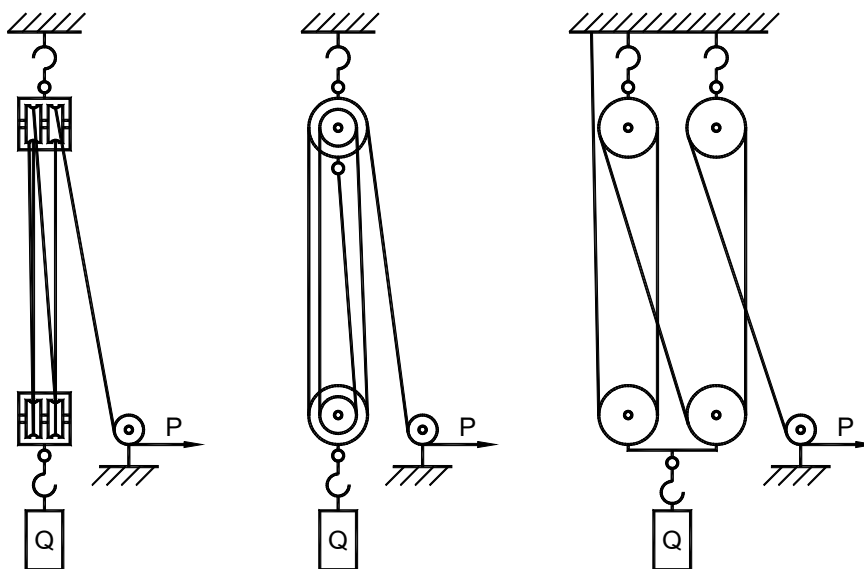
Pu ly hay còn gọi là ròng rọc được làm bằng thép để cho dây cáp hoặc dây xích vắt qua để nâng hạ vật nặng. Năng lực nâng hạ của pu ly một bánh từ 1 ÷ 10 tấn, 2 đến 6 bánh năng lực của pu ly có thể tính từ sức chịu cắt và sức chịu ép mặt của pu ly và có thể tham khảo Bảng 6.7.

**Bảng 6.7**

Đường kính trục pu ly (mm)	Cắt kép (Tấn)	Ép mặt ( $\text{T/cm}^2$ )	Đường kính trục pu ly (mm)	Cắt kép (Tấn)	Ép mặt ( $\text{T/cm}^2$ )
10	1	1,1	32	12	3,8
13	2	1,5	35	15	4,2
16	3	1,9	38	18	4,6
19	4	2,3	41	21	4,9
22	6	2,6	44	24	5,3
25	8	3,0	47	28	5,7
29	10	3,4	50	31	6,1

- Múp

Múp là một nhóm pu ly cố định và pu ly di động tạo thành hệ như trên hình vẽ 6.3



**Hình 6.3** Sơ đồ cấu tạo một số hệ múp

Múp là một thiết bị dùng để nâng hạ vật và trong lao kéo.

Tính toán múp có thể tham khảo theo công thức:

$$P = \frac{Q}{\alpha} \quad (6.4)$$

Trong đó : P - Lực kéo ở đầu vào tời.

Q - Trọng lượng vật.

$\alpha$  - Hệ số cho trong Bảng 6.8 và 6.9

Trong tính toán ta thấy hiệu suất của múp giảm theo sự tăng của số pu ly, do đó hệ múp càng nhiều pu ly càng không có lợi. Khi nâng hạ vật và lao kéo thường dùng hệ múp hai đầu.

**Bảng 6.8**

HỆ SỐ  $\alpha$  CHO MÚP BẠC ĐỒNG

Số dây hiệu dụng của múp	Số pu ly của múp	Hệ số $\alpha$					
		Số pu ly chuyển hướng					
		0	1	2	3	4	5
1	1	0,96	0,92	0,89	0,85	0,82	0,79
2	2	1,90	1,82	1,75	1,68	1,62	1,56
3	3	2,78	2,67	2,56	2,47	2,38	2,28
4	4	3,62	3,48	3,36	3,23	3,10	2,99
5	5	4,44	4,27	4,12	3,95	3,80	3,65
6	6	5,24	5,03	4,83	4,65	4,46	4,29
7	7	6,06	5,78	5,56	5,35	5,13	4,92
8	8	6,71	6,45	6,21	5,99	5,75	5,52
9	9	7,46	7,14	6,90	6,22	6,34	6,14
10	10	8,06	7,75	7,46	7,19	6,70	6,62
11	11	8,77	8,40	8,06	7,75	7,46	7,19
12	12	9,43	9,01	8,70	8,40	8,06	7,75

**Bảng 6.9**

HỆ SỐ  $\alpha$  CHO MÚP KHÔNG CÓ BẠC

Số dây hiệu dụng của múp	Số pu ly của múp	Hệ số $\alpha$				
		Số pu ly chuyển hướng				
		0	1	2	3	4
1	1	0,94	0,89	0,84	0,79	0,75
2	2	1,83	1,73	1,64	1,54	1,46
3	3	2,67	2,51	2,38	2,25	2,12
4	4	3,46	3,27	3,08	2,90	2,73
5	5	4,22	3,97	3,72	3,51	3,30
6	6	4,91	4,62	4,34	4,09	3,84
7	7	5,58	5,27	4,95	4,65	4,38
8	8	6,23	5,83	5,48	5,16	4,86
9	9	6,78	6,45	6,03		
10	10	7,33	6,95			

- Tời

Tời dùng trong công tác kích kéo có nhiều loại có loại, có loại quay tay với năng lực của tời từ 0,5 ÷ 10 Tấn. Tời chạy điện là loại tời đổi chiều có năng lực lớn hơn. Có thể tính năng lực của tời theo công thức:

$$S = \frac{Prm\psi r_0 n_0}{D/2} \quad (6.5)$$

Trong đó :

S - Năng lực của tời (kG)

D - Đường kính cuộn của dây cáp trên trục cuộn (cm)

P - Lực bình quân của mỗi người tác dụng vào tay quay tời, khi làm việc lâu thì mỗi người không quá 14kG.

r - Bán kính của tay quay (cm)

m - Số người quay tời.

$\psi$  - Hệ số làm việc không đồng đều

(2 người thì  $\psi = 0,8$ , trên 4 người thì  $\psi = 0,7$ )

$I_0$  - Tỷ số truyền động của bánh răng khía tức là (Tỷ số truyền động của mỗi bánh răng là tỷ số giữa số răng của bánh răng lớn và bánh răng nhỏ)

$I_0 = I_1 \cdot I_2 \cdot I_3 \dots I_n$

$n_0$  - Hiệu suất của tời

$n_0 = n_G \cdot n_1 \cdot n_2 \dots n_m$

Trong đó  $n_G$  hiệu suất của trục cuộn.

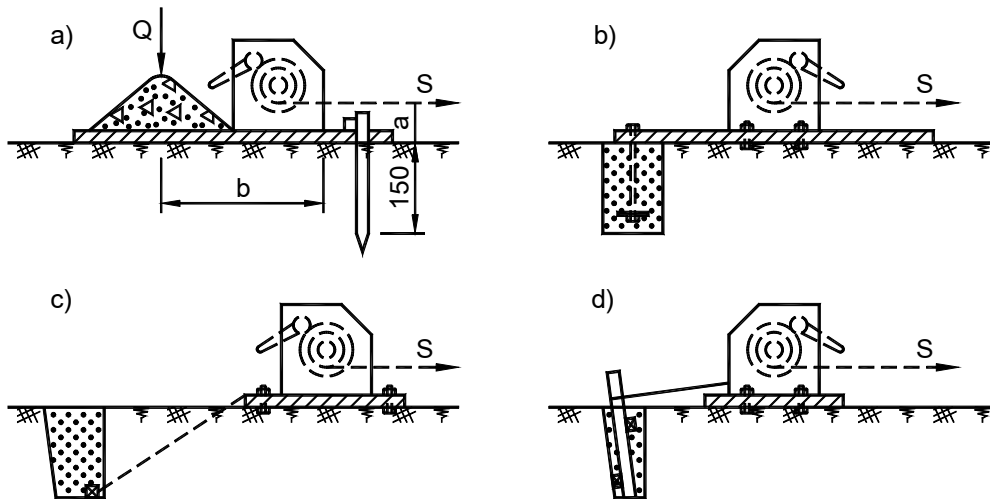
Ồ bạc thường thì  $n_G = 0,96$

Ồ bi thường thì  $n_G = 0,98$

$n_1, n_2, \dots, n_m$  - hiệu suất của bánh răng cho như Bảng 6.10

**Bảng 6.10**

Bánh răng phay hở	0,93	0,95
Bánh răng có phay dầu	0,96	0,97
Bánh răng nhẵn có phay dầu	0,98	0,99



**Hình 6.4** Các phương pháp cố định tời  
a và b) - Dùng vật nặng làm đối trọng để chặ một đầu chống trượt  
a và b) - Dùng cáp neo vào hố thế hoặc cọc thế

Khi kéo, luôn cáp vào tời phải luôn phía dưới thẳng góc với trục cuốn. Để cố định tời ta dùng các phương pháp giới thiệu trên hình 6.4

- Dùng bu lông bắt cố định trên nền móng chắc chắn.
- Cố định tời trên hai thanh gỗ mỏng dùng vật nặng (vật cân bằng) đè chặt đầu kia của gỗ mỏng, phía trước đóng cọc để phòng trượt (hình 6.4a và b).

Hệ số ổn định chống lật không được nhỏ hơn 1,5 do đó trọng lượng cân bằng Q được xác định:

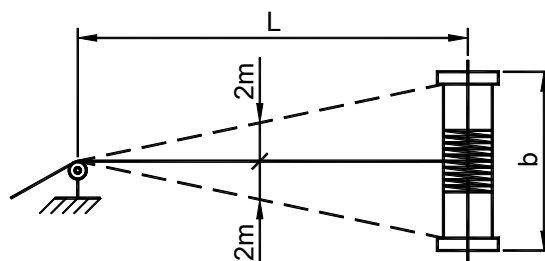
$$Q = 1,5 \frac{Sa}{b} \quad (6.6)$$

- Dùng cách neo tức là dùng dây cáp cố định trên hố thế hoặc cọc thế (hình 6.4 c và d)

Khi lắp tời phải bảo đảm khoảng cách cần thiết từ tời đến pu ly chuyển hướng như (hình 6.5)

Khi chiều rộng trục cuốn  $b = 1\text{m}$  thì  $L \geq 15\text{m}$

Khi chiều rộng trục cuốn  $b = 0,75\text{m}$  thì  $L \geq 11\text{m}$



**Hình 6.5** Khoảng cách từ tời đến puly chuyển hướng

- Hồ thế.

Hồ thế là tên gọi của một loại thiết bị để neo cố, nó dùng để cố định tời (trong kích kéo), tăng đơ (trong khi làm cầu cáp, đường chuyển tải tê-lê-fe), pu ly chuyển hướng v.v...

Những hồ thế vĩnh cửu (trong cầu treo) thường là những khối bê tông cốt thép chôn sâu trong đất. Những hồ thế tạm thời có thể là những vật có sẵn như thân trụ cầu, dầm cầu, gốc cây hoặc là những thanh gỗ chôn trong đất để neo cố các thiết bị lao kéo nâng cầu.

Ở đây xin giới thiệu một số loại hồ thế ta thường gặp và thường làm để phục vụ cho việc lao lắp dầm cầu.

+ Hồ thế đứng

Hồ thế đứng là một loại hồ thế tạm rất đơn giản thích dụng ở nơi địa tầng là đất. Cọc đứng của hồ thế là tà vẹt gỗ tròn hay gỗ vuông chôn vào trong đất như (hình 6.6) trong hồ phải lấp đất hoặc đá xuống rồi đầm chặt thanh gỗ chắn trên và dưới nằm sát thành hồ.

Nếu lấp bằng đá thì trên mặt phải đắp phủ một lớp đất không thấm nước để phòng nước mưa ngấm vào hồ làm mềm yếu thành hồ. Cột hồ thế đứng nhô lên khỏi mặt đất chừng 0,6 ÷ 1m. Tình trạng chịu lực của hồ thế như hình 6.6b và có thể tính theo công thức dưới đây.

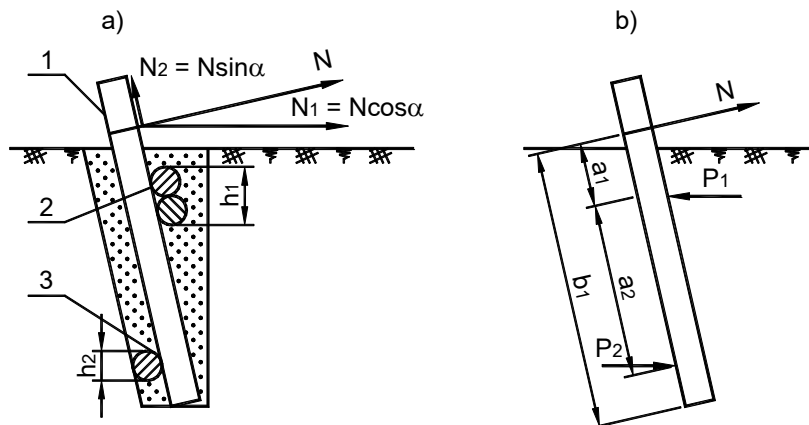
$$P_1 = \frac{N_1(a_1 + a_2)}{a_2}; P_2 = \frac{N_1 a_1}{a_2}; N_2 \leq \frac{(P_1 + P_2)f}{K} \quad (6.7)$$

Trong đó : N - Tải trọng tác dụng lên hồ thế,  $N_1$  và  $N_2$  là phân lực nằm ngang và thẳng đứng

$P_1$  và  $P_2$  - Là tổng phân lực lên gỗ chắn ngang trên và dưới

f - Hệ số ma sát giữa gỗ và gỗ (lấy  $f = 0,4$ )

K - Hệ số an toàn của lực thẳng đứng ( $K \geq 2$ )



**Hình 6.6** Cấu tạo hồ thế đứng

1 - Cọc đứng; 2 - Gỗ chắn trên dài  $l_1$ ; 3 - Gỗ chắn dưới dài  $l_2$

Áp lực đất sẽ là :

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{P_1}{\eta h_1 l_1} \leq \gamma a_1 \left[ \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \\ \sigma_2 &= \frac{P_2}{\eta h_2 l_2} \leq \gamma (a_1 + a_2) \left[ \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) + \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \end{aligned} \right\} \quad (6.8)$$

Trong đó :  $\sigma_1$  và  $\sigma_2$  - Là áp lực mà đất phải chịu ở chỗ gối chẵn trên và dưới  
 $\eta$  - Hệ số triết giảm do áp lực phân bố không đều  
(thường lấy  $\eta = 0,25 \div 0,33$ )

Ứng suất của cột hồ thê là :

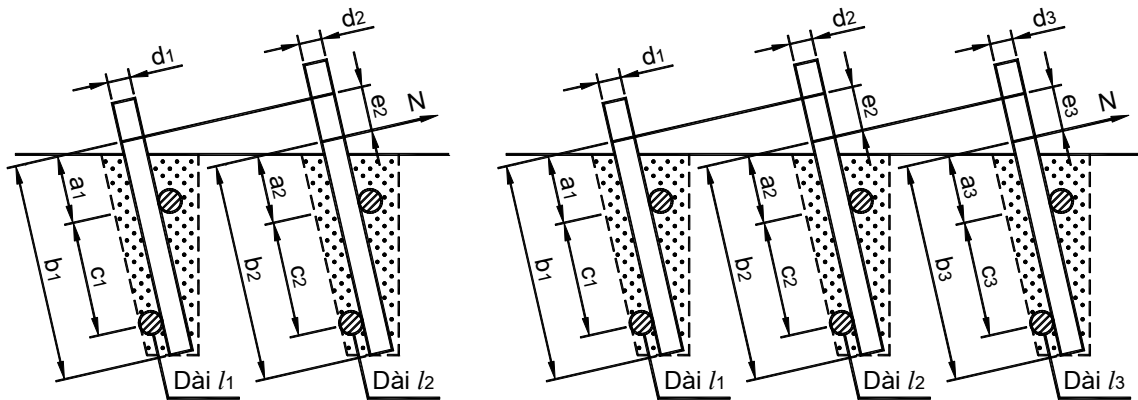
$$\sigma = \frac{N_2}{F} \pm \frac{N_1 a_1}{W} \leq [\sigma] = 110 \text{KG/cm}^2 \quad (6.9)$$

Với: F - Là tổng diện tích tiết diện ngang của cột hồ thê

W - Suất tiết diện (môđun chống uốn), khi hồ thê gồm nhiều cột đứng thì W bằng tổng suất tiết diện của một cột nhân với số cột.

Ngoài ra còn phải kiểm toán lực cắt của cột hồ thê và ứng suất chịu ép mặt ở chỗ bề mặt tiếp xúc với dây cáp. Nói chung ở những chỗ dây chằng buộc vào cột thường chịu lực lớn nên người ta thường đệm một tấm gỗ cứng hoặc một bản thép để mở rộng diện tích chịu ép. Cột của hồ thê đứng phải hơi ngả về phía sau, không được nghiêng về phía trước.

Khi tải trọng lớn, thường làm thêm 1 hoặc 2 hồ thê đứng nữa ở sau và dùng dây buộc chúng lại để cùng chịu lực, gọi là hồ thê kép và hồ thê ba như hình 6.7



**Hình 6.7** Hồ thê kép và hồ thê ba

Kích thước của các loại hồ thê đứng cho ở Bảng 6.11 đến Bảng 6.14

**Bảng 6.11**

KÍCH THƯỚC CỘT TRÒN CỦA HỒ THÊ ĐƠN

Tải trọng tác dụng (kG)	Áp lực đất (kG/cm <sup>2</sup> )	a <sub>1</sub> (cm)	b <sub>1</sub> (cm)	a <sub>2</sub> (cm)	Chiều dài gối chẵn l (cm)	Đường kính cột d (cm)
1000	2,5	50	160	90	100	18



1500	2,5	50	160	90	100	20
2000	2,5	50	160	90	120	22

*Ghi chú:* Đường kính gỗ chằng bằng đường kính cột, chiều dài gỗ chằng trên và dưới bằng nhau.

**Bảng 6.12**

KÍCH THƯỚC CỦA HỒ THỂ KÉP

Tải trọng tác dụng (kG)	Áp lực đất (kG/cm <sup>2</sup> )	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>	l <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
(cm)												
3000	2,5	50	160	90	100	18	50	150	90	90	100	22
4000	2,5	50	160	90	100	20	50	150	90	90	100	25
5000	2,5	50	160	90	120	22	50	150	90	90	100	26

*Ghi chú:* Đường kính gỗ chằng bằng đường kính cột.

**Bảng 6.13**

KÍCH THƯỚC CỦA HỒ THỂ BA

Tải trọng tác dụng (kG)	Áp lực đất (kG/cm <sup>2</sup> )	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>	l <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	e <sub>3</sub>	l <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>
(cm)																		
6000	2,5	50	160	90	100	18	50	150	90	90	100	22	50	150	90	90	120	28
8000	2,5	50	160	90	100	18	50	150	90	90	100	22	50	150	90	90	140	30
10000	2,5	50	160	90	100	20	50	150	90	90	100	25	50	150	90	90	160	36

*Ghi chú:* Đường kính gỗ chằng bằng đường kính cột.

**Bảng 6.14**

QUY CÁCH TÀ VỆT CỦA HỒ THỂ ĐƠN

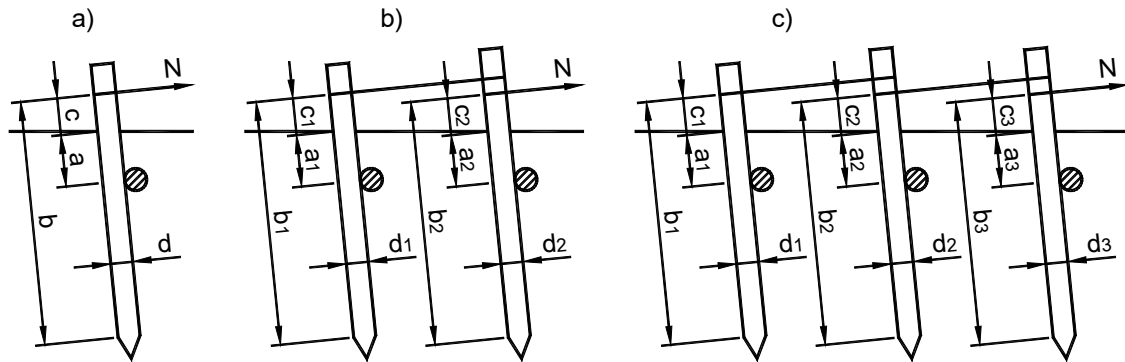
Tải trọng tác dụng thẳng góc với cột (Tấn)	3	5	10
Số thanh tà vẹt đứng	2	2	6
Số thanh tà vẹt làm gỗ chằng trên	2	3	5
Số thanh tà vẹt làm gỗ chằng dưới	1	1	2
Cự ly tim gỗ chằng trên tới điểm tác dụng của tải trọng	50cm	50cm	60cm
Cự ly giữa gỗ chằng trên và dưới	120cm	120cm	120cm
áp lực đất ( kG/cm <sup>2</sup> )	2,0	2,0	2,3

*Ghi chú:* 1 - Lấp đất đầy hồ rồi đầm chặt.

- 2 - Gỗ chẵn trên và dưới phải để bằng (cánh ngăn của tiết diện tà vẹt tựa sát vào cột đứng)
- 3 - Bề rộng của tiết diện tà vẹt hướng theo phương chịu lực, còn cột đứng phải để khít vào nhau, 6 cột đứng bằng tà vẹt của hồ thể 10T được xếp như sau: rộng 44cm ( $2 \times 22$ ), dài 48cm ( $3 \times 16$ )

+ Cọc thế (Cọc neo, hồ thể kiểu cọc)

Cọc thế là một loại hồ thể dùng cọc gỗ đóng xuống đất với độ sâu nhất định, cũng có các loại cọc thế đơn, cọc thế kép và cọc thế ba như hình 6.8



**Hình 6.8** Cấu tạo cọc thế

a) - Cọc thế đơn; b) - Cọc thế kép; c) - Cọc thế ba

Để tăng cường năng lực chịu tải của cọc thế, theo hướng lực tác dụng, ta đào theo sát cọc xuống một độ sâu nhất định và đặt một thanh gỗ chẵn xuống đó (dài chừng 1m). Thân cọc tốt nhất là ngả về sau.

Kích thước của các loại cọc thế cho ở Bảng 6.15 đến Bảng 6.17

**Bảng 6.15**

KÍCH THƯỚC VÀ QUY CÁCH CỦA CỌC THẾ ĐƠN

Tải trọng tác dụng (kG)	Áp lực đất (kG/cm <sup>2</sup> )	a (cm)	b (cm)	c (cm)	d (cm)
1000	1,5	30	120	40	18
1500	2,0	30	120	40	20
2000	2,6	30	120	40	22
3000	3,1	30	120	40	26

*Ghi chú:* Gỗ chẵn dài 100cm có đường kính bằng đường kính cọc

**Bảng 6.16**

KÍCH THƯỚC VÀ QUY CÁCH CỦA CỌC THẾ KÉP

Tải trọng tác dụng (kG)	Áp lực đất (kG/cm <sup>2</sup> )	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
		(cm)							

3000	1,5	30	120	90	22	30	120	40	20
4000	2,0	30	120	90	25	30	120	40	22
5000	2,6	30	120	90	26	30	120	40	24

*Ghi chú:* Gỗ chắn dài 100cm có đường kính bằng đường kính cọc

**Bảng 6.17**  
KÍCH THƯỚC VÀ QUY CÁCH CỦA CỌC THỂ BA

Tải trọng tác dụng (kG)	Áp lực đất (kG/cm <sup>2</sup> )	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>
		(cm)											
6000	1,5	30	120	90	28	30	120	90	22	30	120	40	20
8000	2,0	30	120	90	30	30	120	90	25	30	120	40	22
10000	2,8	30	120	90	33	30	120	90	26	30	120	40	24

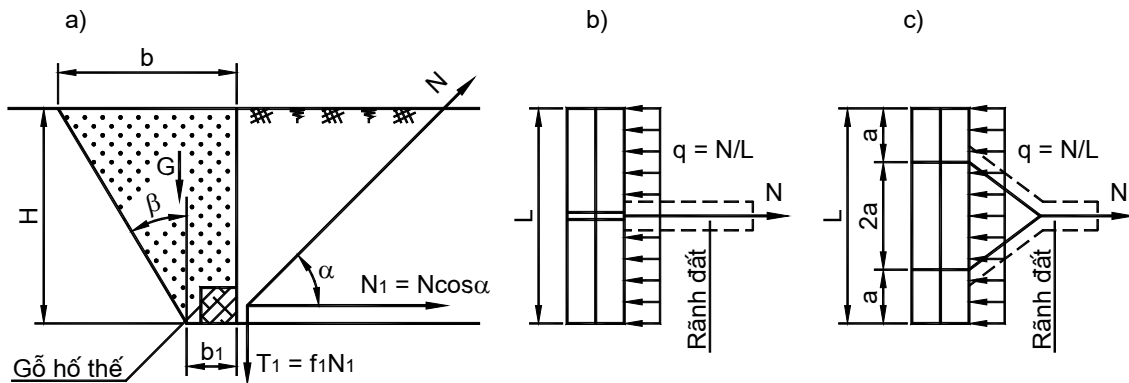
*Ghi chú:* Gỗ chắn dài 100cm có đường kính bằng đường kính cọc

+ Hồ thể nằm

Hồ thể nằm là những cây gỗ hoặc các thanh ray thanh thép hình đặt ngang chôn sâu dưới đất, dây cáp néo buộc một hoặc hai điểm ở giữa cây gỗ. Chôn xong lấp đất rồi đầm thật chặt. Hồ thể nằm có thể chịu được lực tác dụng khá lớn, nói chung khoảng từ 3 ÷ 50 tấn.

Hồ thể nằm có hai loại: hồ thể có chắn và hồ thể không có chắn.

\* Hồ thể nằm không có chắn (hình 6.9)



**Hình 6.9** Cấu tạo hồ thể nằm không có chắn  
a) - Mặt bên; b) - Mặt bằng khi buộc cáp ở một điểm  
c) - Mặt bằng khi buộc cáp ở hai điểm

Công thức tính toán:

$$G + T_1 \geq k_1 N_2 \quad (6.10)$$

$$\eta[\sigma_H] \geq \frac{N_1}{hl} \quad (6.11)$$

Trong đó :  $N_1$  và  $N_2$  - Phản lực nằm ngang và phản lực thẳng đứng của lực kéo  $N$  tác dụng vào hố thế (tần)

$T_1$  - Lực ma sát (tần)  $T_1 = f_1 N_1$

$f_1$  - Hệ số ma sát giữa gỗ với đất (lấy  $f_1 = 0,5$ )

$k_1$  - Hệ số an toàn của lực thẳng đứng ( $k_1 \geq 3$ )

$G$  - Trọng lượng có hiệu (tần)

$$G = \frac{h + bl}{2} H/\gamma \quad (\text{Khi tính } G, \text{ lấy } b < H \operatorname{tg} \beta; \beta \leq 30^\circ)$$

$\gamma$  - Dung trọng tự nhiên của đất ( $T/m^3$ )

$\eta$  - Hệ số không đồng đều của áp đất  $\eta = 0,25 \div 0,33$  trong trường hợp hố thế dùng tạm cho phép có chút biến hình thì  $\eta = 0,33$

$[\sigma_H]$  - Áp lực cho phép của đất ở độ sâu  $H$ ;  $[\sigma_H] = \gamma \lambda_a H$

$$\lambda_a = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right); \varphi - \text{Góc ma sát trong của đất}$$

Khi neo cáp ở một điểm của gỗ hố thế (hình 6.9b) thì gỗ hố thế chịu mômen

$$M = \frac{Nl}{2} \quad (6.12)$$

Khi neo cáp ở hai điểm trên gỗ hố thế (hình 6.9c)

$$M = \frac{qa^2}{2} \quad (6.13)$$

\* Hố thế nằm có chắn (hình 6.10)

Công thức tính toán

$$G + T_2 \geq k_2 N_2 \quad (6.14)$$

$$\eta[\sigma_H] \geq \frac{N_1}{(h_1 + h_2)P}; [\sigma_H] = \gamma \lambda_a H \quad (6.15)$$

Trong đó:

$k_2$  - Hệ số an toàn của lực thẳng đứng  $k_2 \geq 2$

$G$  - Trọng lượng đất có hiệu (Tần)

$G = \gamma Hb/$

$T_2$  - Lực ma sát (Tần)

$T_2 = f_2 N_1$

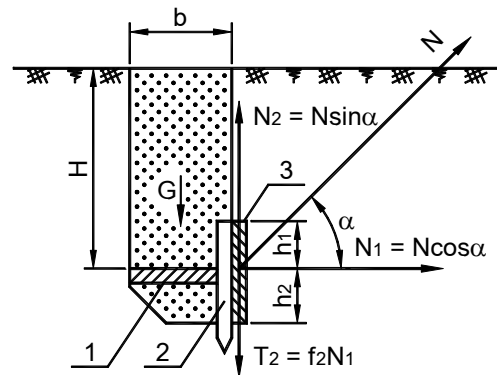
$f_2$  - Hệ số ma sát giữa gỗ với gỗ ( $f_2 = 0,4$ )

Các ký hiệu khác trên hình vẽ

Các tính toán khác giống như tính toán hố thế nằm không có chắn.

Khi neo vào hai điểm trên gỗ hố thế (hình 6.9c) thì góc kẹp  $\theta$  của dây cáp hoặc vòng sắt hàn nên lấy trên dưới  $30^\circ$ , tại chỗ nối tiếp có thể dùng vòng kẹp.

Địa điểm đặt hố thế nằm phải là nơi



**Hình 6.10** Hố thế nằm có chắn  
1 - Bản áp; 2 - Cọc gỗ; 3 - Tường chắn

đất tốt để tiện lợi cho việc đào hố và đào rãnh dây cáp. Tại nơi đất xộp dễ sụt có thể mở rộng hố và đặt thêm tà vẹt (hoặc gỗ tròn) lấp đá hoặc cát (hố thể nằm kiểu áp lực)

**Bảng 6.18**

**QUY CÁCH CỦA HỐ THỂ NẦM**

Lực tác dụng (Tấn)	2,8	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	30,0	40,0
Góc $\alpha$	30 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>
Gỗ hố thể $\Phi 24$ cm. Số cây gỗ $\times$ chiều dài (cm)	1 $\times$ 250	3 $\times$ 250	3 $\times$ 270	3 $\times$ 320	3 $\times$ 320	3 $\times$ 350	4 $\times$ 400	4 $\times$ 400
Độ chôn sâu H (m)	1,70	1,70	1,80	2,20	2,50	2,75	2,75	3,50
Gỗ chôn $\Phi 20$ cm. Số cây $\times$ chiều dài (cm)	Khôn g có	Khôn g có	Không có	Không có	4 $\times$ 270	4 $\times$ 350	5 $\times$ 400	5 $\times$ 400
Gỗ cốt Số cây $\times$ chiều dài $\times$ $\Phi$					1 $\times$ 120 $\times$ $\Phi 20$	2 $\times$ 120 $\times$ $\Phi 20$	5 $\times$ 150 $\times$ $\Phi 22$	3 $\times$ 150 $\times$ $\Phi 22$
Tấm gỗ ép Gỗ tròn $\Phi 10$ xếp chặt $\times$ rộng (cm)			80 $\times$ 320	80 $\times$ 320	140 $\times$ 270	140 $\times$ 350	150 $\times$ 400	150 $\times$ 400

*Ghi chú:* Căn cứ tính toán của bảng này: Dung trọng đất đầm  $\gamma = 1,8T/m^3$ , góc ma sát trong của đất  $\varphi = 35^0$ , ứng suất cho phép của gỗ  $[\sigma] = 110kG/cm^2$ .

\*Hố thể đặt nơi đất nham thạch

Tại nơi mặt đất nham thạch cứng thì khó đào hố, trong trường hợp này có thể khoan lỗ trong tầng đá rồi đóng cọc sắt bằng thép tròn, thép hình hoặc ray cũ làm thành hố thể (thép tròn dùng loại  $\Phi \geq 22mm$ ).

\* Hố thể bê tông

Hố thể bê tông dùng sức nặng bản thân của nó để cân bằng lực tác dụng, nói chung không xét tới áp lực đất, nghĩa là:

$$G_b \geq kQP \tag{6.16}$$

Trong đó :  $G_b$  - Trọng lượng khối bê tông, P - Lực tác dụng

k - Hệ số ổn định ( $k \geq 4$ )

**6.2. Xây dựng kết cấu nhịp cầu dầm liên hợp Thép - Bê tông cốt thép**

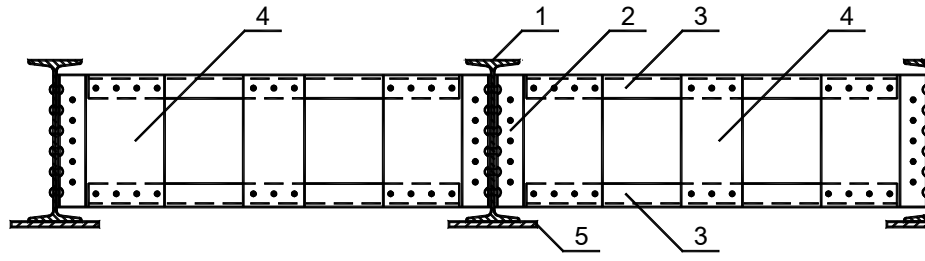
Trong “Thiết kế cầu” đã được nghiên cứu về cấu tạo kết cấu nhịp cầu dầm liên hợp thép - bê tông cốt thép là loại kết cấu nhịp gồm: dầm chủ bằng thép hình I hay dầm thép tổ hợp, bản mặt cầu bằng bê tông cốt thép. Nhờ có sự liên kết chắc chắn giữa dầm thép và bản mặt cầu thông qua hệ thống neo mà giữa dầm thép và bản bê tông cùng phối hợp tham gia chịu lực. Đối với cầu dầm liên hợp nói chung làm việc theo hai giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Dầm thép đã lắp xong, tiến hành lắp ghép hoặc đổ tại chỗ bản mặt cầu, khi đó dầm thép là kết cấu chịu lực, còn bản bê tông là tải trọng.

- Giai đoạn 2: Sau khi bản bê tông đã liên kết chắc với dầm thép, thì kết cấu chịu lực là mới là dầm liên hợp.

Xây dựng kết cấu nhịp dầm thép - bê tông cốt thép gồm hai công việc chính: lắp đặt dầm thép (bao gồm cả dầm, hệ liên kết dọc, liên kết ngang) và lắp đặt hoặc đổ bê tông bản mặt cầu. Trong một số trường hợp tiến hành điều chỉnh nội lực.

**6.2.1. Thi công lắp kết cấu nhịp dầm thép**



**Hình 6.11** Sơ đồ cấu tạo cụm dầm liên hợp

1 - Dầm thép chính; 2 - Sườn tăng cường đứng; 3 - Giằng ngang  
4 - Bản thép liên kết giằng ngang; 5 - Bản thép tăng cường cánh dưới dầm chính

Thi công lắp dầm thép được lắp từng dầm một, sau đó được lắp đặt từng dầm vào vị trí hoặc được liên kết từng cụm dầm (hai hoặc ba dầm lại với nhau) rồi mới lắp đặt vào vị trí. Cấu tạo phân dầm thép và các hệ liên kết như trên hình 6.11. Về trình tự thi công lắp đặt như sau:

- Gia công, liên kết các dầm chính.
- Liên kết bản thép tăng cường với cánh dưới của dầm chính.
- Lắp các sườn tăng cường đứng với sườn dầm chính.
- Lắp hệ thống neo.
- Sau khi các dầm chính được lắp các sườn tăng cường và hệ thống neo, có thể đem cầu lắp từng dầm vào vị trí. Hoặc liên kết các dầm chính lại với nhau thành các cụm dầm theo thứ tự: lắp hệ liên kết ngang (dầm ngang hoặc giằng ngang), lắp hệ liên kết dọc (nếu có) rồi mới lắp đặt từng cụm dầm vào vị trí, sau đó thực hiện các hệ liên kết ngang, liên kết dọc giữa các cụm dầm.

Phương pháp lắp đặt dầm thép hoặc cụm dầm thép vào vị trí có thể được tiến hành bằng cần cẩu, lắp trên hệ đà giáo, lao kéo dọc v.v... Cần chú ý, khi chưa có bản mặt cầu, các dầm rất dễ bị mất ổn định chung. Nên trước khi lắp phải tiến hành kiểm tra, nếu cần phải có biện pháp bảo đảm độ ổn định của dầm chủ trong giai đoạn thi công.

### 6.2.2. Thi công bản mặt cầu

Bản mặt cầu dầm liên hợp thép - bê tông cốt thép, được thi công sau khi đã lắp đặt dầm thép xong. Bản bê tông cốt thép có thể được thi công đổ tại chỗ hoặc lắp ghép (phương pháp thi công bản mặt cầu có liên quan đến tải trọng khi tính duyệt dầm thép về ổn định trong giai đoạn thi công).

#### a. Bản mặt cầu thi công đổ tại chỗ

Trình tự công việc và phương pháp thi công như sau:

- Gia công, lắp đặt ván khuôn.
- Lắp đặt cốt thép. Đối với bản mặt cầu thường có hai lưới cốt thép (phía trên và phía dưới), khi lắp đặt cần bảo đảm bề dày lớp bê tông bảo vệ và khoảng cách giữa các lưới cốt thép. Để bảo đảm bề dày lớp bê tông bảo vệ cũng như cố định lưới cốt thép khỏi bị xô dịch, như đối với dầm bê tông cốt thép vẫn thường làm là chế tạo sẵn các cọn đệm bằng vữa xi măng mác cao. Để bảo đảm khoảng cách giữa các lưới cốt thép, có thể dùng các đoạn thép ngắn hàn dính vào hai lưới để cố định khoảng cách giữa chúng theo thiết kế.

- Đổ bê tông bản mặt cầu. Như ta đã biết tĩnh tải đối với cầu dầm liên hợp có tĩnh tải phần một và tĩnh tải phần hai tác dụng theo hai giai đoạn chịu lực của dầm. Tất cả phần bê tông thuộc tĩnh tải phần một được đổ cùng với bản mặt cầu, còn tĩnh tải phần hai được đổ sau

(chiều dày mỗi lớp đổ phụ thuộc vào phương pháp đầm, còn hướng đổ thực hiện như đối với cầu dầm bê tông).

*b. Bản mặt cầu thi công lắp ghép*

Trình tự công việc và phương pháp thi công như sau:

- Cầu lắp các tấm bản bê tông mặt cầu đã đúc sẵn vào vị trí. Cần chú ý bảo đảm chiều dày lớp vữa đệm giữa bản mặt cầu với cánh trên của dầm thép. Khi lắp cần chú ý lắp các tấm đúng vị trí và tránh va chạm làm biến dạng các neo.

- Đổ bê tông lấp lỗ neo. Bê tông lấp lỗ neo thường có mác cao hơn so với bê tông bản mặt cầu, bê tông cần được đầm kỹ và bảo đảm đúng chỉ dẫn trong thiết kế, nếu không ở chỗ tiếp giáp với tấm lắp ghép rất dễ phát sinh vết nứt.

Ở nước ta đã làm hai loại bản mặt cầu đổ tại chỗ và lắp ghép. Đổ tại chỗ tốn công và vật liệu làm đà giáo ván khuôn, nhưng chất lượng bảo đảm, bản mặt cầu ngoài việc chịu lực còn như một mái che bảo vệ dầm thép phía dưới. Các bản mặt cầu bê tông cốt thép lắp ghép, thì giữa các tấm bản thường có vết nứt làm nước mưa thấm qua lớp phủ mặt cầu và kẽ nứt làm gỉ dầm thép; vì vậy, đối với bản mặt cầu lắp ghép cần làm lớp phủ mặt cầu có khả năng chống thấm nước tốt.

**6.2.3. Điều chỉnh nội lực**

Do dầm liên hợp chịu lực theo hai giai đoạn. Trong giai đoạn chịu lực thứ nhất của dầm thì tĩnh tải phần một do dầm thép chịu. Về các đặc trưng hình học của tiết diện dầm thép nhỏ hơn nhiều so với đặc trưng hình học ứng với tiết diện của dầm liên hợp. Điều chỉnh nội lực để nhằm cho tiết diện dầm liên hợp chịu một phần hay cả tĩnh tải phần một. Phương pháp điều chỉnh nội lực được thực hiện trong giai đoạn thi công. Có nhiều phương pháp để điều chỉnh nội lực. Đối với cầu dầm liên hợp giản đơn và liên tục được tiến hành điều chỉnh nội lực theo hai phương pháp dưới đây.

*a. Điều chỉnh nội lực bằng hệ đà giáo liên tục*

Điều chỉnh nội lực bằng hệ đà giáo liên tục, có thể được tiến hành theo trình tự như sau: (hình 6.12).

- Làm hệ đà giáo liên tục trên suốt chiều dài kết cấu nhịp.

- Lắp đặt hệ dầm thép trên đà giáo, sau đó kê các dầm lên theo độ võng dự trữ đã tính toán, dưới các điểm kê đặt nêm để hạ đà giáo, lắp đặt hệ liên kết ngang và dọc.

- Lắp dựng ván khuôn.

- Đổ bê tông bản mặt cầu.

Ợi cho bê tông bản mặt cầu đạt cường độ thiết kế, tiến hành tháo dỡ ván khuôn và hạ đà giáo. Như vậy, lúc này giữa dầm thép và bản mặt cầu đã được liên kết chắc lại với nhau cùng tham gia chịu lực.

*b. Điều chỉnh nội lực bằng trụ tạm*

Làm hệ đà giáo liên tục để điều chỉnh nội lực, nhiều khi khó thực hiện và quá tốn kém, có thể điều chỉnh nội lực bằng trụ tạm (hình 6.13) theo trình tự sau:

- Làm các trụ tạm theo đồ án thiết kế.

- Lắp đặt kết cấu nhịp dầm thép trên mố, trụ chính và hệ thống trụ tạm (có thể một, hai hay nhiều trụ tạm).

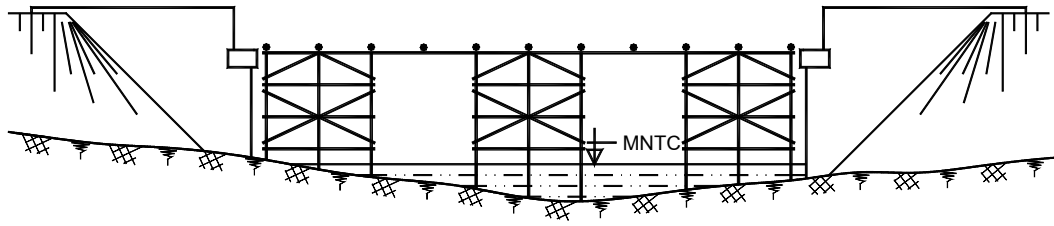
- Kích dầm tại vị trí trụ tạm, khi kích có thể phải chất đối trọng ở hai đầu hoặc neo hai đầu xuống mố, trụ chính thông qua dầm ngang ở đầu kết cấu nhịp. Sau khi kích dùng chông nề và nêm để giữ dầm ở độ cao đã kích (theo độ võng dự trữ được tính toán trước).

- Lắp đặt ván khuôn bản mặt cầu.

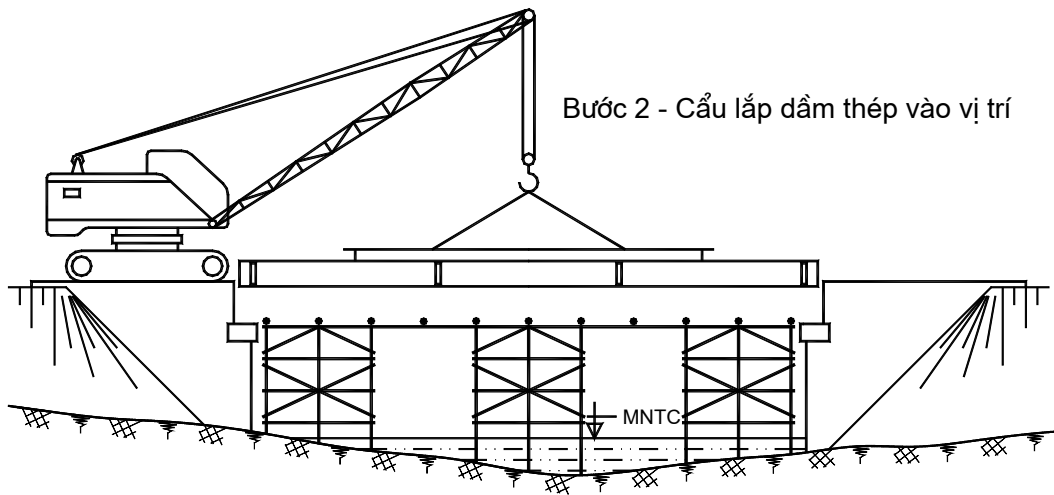
- Lắp đặt cốt thép.

- Đổ bê tông bản mặt cầu. Đợi cho bê tông đủ cường độ thiết kế, tiến hành tháo dỡ ván khuôn, hạ chông nề trên trụ tạm.

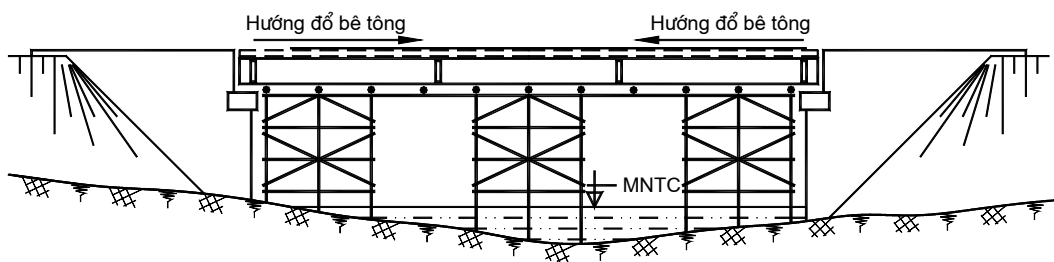
Bước 1 - Làm đà giáo liên tục trên suốt chiều dài nhịp



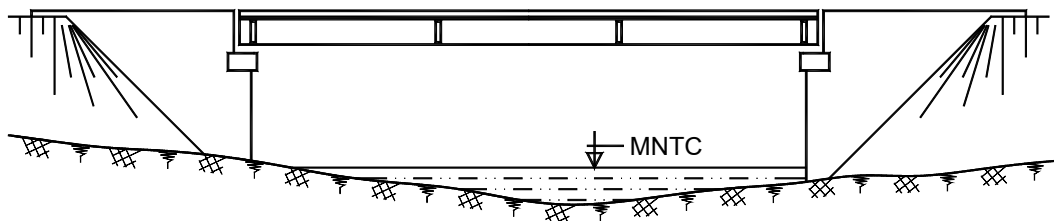
Bước 2 - Cầu lắp dầm thép vào vị trí



Bước 3 - Đổ bê tông bản mặt cầu

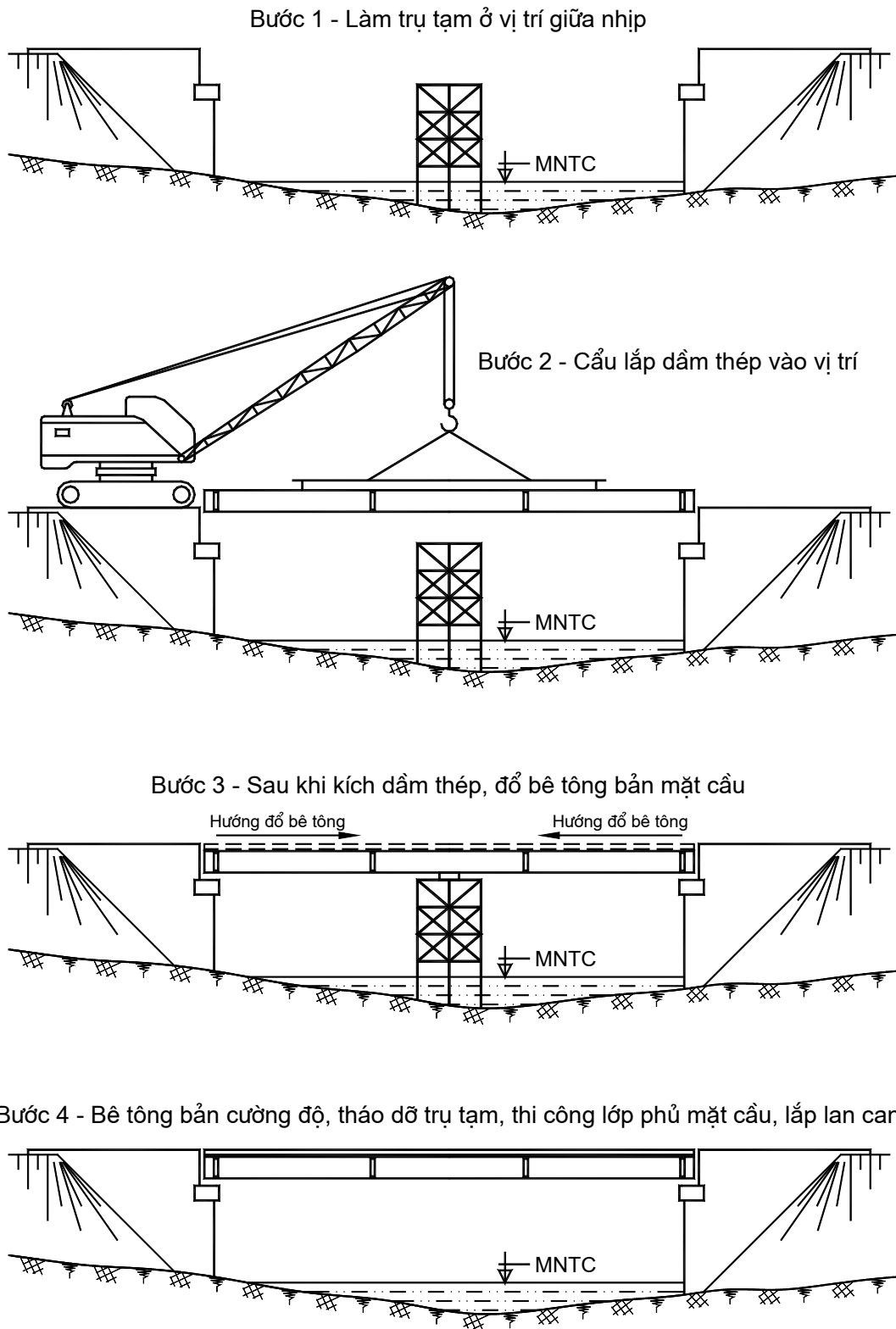


Bước 4 - Bê tông bản đủ cường độ, hạ đà giáo, thi công lớp phủ mặt cầu, lắp lan can



**Hình 6.12** Điều chỉnh nội lực trong dầm liên hợp bằng hệ đà giáo liên tục





**Hình 6.13** Điều chỉnh nội lực trong dầm liên hợp bằng trụ tạm

Như vậy nội lực mômen trong dầm thép trước khi đổ bê tông bản mặt cầu đã xuất hiện một trị số mômen âm tại các vị trí dầm thép được kích lên.

### 6.3. Công tác lao lắp cầu quân dụng Bailey

#### 6.3.1. Đặc điểm và phạm vi sử dụng

Cầu Bailey là một loại cầu bằng hợp kim thép lắp ghép<sup>(1)</sup> có xuất xứ từ nước Anh, do công binh sản xuất dùng để làm cầu quân sự trong chiến tranh. Sau đó đã được công binh Mỹ và một số nước khác như: Tiệp Khắc, Thụy Điển chế tạo và cải tiến theo mẫu của Anh. Từ sau năm 1950 cầu Bailey được công binh Mỹ nhiều lần cải tiến đưa vào sử dụng rộng rãi trong chiến tranh ở Việt Nam, thì loại cầu này đã đạt được đến mức độ tối ưu đối với loại cầu quân dụng. Đây là loại cầu dùng trong quân sự có những ưu điểm nổi bật là: số chi tiết ít, trọng lượng nhẹ, việc lắp ráp và lao kéo, tháo dỡ đơn giản (có thể bằng sức người). Trong khi lắp dựng chỉ cần sử dụng các bảng tra tính sẵn cho biết đầy đủ các dữ liệu cần thiết cho một cầu về: tải trọng, khẩu độ, số lượng cần dùng cho từng loại chi tiết và kể cả cách tháo lắp và vận chuyển, không mất nhiều thời gian phải huấn luyện, cũng có thể đạt được mục đích là tiến hành lắp dựng được.

Sau chiến tranh, nước ta đã thu hồi và sử dụng khá hiệu quả loại cầu này trong nhiều lĩnh vực kinh tế và quốc phòng. Với các chi tiết của loại cầu này, có thể dễ dàng lắp dựng được nhiều loại hình kết cấu khác nhau như: cầu tạm để bảo đảm giao thông trong chiến tranh và khi xây dựng công trình cầu mới với khẩu độ từ 30 ÷ 210ft (khoảng 9 ÷ 64m); đặc biệt sử dụng rất tiện lợi để lắp thành các trụ đỡ, đà giáo, cầu công tác cho thi công móng trụ cũng như kết cấu nhịp cầu. Nhưng cầu Bailey cũng có nhược điểm đó là: kết cấu có độ võng lớn, do vậy để sử dụng làm cầu tạm với khẩu độ nhịp lớn sẽ rất khó khăn.

Để giúp cho học viên tham khảo loại cầu này, chúng tôi giới thiệu những vấn đề cơ bản về cấu tạo và công tác thi công lắp dựng cầu Bailey với mục đích sử dụng làm cầu tạm để bảo đảm giao thông.

Cầu Bailey có xuất xứ ở Anh nên các hệ đo lường hoàn toàn dùng hệ đo lường của Anh, vì vậy chúng tôi xin giới thiệu bảng 6.19 về quy đổi một số đơn vị đo lường (dùng trong loại cầu Bailey) của Anh sang hệ đo lường quốc tế (SI)

**Bảng 6.19**

Bảng quy đổi hệ đo lường dùng trong cầu Bailey

Hệ đo lường của Anh	Tên gọi	Ký hiệu	Hệ đo lường SI
1 in	Inches (Phân Anh)	”	0,0254m
1 foot (12in)	Phút (Bộ)	’ (ft)	0,3048m
1 yard (3ft)	Mã (Sải)	Yd và Yds	0,9144m
1 mile	Dặm	n	1609,24m
1 pound	Pao (Cân Anh)	Lb	0,45350243kg

<sup>(1)</sup> Có hai loại M1 và M2, loại M2 do Mỹ sản xuất có khả năng chịu tải trọng và vượt khẩu độ lớn hơn M1

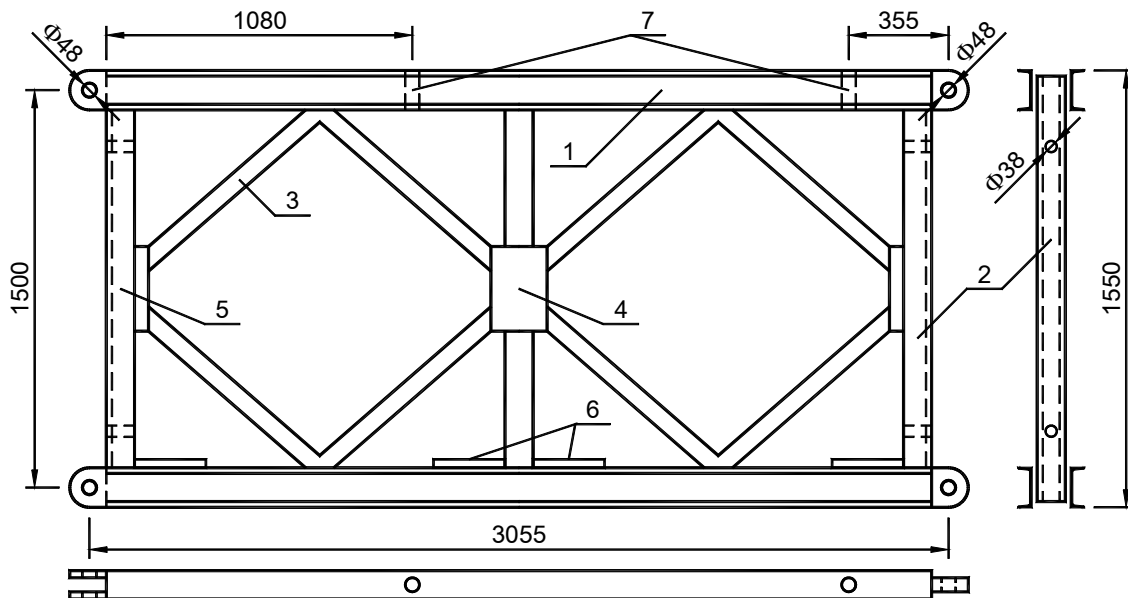
1 Stone (14Lb)			6,35029kg
1 Longton	Trường tấn (Tấn Anh)	Lt	1016,04kg
1 Shortton	Đoản tấn (Tấn Mỹ)	St	908kg

### 6.3.2. Cấu tạo các cấu kiện cầu Bailey và tác dụng của chúng

#### a. Khuôn (Panô Bailey)

Cầu tạo trên hình 6.14, là bộ phận chính của cầu được làm bằng thép hợp kim có kích thước: 120" × 61" × 6"1/2 (3048 × 1549 × 165mm), trọng lượng một khoang 571Lb (259kg).

Trong khung panô có cấu tạo các lỗ để chốt thanh sắt cầu, liên kết khung cầu (bản giằng và thanh giằng) bởi lỗ chốt bulông ráp tầng, chốt panô...



**Hình 6.14** Cấu tạo khuôn (Panô) Bailey

- 1 - Thép [105 × 48 × 5; 2 - Thép [78 × 38 × 5; 3 - Thép [75 × 35 × 4  
 4 - Thép □190 × 150 × 5; 5 - Thép □190 × 80 × 5  
 6 - Vị trí đặt dầm ngang; 7 - Lỗ chốt tầng Φ45

#### b. Chốt Panô

Có hai loại là: chốt dài và chốt ngắn.

- Chốt panô dài: Chiều dài 8" (203mm) và đường kính 1"7/8 (Φ47,6mm), nặng 6Lb (2,72kg), đầu nhọn có lỗ để gắn chốt an toàn; tác dụng để liên kết các panô với nhau qua mộng (âm, dương)<sup>(1)</sup> ở cánh trên và cánh dưới của khuôn.

- Chốt panô ngắn: Chiều dài 7"11/16 (195mm), đường kính 1"7/8 (Φ47,6mm), nặng 5,74Lb (2,60kg); dùng để đóng chốt vào các trụ đầu cầu của các panô giữa và ngoài cùng trong cầu lắp panô ba.

#### c. Dầm ngang (dà ngang)

<sup>(1)</sup> Mộng âm (đầu lõm), mộng dương (đầu lồi)

Dầm cầu tạo bởi thép hình I: cao 10” (254mm), dài 213”5/8 (5426mm), nặng 445Lb (202kg)

Mặt dưới của dầm có 6 lỗ để lắp chốt của cầu ghép, mặt trên có 6 mộng để lắp đà dọc, hai đầu có mộng để lắp bulông và thanh chống xiên.

Dầm ngang nằm trên cánh dưới của panô và được liên kết bằng bulông kẹp dầm ngang, khoảng cách giữa các dầm ngang là 59” (1498mm)

*d. Bulông dầm ngang (Kẹp dầm ngang)*

Kích thước: cao 12” (304,8mm), nặng 7Lb (3,17kg).

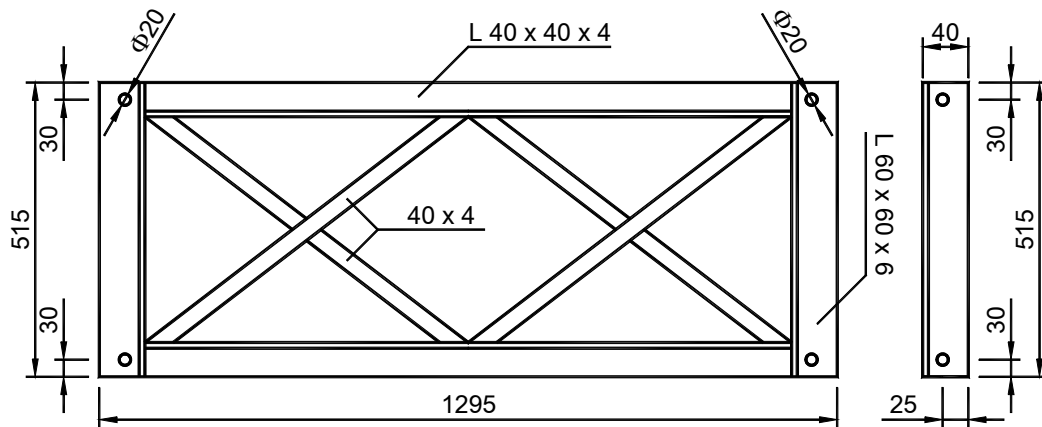
Tác dụng kẹp dầm ngang vào cánh dưới và cánh đứng của panô nó được gắn chặt nhờ đòn quay gắn sẵn.

*e. Thanh chống xiên*

Dài 43”5/16 (1100mm), bề rộng cánh 2”3/8 (60,3mm), nặng 22Lb (9,98kg). Tác dụng: giữ panô đứng thẳng liên kết với dầm ngang và panô bằng bulông.

*f. Bản giằng*

Cấu tạo trên hình 6.15 là một khung bằng thép góc dài: 51” (1295mm), rộng 20” (508mm), nặng 44Lb (19,95kg), ở bốn góc có lỗ để bắt bulông 13/16” (Φ20,6mm). Dùng để liên kết hai lớp panô với nhau.



**Hình 6.15** Bản giằng (khung cầu)

*g. Giằng dưới (thanh sắt cầu)*

Là thanh thép có đường kính 1”1/8 (Φ28,57mm) có bản lề ở giữa có thể gập lại được, có tăng đơ ở gần đầu, nặng 68Lb (30,84kg), ở đầu có lỗ để chốt vào phần dưới của panô.

*h. Thanh giằng*

Là tấm thép dài 12” (304,8mm), dày 3/8” (9,53mm), rộng 2”1/2 (63,5mm) và nặng 3,5Lb (1,58kg), dùng để nối lớp panô hai và ba.

*k. Bulông cầu*

Dùng cờ lê cỡ 1”1/8 (28,57mm), đường kính 3/4” (Φ19mm), dài 3”1/2 (88,9mm), nặng 1Lb (0,453kg). Dùng để bắt các bản giằng, thanh chống xiên, thanh giằng.

*l. Bulông rập tầng*

Dùng cờ lê cỡ 1”7/8 (47,6mm), đường kính 1”3/4 (Φ44,45mm), dài 10”1/2 (266,7mm), nặng 7,5Lb (3,4kg). Dùng để câu móc vào khung panô.

*m. Dầm dọc*

Được liên kết bằng ba thanh chữ I cao 4” (101,6mm), dài 120” (3048mm), có hai loại dầm dọc.

- Loại thường (dầm dọc giữa) nặng 260Lb (117,91kg) và loại có mấu (dầm dọc biên) nặng 267Lb (121kg) dầm dọc đặt hai bên để cho gỗ lát liên kết.

- Mỗi đoạn đầu cầu có 6 dầm dọc vát trong đó 4 dầm thường và 2 dầm hai bên có mấu đặt đầu dầm vào những mộng ở trên đỉnh dầm ngang. Dầm dọc gồm ba thanh thép chữ J cao 5” (127mm) có vát ở hai đầu dài 120” (3048mm), loại thường nặng 337Lb (152,83kg), loại có mấu nặng 348Lb (157,82kg).

*n. Ván mặt cầu*

Dài 16”5/8 (422,3mm), rộng 8”3/4 (222,25mm), dày 2” (50,8mm). Ván lát làm bằng gỗ nặng 65Lb (29,48kg). Mỗi đoạn cầu gồm 13 tấm ván và được giữ lại trên mặt cầu nhờ những mấu trên dầm ngang và bó vĩa.

*p. Bó vĩa*

Làm bằng thép cao 8”3/8 (212,7mm), dài 120” (3048mm), nặng 215Lb (97,5kg), được liên kết vào những dầm dọc có mấu nhờ các bulông hình chữ J.

*q. Bulông bó vĩa*

Loại bulông móc hình chữ J có đường kính 1” (Φ25,4mm), dài 8”5/8 (219mm), nặng 4,4Lb (2kg), dùng cờ lê cỡ 1”1/2 (38,1mm), dùng để bắt bó vĩa vào đầu dầm dọc có mấu.

*r. Trụ đầu cầu*

Có hai loại là: trụ dương và trụ âm có mộng âm dương, trụ dương nặng 121Lb (54,87kg), trụ âm nặng 130Lb (58,96kg). Trụ đầu cầu được sử dụng cả hai đầu cầu chịu lực cắt, trụ có một bộ đế lắp dầm ngang ngoài cầu, phía dưới của trụ đầu cầu có một ngàm hình bán nguyệt để úp lên đế chân cầu.

*s. Đế chân cầu*

Đế truyền tải trọng của cầu xuống tấm đế phía dưới. Cầu tạo đế cao 4”5/16 (109,5mm), nặng 71Lb (32,2kg). Trong khi lao cầu đế chân cầu ngàm với hình bán nguyệt của con lăn cân cân.

*t. Tấm đế kê chân cầu*

Cầu tạo bằng thép kích thước 15” × 18” × 4” (381 × 457 × 102mm), nặng 381Lb (172,78kg) để kê đế chân cầu.

*u. Đế kê dầm ngang (Đế sàn dốc)*

Bằng thép nặng 93Lb (42,18kg), tác dụng giữ ổn định cho dầm ngang khi chịu nhiều dầm dọc đầu cầu và truyền tải trọng từ dầm ngang xuống nền đất.

*v. Lê người đi*

Rộng 30" (762mm), dài 215"3/4 (5480mm), nặng 104Lb (47,16kg), được đặt trên dầm bộ hành lắp ngoài cầu.

*x. Cọc đôn lè*

Bằng thép dài 48" (1219,2mm), nặng 22Lb (9,98kg), được gắn dọc dầm ngang, lè bộ hành.

*y. Trụ đôn lè*

Cao 48" (1219,2mm), nặng 10Lb (4,53kg)

*z. Đế móc cầu*

Được dùng để kẹp những đòn ngang móc và những thanh sắt cầu vào lớp panô của cầu ba tầng, nặng 150Lb (68kg).

### **6.3.3. Các phương tiện dùng trong cầu Bailey**

*a. Con lăn thường*

Cấu tạo như trên hình 6.16 gồm có hai trục lăn đặt tiếp giáp nhau, nặng 116Lb (52,61kg), sức chịu tối đa 10Lt (10,16 Tấn)

Con lăn thường, được đặt sẵn cách con lăn cân cân khoảng 25ft (7620mm) và tại những chỗ cần thiết khi lao lắp cầu.

*b. Con lăn cân cân*

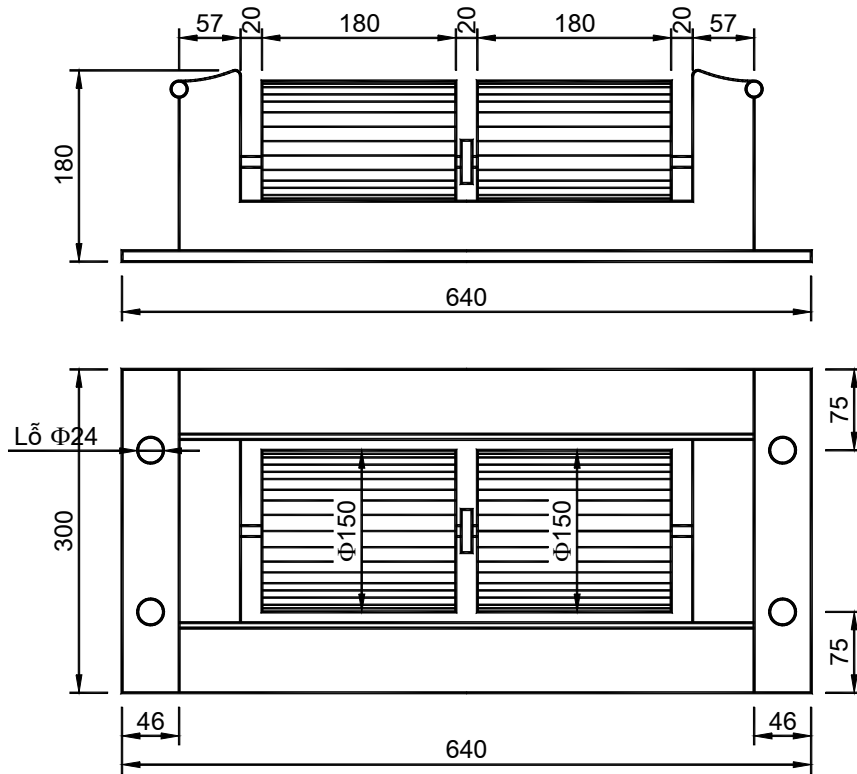
Cấu tạo trên hình 6.17 nặng 206Lb (93,42kg) gồm có ba trục lăn, phía dưới có một ngàm hình bán nguyệt nằm trên đế chân cầu. Con lăn cân cân dùng cho lao cầu với tải trọng tối đa là 30Lt (30,48 Tấn). Có thể điều chỉnh được hai trục lăn ở hai đầu nhờ có một chốt đặc biệt.

*c. Kịch*

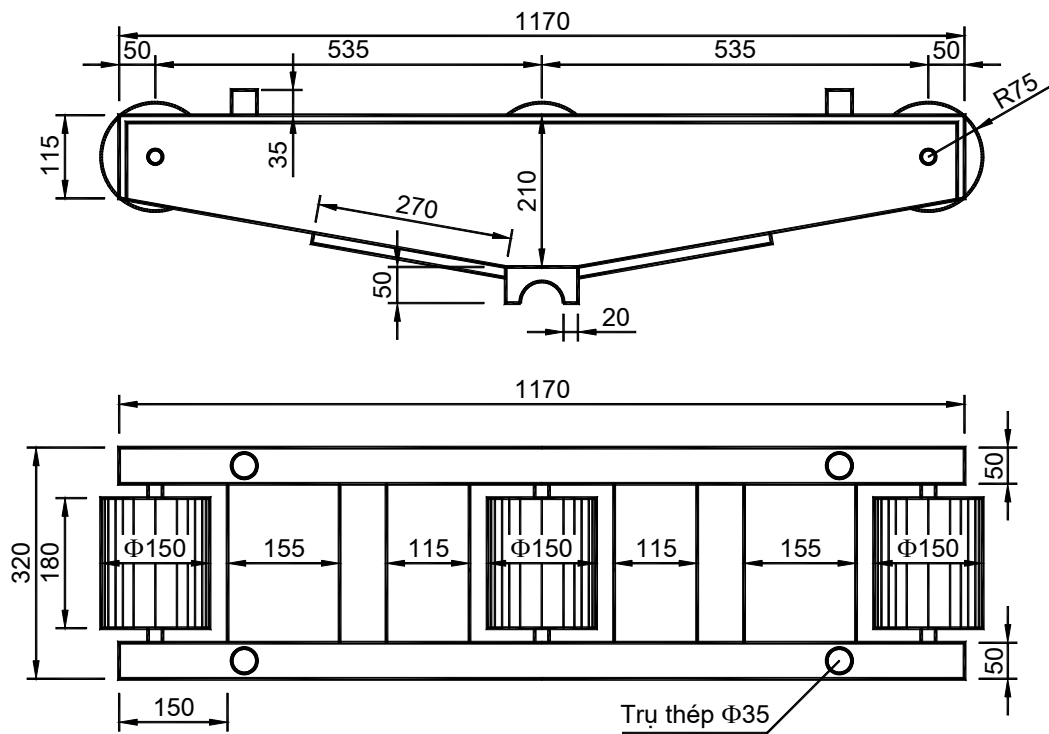
Dùng để kịch cầu lấy con lăn ra, nặng 128Lb (58,05kg), sức chịu trên đỉnh là: 15Lt (15,24 Tấn), sức chịu ở chân vệt là 7,5Lt (7,62 Tấn).

*d. Đế kịch*

Cao 4"3/16 (106,36mm), nặng 36Lb (16,33kg). Được đặt trên tấm đế chân cầu để kịch.



Hình 6.16 Con lăn thường



Hình 6.17 Con lăn cán cân

*e. Các loại cò lê (khoá)*

- Khoá ống cỡ 1”1/8 (28,58mm) và 1”7/8 (47,63mm)
- Khoá dẹt cỡ 1”1/8 (28,6mm); 1”1/2 (38,1mm) và 1”7/8 (47,63mm)

*f. Đòn treo Panô*

Dùng để lắp khoang thứ hai và thứ ba sau khi đã có khoang cầu thứ nhất. Hai người sử dụng một đòn và mỗi khoang dùng hai đòn, đòn làm bằng gỗ dài 94”1/2 (2400mm) nặng 48Lb (21,77kg).

*g. Đòn khiêng khuôn*

Làm bằng gỗ dài 43”5/16 (1100mm), nặng 8Lb (3,63kg). Khi khiêng khuôn hai người sử dụng một đòn và mỗi khuôn dùng ba đòn.

*h. Kích lắp tầng*

Sử dụng để lắp từng panô có tác dụng đẩy hai khung panô gần nhau ra để liên kết các chốt và bulông

*i. Đòn nhỏ chốt*

Dùng trong trường hợp tháo chốt panô khi không dùng búa đóng ra được.

*k. Mũi sắt chêm*

Dùng để cấu tạo làm tăng độ chéch của mũi cầu dẫn trong khi lao lắp.

*l. Tấm lót con lăn*

- Loại dùng cho con lăn thường nặng 22Lb (9,98kg).
- Loại dùng cho con lăn cán cân nặng 78Lb (35,37kg).

### **6.3.4. Công tác lao lắp cầu**

Cầu Bailey là cầu thép lắp ghép dùng trong quân sự, do vậy công tác lao lắp cầu có những đặc thù riêng. Vì vậy chúng tôi sẽ đề cập đến những nội dung về công nghệ lao lắp cầu với những thiết bị và phụ kiện riêng của nó.

*a. Cấu tạo chung cầu Bailey*

Cầu Bailey có thể lắp dựng thành nhiều dạng khác nhau tùy theo yêu cầu và mục đích sử dụng cũng như các điều kiện cụ thể nơi xây dựng. Trên hình 6.18 giới thiệu cấu tạo của loại cầu này với một số dạng khác nhau của mặt cắt ngang.

- Tùy theo khẩu độ và tải trọng mà có thể nối ghép thành nhiều dạng khác nhau, loại đơn giản nhất là loại panô đơn một tầng dùng cho nơi vượt khẩu độ nhỏ và tải trọng không lớn, loại phức tạp nhất là loại panô ba tầng dùng nơi vượt khẩu độ và tải trọng qua cầu lớn.

- Do tính chất của một loại cầu quân dụng, cho nên có tính cơ động cao. Vì vậy xây dựng cầu Bailey không cần phải qua các khâu khảo sát kỹ các điều kiện và các yếu tố ảnh hưởng nơi xây dựng; vấn đề này đã được tính toán và nghiên cứu kỹ khi sản xuất. Khi sử dụng chỉ cần tra bảng và kết hợp với những điều kiện nơi xây dựng sẽ có ngay được sự lựa chọn phù hợp được ghi trong các bảng tính. Bảng 6.20 là một bảng tính sẵn để dễ dàng cho việc lựa chọn từng loại cầu ứng với khẩu độ và tải trọng khác nhau.



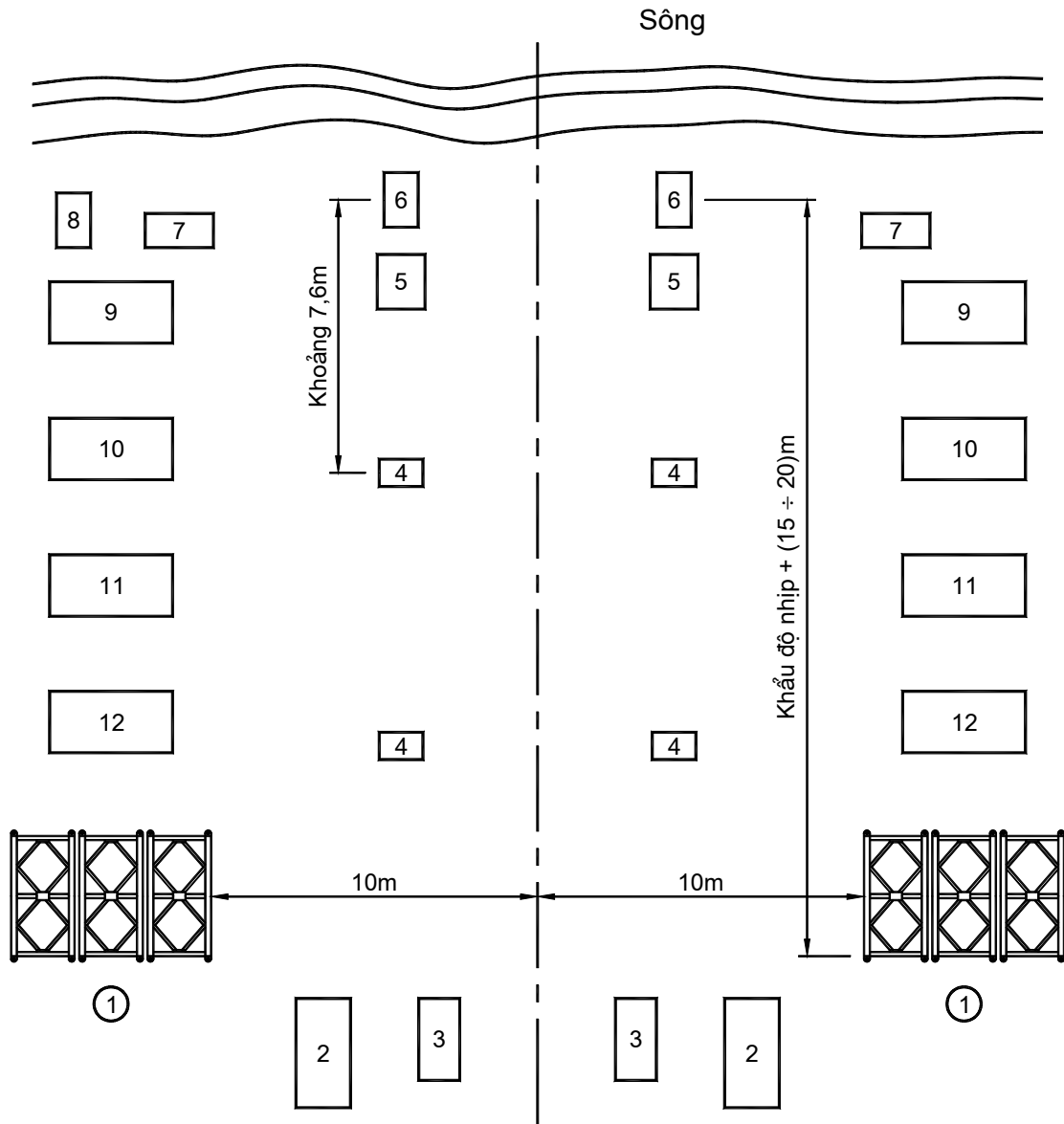




*b. Bố trí mặt bằng thi công*

- Bố trí vật liệu lắp dựng tại hiện trường

Sau khi chở các cấu kiện đến hiện trường xây lắp, cần xếp đặt khoa học để việc lắp ráp được nhanh chóng. Vấn đề này phụ thuộc vào mặt bằng thực tế của hai bên bờ sông, nhưng có thể tham khảo cách bố trí theo hình 6.19



**Hình 6.19** Bố trí mặt bằng lắp cầu Bailey

1 - Panô; 2 - Dầm dọc; 3 - Bản giằng; 4 - Con lăn thường; 5 - Đế chân cầu  
 6 - Con lăn cán cân; 7 - Gõ kê; 8 - Trụ đầu cầu; 9 - Dụng cụ lắp dựng  
 10 - Khối bộ hành; 11 - Ván lát; 12 - Dầm ngang

- Bố trí con lăn cán cân

Tại hai bờ sông (bờ đi và bờ đến) phải đặt con lăn cán cân.

+ Khoảng cách ngang: bằng khoảng cách hai panô, đối với cầu panô đơn thì khoảng cách này có thể vào khoảng 14ft (4,27m).

+ Khãng cách dọc: theo chiều dài sông mà cần phải vượt nhưng chú ý đến vị trí đặt gối cầu sau này.

- Bố trí con lăn thường

Bố trí bên công trường lắp ráp phục vụ cho lắp đặt và lao cầu.

- + Khoảng cách ngang: giống như đối với con lăn cán cân 14ft (4,27m).
- + Khoảng cách dọc: bố trí sau con lăn cán cân với khoảng cách 25ft (7,62m), thường bố trí hai đến ba vị trí. Giữa con lăn cán cân và con lăn thường đầu tiên phải đặt con lăn phụ để lắp mũi dẫn trước khi lao cầu, sau khi lắp xong mũi dẫn phải rút con lăn phụ ra.

- Khảo sát lập bản vẽ vị trí cầu

Đối với cầu Bailey việc đo vẽ vị trí cầu có thể dùng các dụng cụ đo thủ công để xác định những số liệu cơ bản.

- + Đo mặt cắt ngang sông: có thể dùng thước chữ A và cách tiến hành như đối với mặt cắt ngang nền đường, lên bản vẽ và tính cao độ. Đánh dấu các vị trí xác định bằng các cọc và bằng dây thép căng qua sông. Các chiều dài cần xác định là:

- Xác định chiều dài cầu.

- Xác định vị trí và chiều dài cần có mũi dẫn.

- + Bố trí các con lăn cán cân và con lăn thường. Trong khi san mặt bằng tiến hành đặt con lăn, cần xem xét khả năng chịu tải của đất nền để có biện pháp gia cố cho phù hợp, cao độ của ván kê và đầu con lăn.

- + Xác định vị trí và cao độ đặt đế chân cầu: Cần tính toán phòng lún để xác định cao độ chính xác.

*c. Phương pháp lao lắp cầu*

- Cách lắp ghép

Cầu Bailey thường được lao bằng mũi dẫn, đó là phương pháp đơn giản. Cầu được lắp trên con lăn trên bờ và dây kéo bằng tời, bằng nhân lực hoặc bằng máy ủi.

+ Cách lắp ghép

- Mũi cầu dẫn

Cấu tạo: gồm có panô, dầm ngang, thanh chống xiên, thanh giằng, thanh sắt cầu và những cặp miếng sắt chêm... Do mũi cầu dẫn bị võng lớn khi kéo cầu nên khi đặt một cặp miếng sắt chêm vào mũi dẫn trong một lớp panô sẽ nâng được mũi dẫn lên.

Cách lắp ghép: Sau khi kê gỗ đế chân cầu, con lăn được đặt vào thì mũi cầu dẫn được lắp và lao như sau:

- + Đặt hai khung panô (đầu âm trở ra ngoài) phía sau của những con lăn cán cân. Kẹp dầm ngang vào thanh đứng phía trước. BẮT thanh xiên vào dầm ngang và khung panô. Đặt một con lăn thường sau con lăn cán cân khoảng 12'9"1/2 (3,90m). Những con lăn này có nhiệm vụ tránh cho những miếng sắt chêm của mũi cầu dẫn khỏi chạm đất.

- + Nối hai khung panô tiếp sau với hai khung trước, đóng chốt đầu nhọn hướng ra ngoài, cắm chốt an toàn, kẹp dầm ngang vào sau thanh chống đứng, lắp thanh sắt cầu.

- + Nâng đầu của hai khung panô lắp trước lên con lăn cán cân, giữ chặt hai khung này bằng những cọc sắt đóng xiên qua lỗ của mạt dưới khung panô qua lỗ con lăn cán cân. Nâng đầu sau lên và đưa những con lăn thường vào. Cao độ của đỉnh con lăn thường thấp hơn cao độ đỉnh con lăn cán cân khoảng 2" (5,08cm).

- + Tính toán chiều dài lao và độ võng của mũi dẫn để xác định số lượng miếng sắt chêm để lắp vào mũi dẫn.

- + Tiếp tục lắp các khuôn còn lại của mũi cầu dẫn và các phụ kiện khác như: dầm ngang, chống xiên, thanh giằng.

- Cách lắp loại cầu panô đơn

Cầu Bailey panô đơn là loại cầu cấu tạo đơn giản nhất. Cách lắp dựng loại cầu panô kép hoặc panô ba cũng tương tự như loại cầu panô đơn chỉ khác về số lượng các linh kiện và khoảng cách ngang giữa các con lăn.

Bảng 6.21 là một bảng tính sẵn về một số thông số kỹ thuật cơ bản và số lượng panô cần thiết cho loại cầu panô đơn ứng với các khẩu độ khác nhau.

Nội dung của mục này sẽ giới thiệu cách lắp loại cầu 3/1 còn các loại cầu 1/1 và 2/1 cũng được tiến hành tương tự.

Phương pháp tiến hành theo trình tự sau:

+ Lắp những đoạn cầu đầu tiên:

- 1) Nối hai panô của lớp trong vào cuối nhịp của mũi dẫn, kẹp dầm ngang thứ nhất vào phía trước của thanh đứng giữa.
- 2) Lắp thêm lớp thứ hai, những panô này giữ đứng được là nhờ kẹp dầm ngang.
- 3) Lắp dầm ngang thứ hai vào phía trước của thanh đứng sau gắn thanh chống xiên, bản giằng, thanh giằng vào vị trí.
- 4) Lắp hai panô tiếp sau lớp trong cùng và gắn chốt khuôn.
- 5) Lắp thêm lớp panô ngoài của đoạn cầu thứ nhất (lúc này đoạn cầu thứ nhất có ba khung panô). Đặt dầm ngang cầu tạo sau thanh đứng trước trong đoạn cầu thứ hai. Lắp lớp panô thứ hai của đoạn cầu thứ hai.
- 6) Lắp panô vào lớp trong của đoạn thứ ba và cùng một lúc lắp dầm ngang vào đoạn thứ hai của cầu. Một dầm phía trước thanh đứng giữa và một ở phía trước thanh đứng sau.
- 7) Lắp thêm bộ phận bản giằng, thanh giằng, chống xiên.
- 8) Lắp dầm dọc vào đoạn cầu thứ nhất (có thể được lắp sau khi lao).

+ Lắp phần còn lại của cầu:

- 1) Khung panô thứ ba được nối khung panô thứ hai bằng miếng sắt cầu, miếng sắt cầu được bắt bulông vào lỗ của thanh đứng trước.
- 2) Đặt vào đoạn thứ hai dầm dọc và ván lát. Tiến hành đặt panô của đoạn thứ tư hai lớp trong cùng rồi lắp dầm ngang vào đoạn cầu thứ ba.
- 3) Lắp thêm bộ phận liên kết vào đoạn cầu thứ ba. Đặt sàn cầu trong đoạn cầu thứ hai.
- 4) Tiếp tục lắp như vậy cho đến hết.

- Lao và hạ cầu

Những loại cầu Bailey một tầng thường được lắp và lao bằng nhân lực. Khi lắp có thể lắp trên các con lăn và vừa lắp vừa lao. Quá trình lao lắp cần chú

ý: phải tính toán trọng tâm của cầu sao cho trọng tâm luôn nằm sau con lăn cán cân. Phải ghim cầu cho khỏi chạy bằng các cọc sắt. Các con lăn thường sau con lăn cán cân phải có cao độ hơi thấp khoảng 2” (5,08cm) so với con lăn cán cân để cầu không bị chúc mũi dẫn xuống.

Thứ tự lao và hạ cầu như sau: Sau khi mũi dẫn và nhịp cầu được lắp xong tiến hành lao cầu theo các bước:

1) Đặt sau con lăn cán cân các con lăn thường với khoảng cách khoảng 25ft (7,62m). Với trường hợp cầu có nhịp dài trên 80ft (24,384m) mới phải dùng thêm con lăn thường.

2) Vừa lắp cầu vừa đẩy cầu trên những con lăn khi mũi dẫn gần đến con lăn cán cân đặt ở bờ đến thì phải có người hướng mũi dẫn vào con lăn cán cân và khi xong phải tháo mũi dẫn.

3) Sau khi tháo mũi dẫn thì lắp trụ đầu cầu và kẹp dầm ngang tại trụ đầu cầu.

4) Hạ cầu.

- Đặt kích trên tám đế chân cầu và vào vị trí dưới trụ đầu cầu, chú ý tại các góc được kích cùng một lúc để phân đều trọng lượng.

- Lấy các con lăn cán cân ra và đặt đế chân cầu lên tám kê đế chân cầu.

- Hạ kích từ từ cho trụ đầu cầu khớp với đế chân cầu.

5) Lắp những nhịp cầu dẫn.

- Sau khi hạ cầu xong phải tiến hành lắp đoạn cầu dẫn hai đầu cầu. Tùy địa hình mà cầu dẫn có thể lắp một hoặc nhiều nhịp.

- Nhịp cầu dẫn được cấu tạo bằng các đoạn dầm dọc vát. Một đầu gối lên dầm ngang trụ đầu cầu và đầu kia được kê trên gối. Nếu tải trọng qua cầu lớn hơn 30Lt (30,48 tấn) thì dầm ngang này được tăng cường thêm gối kê ở giữa.

- *Trường hợp có nhiều nhịp cầu dẫn thì dùng dầm ngang làm xà đỡ của hai nhịp. Dưới dầm ngang được kê gối hoặc đế chân cầu.*

Chú ý: *Quá trình lao lắp cầu Bailey, thường lao lắp phần chính của cầu xong mới tiến hành lắp dầm dọc cho nhẹ và an toàn.*

## **6.4. Một số phương pháp lao lắp cầu thép**

### **6.4.1. Lắp ghép kết cấu nhịp thép**

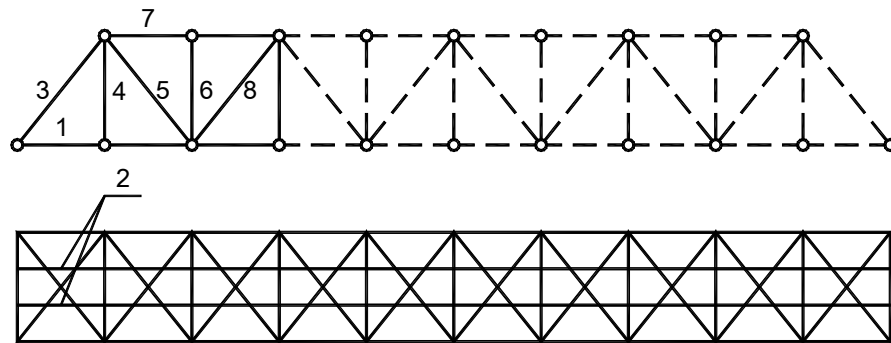
Kết cấu nhịp thép được lắp ngay vị trí của nó có ưu điểm là sau khi lắp xong không phải di chuyển dầm, rút ngắn thời gian thi công kết cấu nhịp. Tuy nhiên thi công như vậy phải tiến hành sau khi đã xây xong móng, trụ vì thế thời gian thi công toàn cầu bị kéo dài.

*a. Phương pháp lắp trên đà giáo*

Với những kết cấu dàn giản đơn một nhịp, chiều cao dưới cầu thấp có thể thi công bằng cách làm trụ tạm đỡ tại các tiết điểm chính để lắp dàn. Kỹ thuật thi công này cũng có thể áp dụng để lắp dàn trên bãi hoặc trên đường đầu cầu.

Có hai hình thức lắp các thanh là: lắp tuần tự và lắp phân đoạn.

- Lắp tuần tự là cách lắp từ hệ thanh biên dưới, hệ mặt cầu và hệ giằng dọc dưới của toàn nhịp. Sau đó lắp hệ thanh bụng và thanh biên trên cùng giằng gió trên (hình 6.20). Cách lắp này thường áp dụng khi không có cần cẩu chuyên dụng, phải tạo hệ mặt cầu cho cần cẩu đi vào, vừa lùi vừa cẩu lắp các thanh dàn.



**Hình 6.20** Trình tự lắp các thanh dàn thép trên đà giáo

- 1 - Lắp thanh mạ hạ; 2 - Lắp hệ mặt cầu; 3 - Lắp thanh cổng cầu  
4 - Lắp thanh treo; 5 - Lắp thanh chéo thứ hai; 6 - Lắp thanh đứng  
7 - Lắp thanh mạ thượng; 8 - Lắp thanh chéo thứ ba

- Lắp phân đoạn là cách lắp từng khoang hay vài khoang hoàn chỉnh (từ dưới lên trên) rồi mới lắp các khoang khác. Trình tự lắp các thanh đã nêu ở trên. Cách lắp phân đoạn áp dụng khi có cần cẩu chuyên dụng chạy trên thanh biên trên của dàn để cẩu lắp các thanh. Phải dùng một loại cần cẩu nào đó để lắp được hai hoặc ba khoang để lấy chỗ đặt loại cần cẩu chạy trên thanh biên của dàn. Ưu điểm của cách lắp phân đoạn là việc tán đinh hoặc bắt bu lông có thể tiến hành ngay trong quá trình lắp ráp.

Khi lắp phải bảo đảm nguyên tắc:

- + Tạo ra các khung cứng hoặc các tam giác cơ bản không biến dạng.
- + Một thanh chỉ lắp vào hai tiết điểm.
- + Thanh lắp trước không cản trở thanh lắp sau.

Khi lắp dàn, lúc đầu các thanh được liên kết bằng con lỏi. Trong đó 30% là bu lông và 70% là con lỏi.



Con lỏi là đoạn thép có hai đầu hình côn có đường kính ở giữa lớn hơn đường kính lỗ từ  $2 \div 3$ mm. Con lỏi có tác dụng nòng các lỗ ở tập bản thép cho thẳng, đúng vị trí giúp cho việc lắp bu lông hay đinh tán được dễ dàng. Mặt khác con lỏi còn chịu cắt do trọng lượng bản thân các thanh gây ra.

Tán đinh ở hiện trường bằng búa hơi ép cầm tay. Đinh tán được nung nóng tới màu đỏ cà chua ( $1000 \div 1100^{\circ}\text{C}$ ) và đưa vào tán. Khi tán cùng một búa và cối đỡ. Nếu tập bản dày hơn 4 lần đường kính đinh hay đinh tán có đường kính lớn hơn 25mm thì phải tán bằng hai búa vào hai đầu đinh.

Nếu cầu liên liên kết bằng bu lông cường độ cao, để đảm bảo đủ lực ma sát thì mặt ma sát cần phải đạt được ba yêu cầu: khô, nhám và sạch. Do đó trước khi lắp ráp thì mặt ma sát tiếp xúc giữa các chi tiết thép cần được phun cát. Thời gian từ khi phun cát xong không quá 72 giờ. Nếu để lâu mới lắp ráp phải có bản chờ lắp vào mặt ma sát để bảo vệ bề mặt đã phun cát làm sạch và nhám.

Khi lắp ráp trước tiên cũng lắp 30% số lỗ bằng con lỏi, còn lại là bu lông cường độ cao nhưng chỉ siết tới 10% lực cần thiết. Sau khi số con lỏi được thay bằng bu lông cường độ cao, tất cả các bu lông mới lần lượt được siết tới 100% lực căng thiết kế của bu lông cường độ cao.

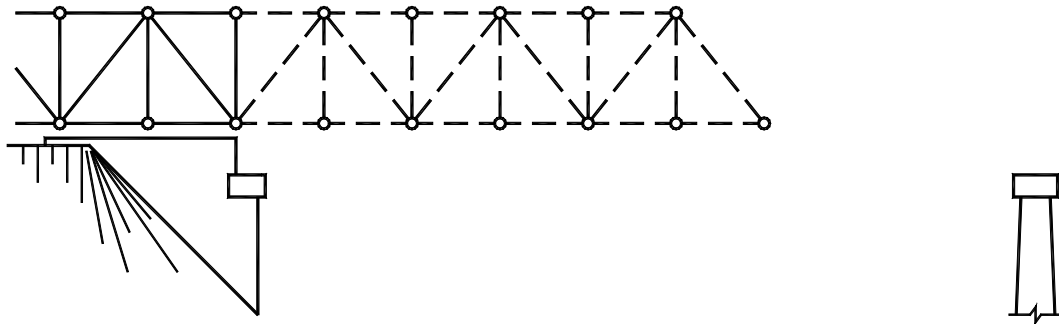
Dụng cụ để để kiểm tra lực căng trong thân bu lông cường độ cao là cờ lê đo lực đã được chuẩn hoá trong phòng thí nghiệm.

#### b. Phương pháp lắp hẫng và bán hẫng

Phương pháp lắp hẫng không cần đà giáo có thể áp dụng với cầu dàn liên tục hay dàn giản đơn nhiều nhịp. Phương pháp này thích hợp với cầu cao, nước sâu, sông có thuyền bè đi lại.

Lắp hẫng có thể tiến hành từ bờ ra sông hay từ trụ ra hai phía (vào bờ).

Cách lắp từ bờ ra áp dụng khi cầu có từ hai nhịp trở lên. Nó thuận tiện cho việc cung cấp các thanh dầm (hình 6.21)



**Hình 6.21** Phương pháp lắp hẫng kết cấu nhịp dàn thép từ bờ ra sông

Trước tiên nhịp ngoài được lắp trên đường đầu cầu để làm đối trọng. Nhịp trong được lắp nối tiếp vào đầu trên mố bằng băng cần cẩu chạy trên thanh biên trên của dàn. Trình tự lắp giống như phương pháp phân đoạn. Sau khi đầu dàn gối lên trụ tiến hành tháo nhịp ngoài để nối tiếp. Phương pháp này tốn công vì phải lắp vào rồi lại tháo ra một nhịp ngoài ở trên bờ.

Khi có một nhịp làm đối trọng cần phải gia tải để bảo đảm ổn định chống lật. Có trường hợp phải lắp hai nhịp đối trọng trên bờ với những cầu nhiều nhịp.

Cách lắp từ trụ ra hai phía (hình 6.22) thường áp dụng với cầu nhiều nhịp để tăng nhanh tốc độ thi công. Các nhịp được lắp từ trụ ra và được nối với nhau ở giữa khâu độ. Các cấu kiện dàn được các xà lan chở tới phía dưới cần cẩu lắp.

Trước tiên phải lắp được 7 khoang đầu trụ (đã mở rộng). Sau đó lắp ráp hai cần cầu lên thanh biên trên của dàn và tiến hành lắp hẫng ra hai phía.

Để bảo đảm ổn định phải luôn luôn lắp đối xứng. Khi áp dụng phương pháp lắp hẫng ngoài ba nguyên tắc đã nêu ở trên còn phải đảm bảo.

- Hệ liên kết phải lắp cùng hệ dàn chủ để bảo đảm độ cứng của nhịp.

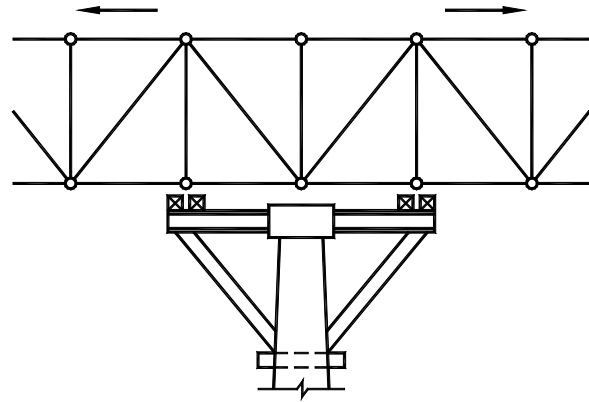
- Tán đỉnh (hoặc xiết bu lông cường độ cao) ngay sau khi lắp được 2 ÷ 3 khoang. Không bao giờ được lắp quá ba khoang mà chưa tán đỉnh.

- Số con lỏi phải được tính toán bằng độ hẫng tối đa của kết cấu nhịp và số bu lông liên kết tạm không được ít hơn 10% số định liên kết mỗi nối.

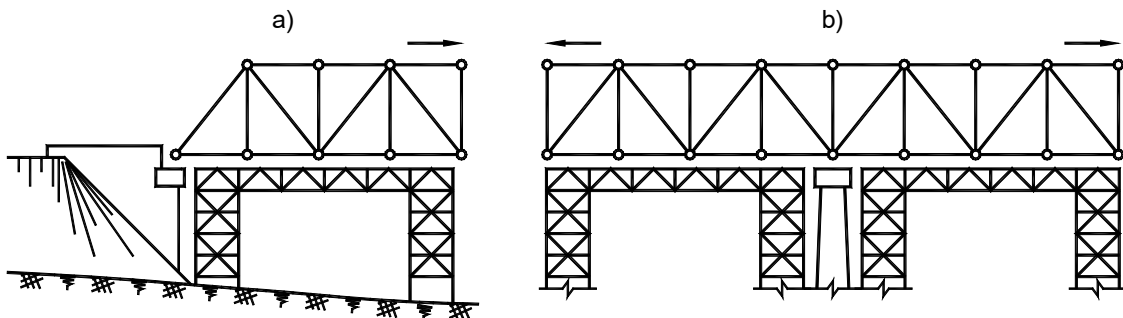
Khi lắp hẫng các cầu dàn giản đơn nhiều nhịp thường dùng các thanh nối ghép thành sơ đồ hình chữ T để nối các đầu dàn của hai dàn kề nhau. Kết cấu của bộ phận đó cũng được thiết kế với độ hẫng lớn nhất của nhịp. Khi nối dầm tại giữa khâu độ thì mômen tĩnh tải ở chỗ mỗi nối bằng không, vì thế phải điều chỉnh nội lực các thanh trong dàn bằng cách kích (hoặc hạ) độ cao chông nề tại trụ hoặc mố.

Trong suốt quá trình thi công lắp hẫng phải treo bên dưới dàn các lưới phòng hộ để bảo đảm an toàn cho công nhân.

Khi lắp hẫng cầu một nhịp độ ổn định sẽ không bảo đảm. Khi lắp độ hẫng quá xa nội lực các thanh sẽ tăng lên quá mức. Trong những trường hợp đó một phần của nhịp sẽ được lắp trên đà giáo, phần còn lại được lắp hẫng. Phương pháp đó gọi là phương pháp lắp bán hẫng. Cách tiến hành lắp ráp như phần trên đã nêu (hình 6.23).



**Hình 6.22** Sơ đồ lắp hẫng từ trụ ra hai phía



**Hình 6.23** Sơ đồ lắp bán hẫng kết cấu nhịp dàn thép  
a) - Hướng lắp từ bờ ra; b) - Hướng lắp từ trụ ra hai phía

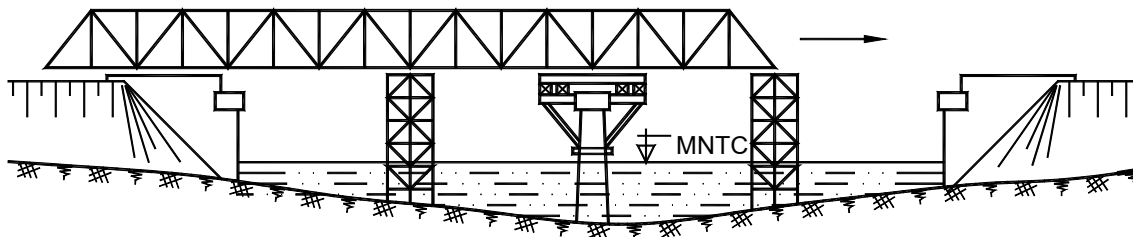
#### 6.4.2. Lao kéo kết cấu nhịp

Để đẩy nhanh tốc độ thi công có thể lắp ráp dầm, dàn trên bờ trong khi đang làm mố trụ. Sau khi làm xong mố trụ, dầm hoặc dàn được đưa vào vị trí bằng phương pháp lao kéo.

Cần kiểm tra lại khả năng chịu lực của dầm, dàn ở vị trí bất lợi nhất khi thi công như: khi độ hẫng tối đa, khi qua trụ trung gian v.v... Mặt khác phải kiểm tra ổn định chống lật và ổn định cục bộ của các thanh ở vị trí bất lợi. Nếu không đảm bảo, phải có biện pháp tăng cường cần thiết.

#### a. Lao dọc trên trụ tạm

Theo phương pháp này cần làm một số trụ tạm trong khẩu độ nhịp để đỡ dầm, dàn khi lao ra. Khoảng cách các trụ đỡ trung gian cần tính trên cơ sở chống lật và bảo đảm cường độ phát sinh trong các thanh dàn không lớn quá khả năng chịu lực của chúng (hình 6.24)



**Hình 6.24** Sơ đồ lao dọc kết cấu nhịp dàn thép trên trụ tạm

Khi lao dọc độ hẫng tối đa không được lớn quá 1/3 chiều dài toàn dầm hoặc dàn đang được lao ra và chiều dài đường trượt trên trụ tạm phải lớn hơn khoảng cách giữa hai tiết điểm dàn (chiều dài khoang dàn).

$$L_{\text{đường trượt}} = 1,25d$$

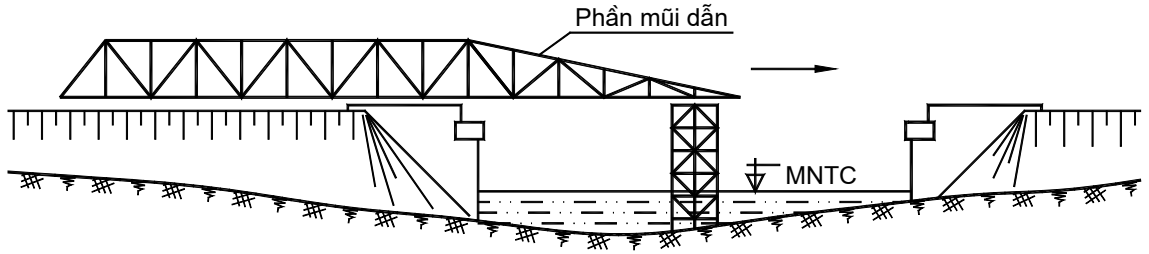
Cao độ đường trượt dưới (đặt trên đường dầu cầu và trên các trụ) phải thấp dần phù hợp với độ võng của mũi dẫn khi qua mỗi khoang hẫng.

Phương pháp này thích hợp với dầm, dàn có một nhịp hoặc có nhiều nhịp giống nhau. Tuy nhiên nó có nhược điểm là phải dùng nhiều trụ tạm gây cản trở thông thuyền nên không thích hợp khi sông sâu, cầu cao, sông có nhiều thuyền bè qua lại. Ngoài ra việc xây dựng các trụ tạm rất tốn kém và kéo dài thời gian xây dựng cầu.

#### b. Lao dọc có mũi dẫn

Ở nơi sông sâu, cầu cao việc làm trụ tạm có nhiều khó khăn hoặc nơi sông có nhiều thuyền bè qua lại thường xuyên, không cho phép làm trụ tạm thì có thể lao dọc dầm, dàn có lắp thêm bộ phận mũi dẫn ở phía trước. Mũi dẫn là kết cấu tạm dạng dàn thép hay dạng dầm thép được lắp tạm thêm vào đầu dầm, dàn chính có tác dụng vươn ra trước để sớm tựa vào trụ đối diện để giảm khoảng hẫng của dầm, dàn chính (hình 6.25)

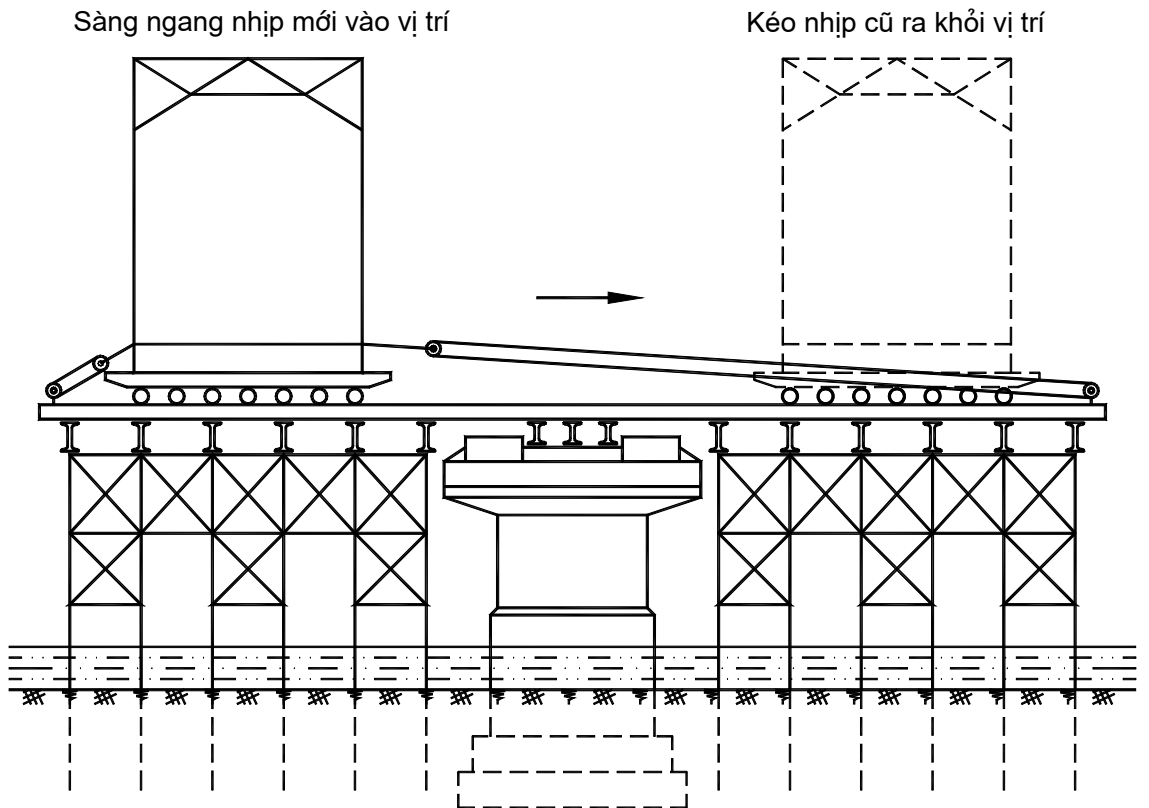
Mũi dẫn có thể chế tạo từ thép hình hoặc lắp các thanh kết cấu vạn năng. Đối với cầu một nhịp thì chiều dài mũi dẫn cần thiết ít nhất phải bằng 1/2 chiều dài nhịp. Đối với cầu có nhiều nhịp dàn nối tạm thời với nhau để lao dọc thì chiều dài mũi dẫn phụ thuộc vào nội lực phát sinh trong các thanh khi lao hẫng ra xa nhất. Nội lực phát sinh trong các thanh của mũi dẫn được tính với trường hợp mũi dẫn bắt đầu tỳ vào trụ đối diện. Căn cứ vào các nội lực đó để thiết kế hoặc kiểm toán các thanh của mũi dẫn.



**Hình 6.25** Sơ đồ lao dọc kết cấu nhịp dàn thép có dùng mũi dẫn

*c. Sàng ngang trên đà giáo*

Phương pháp này thường áp dụng để thay dàn các kết cấu nhịp cầu đang khai thác .



**Hình 6.26** Sơ đồ sàng ngang kết cấu nhịp dàn thép trên đà giáo

Trước hết cần làm hệ thống đà giáo bên cạnh cầu cũ và lắp trên đó các dầm, dàn mới song song với cầu cũ, làm đường trượt ngang từ đà giáo vào mố, trụ. Sau khi kéo các nhịp cũ ra khỏi vị trí thì đưa nhịp mới vào theo phương pháp sàng ngang (hình 6.26). Phương pháp này còn áp dụng để đưa kết cấu nhịp xuống hệ thống trụ tạm nổi chỗ nổi.

Ưu điểm của phương pháp này là thi công kết cấu nhịp mới không làm ảnh hưởng đến khả năng khai thác cầu cũ. Chỉ khi nào lao kéo mới cấm cầu, do

đó thời gian ngừng thông xe rất ngắn. Nhược điểm của phương pháp này là tốn nhiều đà giáo (đà giáo để lắp dàn mới bên cạnh cầu cũ, đà giáo để kéo cầu cũ ra khỏi vị trí, đà giáo để kéo ngang kết cấu nhịp mới vào vị trí).

#### *d. Thiết bị lao kéo*

Trong quá trình lao kéo cần sử dụng các thiết bị để đảm bảo dầm được ổn định và dừng lại dễ dàng, không bị hư hỏng và bảo đảm an toàn trong thi công. Những thiết bị dùng trong công tác lao kéo cầu thép là: Tời, múp, cáp, hồ thế, đường trượt, thuyền trượt, con lăn, xe goòng... Những thiết bị như tời, múp, cáp và hồ thế đã được trình bày trong phần đầu của chương dùng cho cả công tác lao lắp cầu bê tông và cầu thép. Nội dung của mục này chỉ đề cập đến những thiết bị dùng cho lao kéo cầu thép mà phần đầu của chương chưa đề cập.

##### - Đường trượt

Đường trượt thường làm bằng ray. Đôi khi vì không có ray có thể thay bằng thép hình I. Số ray của đường trượt ít nhất là hai thanh cho mỗi bên, chúng được liên kết với tà vẹt. Đường trượt có thể dài suốt theo đường kéo dầm nhưng thông thường là gián đoạn (trên bờ, trên trụ tạm, trên trụ chính). Chiều dài nhỏ nhất của đường trượt là  $1 \div 1,25d$  (với  $d$  là chiều dài khoang dàn).

##### - Thuyền trượt

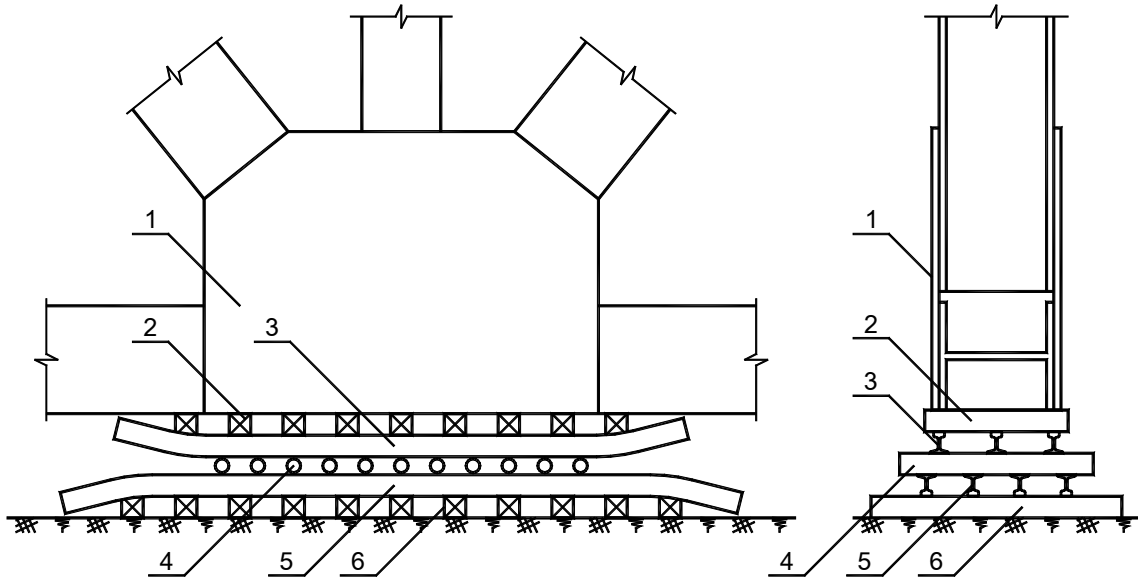
Thuyền trượt là đường trượt trên được tỳ lên con lăn và đường trượt dưới. Thuyền trượt cũng làm bằng ray hoặc bằng gỗ có bọc thép mà hai đầu vát như đầu thuyền để con lăn ra vào dễ dàng. Đường ray dưới cũng vát như đầu thuyền trượt. Góc vát ở đầu thuyền trượt khoảng  $6^{\circ} \div 7^{\circ}$  vì nếu góc nhỏ quá thì con lăn ra sẽ khó ăn vào và thuyền trượt sẽ dài, nhưng nếu góc lớn quá khi con lăn ra sẽ bị phân lực bật mạnh về phía sau (gọi là bắn con lăn) gây ra tai nạn rất nguy hiểm. Ray của thuyền trượt được liên kết vào tà vẹt và tà vẹt được móc vào đáy tiết điểm và thanh dàn (hình 6.27). Chiều dài thuyền trượt được xác định căn cứ số con lăn nhiều nhất dưới mỗi tiết điểm.

##### - Con lăn

Con lăn thường bằng thép đặc hình trụ tròn đường kính  $\Phi 80 \div \Phi 100\text{mm}$ , đặc biệt vẫn có con lăn đường kính nhỏ hơn và lớn hơn để xử lý khi đường trượt bị lún khiến cho con lăn bình thường khó lăn vào bên dưới thuyền trượt.

Có thể dùng con lăn bằng thép ống, bên trong ống nhồi bê tông hoặc con lăn bằng gỗ tròn. Các loại này có cường độ chịu ép nhỏ.

Chiều dài con lăn phụ thuộc vào bề rộng lớn nhất của đường trượt và còn thừa ra hai bên đường trượt khoảng  $20 \div 25\text{cm}$  để cho công nhân đánh búa có thể điều chỉnh con lăn.

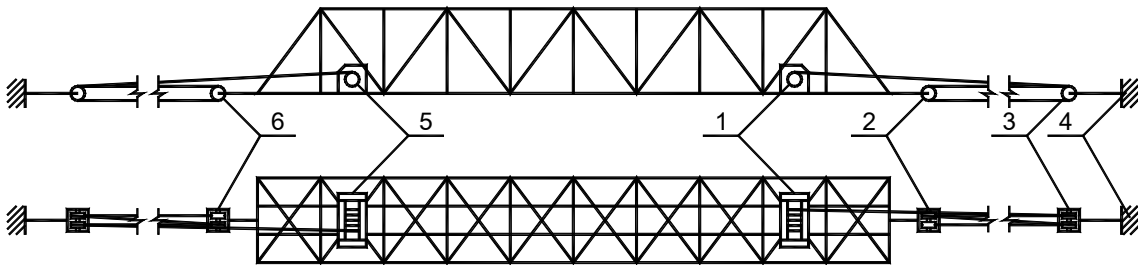


**Hình 6.27** Cấu tạo đường trượt và thuyền trượt  
 1 - Bản tiết điểm của dàn; 2 - Tà vệt thuyền trượt; 3 - Ray thuyền trượt  
 4 - Con lăn; 5 - Ray đường trượt; 6 - Tà vệt đường trượt

- Bố trí tời, múp, cáp

Khi lao cầu nhất thiết phải bố trí cả tời kéo và tời hãm (trừ trường hợp không kéo bằng tời).

Tời kéo được đặt trên đầu phía trước của kết cấu nhịp, trên trụ trung gian hoặc trên bờ sông phía trước. Tời kéo làm nhiệm vụ kéo kết cấu nhịp ra vị trí. Ròng rọc cố định được cố định trên bờ sông, còn ròng rọc di động được bố trí vào đầu trước của kết cấu nhịp.



**Hình 6.28** Sơ đồ bố trí tời, múp kéo dầm  
 1 - Tời kéo; 2 - Múp di động; 3 - Múp cố định; 4 - Hồ thế  
 5 - Tời hãm; 6 - Múp tời hãm

Tời hãm được đặt trên bờ sông hoặc trên đầu phía sau kết cấu nhịp với mục đích giữ cho kết cấu nhịp không chuyển động đột ngột do đường lao dốc xuống, gió thổi dọc cầu theo chiều lao v.v... Tời hãm còn được dùng để khống chế tốc độ lao. Ròng rọc cố định được cố định trên bờ sông phía đặt tời hãm, ròng rọc di động được bố trí sau kết cấu nhịp (hình 6.28).

Tời kéo có thể dùng tời tay hay tời điện. Tời tay có điều chỉnh tốc độ di chuyển dễ dàng nhưng tốn sức, vì vậy có thể dùng tời điện quay chậm. Việc

chọn tời và hệ múp, cáp được dựa trên tốc độ kéo và lực kéo khi lao cầu (phần tính toán lao kéo, sẽ nêu ở mục sau).

#### 6.4.3. Tải trọng tính toán khi lao lắp kết cấu nhịp

Theo quy trình thiết kế các công trình và thiết bị phụ trợ thi công quy định tải trọng như Bảng 6.22

**Bảng 6.22**

TẢI TRỌNG TÍNH CÔNG TRÌNH PHỤ TRỢ

TT	Tên tải trọng và lực tác dụng
1	Trọng lượng bản thân của công trình phụ trợ
2	Áp lực do trọng lượng của đất
3	Áp lực thủy tĩnh của nước
4	Áp lực thủy động của nước (bao gồm cả sóng)
5	Tác dụng của việc điều chỉnh nhân tạo các ứng lực trong các công trình phụ trợ
6	Những tác động bởi các kết cấu được xây dựng (lắp ráp, đổ bê tông hoặc được di chuyển) tải trọng gió, tải trọng cần cầu và trọng lượng của các thiết bị đặt ở kết cấu.
7	Trọng lượng các vật liệu xây dựng và của các khối nặng thi công khác
8	Trọng lượng của giá búa, các thiết bị lắp ráp (hoặc thiết bị nâng tải) và của các thiết bị vận chuyển.
9	Trọng lượng của người, dụng cụ, các thiết bị nhỏ.
10	Lực ma sát khi di chuyển kết cấu nhịp, máy móc và các kết cấu khác.
11	Lực quán tính nằm ngang của cần cầu, giá búa, xe ô tô.
12	Tải trọng do đổ và đầm chân động hỗn hợp bê tông.
13	Lực tác dụng của kích khi điều chỉnh ứng suất hoặc điều chỉnh vị trí và độ vòng cầu tạo của những kết cấu lắp ráp. Lực tác dụng do căng cốt thép dự ứng lực
14	Ứng lực bên trong do sự xiên lệch của con lăn hoặc do đường trượt không song song hoặc độ lệch tâm của chân cần cầu
15	Lực tác dụng do lún của đất
16	Tải trọng gió
17	Tải trọng do sự va xô của tàu bè vào hệ nổi
18	Tải trọng do gỗ, cây trôi
19	Tải trọng do sự va chạm của ô tô
20	Tải trọng do sự thay đổi nhiệt độ

Tải trọng tính toán được xác định bằng tích của tải trọng tiêu chuẩn nhân với hệ số biến đổi tải trọng  $n$  lấy theo Bảng 6.23

**Bảng 6.23**

HỆ SỐ BIẾN ĐỔI TẢI TRỌNG  $n$

TT	lực tác dụng và tải trọng tiêu chuẩn	$n$
1	Trọng lượng bản thân các kết cấu của công trình phụ trợ - Kết cấu luân chuyển	1,2 và 0,9

	- Kết cấu không luân chuyển	1,1 và 0,9
2	Áp lực thẳng đứng do trọng lượng của đất	1,2 và 0,9
3	Áp lực ngang của đất	1,2 và 0,8
4	Áp lực thuỷ tĩnh của nước	1
5	Áp lực thuỷ động của nước (bao gồm cả sóng)	1,2 và 0,75
6	Lực tác dụng do việc điều chỉnh nhân tạo ứng lực trong các công trình phụ trợ	1,3 và 0,8
7	Trọng lượng của các kết cấu đang được xây dựng (lắp ráp, đổ BT hoặc được lao lắp)	1,1 và 0,9
8	Trọng lượng các vật liệu xây dựng và lớp giữ nhiệt của ván khuôn	1,3 và 0,8
9	Trọng lượng của giá búa, các thiết bị lắp ráp (hoặc cầu) và các phương tiện vận chuyển	1,1 và 0,9
10	Trọng lượng của người, dụng cụ, các thiết bị nhỏ. Lực ma sát khi di chuyển kết cấu nhịp, máy móc và các kết cấu khác.	1,3 và 0,7
11	- Trên bàn trượt (giá trượt)	1,3 và 1
	- Trên con lăn	1,1 và 1
	- Trên xe goòng (bộ chạy)	1,2 và 1
	- Trên thiết bị bằng Pôlyme	1,3 và 1
12	Lực quán tính nằm ngang của cần cầu, giá búa, xe ô tô.	1,1 và 1
13	Tải trọng do đổ và đầm chấn động hỗn hợp bê tông. Lực tác dụng của kích khí điều chỉnh ứng suất hoặc điều chỉnh vị trí và độ vòng cầu tạo của những kết cấu lắp ráp	1,3 và 1
14	- Khi dùng kích răng	1,2
	- Khi dùng kích thuỷ lực	1,3
15	Lực do sự cong lệch của con lăn hoặc do đường trượt không song song	1
16	Tải trọng gió	1
17	Tải trọng do sự va xô của tàu bè vào hệ nổi	1
18	Tải trọng do gỗ, cây trôi	1
19	Tải trọng do sự va chạm của ô tô	1

Để tính toán đầy đủ, chính xác kết cấu trong quá trình thi công lao lắp kết cấu nhịp, thì việc xác định các tải trọng tác dụng lên kết cấu phải chính xác, đúng với tính chất chịu lực của kết cấu. Đây là việc khá phức tạp, không những xác định đúng cường độ, phương và điểm đặt của tải trọng, mà còn phải tính toán chúng trong các tổ hợp khác nhau.

Trong mục này, chúng tôi chỉ đề cập cách xác định một số tải trọng chủ yếu và thường gặp trong tính toán khi lao lắp kết cấu nhịp.

*a. Tải trọng thẳng đứng của kết cấu cầu đang thi công cũng như của vật liệu XD*

Xác định theo bảng thống kê vật liệu.

Trọng lượng của kết cấu xây dựng truyền xuống công trình phụ trợ cho phép tính là phân bố đều theo chiều dài nếu như chênh lệch thực tế  $\leq 10\%$ .

Khi đặt một số (nhiều hơn 2 dầm dọc, hàng chông nề lắp ráp...) theo phương ngang thì tải trọng do kết cấu được xây dựng lấy phân bố đều theo phương ngang nếu độ cứng chống xoắn của chúng lớn hơn độ cứng chống xoắn của công trình phụ trợ.



Trọng lượng của các bộ phận và vật nặng (trừ bê tông) được điều chỉnh hoặc đặt bằng cần cầu lên lên công trình phụ trợ lấy hệ số xung kích  $(1 + \mu) = 1,1$  giá búa lấy hệ số xung kích  $(1 + \mu) = 1,1$ ; búa lấy  $(1 + \mu) = 1,2$

*b. Tải trọng người, dụng cụ, thiết bị thi công*

- Tác dụng thẳng đứng, phân bố đều với cường độ  $250\text{kG/m}^2$  khi tính các tấm ván khuôn, ván lát sàn công tác, lối đi, đường bộ hành hoặc các bộ phận trực tiếp đỡ chúng.

- Tác dụng thẳng đứng, phân bố đều với cường độ  $200\text{kG/m}^2$  khi tính đà giáo thi công, trụ tạm, cầu tạm có chiều dài đặt tải nhỏ hơn 60m, cường độ  $100\text{KG/m}^2$  khi chiều dài đặt tải lớn hơn hay bằng 60m.

- Tác dụng phân bố đều với cường độ  $75\text{kG/m}^2$  đối với sự chất tải của kết cấu nhịp lắp ghép không có đường bộ hành (khi xác định tác dụng lên trụ tạm).

- Tải trọng nằm ngang tập trung  $70\text{kG}$  đặt ở điểm giữa cột lan can hoặc đặt vào mỗi cột lan can.

- Những tấm ván khuôn và ván sàn công tác và các kết cấu trực tiếp chống đỡ chúng được kiểm tra với tải trọng tập trung  $130\text{kG}$ . Khi bề rộng mỗi tấm ván nhỏ hơn  $15\text{cm}$  thì tải trọng đó phân bố cho 2 ván kề nhau. Tải trọng tính móc treo thang  $20\text{kG}$ , sàn treo thi công dùng cho một người  $120\text{kG}$ , dùng cho 2 người là  $250\text{kG}$ .

*c. Lực ma sát khi lao kéo kết cấu nhịp*

- Khi di chuyển theo đường ray trên tấm trượt hoặc trên nền bê tông, đất cứng, gỗ:

$$N = Kf_1P \quad (6.17)$$

- Khi di chuyển theo đường ray trên con lăn:

$$N = \frac{Kf_2P}{R_1} \quad (6.18)$$

- Khi di chuyển theo đường ray trên xe goòng:

+ Với ổ trục bạc:  $N = \frac{P}{R_2}(Kf_2 + f_3r)$  (6.19)

+ Với ổ trục bi:  $N = \frac{P}{R_2}(Kf_2 + f_4r)$  (6.20)

- Khi di chuyển bằng thiết bị trượt trên tấm trượt pôlymer:

$$N = Kf_5P \quad (6.21)$$

Trong đó:

P - Tải trọng tiêu chuẩn của kết cấu di chuyển (T)

$f_1$  - Hệ số ma sát trượt lấy theo bảng 6.24

$f_2$  - Hệ số ma sát lăn phụ thuộc vào đường kính con lăn d

+ d < 300mm thì  $f_2 = 0,04\text{cm}$ .

+ d = 400 ÷ 500mm thì  $f_2 = 0,05\text{cm}$ .

+ d = 600 ÷ 700mm thì  $f_2 = 0,08\text{cm}$ .

+ d = 800mm thì  $f_2 = 0,10\text{cm}$ .

+ d = 900 ÷ 1000mm thì  $f_2 = 0,12\text{cm}$ .

$f_3$ - Hệ số ma sát trượt trong ổ trục bạc:  $f_3 = 0,05 \div 0,1$

$f_4$ - Hệ số ma sát trượt trong ổ trục bi:  $f_4 = 0,02$

$f_5$ - Hệ số ma sát trượt của mặt trượt bằng pôlymer

$R_1$ - Bán kính con lăn (cm)

$R_2$ - Bán kính bánh xe goòng (cm)  
 $r$  - Bán kính trục bánh xe goòng (cm)  
 $K$  - Hệ số xét đến ảnh hưởng sự lồi, lõm cục bộ của đường ray v.v...  
 Lấy  $K = 2$ , khi kéo trên tấm trượt polymer thì  $K = 1,5$

**Bảng 6.24**

HỆ SỐ MA SÁT TRƯỢT

TT	Vật liệu		Trạng thái bề mặt		
			Khô	Ướt	Boi dầu
1	Thép với thép (không gia công)		0,20	0,45	0,15
2	Gỗ với gỗ	Khi các thớ song song với nhau	0,60	0,70	0,15
		Khi các thớ vuông góc với nhau	0,55	0,71	0,20
		Khi trượt bằng dầu	0,45	-	-
3	Gỗ với thép		0,50	0,65	0,20
4	Gỗ với gang		0,50 ÷ 0,80	0,10 ÷ 0,75	-
5	Gỗ với bê tông		0,40	-	-
6	Bê tông với đất sét		0,25	0,10	-
7	Bê tông với đất á sét và á cát		0,30	0,25	-
8	Bê tông với đất cát		0,40	0,25	-
9	Bê tông với sỏi và cuội		0,50	-	-
10	Bê tông với khối đá		0,60	-	-
11	Bê tông với bê tông		0,60	-	-
12	Thép với bê tông asphalt		0,35	0,40	-
13	Thép với mặt bê tông nhám		0,45	-	0,25
14	Thép với mặt bê tông nhẵn		0,35	-	0,25

d. Tải trọng gió tiêu chuẩn ( $\text{kg/m}^2$ )

Tác dụng thẳng góc với bề mặt tính toán của công trình phụ trợ, các thiết bị lắp ráp, kết cấu:

$$q = q_0 k_h C_g \quad (6.22)$$

Trong đó:

$q_0$  - Áp suất gió động lấy như sau:

- Vùng đồng bằng châu thổ sông hồng và sông cửu long:  $q_0 = 120\text{kg/m}^2$

- Vùng duyên hải miền trung bao gồm dải đất ven biển rộng 40km lấy:  $q_0 = 100\text{kg/m}^2$

- Vùng trung du bao gồm các tỉnh và dải đất cách biển từ 40 ÷ 80km lấy:  $q_0 = 80\text{kg/m}^2$

- Vùng núi lấy:  $q_0 = 50\text{kg/m}^2$

$C_g$  - Hệ số động lực gió (hệ số gió giật) lấy theo bảng 6.25

**Bảng 6.25**

HỆ SỐ ĐỘNG LỰC GIÓ  $C_g$

TT	Tên các bộ phận	Hệ số $C_g$
1	Ván khuôn và những bộ phận tương tự, hợp thành trong mặt phẳng ngang	+0,8 và -0,6
2	Những cấu kiện đặc có tiết diện chắn gió hình chữ	1,4

	nhật	
3	Những bộ phận có tiết diện tròn và kết cấu dàn	1,2
4	Hệ dây treo và dây chằng	1,1
5	Tàu kéo, sà lan và tàu thủy	1,4 (theo phương ngang)
		1,2 (theo phương dọc)
6	Hệ phao	1,4
7	Những bề mặt nằm ngang (vùng gió hút)	-0,4

$k_h$  - Hệ số xét đến ảnh hưởng chiều cao (được tính riêng cho từng bộ phận của công trình ứng với từng chiều cao của nó) lấy theo bảng 6.26

**Bảng 6.26**

HỆ SỐ ẢNH HƯỞNG CỦA CHIỀU CAO  $k_h$

Chiều cao công trình kể từ mặt nước mùa cạn (m) (Điểm thấp nhất của lòng sông cạn)		10	20	40	100
Hệ số $k_h$ tính đến sự thay đổi áp lực gió theo chiều cao đối với sự phân vùng khác nhau	A	1,00	1,25	1,55	2,10
	B	0,65	0,90	1,20	1,80

*Ghi chú:* Vùng A: Bãi hoang, hồ

Vùng B: Các vùng còn lại

- Khi thi công, tốc độ gió phải hạn chế để đảm bảo an toàn thì áp suất gió lấy như sau:  
 $v < 10\text{m/s}$  thì  $q_0 = 9\text{kG/m}^2$ ;  $10\text{m/s} \leq v < 13\text{m/s}$  thì  $q_0 = 18\text{kG/m}^2$ .

- Diện tích chắn gió là diện tích hình chiếu các bộ phận công trình lên mặt phẳng vuông góc với hướng gió. Đối với những bộ phận kiểu dàn diện tích tính toán là diện tích thẳng góc nhân với hệ số chắn gió  $\varphi$  lấy như sau:

+ Với dàn thứ nhất:  $\varphi = 0,2$

+ Với dàn thứ hai về sau:  $\varphi = 0,15$

+ Tháp dàn hình lưới và tay vịn của cầu:  $\varphi = 0,8$

+ Kết cấu bằng thanh vạm nạng УИКМ khi có hai mặt phẳng dàn:  $\varphi = 0,6$ ; khi có bốn mặt phẳng dàn  $\varphi = 1,0$

- Lực gió theo phương dọc tác dụng lên dàn, lấy bằng 60% và lực gió dọc tác dụng lên dầm, lấy bằng 20% lực gió chuẩn theo hướng ngang.

#### 6.4.4. Tính toán đà giáo

##### a. Tải trọng

Tải trọng tác dụng lên đà giáo có: Trọng lượng bản thân, trọng lượng kết cấu nhịp cần lắp, trọng lượng các thiết bị cầu lắp vận chuyên, tải trọng người và thiết bị nhỏ, tải trọng va xô.

##### b. Tính ván lát

Ván lát coi như dầm giản đơn kê tự do trên hai dầm với khẩu độ tính toán là  $l_v$  chịu tải trọng người và dụng cụ thi công là  $250\text{kG/m}^2$ . Nên nếu bề rộng ván là  $b$ , thì tải trọng phân bố đều  $q_1 = 250b$  ( $b$  tính bằng mét,  $q_1$  tính bằng  $\text{kG/m}$  như hình 6.29a) sau đó kiểm tra với lực tập trung  $P_1 = 130\text{kG}$  nếu  $b \geq 15\text{cm}$ ,  $P_1 = 65\text{kG}$  nếu  $b < 15\text{cm}$  (hình 6.29b).

- Kiểm tra bền, lấy hệ số vượt tải của tĩnh tải là trọng lượng bản thân ván  $q_v$  là 1,2; hệ số vượt tải của trọng lượng người và thiết bị thi công là 1,3.

- Kiểm tra điều kiện độ cứng

$$\text{Về biên dạng: } f_v \leq \frac{l_v}{250}$$

(6.23)

### c. Tính dầm ngang

Dầm ngang là dầm hẫng có gối tựa là các dầm dọc và nhịp là khoảng cách giữa hai dầm dọc. Nếu chỉ có hai dầm dọc thì dầm ngang là dầm giản đơn, nếu nhiều hơn hai dầm dọc thì dầm ngang là dầm liên tục, tuy vậy để cho đơn giản, có thể tính như dầm giản đơn hoặc dầm có một đầu hẫng (xét tới hệ số kể đến hệ liên tục  $m = 0,8$  như khi tính ván khuôn).

Tải trọng tác dụng là: Trọng lượng bản thân cả trọng lượng ván (hệ số vượt tải  $n = 1,2$ ), trọng lượng người và thiết bị  $250\text{kG/m}^2$  ( $n = 1,3$ ), trọng lượng đường vận chuyển và xe chở hàng có tải nếu đặt đường vận chuyển lên mặt cầu tạm, trọng lượng chông nề và lực kích (nếu có).

Sau khi xác định tải trọng cần kiểm tra độ bền và độ cứng của dầm ngang như khi tính ván khuôn.

### d. Tính dầm dọc

Dầm dọc được xem như dầm giản đơn tựa lên các trụ, với giả thiết lực ngang hoàn toàn truyền vào móng và trụ chính, còn đà giáo chỉ chịu lực thẳng đứng. Tải trọng tác dụng lên dầm dọc:

- Tải trọng phân bố đều: Trọng lượng ván mặt, dầm ngang, dầm dọc, trọng lượng người và thiết bị, trọng lượng đường cần cầu, xe chở hàng đi lại.

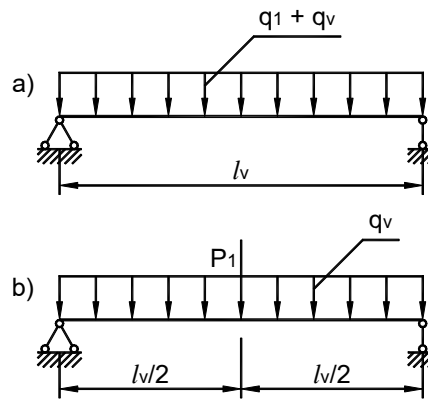
- Tải trọng tập trung: Lực qua chông nề và kích, đó là toàn bộ các tải trọng mà kích chịu. Nếu cần cầu chạy trực tiếp trên đà giáo để làm việc thì luôn luôn phải kể đến áp lực truyền qua bánh xe của cần cầu khi đang làm việc với tải trọng cầu gây ra bất lợi nhất. Áp lực gió tác dụng lên kết cấu nhịp và các thiết bị đặt trên kết cấu nhịp như: cần cầu (nếu có) truyền qua chông nề và kích xuống đà giáo (nếu cần cầu đỡ trực tiếp trên đà giáo, thì áp lực gió lên cần cầu truyền qua bánh xe của cần cầu xuống đà giáo).

Sau khi xác định tải trọng, cần kiểm tra độ bền và độ cứng của dầm dọc. Độ võng lớn nhất do hoạt tải tiêu chuẩn gây ra không được vượt quá:

$$- f \leq \frac{l}{600} \text{ khi cần cầu có sức nâng } \leq 50 \text{ tấn}$$

$$- f \leq \frac{l}{750} \text{ khi cần cầu có sức nâng trên } 50 \text{ tấn}$$

- Không hạn chế, nếu là cầu tạm cho các phương tiện vận chuyển.



**Hình 6.29** Sơ đồ tính ván lát

$q_1$  - Tải trọng người  
 $q_v$  - Trọng lượng rải đều của của bản thân ván  
 $P_1$  - Lực tập trung

*e. Tính trụ của đà giáo*

Lực tác dụng gồm:

- Phản lực thẳng đứng do dầm dọc truyền xuống.
- Lực gió ngang tác dụng lên kết cấu nhịp của cầu chính đã lắp.
- Lực gió ngang tác dụng lên cần cầu.
- Lực gió ngang tác dụng lên hệ dầm mặt cầu của cầu tạm.
- Lực gió tác dụng lên đà giáo.

Nội dung tính toán trụ đà giáo:

- Kiểm tra ổn định chống lật theo phương ngang cầu.
- Kiểm tra độ bền của trụ tạm.
- Kiểm tra khả năng chịu lực của nền móng.

**6.4.5. Tính toán khi lắp hẫng và bán hẫng**

Tải trọng tác dụng lên kết cấu nhịp khi lắp hẫng và bán hẫng cũng tương tự như khi lắp trên đà giáo, ở đây chỉ có thêm tải trọng của đà giáo treo di động để thi công. Nội dung tính toán khi lắp hẫng và bán hẫng gồm tính toán kết cấu nhịp, riêng lắp bán hẫng còn phải tính các trụ tạm, trong đó mỗi trụ được tính với trường hợp bất lợi, tức là kết cấu nhịp có độ hẫng lớn nhất.

*a. Tính toán trụ tạm*

Các trụ tạm không chịu tải trọng nằm ngang theo phương dọc cầu (trừ tải trọng gió khi lắp ráp trụ).

- Kết cấu trụ cầu được tính toán về độ bền và độ ổn định khi chịu tác dụng của tải trọng. Trong đó tổ hợp bất lợi nhất có thể xảy ra trước lúc kết cấu nhịp lắp bắt đầu làm việc. Những tổ hợp tải trọng dùng tính toán trụ để lắp kết cấu nhịp cho trong bảng 6.27 với chú ý:

+ Trọng lượng của đà giáo di động và phương tiện vận tải có chất hàng được tính phụ thuộc vào vị trí bất lợi của chúng trên kết cấu nhịp.

+ Lực gió tác dụng lên cần cầu di chuyển theo đường xe chạy của kết cấu nhịp được tính với bề mặt chịu gió của cần cầu không bị che khuất bởi kết cấu nhịp.

+ Khi tính toán về ổn định vị trí thì tải trọng gió được lấy với cường độ tính toán, khi tính về độ bền thì trong tổ hợp thứ ba lấy tương ứng với  $v = 13\text{m/s}$  tức  $18\text{kG/m}^2$ , còn trong tổ hợp thứ hai thì lấy theo cường độ tính toán, nhưng không lớn hơn trị số dùng trong thiết kế kết cấu nhịp trong giai đoạn lắp ráp.

**Bảng 6.27**

**TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÍNH TRỤ TẠM KHI LẮP BÁN HÃNG**

TT	Tải trọng và lực tác dụng	Các tổ hợp tải trọng				
		Khi tính về độ bền			Tính ổn định	
		Thứ 1	Thứ 2	Thứ 3		
1	Trọng lượng bản thân trụ hay phần hẫng của trụ	+	+	+	+	
2	Trọng lượng kết cấu nhịp lắp ráp	+	+	-	+	
3	Trọng lượng của giàn giáo, đà giáo di động các đường ống, đường vận chuyển và đường di chuyển cần cầu	+	+	-	+	
4	Trọng lượng của cần cầu lắp ráp	Khi có tải	+	-	-	-
		Khi không tải	-	+	+	+
5	Trọng lượng của các phương tiện vận tải kể cả hàng	+	-	-	-	

6	Trọng lượng của người, dụng cụ và thiết bị nhỏ	+	+	-	-
7	Áp lực gió theo phương ngang tác dụng lên cần cầu, kết cấu nhịp và trụ	-	+	+	+
8	Áp lực của kích khi điều chỉnh tải trọng giữa các trụ	-	-	+	-

- Tính toán ổn định vị trí của trụ tạm:

Tải trọng để tính ổn định ngang lấy theo tổ hợp trong bảng 6.27. Độ ổn định về lật theo phương ngang được đặc trưng bằng độ lệch tâm  $e$  của tổng hợp tất cả các lực đứng và ngang so với trọng tâm 0 của tiết diện quy ước.

$$e = \frac{\sum M_{i0}}{\sum P_i} \leq ml \quad (6.24)$$

Trong đó:

$\sum M_{i0}$  - Tổng mômen của các lực đối với điểm 0 (hình 6.30)

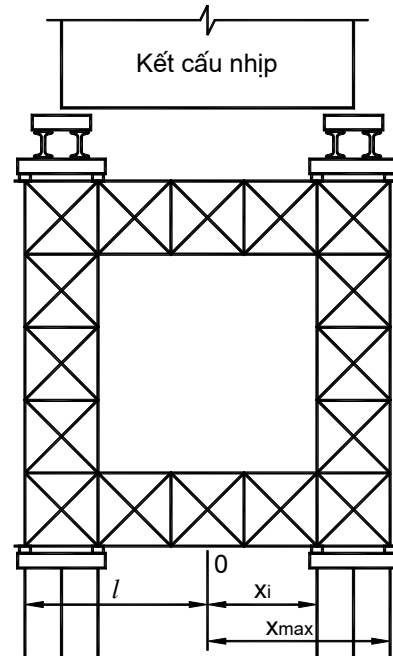
$\sum P_i$  - Tổng các lực thẳng đứng.

$l$  - khoảng cách từ trọng tâm (0) đến mép (C) của tiết diện quy ước.

$m$  - Hệ số điều kiện làm việc ( $m = 0,75$ )

Khi kiểm tra ổn định vị trí của trụ theo công thức (6.23) phải tính với tải trọng tính toán, khi đó những tải trọng gây nguy hiểm được nhân với hệ số vượt tải  $n > 1$  còn những tải trọng giữ ổn định được nhân với hệ số vượt tải  $n < 1$ .

- Kiểm tra độ bền của trụ tạm phải kiểm tra với ba tổ hợp. Với mỗi tổ hợp sẽ xác định được tổng các lực thẳng đứng  $\sum P_i$ , tổng các lực ngang  $\sum H_i$  và tổng mômen với tiết diện quy ước  $\sum M_{i0}$ . Móng cọc được tính như móng bệ cao, trong đó bệ cọc được xem là tuyệt đối cứng, các đầu cọc được liên kết khớp với bệ, còn đầu dưới được ngàm trong đất ở độ sâu từ 5 đến 7 lần đường kính hay cạnh cọc tính từ mặt đất sau khi xói lở.



**Hình 6.30** Sơ đồ tính trụ tạm

Lực tác dụng lên mỗi cọc bất lợi:

$$N = \frac{\sum P_i}{n} \pm \frac{\sum M_{i0}}{x_i^2} x_{max} \quad (6.25)$$

Mômen tại tiết diện ngàm của cọc:

$$M = \frac{\sum H_i}{n} l_m \quad (6.26)$$

Trong đó:  $x_{max}$  - Khoảng cách từ cọc xa nhất đến điểm 0

$x_i$  - Khoảng cách từ cọc  $i$  đến điểm 0

$n$  - Số cọc

$l_m$  - Khoảng cách từ đầu cọc đến đầu ngàm

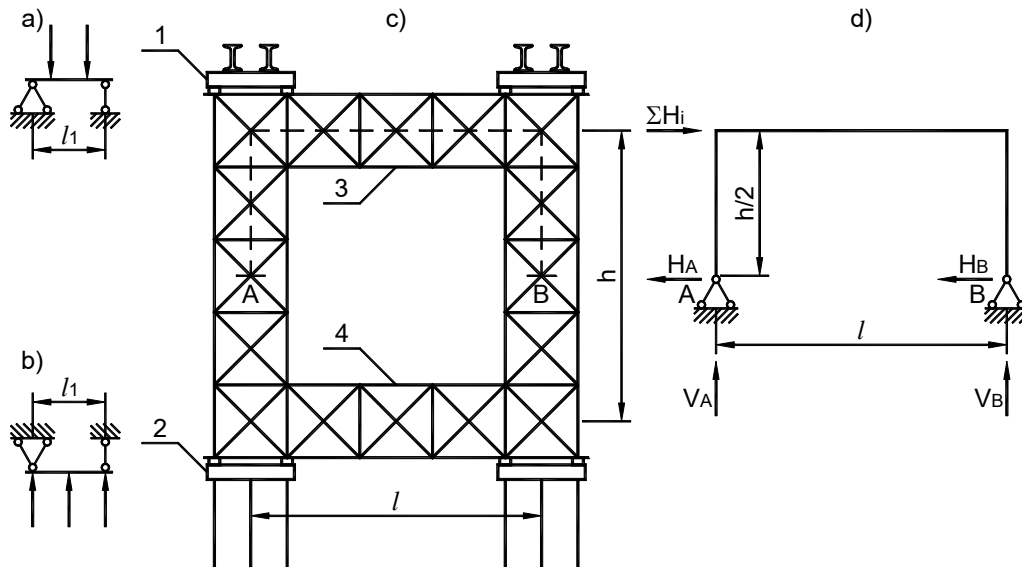
Kiểm tra độ bền của cọc:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \leq R \quad (6.27)$$

Trong đó: R - Cường độ tính toán dọc trục hay uốn của cọc tùy theo giá trị N/F lớn hơn hay nhỏ hơn M/W.

Nếu thân trụ bằng các thanh vạm nạng như hình 6.31 thì còn kiểm tra thân trụ gồm tính xà mũ trên và dưới. Xà mũ trên chịu tác dụng của dầm dọc, xà mũ dưới chịu phản lực của đầu cọc, đó là các dầm chịu uốn được tính và kiểm tra độ bền đã quen thuộc.

Thân trụ lắp bằng các thanh vạm nạng là một hệ siêu tĩnh trong bậc cao. Để đơn giản cho tính toán và thiên về an toàn có thể tính như hệ tĩnh định, chẳng hạn ta xem như các thanh đứng chịu toàn bộ lực thẳng đứng, còn các thanh xiên chỉ có tác dụng như các thanh liên kết và để giảm chiều dài tự do của thanh chịu nén. Khi tính lực ngang, ta giả thiết thân trụ là một khung, trên chiều cao có điểm mômen uốn bằng không ( $M = 0$ ). Vị trí của khớp (điểm có  $M = 0$ ) phụ thuộc vào độ cứng của hệ giằng trên và dưới, nếu hai hệ này như nhau có thể xem như khớp nằm giữa chiều cao của khung như trên hình 6.31.



**Hình 6.31** Sơ đồ tính xà mũ và thân trụ tạm

- a) - Sơ đồ tính xà mũ trên; b) - Sơ đồ tính xà mũ dưới  
 c) - Sơ đồ cấu tạo thân trụ, xà mũ trên, xà mũ dưới; d) - Sơ đồ thân trụ chịu lực ngang  
 1 - Xà mũ trên; 2 - Xà mũ dưới; 3 - Hệ giằng trên; 4 - Hệ giằng dưới

Phản lực tại khớp A và B

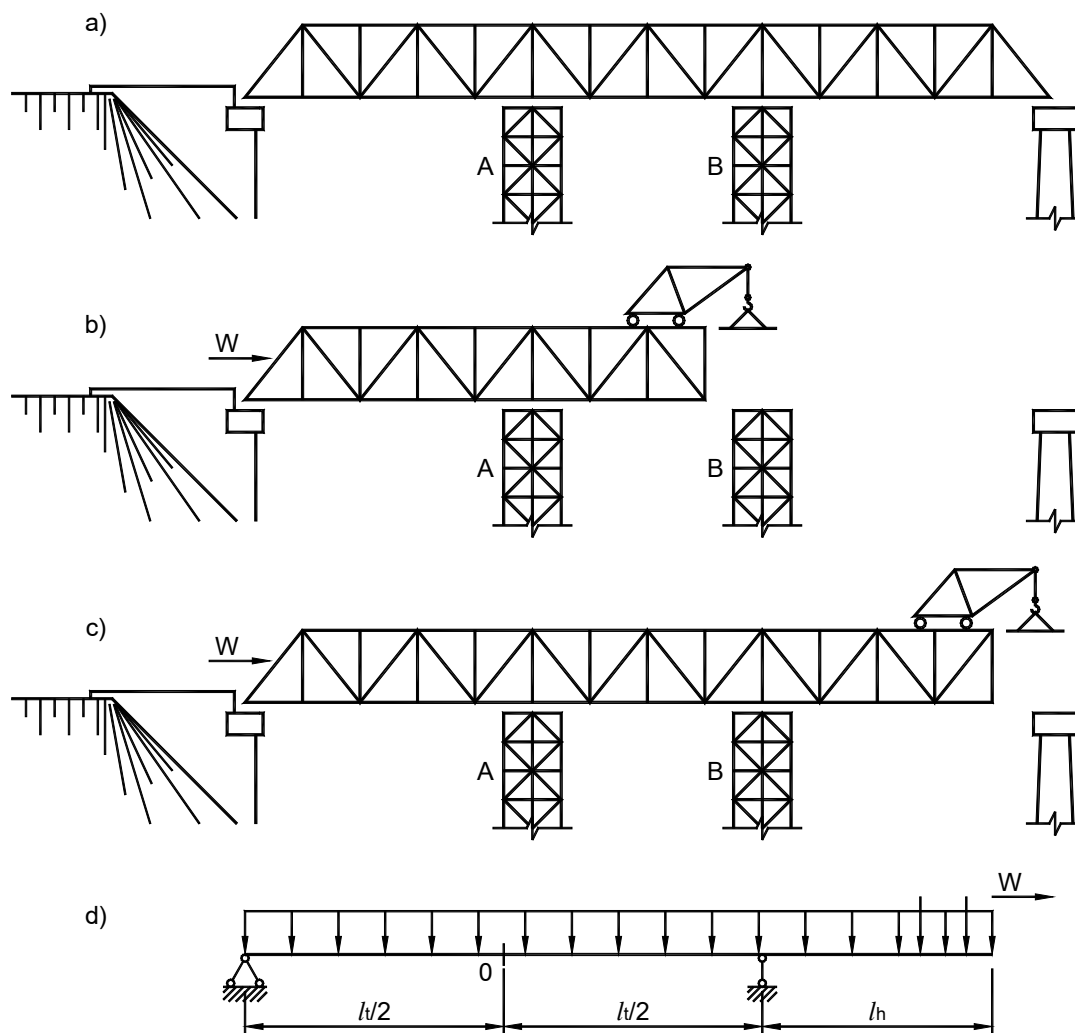
$$H_A = H_B = \frac{\sum H_i}{2} \quad (6.28)$$

$$V_A = V_B = \frac{h \sum H_i}{2} \quad (6.29)$$

Phản lực đứng  $V_A$  và  $V_B$  xem như phân bố đều cho các thanh đứng, các phản lực ngang  $H_A$ ,  $H_B$  xem như phân bố đều cho các thanh ngang, với thanh đứng còn cộng thêm lực thẳng đứng sinh ra, từ đó kiểm tra được độ bền của các thanh của thân trụ.

*b. Tính toán kết cấu nhịp*

- Tính toán kết cấu nhịp gồm: Tính ổn định chống lật và tính toán các thanh khi kết cấu đang ở vị trí hẫng lớn nhất. Ở vị trí này còn phải tính độ võng lớn nhất ở đầu hẫng để có biện pháp khắc phục. Đối với kết cấu nhịp lắp hẫng còn phải tính kiểm tra các thanh nối dãn thành liên tục (nếu có). Việc tính toán các thanh và độ võng đầu hẫng hoàn toàn giống như trong cơ học kết cấu.



**Hình 6.32** Sơ đồ tính ổn định của kết cấu nhịp dàn thép khi lắp bán hẫng

- b) - Vị trí hẫng lớn nhất đối với trụ tạm A; c) - Vị trí hẫng lớn nhất đối với trụ tạm B  
 d) - Sơ đồ tính ổn định khi hẫng lớn nhất ở trụ tạm B

- Tính ổn định của kết cấu nhịp khi lắp bán hẫng: Giả sử cần lắp bán hẫng kết cấu nhịp như trên hình 6.32. Về nguyên tắc cách tính theo các sơ đồ hình 6.32b, c đều giống nhau, nên chỉ cần xét cách tính qua một sơ đồ. Để đơn giản sơ đồ tính này xác định như hình 6.32d.

Kiểm tra ổn định chống lật: Ta coi trọng tâm tiết diện tính toán nằm giữa hai gối kê (điểm 0 trên hình 6.32d). Điều kiện ổn định chống lật:



$$e = \frac{\sum M_{i0}}{\sum P_i} \left. \vphantom{\frac{\sum M_{i0}}{\sum P_i}} \right\} \quad (6.30)$$

$$\frac{2e}{l_t} \leq m$$

Trong đó:  $e$  - Độ lệch tâm của hợp lực đối với điểm 0.

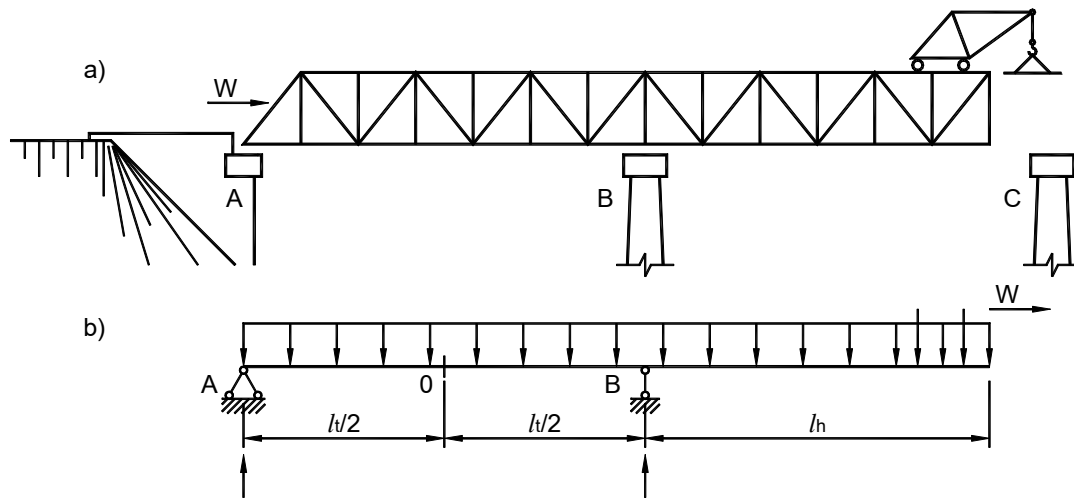
$\sum M_{i0}$  - Tổng mômen các lực đối với điểm 0.

$\sum P_i$  - Tổng các lực thẳng đứng.

$l_t$  - Khoảng cách giữa hai gối kê.

$m$  - Hệ số điều kiện làm việc ( $m = 0,85$ ).

Chú ý:  $W$  là áp lực gió (theo phương dọc cầu) tác dụng lên cả kết cấu nhịp và cần cầu. Các tải trọng gây lật được nhân với hệ số vượt tải  $n > 1$ , còn những tải trọng giữ ổn định được nhân với hệ số vượt tải  $n < 1$ . Nếu kết cấu nhịp được neo vào mỏ hoặc trụ chính, thì căn cứ vào điều kiện ổn định (6.30) có thể tính được nội lực tác dụng lên dây neo.



**Hình 6.33** Sơ đồ tính ổn định của kết cấu nhịp dàn thép khi lắp hẫng từ một phía  
a) - Sơ đồ kết cấu; b) - Sơ đồ tải trọng

- Tính ổn định kết cấu nhịp khi lắp hẫng: Khi kiểm tra ổn định kết cấu nhịp, phải xét đến nhịp đã lắp, nếu nhịp biên gần có thể phải đặt thêm đối trọng hoặc neo xuống mỏ trụ.

+ Khi lắp hẫng từ một phía lại, kiểm tra ổn định theo công thức (6.30) nhưng sơ đồ tính trên hình 6.33.

+ Khi lắp hẫng theo phương pháp cân bằng, dàn thường được kê trên ba gối, một trụ chính và hai trụ tạm ở hai bên để lắp các khoang ban đầu, sau đó lắp tiếp khoang sau.

Sơ đồ tính ổn định kết cấu nhịp theo phương pháp cân bằng trên hình 6.34. Điều kiện kiểm tra ổn định:

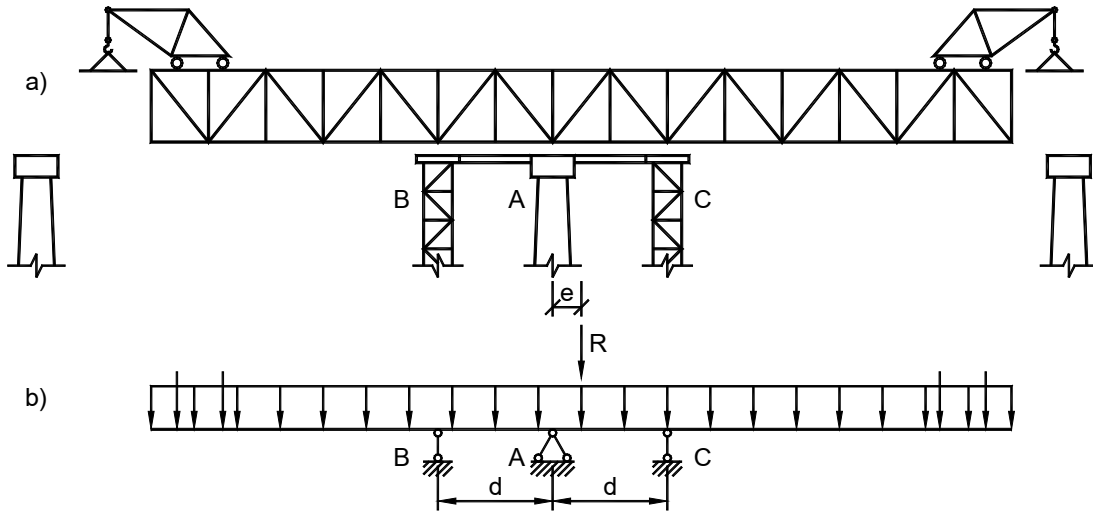
$$\frac{e}{d} \leq m \quad (6.31)$$

Trong đó:  $e$  - Độ lệch tâm của hợp lực  $R$  đối với điểm A (gối cố định).

$d$  - Khoảng cách từ B đến A hay từ C đến A

$m$  - Hệ số điều kiện làm việc ( $m = 0,85$ ).

Xét trường hợp bất lợi khi hai cần cầu lắp không đều nhau. Giả sử nếu cần cầu bên phải lắp nhanh hơn và di chuyển đến khoang mới trước (hình 6.34a). Khi đó bên phải điểm C là các lực gây lật cần nhân với hệ số vượt tải  $n > 1$ , các lực ở bên trái điểm B là các lực giữ ổn định cần nhân với hệ số vượt tải  $n < 1$ . Nếu xét thêm tải trọng gió trọng tổ hợp tải trọng phụ tác dụng lên kết cấu nhịp và lên cần cầu thì hướng gió bất lợi nhất từ trái sang phải.



**Hình 6.34** Sơ đồ tính ổn định của kết cấu nhịp dàn thép khi lắp hẫng cân bằng  
a) - Sơ đồ kết cấu; b) - Sơ đồ tải trọng

Khi tính phản lực lên trụ chính và trên trụ tạm, ta coi hệ như là tĩnh định, vì chỉ có gối cố định trên trụ chính và một gối di động ở trên trụ tạm về phía hợp lực R (trên hình 6.34 là A và C). Từ R và lực gió dễ dàng xác định được phản lực tại A và C.

### 6.4.6. Tính toán khi lao cầu

#### a. Tính lực kéo

Trong các công thức từ (6.17) đến (6.21) đã cho xác định lực ma sát N khi kết cấu nhịp được kéo trượt hoặc lăn trên đường nằm ngang. Khi kéo kết cấu nhịp trên đường có độ dốc  $i$ , lực kéo được xác định:

$$N_k = N \pm iP \quad (6.32)$$

Trong đó:

$i$  - Là độ dốc của đường lăn hoặc trượt (lấy dấu trừ (-) khi độ dốc cùng hướng kéo, và lấy dấu cộng (+) khi độ dốc ngược hướng kéo).

$N$  - Lực kéo trên đường nằm ngang (bằng với lực ma sát), tính theo các công thức từ (6.17) đến (6.21).

$P$  - Tải trọng tiêu chuẩn của kết cấu nhịp.

Lực kéo tính toán tính bằng lực kéo ở trên nhân với hệ số vượt tải  $n$ . Trong tổ hợp tải trọng chính khi kéo trượt hoặc trên con lăn thì  $n = 1,1$ ; khi kéo trên xe goòng thì  $n = 1,2$ . Trong tổ hợp tải trọng phụ (có tải trọng gió) tất cả các trường hợp lấy  $n = 1$ .

#### b. Tính lực hãm

Tính lực hãm để bố trí tời hãm. Tời hãm nhằm mục đích cho kết cấu nhịp không tự do di chuyển, đồng thời cần thiết có thể kéo lùi kết cấu nhịp lại một cự ly gần. Lực hãm được tính theo công thức:

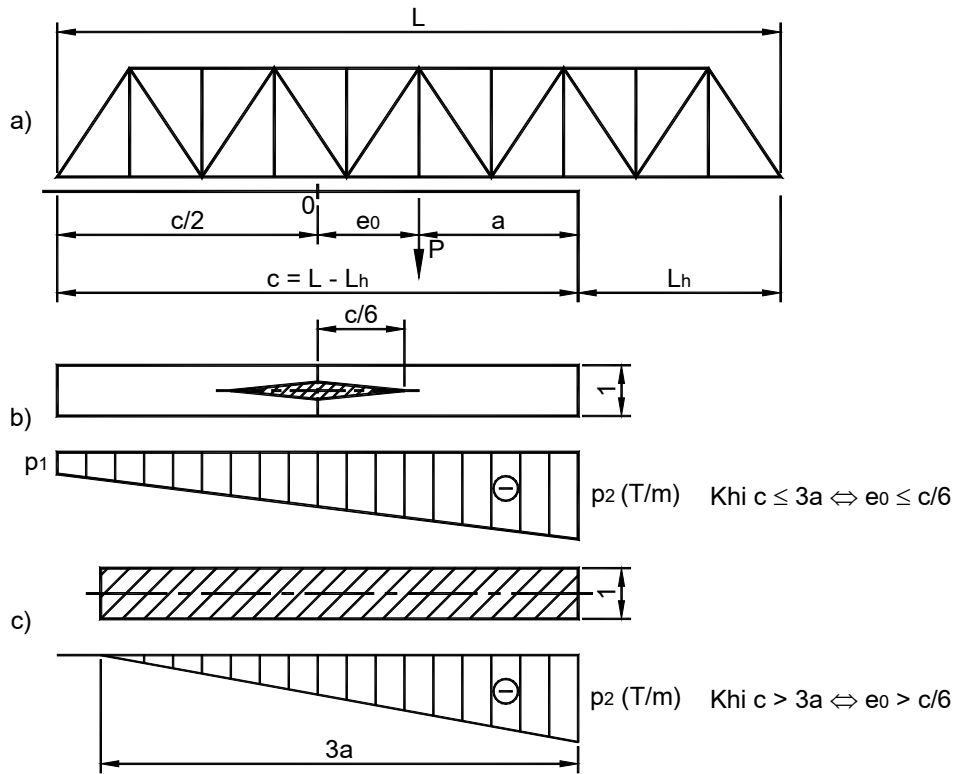
$$N_h = N_k + W \quad (6.33)$$

Trong đó:  $W$  - Lực gió theo phương dọc cầu  
 $N_k$  - Lực kéo tính toán

*c. Tính toán sự phân bố áp lực lên đường trượt và mô, trụ khi lao cầu*

Tính toán sự phân bố áp lực của kết cấu nhịp lên đường trượt và mô, trụ khi lao cầu, ta chấp nhận giả thiết sau:

- Kết cấu nhịp là tuyệt đối cứng, vì vậy khi tính toán có thể áp dụng phương pháp nén lệch tâm.
- Đoạn tựa của kết cấu nhịp tác dụng lên đường lăn hoặc trượt được xem như là tiếp xúc liên tục.



**Hình 6.35** Sơ đồ tính áp lực của kết cấu nhịp dàn thép trên đường lăn khi kết cấu nhịp tựa trên một đoạn tựa ở trên đường

Tính toán sự phân bố áp lực của kết cấu nhịp, xảy ra các trường hợp sau:

- Khi kết cấu nhịp còn tựa hoàn toàn trên nền đường đầu cầu (hình 6.35). Ta xem như áp lực phân bố trên một diện tích quy ước có chiều dài bằng  $c$  bằng chiều dài phần đường trượt đang làm việc trên nền đường và chiều rộng bằng một đơn vị chiều dài.

+ Nếu độ lệch tâm  $e_0 \leq c/6$  thì điểm đặt của hợp lực nằm trong vùng lõi của tiết diện quy ước, nên chỉ xuất hiện ứng suất nén, thay  $e_0 = c/2 - a$  ta có điều kiện trường hợp trên toàn tiết diện xuất hiện ứng suất nén là  $c \leq 3a$  (hình 6.35b) và được xác định:

$$p_1 = -\frac{P}{c} \left( 1 - \frac{6e_0}{c} \right); \quad p_2 = -\frac{P}{c} \left( 1 + \frac{6e_0}{c} \right) \quad (6.34)$$

+ Nếu  $c > 3a \Leftrightarrow e_0 > c/6$  thì điểm đặt của hợp lực nằm ngoài vùng lõi của tiết diện quy ước, nên tính theo (6.34) sẽ xuất hiện ứng suất hai dấu (kéo và nén), nhưng giữa đường trượt

và kết cấu nhịp không thể chịu kéo, nên có sự phân bố lại ứng suất trên chiều dài nhỏ là  $3a < c$  (hình 6.35c) và áp lực tác dụng lên đoạn tựa được xác định:

$$p_1 = 0; p_2 = -\frac{2P}{3a} \quad (6.35)$$

- Khi kết cấu nhịp tựa trên một đoạn nền đường đầu cầu và một hay nhiều trụ (hình 6.36). Tiết diện quy ước là hai hay nhiều hình chữ nhật có các cạnh là  $c_1$  và  $c_2$ , cạnh còn lại bằng 1 (hình 6.36b). Trong đó 0 là trọng tâm của tiết diện quy ước.

+ Khoảng cách từ A đến trọng tâm 0 của tiết diện quy ước được xác định:

$$a_0 = \frac{a_1 c_1 + a_2 c_2}{c_1 + c_2} = \frac{\sum a_i c_i}{\sum c_i} \quad (6.36)$$

+ Khoảng cách từ trọng tâm 0 của tiết diện quy ước đến điểm đặt của hợp lực P (trọng tâm của kết cấu nhịp):

$$e_0 = \frac{L}{2} - a_0 \quad (6.37)$$

+ Mômen quán tính của tiết diện quy ước đối với trục qua 0 (trọng tâm của nó) và song song với cạnh có chiều dài bằng 1 (trục y - y hình 6.36b)

$$J_y = \frac{1}{12} \sum c_i^3 + \sum c_i (a_i - a_0)^2 \quad (6.38)$$

+ Trị số áp lực tác dụng lên đường lăn tại điểm có tọa độ x là:

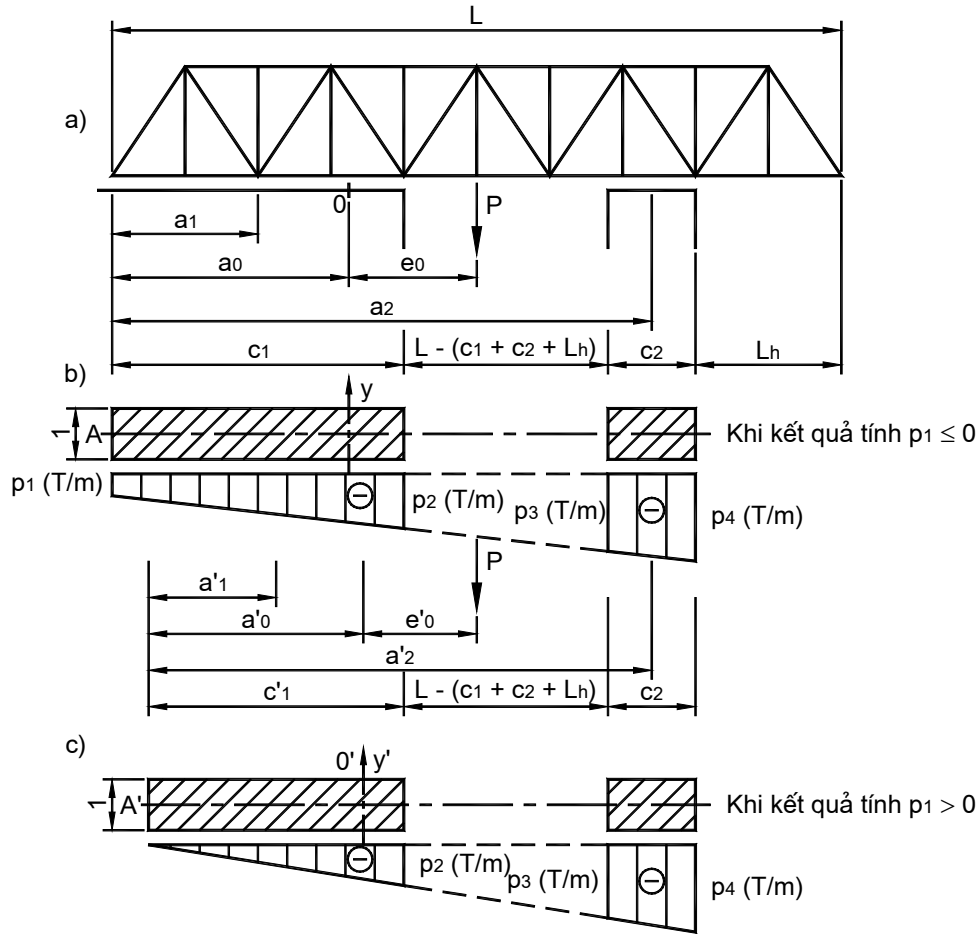
$$p_x = -\left( \frac{P}{\sum c_i} + \frac{P e_0 x}{J_y} \right) \quad (6.39)$$

Điểm tính  $p_x$  trong công thức của số hạng thứ hai lấy tại vị trí xác định theo dấu của x.

-  $x < 0$  khi điểm tính  $p_x$  nằm bên trái trục y

-  $x > 0$  khi điểm tính  $p_x$  nằm bên phải trục y

**Chú ý:** Nếu kết quả tính toán theo công thức (6.39) cho  $p_1 > 0$ . Điều này không thể xảy ra ứng suất kéo được giữa kết cấu nhịp với đường lăn. Do vậy sẽ có sự phân bố lại áp lực nén trên đường lăn đường đầu cầu, áp lực phân bố trên một đoạn là  $c'_1 < c_1$ . Đoạn phân bố áp lực  $c'_1$  của đoạn tựa trên bờ được xác định bằng cách thử dần, sao cho thỏa mãn điều kiện  $p_1 = 0$  (hình 6.36c)



**Hình 6.36** Sơ đồ tính áp lực của kết cấu nhịp dầm thép trên đường lặn khi kết cấu nhịp tiếp xúc ở hai vị trí

Trình tự xác định như sau:

- Thử cho giá trị  $c'_1 < c_1$ , xác định khoảng cách từ điểm  $A'$  (có  $p_1 = 0$ ) đến trọng tâm  $0'$  của tiết diện quy ước mới sẽ là:  $a'_0 = \frac{a'_1 c'_1 + a'_2 c_2}{c'_1 + c_2}$

- Xác độ lệch tâm từ trọng tâm kết cấu nhịp đến trọng tâm  $0'$  của tiết diện quy ước mới:  $e'_0 = \frac{L}{2} - (c_1 - c'_1) - a'_0$

- Xác mô men quán tính của tiết diện quy ước mới đối với trục  $y' - y'$  (song song với cạnh có chiều dài bằng 1), tương tự như công thức (6.39).

- Xác định giá trị áp lực của kết cấu nhịp tác dụng lên đường lặn tại điểm  $A'$  đầu mút trái của khoảng cách  $c'_1$  (bên trái đoạn tựa trên bờ):

$$x_1 = -a'_0 \Rightarrow p_1 = -\left( \frac{P}{c'_1 + c_2} + \frac{P e'_0 x_1}{J_{y'}} \right) = 0 \text{ thì thỏa mãn}$$

- Các vị trí xác định  $x$  và tính  $p_x$  được xác định tương tự như trên.

d. *Tính số con lăn*

Trong công thức (6.39) tính ứng suất tại một điểm bất kỳ, đó cũng là áp lực lên đường trượt dưới, nhưng bỏ dấu trừ (-). Khi đã có áp lực, ta có thể xác định số lượng con lăn trên một mét dài đường lăn:

$$n = K_n \frac{P}{mR} \quad (6.40)$$

Trong đó: p - Áp lực trên một mét dài đường lăn (tính cho một đường trượt).

$K_n$  - Hệ số phân bố áp lực không đều (có thể lấy  $K_n = 1,25$ ).

m - Số ray của đường lăn trên hoặc dưới, lấy theo số ít.

R - Khả năng chịu lực tính toán tại chỗ tiếp xúc giữa con lăn và đường lăn, lấy theo bảng 6.28

**Bảng 6.28**

**KHẢ NĂNG CHỊU LỰC TẠI CHỖ TIẾP XÚC GIỮA CON LĂN VÀ ĐƯỜNG TRƯỢT**

Đường kính con lăn thép (mm)	Khả năng chịu lực R (Tấn)	
	Với ray	Thép hình I550 và lớn hơn
Φ80	3	7,5
Φ100	5	10
Φ120	6	11

e. *Phân bố lực kéo, áp lực gió theo phương dọc và ngang cầu cho các trụ*

Lực kéo, áp lực gió theo phương dọc và ngang cầu tác dụng lên kết cấu nhịp được phân bố giữa các trụ (phân tựa của kết cấu nhịp) tỷ lệ với tải trọng thẳng đứng tác dụng lên trụ:

$$\left. \begin{aligned} N_{kn} &= \frac{N_k P_n}{P} \\ W_{dn} &= \frac{W_d P_n}{P} \\ W_{nn} &= \frac{W_n P_n}{P} \end{aligned} \right\} \quad (6.41)$$

Trong đó:

$N_{kn}, W_{dn}, W_{nn}$  - Lực kéo, áp lực gió dọc, áp lực gió ngang phân cho trụ n chịu.

$N_k, W_d, W_n$  - Lực kéo, áp lực gió dọc, áp lực gió ngang tác dụng lên cả kết cấu nhịp.

P - Trọng lượng của kết cấu nhịp.

$P_n$  - Trọng lượng kết cấu nhịp tác dụng lên trụ n theo biểu đồ phân bố áp lực (hình 6.35 và 6.36)

f. *Tính trụ tạm*

Những trụ tạm để lao cầu, sàn đạo trên trụ chính, các thiết bị trượt cần phải tính toán chịu tác dụng của những tải trọng cho trong bảng 6.29 ứng với tổ hợp tải trọng bất lợi nhất của chúng.

**Bảng 6.29**

**TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÍNH TRỤ KHI LAO CẦU**

TT	Tải trọng và lực tác dụng	Các tổ hợp tải trọng		
		Thứ 1	Thứ 2	Thứ 3

1	Trọng lượng bản thân trụ	+	+	+
2	Trọng lượng kết cấu nhịp	+	+	+
3	Lực kéo để thắng lực ma sát khi lao kéo	+	+	-
4	Áp lực gió tác dụng lên trụ dọc theo phương lao cầu	+	+	-
5	Áp lực gió tác dụng lên trụ ngang với phương lao cầu	-	+	+

Khi sử dụng bảng 6.29 ở tổ hợp tải trọng thứ ba tải trọng gió lấy theo cường độ tính toán, còn ở tổ hợp thứ nhất và thứ hai tải trọng gió lấy tốc độ gió giới hạn khi lao cầu là 13m/s.

Khi tính ứng suất trong tổ hợp tải trọng thứ hai thì tải trọng gió ngang được nhân với hệ số biến đổi tải trọng  $n = 0,9$ . Các trụ để lao cầu cần được tính về độ bền, độ ổn định theo phương dọc và ngang cầu trên hình 6.37

Trong đó:

$p_1, p_2$  - Áp lực tác dụng lên một đơn vị chiều dài đường trượt (T/m)

$N_k$  - Lực kéo.

$G$  - Trọng lượng bản thân trụ

$Q_1, Q_2$  - Tải trọng tổng cộng tác dụng lên mỗi bên của đường trượt (có tính tải trọng gió lên kết cấu nhịp).

$W_n, W'_n$  - Áp lực gió tác dụng lên kết cấu nhịp và lên trụ theo phương ngang cầu.

$W_d, W'_d$  - Áp lực gió tác dụng lên kết cấu nhịp và lên trụ theo phương dọc cầu.

Với sơ đồ tải trọng như trên hình 6.37 dễ dàng kiểm tra độ bền và độ ổn định theo phương ngang cầu. Các áp lực gió được xác định bằng cách lấy tải trọng tiêu chuẩn (công thức 6.22) nhân với diện tích chắn gió. Trọng lượng  $G$  được xác định bằng thông kê vật liệu. Áp lực  $p_1, p_2$  xác định theo công thức (6.34), (6.35) và (6.39).  $N_k$  tính theo (6.32).  $Q_1, Q_2$  xác định từ biểu đồ áp lực trên hình 6.37 và áp lực gió tác dụng lên kết cấu nhịp.

Với trụ tạm ngoài việc tính toán những tổ hợp tải trọng đã nêu trên còn cần tính những tổ hợp sau:

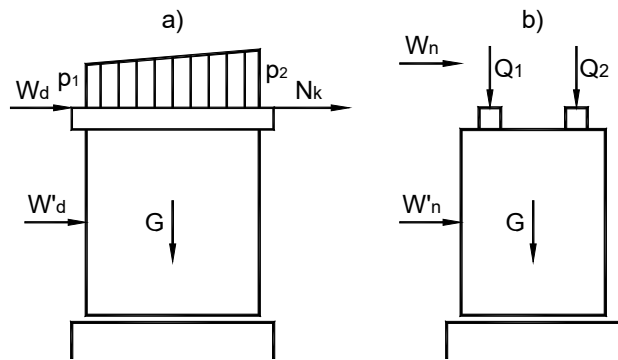
Áp lực gió ngang và dọc tính toán tác dụng lên trụ khi chưa đặt kết cấu nhịp. Tải trọng do kích nều trong quá trình lao có dự kiến kích đầu hẫng của kết cấu nhịp ở trên trụ tạm v.v...

### g. Tính mũi dẫn

Khi lao kết cấu nhịp có sử dụng mũi dẫn thì chiều dài mũi dẫn cần được xác định từ điều kiện bảo đảm độ bền và độ ổn định chống lật của hệ lao bao gồm: Kết cấu nhịp và mũi dẫn trước khi mũi dẫn tựa lên trụ chính hoặc trụ tạm. Chiều dài mũi dẫn thường bằng 0,6 đến 0,7 khoảng cách giữa các trụ.

Phải tính mũi dẫn và liên kết nó với kết cấu nhịp với ba trường hợp sau:

- Tính toán mũi dẫn theo trọng lượng khi nó làm việc như một dầm hẫng.
- Khi kích đầu trước của mũi dẫn.



**Hình 6.37** Sơ đồ tải để tính trụ tạm khi lao cầu

a) - Theo phương dọc cầu

b) - Theo phương ngang cầu

- Mũi dẫn tựa lên nút trung gian bất kỳ của nó.
- Tổ hợp tải trọng để tính mũi dẫn lấy theo bảng 6.30

**Bảng 6.30**

**TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÍNH TRỤ MŨI DẪN KHI LAO CẦU**

TT	Tải trọng và lực tác dụng	Các tổ hợp tải trọng	
		Thứ 1	Thứ 2
1	Trọng lượng bản thân của thiết bị	+	+
2	Trọng lượng kết cấu nhịp	+	-
3	Lực ở kích	-	+
4	Áp lực gió tác dụng dọc hoặc ngang theo phương lao cầu	+	+

**Chú ý:**

- Trọng lượng của kết cấu nhịp khi nâng (lực ở kích) cần phải lấy hệ số vượt tải từ 1,1 đến 1,5 do xét đến lực dính bám v.v...

- Trong tính toán về ổn định vị trí của kết cấu nhịp cũng như cường độ các bộ phận của nó ở tổ hợp thứ nhất áp lực gió với cường độ tính toán, còn ở tổ hợp thứ hai áp lực gió tính với cường độ tương ứng là 13m/s.

**CÂU HỎI ÔN TẬP**

- Nêu cấu tạo, tác dụng và nội dung tính toán chọn dây cáp, dây xích dùng trong lao lắp.
- Nêu tác dụng và năng lực của tời, nội dung tính toán chọn tời và cách bố trí khi lao kéo.
- Nêu cấu tạo, tác dụng và nội dung tính toán chọn hồ thế, cọc thế dùng trong lao kéo.
- Trình bày phương pháp thi công lắp dầm thép trong thi công kết cấu nhịp dầm liên hợp Thép - Bê tông cốt thép.
- Tại sao khi thi công kết cấu nhịp dầm liên hợp Thép - Bê tông cốt thép phải kiểm tra ổn định dầm chủ?
- Trình bày phương pháp lao lắp cầu quân dụng Bailey.
- Phạm vi áp dụng và phương pháp thi công lắp kết cấu nhịp cầu thép trên đà giáo.
- Phạm vi áp dụng và phương pháp thi công lắp kết cấu nhịp cầu thép bằng phương pháp lắp hẫng và bán hẫng; sự khác nhau giữa lắp hẫng và bán hẫng. Làm thế nào để khi lắp hẫng và bán hẫng kết cấu nhịp không chịu lực ngang.
- Phạm vi áp dụng và phương pháp thi công lao kéo kết cấu nhịp cầu thép.
- Nội dung tính toán kết cấu giàn giáo khi lắp ghép kết cấu nhịp cầu thép.
- Nội dung tính toán kết cấu nhịp khi lắp hẫng và bán hẫng.



45. Nội dung tính toán lực kéo, lực hãm khi lao kéo kết cấu nhịp cầu.
46. Nội dung tính toán sự phân bố áp lực của kết cấu nhịp tác dụng lên đường lăn khi lao kéo.
47. Nội dung tính toán ổn định khi lao kéo kết cấu nhịp thép với đoạn hẫng.
48. Nội dung tính toán số con lăn cho toàn bộ kết cấu nhịp khi lao kéo.
49. Nội dung tính toán trụ tạm khi lao kéo dọc kết cấu nhịp cầu thép có gì khác khi tính trụ tạm khi lắp bán hẫng.

## Bài tập

1 - Một dầm bê tông cốt thép lắp ghép dài 12m được treo trong hai trường hợp.

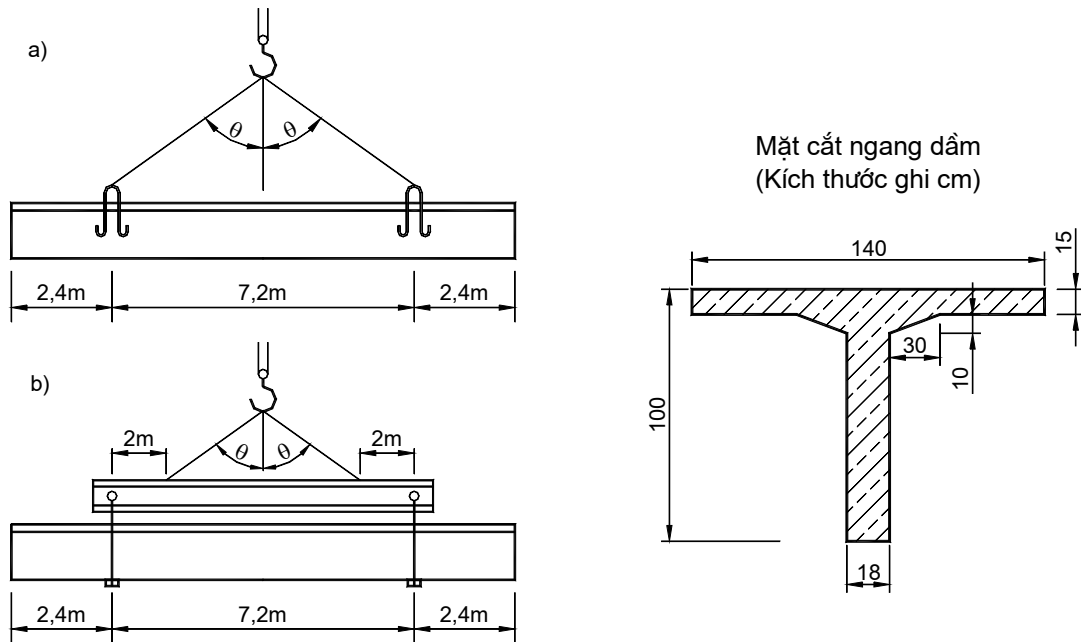
a) - Treo trực tiếp với góc lệch  $\theta = 45^\circ$ .

b) - Treo qua đòn với góc lệch  $\theta = 50^\circ$ .

Hãy chọn đòn treo bằng thép hình I và dây cáp treo phù hợp với khả năng chịu lực.

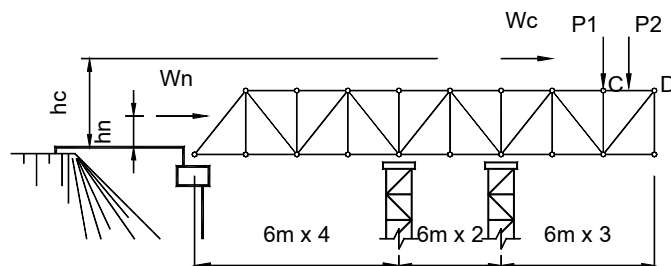
Biết hệ số an toàn  $K = 6$  và dung trọng của BTCT là:  $\gamma = 2,5T/m^3$ .

Các số liệu ghi trên hình vẽ.



2 - Tính ổn định của kết cấu nhịp dàn thép lắp bán hẫng ở vị trí như hình vẽ.

Biết: trọng lượng của kết cấu nhịp và đường vận chuyển là tải trọng phân bố đều có cường độ tiêu chuẩn  $q = 4T/m$ , áp lực gió tiêu chuẩn tác dụng lên cần cầu  $W_c = 0,8T$ , tác dụng lên dàn theo chiều dọc  $W_n = 4T$ , điểm đặt của các tải trọng này cách đáy dàn là  $h_c = 9m$  và  $h_n = 3m$ . Áp lực tiêu chuẩn truyền từ cần cầu xuống là  $P_1 = 1T$  đặt tại nút C và lực  $P_2 = 2T$  đặt tại giữa khoang CD

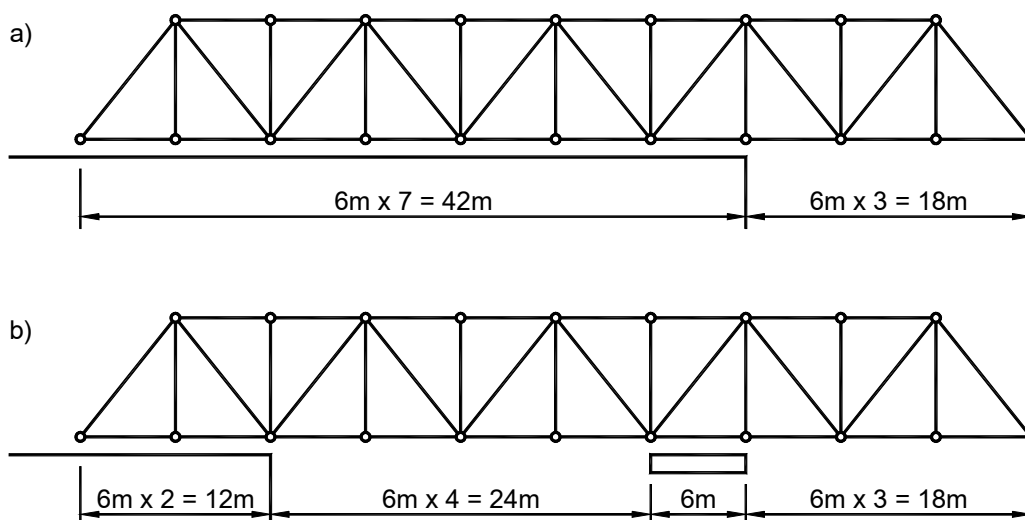


3 - Một kết cấu nhịp dầm thép có chiều dài 21m được kéo trượt, đường trượt dưới làm bằng ray, đường trượt trên là thép chữ [ đặt úp xuống ôm lấy đường ray. Tính lực kéo trong các trường hợp mặt trượt khô, ướt, có bôi trơn. Biết trọng lượng một mét dài cầu kể cả các thiết bị đặt trên cầu khi kéo là  $q = 2,2T/m$ , đường trượt nằm ngang ( $i = 0$ ), hệ số vượt tải  $n = 1,1$ .

4 - Một kết cấu nhịp dầm thép có trọng lượng tiêu chuẩn 120T được kéo trên xe goòng trên đường lán có độ dốc 5‰ cùng với hướng kéo cầu. Tính lực kéo và lực hãm tính toán. Biết: Bán kính bánh xe goòng  $R = 150mm$ , bán kính trục xe goòng  $r = 20mm$ , hệ số ma sát lăn  $f_2 = 0,04$ , hệ số ma sát trượt trong ổ trục bạc  $f_3 = 0,1$ , hệ số  $K = 2$ . áp lực gió tiêu chuẩn  $25kG/m^2$ , diện tích chắn gió  $F = 20m^2$ .

5 - Một kết cấu nhịp dầm thép dài 60m (hình vẽ) được lao dọc trên con lăn. Đường lán nằm ngang ( $i = 0$ ). Trọng lượng tiêu chuẩn một mét dài cầu  $q = 5T/m$ . Đường kính con lăn  $d = 100mm$ , cường độ tính toán của con lăn tại mỗi vị trí tiếp xúc giữa con lăn và đường trượt là 5T. Đường lán trên có 3 ray, đường lán dưới có 4 ray ở mỗi bên. Yêu cầu:

- Tính lực kéo trong tổ hợp chính (không có gió). Biết  $f_2 = 0,04$ ;  $K = 2$ .
- Tính số lượng con lăn cần thiết cho toàn bộ kết cấu nhịp.
- Chọn tời, múp, cáp, hồ thế và bố trí để lao kéo.
- Vẽ biểu đồ áp lực do kết cấu nhịp tác dụng lên đường lán khi nhịp đã lao hẳn ra một đoạn 18m, trên đoạn còn lại xem như tiếp xúc liên tục trên đường lán (hình a).
- Vẽ biểu đồ áp lực khi kết cấu nhịp đã tựa lên trụ tạm, xem như cả đoạn còn lại trên nền đường và trên trụ tạm đều tiếp xúc liên tục (hình b).



## **Chương 7**

### **NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ CÔNG TÁC TỔ CHỨC VÀ QUẢN LÝ XÂY DỰNG CẦU**

#### **7.1. Khái niệm chung về công tác tổ chức xây dựng cầu**

##### **7.1.1. Ý nghĩa về công tác tổ chức xây dựng cầu**

Công trình cầu dù nhỏ hay lớn cũng giữ một vị trí quan trọng trong kế hoạch đầu tư của một ngành hay một địa phương. Trong quá trình thi công, công trình thu hút nhiều sự quan tâm của xã hội. Công tác xây dựng cầu có những đặc điểm sau đây:

- Địa bàn thi công phức tạp. Nếu cầu nằm trên tuyến mới thì giao thông chưa phát triển, địa hình không thuận lợi. Nếu nằm trên tuyến đang hoạt động thì điều kiện phức tạp ở khía cạnh xã hội như: đảm bảo giao thông, trật tự xã hội, quản lý nhân lực, giải phóng mặt bằng v.v...

- Khối lượng các công việc bao gồm đào, đắp, vận chuyển và xây lắp đều lớn, do đó dẫn đến phải quản lý và sử dụng nhân lực, vật tư nhiều về số lượng, đa dạng về chủng loại.

- Tính chất công việc mang tính phức tạp, tổng hợp, nặng nhọc và nhiều hạng mục. Vì vậy sử dụng nhiều loại máy móc, trang thiết bị. Vào thời gian cao điểm của tiến độ, phải điều động một lực lượng lao động mật độ lớn và nhiều loại nghề.

- Điều kiện lao động khó khăn, nguy hiểm: hầu hết công việc ngoài trời, làm việc trên cao, trên sông nước.

- Hầu hết các hạng mục, công tác xây dựng đều mang tính kỹ thuật phức tạp. Nhiều loại việc đòi hỏi một quy trình công nghệ chặt chẽ như công nghệ chế tạo dầm bê tông cốt thép dự ứng lực, thi công các loại cọc ống, thi công đúc đáy, đúc hẫng v.v... Do vậy yêu cầu đội ngũ công nhân phải được tuyển chọn và đào tạo cơ bản có hệ thống.

- Thời gian thi công kéo dài, công việc phụ thuộc vào thời tiết và theo mùa. Mỗi công trình nhỏ thời gian là vài tháng, công trình lớn là một vài năm nhưng sau đó lại lưu động đi công trình khác.

Do những đặc điểm trên để đảm bảo quá trình xây dựng được thông suốt, thuận lợi và đạt được những mục tiêu cơ bản là: chất lượng, tiến độ và lợi nhuận, toàn bộ công việc thi công phải được thiết kế, lập kế hoạch gọi là thiết kế tổ chức xây dựng trước khi tổ chức thực hiện đồ án. Với một quy mô công trình như vậy, với một lực lượng sản xuất được tập trung cao, trong một điều kiện không mấy thuận lợi, nếu không chọn được biện pháp thi công hợp lý, điều phối chỉ đạo không đồng bộ chắc chắn dẫn đến những lãng phí và thiệt hại. Qua đó chúng ta nhận thức được ý nghĩa và tác dụng của công tác tổ chức xây dựng. Đặc biệt công tác thi công còn có ý nghĩa hết sức quan trọng là cung cấp tư liệu cho nghiên cứu khoa học, cải tiến quy trình - quy phạm về thiết kế và thi công. Vì vậy với công trình quan trọng, tư liệu có thể cần và phải đưa vào lưu trữ quốc gia. Cho nên có những vấn đề phức tạp về kỹ thuật và sự cố xảy ra trong thi công đôi khi phải hàng chục năm nghiên cứu, thực nghiệm mới tìm ra kết cấu hợp lý biện pháp khắc phục.

##### **7.1.2. Các giai đoạn trong tổ chức xây dựng cầu**

Quá trình xây dựng một công trình cầu gồm hai giai đoạn: chuẩn bị đầu tư và thi công xây lắp. Giai đoạn chuẩn bị đầu tư gồm các bước:

- Điều tra lập dự án, chuẩn bị vốn, chọn đối tác.

- Tổ chức khảo sát thiết kế. Những công trình cầu lớn, thiết kế được thực hiện theo hai bước: lập sơ đồ thiết kế kỹ thuật, thiết kế tổ chức xây dựng, dự toán và các bản vẽ thi công. Đối với công trình cầu nhỏ, thiết kế chỉ tiến hành một bước, hồ sơ thiết kế kỹ thuật được giao bao gồm đầy đủ cả các bản vẽ thi công.

- Tổ chức đấu thầu, chọn đơn vị nhận thầu xây lắp.

- Giải phóng mặt bằng và bàn giao mặt bằng cho đơn vị thi công là kết thúc giai đoạn một.

Giai đoạn thi công xây lắp gồm các bước:

- Chuẩn bị công trường: san ủi mặt bằng, xây dựng đường công vụ, xây dựng lán trại, xây dựng kho bãi, lắp đặt trạm, xưởng và thiết bị, tập kết dần vật tư, kết cấu... Định vị các vị trí công trình. Tổ chức đời sống vật chất và tinh thần cho cán bộ và công nhân trên công trường.

- Công tác xây lắp chính.

- Thu dọn và bàn giao công trình: tháo dỡ giàn giáo, cầu tạm, thanh thải dòng chảy, thu hồi thiết bị và vật tư, tháo dỡ các công trình tạm trên mặt bằng và hoàn trả công địa. Lập hồ sơ hoàn công, nghiệm thu và thử tải, bàn giao công trình đưa vào sử dụng.

### **7.1.3. Những yêu cầu của công tác tổ chức xây dựng cầu**

Phương châm của ngành xây dựng cơ bản nói chung là: chất lượng, tiến độ, hiệu quả và an toàn, với phương châm đó việc tổ chức xây dựng cầu phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Chuẩn bị đầy đủ, kế hoạch cụ thể, sát thực tế.

- Thi công đúng thiết kế cả về hình thức và chất lượng.

- Sớm đưa công trình vào khai thác sử dụng.

- Tăng năng suất lao động, khai thác được nhiều tiềm năng, giảm giá thành xây dựng.

- Đảm bảo an toàn.

Những yêu cầu trên là rất thiết thực, nhưng để đảm bảo được đầy đủ các yêu cầu đó, ở mỗi công trình đòi hỏi một sự đầu tư rất lớn về tri thức và tổ chức thực hiện. Các yêu cầu phải được quán triệt trong các giai đoạn của công tác tổ chức xây dựng cầu.

Về mặt nhân sự, đội ngũ cán bộ phải có kiến thức về kinh tế - kỹ thuật xây dựng cầu, ngày nay vấn đề kinh tế - kỹ thuật là cặp phạm trù không thể tách rời. Mỗi cán bộ kỹ thuật phải biết tổ chức thực hiện các công việc đúng thiết kế, hợp lý và an toàn mới có hiệu quả kinh tế.

### **7.1.4. Nguyên tắc tổ chức xây dựng cầu**

Hoạt động của một tổ chức xây dựng cầu phải tuân theo những nguyên tắc cơ bản sau:

- Hoạt động sản xuất được tiến hành trên cơ sở của một kế hoạch thống nhất và thông suốt. Thống nhất ở chỗ nó nằm trong sự điều tiết chung của Nhà nước, thống nhất trong kế hoạch phát triển chung của ngành, thống nhất ở các khâu của nội dung kế hoạch. Muốn thực hiện kế hoạch đó phải thông suốt, do được đầu tư nhiều về tri thức và dữ liệu để khi đưa vào sản xuất không bị ách tắc bởi nguyên nhân chủ quan, chủ động khắc phục được những khó khăn khách quan.

- Sản xuất đều, liên tục, phối hợp được các đơn vị cơ sở, sử dụng triệt để năng lực máy móc, thiết bị, nhân lực và nguồn vốn.

- Đổi mới công nghệ và thiết bị theo hướng công nghiệp hoá sản xuất. Nội dung của công nghiệp hoá xây dựng bao gồm: cơ giới hoá đồng bộ công việc xây lắp, công xưởng hoá chế tạo cấu kiện, tự động hoá một số khâu sản xuất và chuyển giao công nghệ mới.

Trong điều kiện nền sản xuất còn gặp nhiều khó khăn về vốn đầu tư và kỹ thuật; nên phải cố gắng đẩy mạnh hợp tác, liên doanh, khai thác khả năng của đơn vị xây dựng.

- Hình thức tổ chức sản xuất hợp lý, phù hợp với khối lượng và tính chất của công trình.

+ *Hình thức thứ nhất*: sản xuất theo dây chuyền.

Lực lượng tham gia thi công được tổ chức thành các đội chuyên nghiệp, mỗi đội lần lượt thi công những hạng mục cùng loại trên công trường đồng thời tiến hành song song nhiều công việc, công việc trước hoàn thành bàn giao cho đội sau làm tiếp công đoạn khác. Hình thức này còn gọi là tổ chức thi công song song. Tổ chức theo dây chuyền đảm bảo thi công nhanh và chất lượng cao. Điều kiện để thực hiện là khối lượng phải đủ lớn và lực lượng thi công mạnh thì mới tổ chức công việc liên tục, không bị ngắt quãng, vật liệu và các thiết bị đảm bảo khác phải đáp ứng đúng và kịp thời.

+ *Hình thức thứ hai*: Thi công cuốn chiếu hay còn gọi là thi công tuần tự, tức là tập trung lực lượng hoàn thành dứt điểm từng hạng mục từ hạng mục đầu đến hạng mục cuối theo các bước trong biện pháp thi công đã vạch. Hình thức này sẽ kéo dài tiến độ, công nhân không được chuyên môn hoá. Nên chỉ phù hợp với công trình nhỏ, lực lượng thi công ít.

+ *Hình thức thứ ba*: Là tổ chức hỗn hợp cả hai hình thức trên. Cùng một lúc có hai hoặc ba hạng mục tiến hành bởi các đơn vị sản xuất khác nhau, nhưng mỗi đơn vị đảm đương nhiều công đoạn kế tiếp. Hình thức này hay được áp dụng trong thực tế vì nó tạo điều kiện cho người quản lý đối phó được với những biến động trong thực hiện kế hoạch.

## 7.2. Đồ án thiết kế tổ chức xây dựng cầu

Hồ sơ thiết kế gồm ba phần:

Tập 1 - Thiết kế kỹ thuật có bản tính và bản vẽ kết cấu.

Tập 2 - Thiết kế tổ chức xây dựng.

Tập 3 - Dự toán.

Nội dung của đồ án thiết kế tổ chức xây dựng gồm hai phần: Thiết kế tổ chức xây dựng và thiết kế thi công chi tiết.

### 7.2.1 - Thiết kế tổ chức xây dựng<sup>(1)</sup> (TKTCXD)

1 - Tài liệu cơ bản của TKTCXD là bản thiết kế biện pháp thi công hay còn gọi là phương án thi công chỉ đạo. Trên cơ sở nghiên cứu hồ sơ thiết kế kỹ thuật và phân tích kết cấu đồng thời căn cứ vào trình độ công nghiệp hiện có người ta đưa ra một vài biện pháp khả thi của móng, mố trụ và kết cấu nhịp, sau đó so sánh và chọn một phương án khả thi nhất lập thành biện pháp thi công chính. Tài liệu thể hiện dưới hình thức bản vẽ kèm thuyết minh ngắn gọn, rõ ràng mô tả trình tự công nghệ của mỗi hạng mục. Số liệu chủ yếu là khối lượng chính. Kết cấu dưới hình thức sơ đồ. Bản vẽ biện pháp là tài liệu gốc làm cơ sở cho những nội dung TKTCXD tiếp theo.

2 - Thiết kế quy hoạch mặt bằng công trường: Trên cơ sở bình đồ khu vực cầu, bản vẽ biện pháp thi công, lập bản vẽ quy hoạch tổng thể mặt bằng công trường. Trên bản quy hoạch này vạch rõ khu vực, vị trí của mọi khu và hệ thống đường công vụ, đường tránh, vị trí đường cung cấp năng lượng và cấp thoát nước.

Bản quy hoạch mặt bằng chưa thể hiện được chi tiết mà chỉ làm cơ sở để giải phóng mặt bằng và để thiết kế bố trí công trường.

3 - Các kế hoạch thi công: Trên cơ sở biện pháp chỉ đạo và tổng mặt bằng hiện có, đồng thời với những dữ liệu về lực lượng thi công tham gia xây dựng công trình, thống nhất với kế hoạch mang tính pháp lệnh của cơ quan quản lý người ta xây dựng bản kế hoạch tiến độ gọi là kế hoạch tổng tiến độ thi công. Bản kế hoạch này vạch ra trình tự tiến hành thi công các hạng mục theo thời gian gọi là tuyến thi công (ngày khởi công, ngày kết thúc, vị trí xuất phát, vị trí dừng của mỗi hạng mục và của toàn công trình). Thời hạn thi công của mỗi hạng mục và của công trình.

<sup>(1)</sup> Trước đây gọi là thiết kế tổ chức thi công (TKTCTC)

Bản tổng tiến độ cũng chỉ làm cơ sở để định thời hạn thi công công trình. Sau khi kế hoạch được duyệt thì tiến độ này trở thành chỉ tiêu mang tính pháp lý.

Trên cơ sở tổng tiến độ có thể xây dựng bản kế hoạch khai thác và cấp phát vốn đầu tư, kế hoạch cung ứng vật tư.

Các bản kế hoạch được thể hiện dưới dạng bản thuyết minh, biểu thống kê và bản vẽ.

Các tài liệu từ mục 1 đến mục 3 của đồ án TKTCXD vừa nêu do cơ quan thiết kế lập và trình duyệt.

Sau khi đã tổ chức đấu thầu, chọn được đơn vị nhận thầu xây lắp, lúc đó đơn vị thi công trên cơ sở các hồ sơ này triển khai kế hoạch sản xuất.

#### 4 - Các kế hoạch sản xuất

- Tiến độ thi công.
- Kế hoạch khai thác vốn.
- Kế hoạch cung ứng vật tư.
- Kế hoạch điều phối nhân lực, cán bộ.
- Kế hoạch điều động xe máy, thiết bị.
- Biểu kế hoạch vận chuyển.
- Biểu kế hoạch cung cấp năng lượng (điện, hơi ép ...).

**Ghi chú:** Theo phương thức quản lý hiện hành, đơn vị nhận thầu xây lắp có thể đề xuất biện pháp thi công khác với biện pháp chỉ đạo và bảo vệ được bằng phương án này hợp lý hơn, khả thi hơn, nhanh hơn và không vượt dự toán (cũng có thể rẻ hơn) thì có thể thay đổi lại thiết kế biện pháp và thay đổi lại toàn bộ TKTCXD. Các công trình đầu tư của nước ngoài, đơn vị thiết kế thường chỉ thiết kế kỹ thuật và biện pháp thi công tổng thể, cơ quan trúng thầu đảm nhận toàn bộ việc thiết kế thi công. Các kế hoạch sản xuất đơn vị thi công phải lập (hoặc thuê lập) mới phù hợp với trình độ công nghệ, năng lực máy móc và phương thức tổ chức của đơn vị.

### 7.2.2. Thiết kế thi công chi tiết (TKTC)

Để có thể triển khai thi công, ngoài tài liệu thiết kế tổ chức xây dựng, cần các tài liệu kỹ thuật cụ thể hoá các công đoạn kỹ thuật và mục đích quy hoạch. Tài liệu thiết kế này gọi là thiết kế thi công chi tiết (TKTC), bao gồm:

- Bố trí mặt bằng công trường. Trên cơ sở mặt bằng quy hoạch được giao, đối chiếu với thực địa thiết kế mặt bằng chi tiết. Đây là tài liệu quan trọng ảnh hưởng đến năng suất và tiến độ, đến an toàn sản xuất.

- Thiết kế các công trình phụ: kho, bãi, xưởng, trạm bãi đúc cấu kiện v.v...

- Thiết kế thi công chi tiết các hạng mục của công trình kèm theo thiết kế các kết cấu phụ trợ: Giàn giáo, ván khuôn, mũ dẫn, đường trượt, thiết bị nổi... và tính toán hỗ trợ cho thi công.

- Thiết kế cung cấp điện, nước, hơi ép.

- Hướng dẫn quy trình công nghệ thi công những hạng mục có triển khai ứng dụng tiên bộ khoa học - công nghệ.

Đối với các công đoạn chế tạo bê tông cốt thép dự ứng lực nhất thiết phải có thiết kế công nghệ. Nội dung của thiết kế công nghệ phải thể hiện: sơ đồ công nghệ, trình tự thực hiện, biện pháp tiến hành từng bước trình bày dưới dạng hướng dẫn kỹ thuật, thiết bị cần dùng, thông số kỹ thuật.

- Những thiết kế riêng để đảm bảo an toàn lao động, phòng cháy, chữa cháy, phòng lũ, thông gió và chiếu sáng. Những công trình có sử dụng nổ phá còn phải lập hộ chiếu nổ mìn, thiết kế kho thuốc nổ.

Đối với công trình lớn TKTC do cơ quan thường trực thiết kế thực hiện, còn các cầu nhỏ, phần này do đơn vị thi công phải làm và được chủ đầu tư duyệt.

Dự toán lập trên hồ sơ TKTCXD hoàn chỉnh gọi là dự toán thi công, nó gắn sát với giá thành công trình.

### **7.2.3. Tài liệu gốc để thiết kế tổ chức xây dựng cầu**

Căn cứ để làm thiết kế tổ chức xây dựng là đồ án thiết kế kỹ thuật, bình đồ khu vực, mặt cắt địa chất, chế độ thủy văn, các tài liệu quy trình, quy phạm, tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành. Ngoài ra cần điều tra bổ sung:

#### *a. Địa hình:*

Bình đồ khu vực từ khi khảo sát đến khi thi công công trình có thể biến đổi hoặc không đủ chi tiết để thiết kế bố trí mặt bằng cần điều tra thực địa bổ sung trước khi thiết kế.

#### *b. Địa chất:*

Những công trình phụ tạm quan trọng như bệ đúc dầm, trụ tạm có thể phải khoan bổ sung nếu trên mặt cắt địa chất trong hồ sơ kỹ thuật chưa thể hiện.

#### *c. Chế độ dòng chảy:*

Thường trong thiết kế kỹ thuật chỉ định được mực nước, đối với cầu nhỏ có khi thiếu mực nước thi công. Bởi vậy cần tiến hành điều tra bổ sung về mực nước thi công. Điều tra bổ sung về tốc độ dòng chảy. Đối với sông lớn cần có số liệu về thông thuyền.

#### *d. Thời tiết:*

Ở nước ta chế độ mưa nắng ở từng vùng khác nhau rõ rệt, bởi vậy cần điều tra chế độ này nơi địa phương khu vực làm cầu và làm rõ: nhiệt độ trung bình, lượng mưa phân bố từng tháng, hướng gió và tốc độ gió để phục vụ cho công tác kế hoạch.

#### *e. Các điều tra khác:*

- Tình hình vận chuyển đến công trường, so sánh nên chọn phương án nào thuận lợi hơn. Khả năng khai thác vật liệu tại chỗ như: cát, đá, sỏi. Khả năng cung ứng vật tư của địa phương. Nguồn điện và nguồn nước, khả năng liên doanh hợp tác, khả năng sử dụng nhân lực địa phương v.v...

- Điều tra về mặt xã hội để có phương án phù hợp cho tổ chức đời sống vật chất và tinh thần cho cán bộ, công nhân, có phương án bảo vệ thích ứng kho tàng, thiết bị.

Tóm lại TKTCXD là một khối lượng công việc lớn khi làm thường gặp khó khăn do thiếu thông tin, dữ liệu, do thiếu kinh nghiệm thực tế của người thiết kế cho nên thường bị coi nhẹ và thực hiện không đầy đủ và chi tiết. Để cho công tác thiết kế tổ chức xây dựng cầu thực sự có chất lượng cần thu thập đầy đủ các số liệu cần thiết.

## **7.3. Tổ chức công trường xây dựng cầu**

Tổ chức công trường gồm các việc:

- Chọn địa điểm và làm công trường.
- Lập quy hoạch mặt bằng công trường.
- Bố trí mặt bằng công trường (thiết kế mặt bằng).
- Xây dựng công trường.

### **7.3.1. Chọn địa điểm và lập quy hoạch mặt bằng công trường**

Công trường có thể nằm ở cả hai bên bờ sông, thông thường đối với cầu nhỏ và cầu trung thì công trường chỉ tổ chức nằm ở một phía, bờ bên kia bố trí một mặt bằng phụ.

- Vị trí của công trường càng gần cầu càng tốt. Đa số các cầu nhỏ, công trường bố trí ngay ở đầu cầu bên phía bờ đủ diện tích để bố trí. Đối với công trường lớn khối lượng vận chuyển nhiều phải chọn vị trí thuận lợi cho giao thông, đường làm mới để phục vụ vận chuyển ít nhất.

- Khu đất chọn phải đủ diện tích bố trí các hạng mục của công trình phụ tạm.

- Chọn địa hình cao không bị úng lụt.

- Mặt bằng tương đối bằng phẳng ít phải san ủi (khái niệm bằng phẳng ở đây phải hiểu là không có gò, đồi, ruộng, đầm).

- Diện tích phải đền bù, di dân, diện tích triệt phá cây trồng là ít nhất.

Để bảo vệ, trong thực tế không thể chọn được địa điểm đặt công trường cầu nào mà thoả mãn tất cả các điều kiện trên. Người lập quy hoạch cần vận dụng linh hoạt các điều kiện để khai thác tối đa những yếu tố thuận lợi của địa hình khu vực xây dựng cầu.

Trên mặt bằng hoạch định các khu vực cho phù hợp và sơ bộ tính toán diện tích chiếm dụng.

*a. Khu vực sản xuất:*

Là khu vực chính của công trường trên đó bố trí các bãi đúc hoặc bãi lắp cầu kiện, đường trượt, bãi xếp cầu kiện, trạm trộn bê tông, các xưởng kho bãi, bến. Diện tích của mỗi hạng mục có thể thiết kế cụ thể. Diện tích kho bãi tập kết vật liệu và cầu kiện có thể sơ bộ tính theo số liệu sau:

$$q = \frac{Q}{T} K \tag{7.1}$$

Trong đó:

q - Lượng vật tư sử dụng bình quân trong một ngày đêm. Số liệu này lấy theo bảng tiến độ.

Q - Khối lượng vật tư dùng cho toàn công trình lấy theo bản vẽ.

T - Số ngày cần dùng đến loại vật tư này (chẳng hạn số ngày đổ bê tông, số ngày gia công cốt thép ...)

K - Hệ số điều tiết được lấy:  $K = 1,2 \div 1,6$

Lượng vật tư Q không tập kết ngay một lúc về công trường mà dự trữ đủ để thi công trong một thời hạn dự trữ t nhất định. Vậy tại một thời điểm số vật tư tồn trong kho bãi là :

$$P = qt \tag{7.2}$$

t - Thời gian dự trữ cần thiết của một loại vật tư trên công trường (lấy theo Bảng 7.1 để tham khảo)

**Bảng 7.1**

Phương tiện vận chuyển		t (ngày đêm)		
		Cát, sỏi	Xi măng	Thép
Đường sắt		10 ÷ 20	25 ÷ 30	35 ÷ 40
Đường thủy		15 ÷ 20	20 ÷ 25	18 ÷ 22
Đường bộ	Dưới 50km	5 ÷ 10	10 ÷ 15	15 ÷ 20
	Trên 50km	10 ÷ 15	20 ÷ 25	25 ÷ 30

Diện tích kho bãi tính theo công thức:

$$S = \frac{P}{p} K \alpha \quad (m^2) \tag{7.3}$$

Trong đó: P - Số lượng vật liệu bảo quản trong kho.



p - Số lượng vật liệu xếp trên 1m<sup>2</sup> kho (lấy theo *Bảng 7.2*).  
 α - Hệ số sử dụng kho (lấy theo *Bảng 7.3*).

**Bảng 7.2**

**ĐỊNH MỨC XẾP KHO**

TT	Loại vật tư	Chỉ tiêu trên 1m <sup>2</sup> kho (p)	Chiều cao xếp (m)	Loại kho	
				Cách xếp	Cách bảo quản
1	Cát, sỏi	$\frac{1,5 \div 2}{2,6 \div 3,4}$	1,5 ÷ 2	Đánh đồng	Lộ thiên
2	Đá dăm	$\frac{1}{1,9}$	1,5 ÷ 2	Đánh đồng	Lộ thiên
3	Đá hộc	$\frac{1}{1,6}$	1,5	Đánh đồng	Lộ thiên
4	Xi măng	$\frac{-}{2 \div 2,8}$	1,5 ÷ 2	Xếp đồng	Kín
5	Cấu kiện BTCT	$\frac{-}{1 \div 1,8}$	1,5 ÷ 2	Xếp đồng có kê dưới	Lộ thiên
6	Thép hình	$\frac{-}{2,8}$	1,0	Xếp đồng có kê dưới	Lộ thiên
7	Ray	$\frac{-}{4,0}$	-	Xếp đồng có kê dưới	Lộ thiên
8	Thép cuộn	$\frac{-}{1,5 \div 2,0}$	2,2	Xếp đồng có kê dưới	Có mái che
9	Thép thanh	$\frac{-}{3,7}$	1,0	Xếp đồng có kê dưới	Có mái che
10	Gỗ tròn	$\frac{1,6 \div 2,4}{1,0 \div 1,4}$	2 ÷ 3	Xếp đồng có kê dưới	Có mái che
11	Gỗ xẻ	$\frac{1,7 \div 2,5}{1,0 \div 1,5}$	2 ÷ 3	Xếp đồng có kê dưới	Có mái che
12	Nhựa đường	$\frac{-}{1,0 \div 1,5}$	1,7	Xếp đồng	Ngoài trời
13	Tà vẹt	50 thanh	1,0	Xếp đồng	Ngoài trời

*Ghi chú:* Từ số tính theo m<sup>3</sup>, mẫu số tính theo tấn

**Bảng 7.3**

**HỆ SỐ SỬ DỤNG KHO α**

Loại kho	Kín	Lộ thiên
----------	-----	----------

Loại vật tư	Đặt trên giá kê	Bảo quản trong bao bì	Gỗ	Kim khí	Cốt liệu	Cấu kiện
Hệ số $\alpha$	2,5	2	2	1,6	1,4	2

Diện tích mặt bằng thi công của một số dạng cầu có thể tham khảo Bảng 7.4 để làm kế hoạch

**Bảng 7.4**

TT	Dạng cầu	Nơi sản xuất	Chiều dài cầu (m)	Kích thước bãi thi công (m)
1	Cầu vượt móng cọc khẩu độ 15m	Mua của nhà máy	50	40 × 60
2	Móng cọc, trụ lắp ghép khẩu độ 21m	Mua của nhà máy	100	50 × 120
3	Kết cấu như trên khẩu độ 30m	Mua của nhà máy	200	100 × 180
4	Kết cấu như trên khẩu độ trên 30m	Chế tạo trên công trường	200	120 × 280

Mặt bằng thi công bố trí gần vị trí cầu nhất thường là ngay vị trí đầu cầu. Kho, bãi vật liệu tiện đường vận chuyển và dây chuyền sản xuất, bố trí được thiết bị cầu trục để bốc xếp.

*b. Khu vực hành chính:*

Nơi điều hành sản xuất và liên hệ giao dịch. Đối với công trường nhỏ bố trí ngay tại mặt bằng thi công. Đối với công trình cầu lớn bố trí ở một khu riêng gần với khu vực sản xuất nhưng tiện cho làm việc và không ồn, không bụi.

*c. Khu vực sinh hoạt:*

Nơi ăn ở, nghỉ ngơi của cán bộ, công nhân và gia đình họ. Vị trí này phải chọn nơi thoáng, mát, có nguồn nước, không xa nơi làm việc. Nếu ở bên bờ sông thì bố trí về phía thượng lưu.

**Bảng 7.5**

**ĐỊNH MỨC VỀ NHÀ Ở VÀ LÀM VIỆC CỦA CÔNG TRƯỜNG**

Loại nhà	Định mức m <sup>2</sup> /người
Văn phòng	4m <sup>2</sup> /một nhân viên gián tiếp
Nhà ở	3,5m <sup>2</sup> /người
Nhà bếp và nhà ăn	1,2m <sup>2</sup> /người
Câu lạc bộ	0,25m <sup>2</sup> /người

Diện tích dự kiến cả hai khu vực b và c có thể tham khảo định mức trong Bảng 7.5. Tổng diện tích dự kiến nhân với hệ số 4,0 ta có diện tích mặt bằng cần thiết để bố trí công trường.

**7.3.2. Bố trí mặt bằng công trường**

Mặt bằng công trường xây dựng cầu thể hiện bằng bản vẽ tỷ lệ: 1/200 hoặc 1/500 trên đó thể hiện:

*a. Bãi gia công dầm (đối với cầu thép):*

Bố trí ngay trên nền đắp đầu cầu và bãi gần nền đắp để lắp dầm ngay trên đường trượt và lao thẳng ra nhịp. Kích thước của bãi lắp theo bản vẽ công nghệ. Công trình phụ trợ cho bãi lắp là xưởng gia công dầm có mái che, nền láng vừa đặt một số máy công cụ cần thiết. Nếu dầm được chế tạo trong xưởng thì ngoài công trình chỉ bố trí bãi lắp.

*c. Bãi lắp dầm (đối với cầu dàn thép):*

Nếu biện pháp thi công là lao dọc thì phải bố trí bãi lắp ngay trên nền đắp đầu cầu. Dàn lắp xong sẽ hạ xuống đường trượt và lao kéo ra nhịp. Nền đắp phải được đắp đến cao độ của đá kê gối trên mô, đầm đến độ chặt cần thiết và lắp đặt đường trượt. Dàn được lắp trên chông nề và dùng cần cầu tự hành thông dụng để lắp. Các cấu kiện của dàn không phải gia công nhưng cũng phải bố trí một xưởng nguội nhỏ để phục vụ cho chế sửa các cấu kiện do vận chuyển bị cong vênh. Ngoài ra các công trình phụ trợ gồm có: Xưởng chuẩn bị cho lắp ráp như hong phơi và sàng cát, tẩy mỡ và xiết rà bu lông cường độ cao, bãi lắp cụm gồm có bãi phun cát và các bệ gá để lắp các cụm cấu kiện rời.

*c. Bãi tập kết cấu kiện thép:*

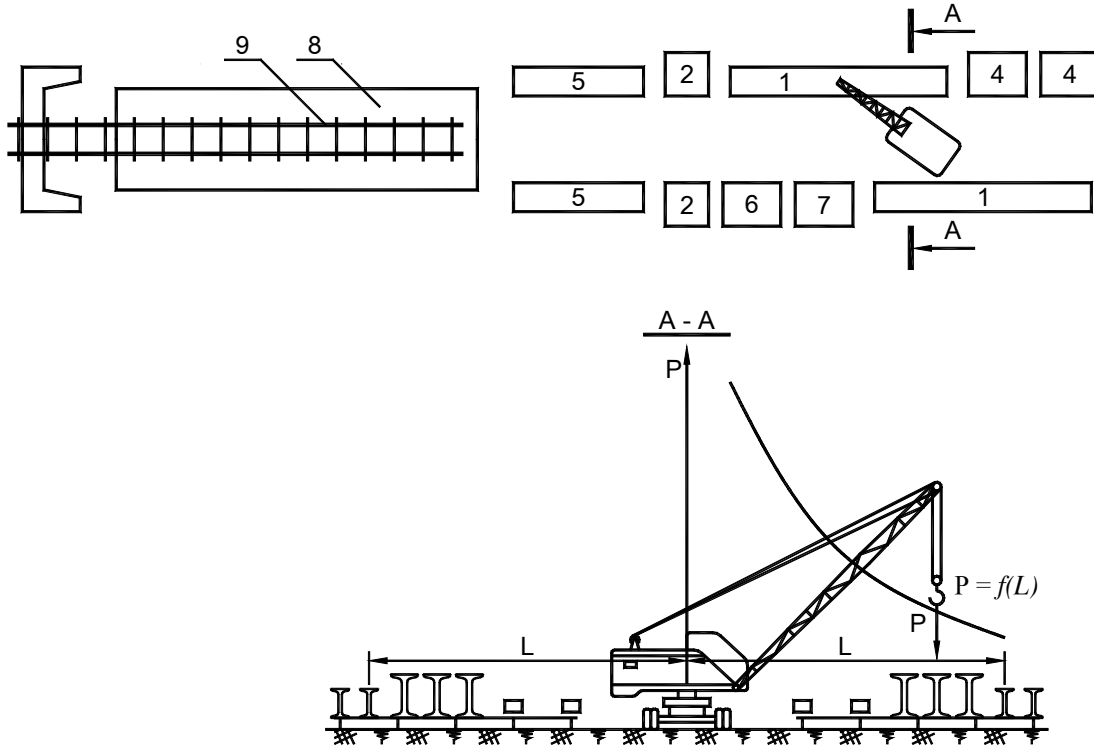
Bãi tập kết bố trí ngay cạnh đường vận chuyển và tiện đưa vào xưởng gia công hoặc đến bãi chuẩn bị bằng cần cầu. Những cấu kiện cùng loại xếp với nhau, lần lượt cấu kiện nào lắp trước xếp ngoài cùng và phía trên. Những cấu kiện nặng đặt gần cần cầu, cấu kiện nhẹ để xa. Cấu kiện xếp theo hàng, chừa lối đi 0,7m và kê cao 0,25m để buộc cáp khi lấy cấu kiện.

Trên hình 7.1 là một ví dụ về cách bố trí bãi lắp dàn thép

*d. Bãi đúc dầm BTCT:*

Vị trí bãi phụ thuộc vào biện pháp lao lắp. Nếu lao dọc sàng ngang hoặc cầu lắp bằng cần cầu chạy trên cao độ mặt cầu thì vị trí của bãi đúc dầm phải bố trí sao cho dầm từ bãi tập kết có thể chuyển thẳng ra đường lao hoặc di chuyển của thiết bị cầu lắp. Nếu phải chờ nổi hoặc cần cầu chạy trên sân đạo thấp hơn cao độ mặt cầu thì bãi đúc phải bố trí ở bãi thấp có đường vận chuyển xuống bến với độ dốc đường sắt  $i_{\max} = 2\%$  và cho đường bộ  $i_{\max} = 10\%$ .

Cấu tạo của bãi đúc như thiết kế công nghệ trên mặt bằng bãi đúc dầm bố trí cần cầu chân dê hoặc cần cầu long môn sao cho tầm hoạt động của nó bao quát được nhiều công đoạn từ lắp đặt cốt thép, ván khuôn đến việc xếp dầm vào bãi tập kết và đưa dầm từ bãi tập kết lên thiết bị vận chuyển.



**Hình 7.1** Sơ đồ bố trí bãi lắp dàn thép

1 - Bãi tập kết cấu kiện; 2 - Bãi để bản mã; 3 - Cần cẩu  
 4 - Xưởng chuẩn bị cát và bulông; 5 - Bãi lắp cụm dầm; 6 - Bãi phun cát  
 7 - Thiết bị phun cát; 8 - Bãi lắp; 9 - Đường trượt

*e. Bãi tập kết cấu kiện:*

Gắn liền với bãi đúc bố trí như trên đã nêu. Nếu cấu kiện vận chuyển từ nơi khác đến thì không cần bãi đúc.

Những hạng mục trên được ưu tiên bố trí trước mặt bằng thi công, các hạng mục khác phụ thuộc vào vị trí của chúng để sắp xếp.

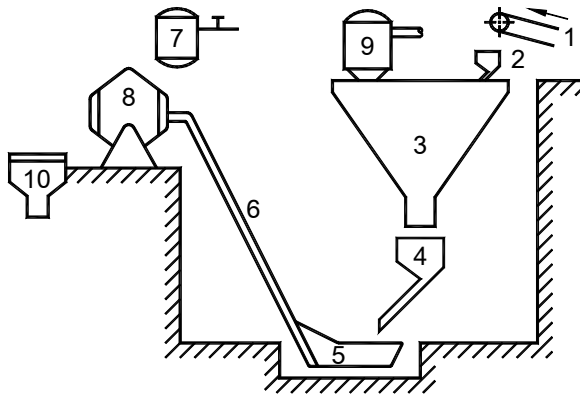
*f. Trạm trộn bê tông:*

Là hạng mục quan trọng thứ hai trên công trường, vị trí của nó phụ thuộc vào mặt bằng có thể bố trí kho xi măng và bãi cốt liệu để khi chế tạo vữa, cốt liệu được cân đong và đổ trực tiếp vào máy trộn. Ngoài ra vị trí phải chọn sao cho quãng đường vận chuyển vữa đến nơi cần cấp là ngắn nhất và thuận tiện cho các phương tiện vào lấy vữa. Đặc biệt là cấp vữa cho bãi đúc dầm.

Cấu tạo của một trạm trộn được thiết kế theo hai sơ đồ. Sơ đồ hình tháp là sơ đồ hiện đại chỉ lắp đặt cho những trạm có công suất lớn và thời gian hoạt động trên 10 năm. Sơ đồ được sử dụng phổ biến cho các công trường là sơ đồ hình bậc thang.

Thành phần của trạm gồm các bộ phận như hình 7.2. Thùng chứa gồm ba ngăn chứa cốt liệu thô, cát và xi măng. Vật liệu được cấp vào thùng chứa bằng băng tải hoặc cần cẩu. Mỗi một mẻ trộn cốt liệu và xi măng được cân đong qua thiết bị 4 rồi rót xuống gầu của máy trộn. Vữa trộn xong được đổ ra phễu phân phối và phễu sẽ trút xuống các phương tiện vận chuyển.

Trên các công trường trạm trộn còn có thể được lắp đặt đơn giản hơn, thiết bị chủ yếu là máy trộn, các công việc khác làm thủ công nhưng vẫn phải bố trí các bước nạp, trộn và xả theo sơ đồ nguyên tắc này.



**Hình 7.2**

Sơ đồ trạm trộn bê tông hình bậc thang  
 1 - Băng tải cốt liệu; 2 - Thiết bị rót  
 3 - Thùng chứa; 4 - Thiết bị cân đong  
 5 - Gầu nâng; 6 - Đường trượt của gầu  
 7 - Kết nước; 8 - Máy trộn  
 9 - Đầu rót xi măng bằng hơi ép  
 10 - Phễu phân phối vữa

*g. Hệ thống kho, bãi:*

Nguyên tắc của kho là bảo quản đưa vật tư, nhận trực tiếp, cấp kịp thời, ít trung chuyển và bảo vệ được.

- Kho xi măng cần kín, có tường bao che, xi măng bao được xếp trên bệ cao 0,5m mỗi lô xếp hai hàng châu đầu vào nhau, và xếp cao không quá 7 tầng bao. Giữa các lô để chừa lối đi 0,7m và cách tường 0,7m. Xi măng không lưu quá ba tháng kể từ khi xuất xưởng. Những công trường lớn thường nhập xi măng rời và chứa trong các xilô.

- Bãi chứa cốt liệu: Cốt liệu tập kết về công trường được đánh thành đồng riêng từng chủng loại. Trên bãi chứa bố trí một máy ủi loại nhỏ để phục vụ vun đắp. Tùy theo kích thước mặt bằng mà bố trí bãi xếp theo hàng ngang hoặc bố trí theo hình vòng cung quanh trạm trộn (hình 7.3).

Hệ thống các kho khác bố trí theo điều kiện thực tế của công trường. Đặc biệt kho xăng dầu phải bố trí gọn vào một góc của công trường cùng bãi tập kết xe máy.

*h. Hệ thống các xưởng:*

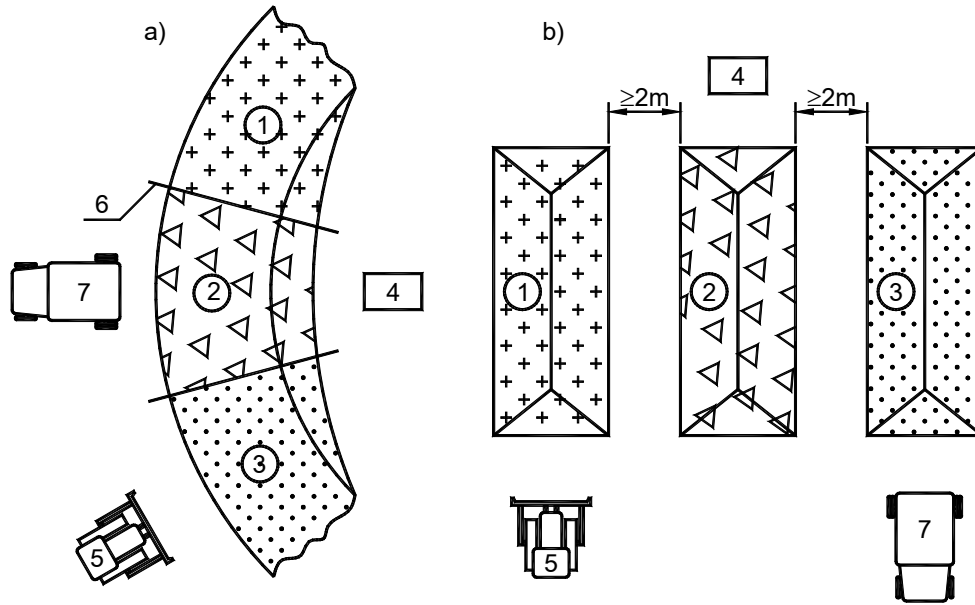
Các xưởng đều có mái che, nền cao và đều được trang bị một máy móc thiết bị cần thiết.

- Xưởng gia công cốt thép: Làm nhiệm vụ nắn, cắt, uốn cốt thép thường và chế tạo cốt thép dự ứng lực, hàn khung cốt thép có vị trí ở gần bãi đúc dầm.

- Xưởng mộc: Gia công ván khuôn gỗ các loại, sản xuất các cấu kiện của giàn giáo gỗ, xẻ ván. Nên bố trí cạnh kho gỗ tròn.

- Xưởng cơ khí: Nhiệm vụ sửa chữa các trang thiết bị và bảo dưỡng kỹ thuật các máy móc trên công trường. Vị trí theo mặt bằng cụ thể của công trường.

- Xưởng rèn: Nhiệm vụ cung cấp những dụng cụ cầm tay và sản xuất các loại bu lông, đinh đĩa... phục vụ thi công.



**Hình 7.3** Bãi chứa cốt liệu

- a) - Đổ theo hình vòng cung; b) - Đổ theo hàng ngang  
 1 và 2 - Cốt liệu thô; 3 - Cát; 4 - Trạm trộn; 5 - Máy ủi vụn đống  
 6 - Tường ván ngăn cách; 7 - Ô tô vận chuyển

*i. Hệ thống các trạm:*

Gồm trạm động lực cấp điện, hơi ép cho các bộ phận sản xuất và sinh hoạt, trạm hơi nước có thể cung cấp cho bãi đúc đầm và bãi đúc cầu kiện BTCT.

*k. Hệ thống đường công vụ:*

Gồm hai hệ thống đường ô tô rộng rải cấp phối, tốc độ hạn chế 5km/h và đường goòng rộng 2,5m độ dốc hạn chế 2%.

Ngoài ra phải bố trí các đường xuống bên để tiếp nhận vật liệu vận chuyển theo đường thủy, còn vận chuyển vật liệu và cầu kiện, thiết bị sang công trường phụ và các vị trí trụ tạm.

Đối với những công trình cầu nằm trong địa bàn thành phố, thị xã, mặt bằng chật hẹp, nhưng lại có điều kiện thuận lợi về vận chuyển, giao thông. Khi bố trí mặt bằng công trường cần chú ý:

- Sử dụng bê tông tươi của nhà máy gần nhất và đặt cầu kiện đúc sẵn cho nhà máy sản xuất.

- Bố trí các xưởng sản xuất như xưởng bê tông, xưởng mộc không nhất thiết phải ngay trên mặt bằng công trường mà bố trí ở những vị trí thuận tiện về mặt bằng và chở bán thành phẩm đến công trường.

- Thuê gia công hoặc thuê mặt bằng gia công chế tạo các kết cấu thép.

- Thuê nhà ở cho công nhân.

Phối hợp kế hoạch “sử dụng vật tư” chính xác để hợp đồng đơn vị cung ứng vật tư vận chuyển đến sử dụng ngay, ít phải lưu kho, lưu bãi.

**7.3.3. Xây dựng mặt bằng công trường**

Trước khi chuyển quân đến công trường mới, mặt bằng phải được xây dựng cơ bản xong phần lán trại, khu vực tập kết xe máy, thiết bị... công việc xây dựng mặt bằng được tiến hành theo trình tự:

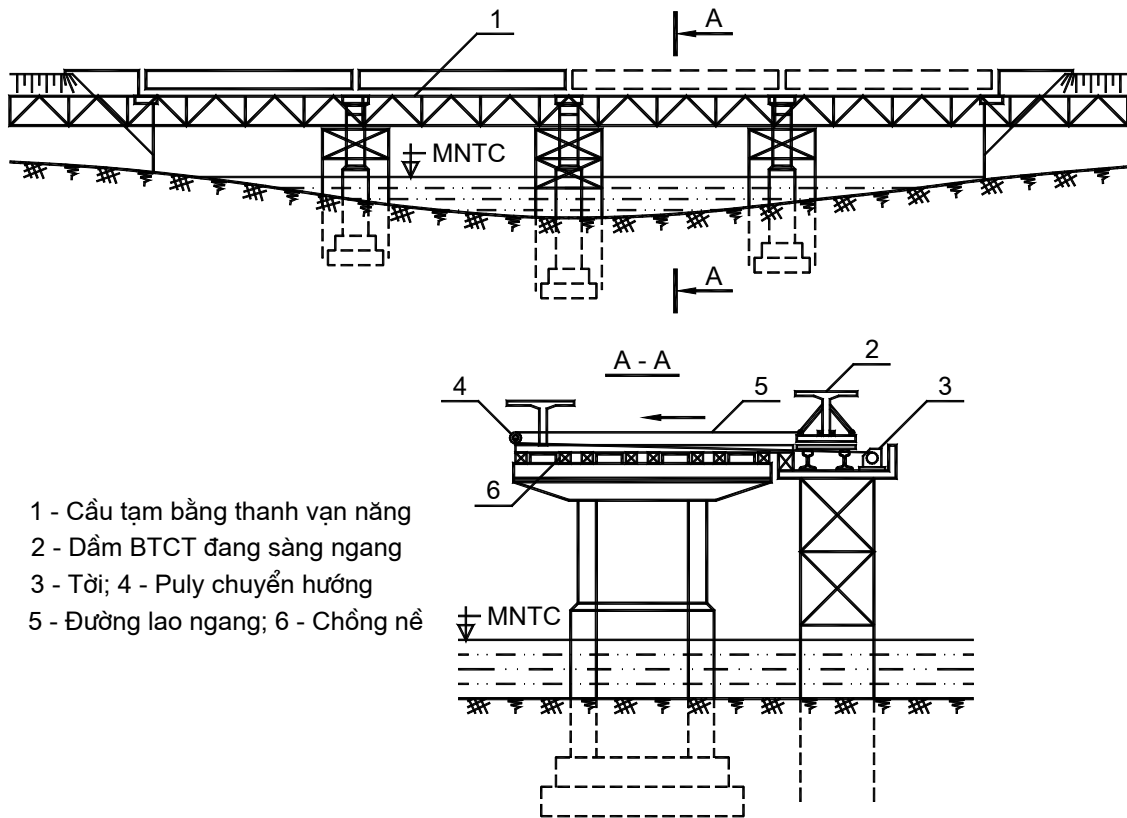
- San ủi mặt bằng: Theo mặt bằng quy hoạch cho san lấp, phát cây, dọn cỏ, tạo mặt bằng theo các khu vực đã định, làm đường và hệ thống thoát nước.

- Xây dựng lán trại: Tùy theo thời hạn xây dựng công trình, mức độ kiên cố của lán trại được thiết kế cho phù hợp. Nói chung lán trại được xây cất từ tre, gỗ, tấm lợp có thể sử dụng được nhiều lần. Phương châm là dựng nhanh, tận dụng được vật liệu tại chỗ, chống chịu được mưa nắng trong thời gian sử dụng. Kinh nghiệm nên dùng khung nhà bằng gỗ hoặc thép tháo lắp bằng bu lông sử dụng được nhiều lần, mái tận dụng vật liệu tại chỗ, tường dùng ván khuôn cũ hoặc tôn cũ. Kết cấu như vậy lắp dựng nhanh, vận chuyển tiện và giá thành rẻ.

- Xây dựng nhà kho thiết bị, vật tư.

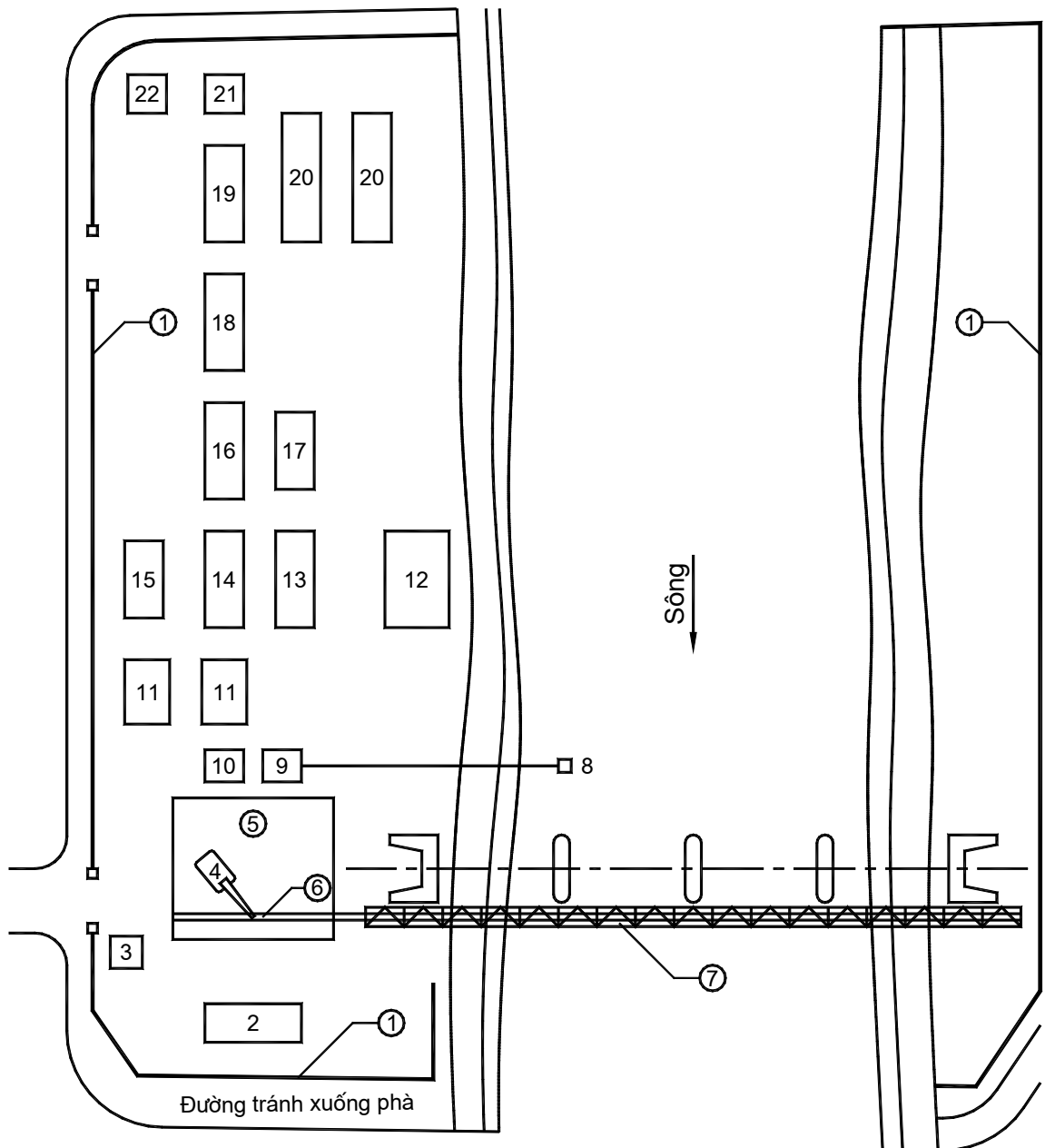
Sau khi chuyển quân đến ổn định nơi ăn ở, tập trung lực lượng xây dựng nốt những hạng mục khác của công trường.

Trên hình 7.4 giới thiệu ví dụ về sơ đồ biện pháp thi công kết cấu nhịp một cầu bê tông cốt thép lắp ghép 4 nhịp và hình 7.5 là mặt bằng công trường xây dựng cầu được bố trí theo phương án thi công của hình 7.4.



- 1 - Cầu tạm bằng thanh vạm nằng
- 2 - Dầm BTCT đang sàng ngang
- 3 - Tời; 4 - Puly chuyển hướng
- 5 - Đường lao ngang; 6 - Chông nề

**Hình 7.4** Sơ đồ biện pháp thi công kết cấu cầu nhịp



**Hình 7.5** Bố trí mặt bằng công trường

- 1 - Hàng rào; 2 - Khu nhà làm việc; 3 - Bảo vệ; 4 - Cần cầu tự hành bánh lốp  
 5 - Bãi đúc dầm và cấu kiện BTCT; 6 - Đường ray chờ dầm BTCT; 7 - Cầu tạm  
 8 - Trạm bơm; 9 - Tắc dựng nước; 10 - Trạm trộn bê tông; 11 - Bãi để cốt liệu  
 12 - Bãi xếp gỗ cây; 13 - Xưởng mộc; 14 - Xưởng gia công cốt thép; 15 - Kho xi măng  
 16 - Xưởng cơ khí; 17 - Kho vật tư; 18 - Bãi đỗ xe máy  
 19 - Bãi để cấu kiện bán thành phẩm; 20 - Khu nhà ở; 21 - Trạm máy phát điện 22 - Kho xăng dầu

#### 7.4. Kế hoạch, tiến độ thi công



Những tài liệu liên quan đến kế hoạch, tiến độ gồm: bảng tổng tiến độ lập cho tất cả các hạng mục công trình, từ thời điểm xây dựng công trường cho đến thu dọn bàn giao công trình, các bảng tiến độ thi công những hạng mục riêng được chi tiết hoá từ bảng tổng tiến độ và các bảng tiến độ phân kỳ cụ thể hoá cho từng năm, từng quý, từng tháng và có khi đến hàng tuần.

Bản kế hoạch tiến độ thể hiện dưới dạng biểu đồ, trên đó bao gồm những thông tin: nội dung công việc, ngày bắt đầu, ngày hoàn thành, trình tự thực hiện, khối lượng và số nhân lực cao nhất. Biểu đồ tiến độ trình bày sao cho một cách trực quan, ở thời điểm nào người chỉ đạo và người thực hiện cũng có thể biết được công trường đang ở tình trạng thi công như thế nào.

Nhờ biểu đồ tiến độ người lãnh đạo thi công có thể nghiên cứu tác động vào quá trình sản xuất rút ngắn thời gian, giảm bớt chi phí lao động và máy móc, và phối hợp các bộ phận trên công trường để hoạt động nhịp nhàng.

Dữ liệu để lập kế hoạch tiến độ là :

- Khối lượng lấy từ thiết kế kỹ thuật và thiết kế thi công chi tiết.
- Biện pháp thi công
- Năng lực máy móc, thiết bị và nhân công của đơn vị thi công.
- Khả năng cung ứng vật tư.
- Chế độ dòng chảy, tình hình thời tiết.
- Định mức thi công.

*Ngoài ra cần tham khảo những kinh nghiệm đã thi công ở những công trình tương tự. Trong ngành xây dựng cơ bản nói chung và ngành xây dựng cầu nói riêng, người ta sử dụng hai phương pháp lập kế hoạch tiến độ.*

- Biểu tiến độ thi công theo sơ đồ ngang.
- Biểu tiến độ thi công theo sơ đồ mạng (PERT)

#### **7.4.1. Lập biểu tiến độ thi công theo sơ đồ ngang**

*Biểu tiến độ thi công được lập dưới dạng bảng biểu theo mẫu: Bảng 7.6*

Công việc xây lắp được phân tích thành các các hạng mục công việc và liệt kê thành danh mục ghi ở cột 2.

Nội dung của từng hạng mục mang tính độc lập tương đối, nó phụ thuộc vào mục đích của bảng kế hoạch và tổ chức thi công.

Mỗi hạng mục theo hồ sơ thiết kế ta bóc tách được khối lượng công tác với đơn vị tính tương ứng (ghi cột 3 và 4), thí dụ công tác đóng cọc BTCT khối lượng 1000m. Ứng với mỗi loại công việc tra định mức thi công. Định mức này lấy theo định mức tổng hợp trong ngành hoặc theo kinh nghiệm tổng kết. Định mức được tính bằng chi phí lao động (ngày công) hoặc chi phí ca máy trên một đơn vị sản phẩm.

Trên cơ sở định mức tính được chi phí lao động ghi ở cột 6.

Chi phí lao động (ngày công) = Khối lượng công việc × Định mức.

Nửa thứ hai của bảng tiến độ là là lịch thời gian cho nên bảng tiến độ theo sơ đồ ngang còn gọi là sơ đồ lịch.

**Bảng 7.6**

BIỂU ĐỒ TIẾN ĐỘ THI CÔNG

TT	Hạng mục công việc	Đơn vị tính	Khối lượng	Định mức	Chi phí lao động (ngày công)	(☆☆)
----	--------------------	-------------	------------	----------	------------------------------	------

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(★)					
1											
2											
3											
4											
5											
...											
<b>Biểu đồ nhân lực</b>											

Cột lớn (★ ★) là năm thi công nếu là bảng tổng tiến độ, là quý hoặc là tháng nếu là kế hoạch năm.

Các cột nhỏ (★) là các tháng trong năm, các tuần (10 ngày) trong quý hoặc trong tháng.

Ở phần này tại khoảng thời gian nào hạng mục công việc được thực hiện thì ký hiệu bởi một nét đậm đóng thẳng với tên công việc trong danh mục và công việc liên hệ với cột thời gian để biết thời điểm bắt đầu và kết thúc công việc.

Thời điểm bắt đầu sớm nhất là thời điểm kết thúc muộn nhất của công việc trước cộng với thời gian chờ đợi kỹ thuật. Chẳng hạn: thi công bê tông cốt thép bắt đầu khi công tác đóng cọc kết thúc, lao lắp kết cấu nhịp bắt đầu khi bê tông trụ đạt 70% cường độ thiết kế v.v...

Thời điểm hoàn thành của hạng mục công việc là thời điểm tính theo lịch:

$$\text{Thời điểm bắt đầu} + \text{Thời gian cần thiết để hoàn thành hạng mục} + \text{Ngày nghỉ chế độ} + \text{Ngày nghỉ do thời tiết} \rightarrow \text{Thời điểm kết thúc}$$

$$\text{Thời gian cần thiết để hoàn thành mỗi hạng mục công việc (ngày)} = \frac{\text{Chi phí lao động (ngày công)}}{\text{Số công nhân biên chế trong một ca} \times \text{Số ca}}$$

*Ví dụ:* Đóng 1000m cọc BTCT, cọc tiết diện 35 × 35cm, chiều dài cọc 10m, cọc đóng trong đất cấp II, dùng búa có trọng lượng đầu búa lớn hơn 1,8 tấn để đóng cọc. Mỗi giá búa biên chế 12 người một ca, giá búa làm việc hai ca mỗi ngày. Tra định mức ta xác định được số công cần đóng cọc là 600 công.

Thời gian cần thiết để hoàn thành đóng 1000m cọc BTCT là:

$600 / (12 \times 2) = 25$  ngày, ứng với  $25/6 \approx 5$  ngày chủ nhật, như vậy quãng thời gian làm việc thực tế không kể nghỉ do mưa gió sẽ là 30 ngày. Theo lịch ta tính được thời điểm kết thúc của công việc đóng cọc.

Cứ như vậy ta sẽ xây dựng cho tất cả các hạng mục công việc.

Những hạng mục nào do cùng một đơn vị sản xuất thực hiện thì có liên hệ với nhau bằng một nét mảnh (trên ghi số người thực hiện công việc)

Căn cứ vào thời điểm bắt đầu xây dựng công trường và thời điểm thu dọn kết thúc ta biết được tiến độ của công trình.

Phía trên mỗi đường biểu diễn giai đoạn thi công hạng mục nào đó ta ghi số lượng công nhân (số máy móc) tham gia thực hiện công việc đó.

*Ví dụ:* Công tác đóng cọc BTCT như dưới đây.

Hạng mục	Đơn vị	Khối lượng	Nhân công	Tiến độ thi công trong năm	
				Tháng 9	Tháng 10

				1	2	3	4	5	.	.	.				1	2	3	4	5	.	.	.			
Đóng cọc BTCT	m	1000	600						12					12											

Nếu cộng theo mỗi cột thời gian ta biết được tại mỗi khoảng thời gian đó (trong tháng, trong tuần, ngày) trên công trường cần điều động bao nhiêu người.

Nếu theo trục thời gian biểu đồ biến động số nhân lực này ta có biểu đồ sử dụng nhân lực (hoặc điều động xe máy).

Biểu đồ sử dụng nhân lực hợp lý là biểu đồ mà sự điều phối tăng dần cho đến khi tập trung cao điểm và sau đó giảm dần khi kết thúc công trình. Nếu biến động không có quy luật thì việc điều động nhân lực sẽ rất phức tạp, lúc thừa phải chuyển đi, đến khi thiếu lại phải chuyển về.

Do vậy sau khi lập bảng tiến độ phải điều chỉnh lại theo hai chỉ tiêu:

- Thời hạn hoàn thành theo kế hoạch
- Biểu sử dụng nhân lực hợp lý.

Điều chỉnh bằng cách sắp xếp lại hình thức tổ chức thi công, biên chế lại các đơn vị sản xuất, thay đổi công nghệ thi công. Nếu thời gian vượt nhiều so với yêu cầu thông xe thì phải thay đổi nghiên cứu lại biện pháp thi công.

Biểu tiến độ thi công theo sơ đồ ngang rất trực quan nhưng có nhược điểm cơ bản: Chưa phản ánh được sự liên hệ giữa các công việc trong toàn bộ hệ thống, chưa thấy rõ những công việc cấp thiết trong toàn bộ công trình. Để khắc phục nhược điểm đó người ta thiết lập sơ đồ mạng lưới (PERT).

#### 7.4.2. Những lưu ý khi lập và sử dụng biểu đồ tiến độ thi công

Việc lập và chỉ đạo thi công theo sơ đồ mạng có ưu điểm là tiện cho công tác điều hành sản xuất, việc xác định đường găng chỉ ra những khâu nào trong toàn bộ hoạt động của công trình cần tập trung chỉ đạo để đảm bảo tiến độ hoặc rút ngắn được tiến độ. Có thể ứng dụng tiến bộ của công nghệ tin học vào lập kế hoạch và điều hành sản xuất.

Tuy vậy trong xây dựng cầu phương pháp này chưa được sử dụng rộng rãi bởi lẽ: yêu cầu thực hiện theo sơ đồ mạng rất chặt chẽ về kế hoạch tiến độ. Nếu một công việc nào bị ách tắc vượt quá thời gian dự trữ sẽ phá vỡ một phần hoặc toàn bộ kế hoạch đã lập. Trong khi đó những yếu tố bất thường trong thi công cầu làm gián đoạn tiến độ lại rất dễ xảy ra.

Khó khăn trên xảy ra tất nhiên đối với cả việc lập và sử dụng kế hoạch theo sơ đồ ngang. Vì vậy trong khi chỉ đạo và thực hiện phải kịp thời phát hiện khả năng bị vỡ kế hoạch để tìm biện pháp khắc phục kịp thời điều chỉnh cho sát với thực tế, nhằm đảm bảo sản xuất liên tục, hoạt động trên công trường được đồng bộ và đảm bảo tiến độ.

Trên biểu tiến độ lập các biểu về sử dụng xe, máy, thiết bị và biểu nhu cầu cung cấp các vật liệu chính theo mẫu: Bảng 8.7 và 8.8

**Bảng 7.7**

**BIỂU SỬ DỤNG XE MÁY VÀ THIẾT BỊ THI CÔNG**

TT	Danh mục	Mã hiệu công suất máy	Đơn vị	Số lượng	Tiến độ thi công trong năm								
					Tháng								
					1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Búa đóng cọc	C208A	Bộ	1									
2	Cần cẩu bánh lốp	KC162	Cái	1									
3													
...													

Thời gian máy có mặt trên công trường được vạch bởi nét liền mảnh

**Bảng 7.8**

**BIỂU SỬ DỤNG VẬT LIỆU CHÍNH**

Số TT	Vật liệu	Quy cách	Đơn vị	Khối lượng g	Năm								
					Tháng								
					1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Thép tròn	Φ20 AII	Tấn	25		5	10	10					
2	Xi măng	PC30	Tấn	60		15	20	25					
3													
...													

Khối lượng vật liệu sử dụng trong từng tháng`

**7.5. Cung cấp điện, nước và hơi ép**

**7.5.1. Cung cấp điện**

Điện cần thiết cho các hoạt động của công trường, trong sản xuất dùng cho chạy các máy móc và thiết bị thi công, dùng cho hàn kết cấu, chiếu sáng mặt bằng và điện cần cho sinh hoạt.

Nguồn điện sử dụng là nguồn hạ thế phải có ba pha để chạy các động cơ.

Cung cấp điện cho công trường gồm hai nguồn:

- Nếu gần lưới điện thì làm thủ tục ký hợp đồng sử dụng điện lưới. Khi đó phải xây dựng đường dây và có thể có trạm hạ áp.

- Sử dụng máy phát điện.

Tổng công suất yêu cầu tiêu thụ điện năng trên công trường được tính từ lượng điện tiêu thụ của các thiết bị.

$$P = m \left[ \sum \frac{k_i P_i}{\cos\varphi} + \sum N_i \right] \quad (\text{KVA}) \quad (7.7)$$

Trong đó: m - Hệ số hao tổn điện năng lấy bằng 1,1.

$P_i$  - Công suất biểu kiến ghi trên mỗi thiết bị.

$k_i$  - Hệ số sử dụng của máy (ghi trên máy).

$\cos\varphi$  - Hệ số công suất ghi kèm với máy.

$N_i$  - Công suất các nguồn chiếu sáng và sinh hoạt tham khảo: *Bảng 7.9*

Trên cơ sở công suất P tính công suất máy phát:

$$N = P/\alpha \quad (\text{KVA}) \quad (7.8)$$

Công suất của trạm biến áp:

$$N = P/\alpha\cos\varphi \quad (\text{KVA}) \quad (7.9)$$

$\alpha$  - Hệ số hiệu dụng của máy lấy bằng 0,85 ÷ 0,90.

$\cos\varphi$  - Hệ số công suất của máy biến áp lấy bằng 0,75.

Những máy phát điện ba pha dùng cho công trường thường là những máy đặt trên bánh lốp, chạy bằng động cơ Đi-ê-zel có công suất là 24, 35, 50, 75 và 100KVA.

**Bảng 7.9**

TT	Điều kiện chiếu sáng	Đơn vị tính	Công suất (W)
1	Chiếu sáng mặt bằng bằng bóng tròn	m <sup>2</sup>	4
2	Chiếu sáng nhà kho	m <sup>2</sup>	3
3	Nhà ở	m <sup>2</sup>	6
4	Phòng làm việc	m <sup>2</sup>	10
5	Nhà ăn, phòng khám	m <sup>2</sup>	8

### 7.5.2. Cung cấp nước

Nước cung cấp cho công trường dùng vào sản xuất và sinh hoạt. Nước phục vụ cho sinh hoạt phải đảm bảo tiêu chuẩn vệ sinh, trong điều kiện công trường có thể khoan giếng, đào giếng hoặc xây bể lọc để lấy nước sạch.

Nước dùng cho sản xuất như: Rửa cốt liệu, trộn bê tông, bảo dưỡng bê tông, lau rửa xe cộ, làm nguội máy có thể dùng nước sông, đặt trạm bơm cấp lên khu vực sản xuất.

Khi lập kế hoạch có thể tham khảo chỉ tiêu tiêu thụ nước trên công trường như sau:

- Nước sinh hoạt tính cho một người:

+ Nước ăn : 20lít/ngày.

+ Nước tắm giặt : 200 lít/ngày.

- Nước sản xuất:

+ Rửa cốt liệu : 1500 lít/1m<sup>3</sup>

+ Trộn vữa bê tông : 400 lít/1m<sup>3</sup>

+ Bảo dưỡng bê tông : 300 lít/1m<sup>3</sup>/ngày đêm

Tại giờ cao điểm tính ra lưu lượng cần cung cấp Q (lít/giây) và chọn máy bơm với công suất là:

$$N = \frac{QH}{50} \quad (\text{KW}) \quad (7.10)$$

H - Chiều cao đẩy của bơm (m)

$$H = h + 9 \quad (\text{m})$$

h - Chênh cao từ vị trí đặt máy đến diện cấp nước.

Đường kính ống được xác định:

$$d = \frac{Q}{3,6} \quad (\text{m}) \quad (7.11)$$

### 7.5.3. Cung cấp hơi ép

Trên công trường hơi ép cần cho công nghệ lắp ráp kết cấu nhíp thép như: phun cát, xiết bu lông, tán đinh, khoan thép và chạy thiết bị khoan phá bê tông.

Công suất của máy nén khí chọn theo công thức:

$$Q = k_1 \sum k_2 Q_i \quad (\text{m}^3/\text{phút}) \quad (7.12)$$

k<sub>1</sub> - Hệ số mất mát lấy bằng 1,4

k<sub>2</sub> - Hệ số sử dụng lấy bằng 0,5 ÷ 0,9

Q<sub>i</sub> - Yêu cầu tiêu thụ khí nén của mỗi loại máy công cụ sử dụng đồng thời (m<sup>3</sup>/phút)

**Bảng 7.10**

Loại máy phổ biến là  
B - 10 của Liên xô cũ.

TT	Loại máy	Q (m <sup>3</sup> /phút)
1	Búa tán đinh	1,0

Công suất 10m<sup>3</sup>/phút,  
áp suất 8kG/cm<sup>2</sup>

2	Cối giữ đỉnh	0,3
3	Máy khoan thép	1,3
4	Cờ lê gió	1,2
5	Búa phá bê tông	1,4
6	Khoan bê tông	2,2

## 7.6. Bảo hộ lao động và kỹ thuật an toàn lao động

### 7.6.1. Tổ chức bảo hộ lao động trong xây dựng cầu

Những công việc trên công trường xây dựng cầu phần nhiều đều nặng nhọc và phần lớn trong số đó phải thực hiện trong những điều kiện nguy hiểm đến tính mạng người lao động. Vì vậy những yêu cầu về an toàn lao động cũng phải được xem xét như những chỉ tiêu khác của sản xuất. Mỗi công ty cầu cần có một phòng an toàn lao động làm nhiệm vụ đề xuất những kế hoạch và biện pháp bảo hộ an toàn lao động, đảm bảo vệ sinh công nghiệp. Phòng này tham gia xây dựng đồ án TKTCXD ở phần nội dung bảo hộ lao động.

- Hướng dẫn và kiểm tra việc thực hiện Pháp lệnh và Nội quy về an toàn lao động, bảo vệ môi trường.

- Cung cấp đồ dùng bảo hộ lao động: quần, áo, dày, mũ, găng v.v...

- Quản lý và hạch toán bảo hiểm trong những trường hợp tai nạn.

Nhân viên phòng bảo hộ lao động có quyền:

- Đôn đốc và kiểm tra tình trạng an toàn lao động và vệ sinh công nghiệp ở các đơn vị thi công. Phát hiện những vi phạm và thông báo, nhắc nhở.
- Đình chỉ sản xuất ở những khu vực có dấu hiệu nguy hiểm, kịp thời thông báo cho giám đốc.
- Kiến nghị thay thế trang thiết bị cũ nát, không bảo đảm an toàn khi sử dụng.
- Đề nghị các chỉ huy công trường kịp thời giải quyết các trường hợp tai nạn.
- Đề nghị khen thưởng những đơn vị và cá nhân có thành tích trong việc chấp hành và đảm bảo điều kiện an toàn lao động, đề nghị kỷ luật những trường hợp vi phạm.

### 7.6.2. Những vấn đề chung về an toàn lao động trong thi công cầu

Vấn đề đảm bảo an toàn lao động không chỉ là những điều khoản ghi trong nội quy mà phải được thể hiện bằng những biện pháp thực tế phòng ngừa tai nạn.

Trong đồ án TKTCXD phải có nội dung về những biện pháp kỹ thuật nhằm đảm bảo an toàn lao động trong khi thi công những hạng mục cụ thể.

Một số quy tắc chung mà công trường nào cũng thực hiện:

- Tổ chức vị trí làm việc bảo đảm kỹ thuật an toàn: đủ rộng để thao tác, đủ ánh sáng. Công nhân khi làm việc trên cao phải có túi đựng dụng cụ để đựng kìm, búa, bu lông, cờ lê ... không được để dụng cụ này nằm trên sàn công tác.
- Vị trí làm việc trên độ cao từ 1,5m trở lên phải có lan can, nếu không có lan can công nhân phải đeo dây bảo hiểm. Vị trí móc dây bảo hiểm phải chỉ trước cho công nhân. Trên cùng một trục thẳng đứng, có nhiều vị trí cùng làm việc thì cần có biện pháp che chắn.
- Máy thi công, trang thiết bị chỉ cần làm việc theo đúng chức năng của mỗi loại đã được chế tạo. Máy móc và thiết bị được định kỳ đăng kiểm. Những bộ phận chuyển động của máy được đặt lưới chắn.

- Kết cấu phụ trợ như: đà giáo, cầu công tác, chống vách hố móng phải được kiểm tra trước khi cho công nhân bước lên làm việc.
- Đi lại giữa các vị trí làm việc ở độ cao từ 1,5m trở lên phải có cầu công tác. Ván làm cầu phải phải được ghim chắc vào dầm. Cầu công tác rộng ít nhất 0,6m có lan can tay vịn chịu được lực va cục bộ 75kG và cao 0,9m.
- Khi phải làm việc trong hang sâu, thùng chứa kín cần cử ít nhất ba người cùng làm việc, trong đó 2 người trực ở ngoài đề phòng bất trắc. Người được cử làm việc trực tiếp phải được phòng hộ chu đáo.
- Chỉ được chở công nhân bằng xe tải với điều kiện trên thùng xe có đóng ghế ngồi.
- Các động cơ điện sử dụng điện áp từ 36V trở lên đều phải được tiếp đất.
- Không được để trong cùng một nơi những thứ sau: Khí nén và đất đèn, dầu mỡ và bình ô xy.
- Công nhân phải mặc quần áo bảo hộ lao động trong khi làm việc. Khi có mặt trong khu vực cầu lắp mọi người phải đội mũ cứng.
- Công nhân phải được cung cấp nước uống hợp vệ sinh trong thời gian làm việc. Vị trí đặt nước uống không cách xa nơi làm việc quá 50m.
- Người mới đến làm việc phải được học về kỹ thuật an toàn lao động theo một chương trình quy định. Học xong phải được kiểm tra sát hạch và kết quả được lưu trong hồ sơ cá nhân. Sau đó mới được ra hiện trường.

### **7.6.3. Một số biện pháp cụ thể về kỹ thuật an toàn lao động**

#### **a. Công tác làm đất**

- Đào hố móng ở vị trí gần công trình ngầm như đường ống, đường cáp, nên tiến hành bằng biện pháp thủ công.
- Thi công móng trong những điều kiện: nền đất mượn, mực nước ngầm cao và độ sâu hố móng trên 3m đều phải có thiết kế chống vách.
- Những máy làm đất thi công trong hố móng phải có trang bị còi hiệu để cảnh báo liên tục cho công nhân tham gia làm việc trong hố móng biết.

#### **b. Công tác kích kéo**

- Các kết cấu tạm cũng như vĩnh cửu, giá búa và tay vịn của cần cẩu từ 7m trở lên đều phải có đồ án TKTCXD và thực hiện lắp ráp theo biện pháp cụ thể.
- Khi có gió cấp 6 trở lên mọi công việc như: đóng cọc, cầu lắp, lao kéo đều phải dừng. Cọc đóng dở phải neo chống. Thiết bị nổi neo đậu vào bến. Hệ thống tời múp phải hạ xuống vị trí ổn định.
- Các thiết bị cầu lắp trước khi làm việc phải thử tải theo quy trình của công nghệ sử dụng thiết bị đó. Không nâng cầu kiện khi chưa biết trọng lượng.
- Khi cầu vật nặng xấp xỉ với sức nâng của cần cẩu, cần phải thực hiện cầu hai bước: nâng lên 30cm để thử và kiểm tra hệ thống hãm sau đó mới nâng tiếp.
- Không dùng cáp đã bị gãy, gấp. Buộc cáp vào cầu kiện phải thông qua miếng đệm bằng gỗ.
- Không được cầu kiểu câu cá, chỉ được cầu thăng đứng. Có thể dùng cầu để di chuyển cầu kiện nhưng với điều kiện.
  - + Trọng lượng  $\leq 50\%$  sức nâng.
  - + Nâng cao 50cm khỏi mặt đất.

- Khi kéo cốt thép dự ứng lực cần lưu ý: Không đứng gần sát với kích khi kéo cốt thép. Không dùng hai kích để đồng thời kéo cốt thép và đóng chốt neo. Đồng hồ đo áp lực phải có van an toàn. Khi sửa chữa hệ thống thủy lực của thiết bị phải xả hết áp.

- Khi kéo kết cấu nhíp tín hiệu phải thông nhất rõ ràng. Tốc độ kéo hạn chế 0,5m/phút. Các vị trí trên trụ phải đủ kích thước cho người đứng và thao tác (cao 1,8m - rộng  $\geq 0,7$ m). Khi đang kéo không đứng gần đường cáp, không đứng trực diện với mũi dầm. Trường hợp phải tạm ngừng kéo, kết cấu nhíp phải được chèn lại.

- Các thiết bị nổi đều bố trí xà lan và phao cứu sinh.

- Trên sông phải có hệ thống phao tiêu hướng dẫn thuyền bè. Trong thời gian lao kéo kết cấu nhíp phải tổ chức phong tỏa và thông báo điều này trên phương tiện thông tin đại chúng.

## **7.7. Công tác quản lý xây dựng cầu**

### **7.7.1. Phân cấp quản lý**

Kinh phí xây dựng và sửa chữa cầu công, thuộc vốn đầu tư xây dựng cơ sở được cấp từ ngân sách của Nhà nước.

Bộ GTVT thống nhất quản lý trong cả nước về chủ trương đầu tư và về các tiêu chuẩn, định mức kinh tế - kỹ thuật trong việc đầu tư xây dựng và sửa chữa nâng cấp các công trình giao thông. Bộ GTVT chịu trách nhiệm về hiệu quả kinh tế của các công trình và chịu trách nhiệm chung về kết quả cuối cùng của việc thực hiện các kế hoạch đầu tư xây dựng các công trình đó.

Hồ sơ thiết kế và dự toán các công trình cầu phải qua các cơ quan chức năng thuộc bộ duyệt và phê chuẩn. Hàng năm bộ GTVT lập kế hoạch đầu tư và phân vốn cho các công trình, đồng thời theo dõi thực hiện kế hoạch. Hồ sơ quyết toán của công trình đã hoàn thành phải được bộ phê duyệt mới có giá trị thanh toán.

Trực tiếp quản lý vốn đầu tư và hiệu quả sử dụng vốn đầu tư là chủ đầu tư. Bộ GTVT giao cho Ban quản lý công trình (Ban QLCT) thuộc sở giao thông làm chủ đầu tư các công trình nằm trên tuyến giao thông đường bộ do sở quản lý. Những công trình trọng điểm nằm trên quốc lộ giao cho Ban QLCT khu vực được thành lập theo quyết định riêng và các công trình cầu trên đường sắt do ngành Đường sắt làm chủ đầu tư.

Những công trình không thuộc vốn ngân sách thì công trình được xây dựng bởi nguồn vốn của tổ chức hoặc địa phương nào thì người đứng đầu tổ chức hoặc Chủ tịch UBND địa phương làm chủ đầu tư.

Chủ đầu tư (còn gọi là bên A) có trách nhiệm:

- Ký hợp đồng khảo sát - thiết kế để tiến hành các bước thiết kế, tổ chức thẩm tra xét duyệt đồ án thiết kế và hồ sơ dự toán.

- Tổ chức đấu thầu và ký kết hợp đồng giao thầu và nhận thầu xây dựng cầu với đơn vị thi công có tư cách pháp nhân kinh doanh xây dựng cầu.

- Giải phóng mặt bằng và bàn giao mặt bằng.

- Nghiệm thu từng phần và nghiệm thu nhận bàn giao toàn bộ công trình đã hoàn thành đưa vào sử dụng.

- Thanh toán từng phần để tạm ứng vốn cho đơn vị thi công và thanh quyết toán toàn bộ kinh phí xây dựng công trình khi đã nghiệm thu bàn giao.

- Bàn giao công trình cho cơ quan quản lý sử dụng.

Tổ chức nhận thầu khảo sát - thiết kế (còn gọi là bên B thiết kế) thiết kế lập hồ sơ thiết kế và dự toán, cung cấp bản vẽ thi công và thường trực thiết kế trong quá trình thi công.

Tổ chức nhận thầu thi công (còn gọi là bên B thi công) có trách nhiệm.

- Tiếp nhận và bảo quản đồ án thiết kế, tiếp nhận mặt bằng và chuẩn bị mặt bằng, chuẩn bị các điều kiện thi công.

- Tiếp nhận và vận chuyển thiết bị thi công đến hiện trường (nếu có).



- Đơn vị thi công chịu trách nhiệm trước Nhà nước và chủ đầu tư về kỹ thuật và chất lượng xây dựng.

Tất cả các khâu liên quan đến chất lượng đều phải lập hồ sơ nghiệm thu, chấp hành đúng các thủ tục quy định trong XDCh.

- Tổ chức nghiệm thu bàn giao công trình cho chủ đầu tư.
- Bảo hành công trình trong thời hạn quy định.

### **7.7.2. Hợp đồng trong xây dựng cầu**

Chủ đầu tư (Ban QLCT) có ba hình thức giao thầu cho đơn vị nhận thầu:

- Chế độ tổng thầu xây dựng: Đơn vị nhận thầu toàn bộ việc thiết kế, và thi công xây lắp. Chế độ này chỉ áp dụng đối với các công trình quy mô nhỏ, kỹ thuật đơn giản.

- Chế độ nhận thầu xây lắp chính: Chủ đầu tư ký hợp đồng giao, nhận thầu với một tổ chức nhận thầu chính về việc xây lắp toàn bộ công trình (tổng B) tùy khả năng và đặc điểm của công tác xây lắp, tổ chức nhận thầu chính lại ký tiếp giao thầu lại một số hạng mục với các tổ chức nhận thầu phụ (còn gọi là B').

- Chế độ giao thầu xây lắp trực tiếp: Chủ đầu tư ký hợp đồng giao nhận thầu với nhiều đơn vị nhận thầu cùng thi công một công trình. Chế độ này áp dụng đối với công trình cầu lớn, một đơn vị không đủ năng lực đảm nhận và chủ đầu tư muốn quản lý trực tiếp chất lượng thi công của các đơn vị nhận thầu không phải thông qua tổng B.

Công việc thi công cầu chỉ được thực hiện trên cơ sở các hợp đồng kinh tế về giao nhận thầu xây dựng. Các hợp đồng được ký kết trên nguyên tắc mà Pháp lệnh về ký kết hợp đồng đã quy định, tức là các bên ký hợp đồng phải có đủ tư cách pháp nhân, đủ điều kiện và năng lực thực hiện, các bên ký kết đều tự nguyện và bình đẳng, trách nhiệm các bên rõ ràng và buộc mỗi bên phải thực hiện các trách nhiệm đã ký.

Nội dung của hợp đồng phải thể hiện:

- Tên, địa điểm của công trình.
- Quy mô xây dựng (tên hồ sơ thiết kế)
- Các ràng buộc về: Chất lượng, tiến độ, thể thức thanh toán.
- Chế độ thưởng phạt, chế độ bảo hành.

### **7.7.3. Quản lý trong quá trình thi công**

Đơn vị thi công lập sổ nhật ký công trình để theo dõi toàn bộ diễn biến quá trình thi công. Nhật ký thi công chỉ theo dõi những thời điểm cần thiết, công việc thi công những hạng mục ẩn dấu, những công đoạn quan trọng và những xử lý kỹ thuật, mẫu của phân theo dõi ghi chép thường như sau: Bảng 7.11

Nội dung ghi trong nhật ký phải ngắn gọn, đủ ý, rõ ràng. Các tờ được đóng dấu ráp lại của Ban QLCT.

Ngoài nhật ký thi công, nếu trên công trường có những hạng mục như: Đóng cọc, hạ cọc ống, thi công móng giếng chìm, thi công cọc khoan nhồi, căng kéo cốt thép dự ứng lực, phải có nhật ký riêng theo dõi quá trình này. Nội dung của hồ sơ theo dõi những công nghệ trên theo quy định của quy trình.

Trong quá trình thi công Ban A cử giám sát viên kỹ thuật trực tiếp ở công trường để theo dõi quá trình thực hiện hợp đồng.

Giám sát A có nhiệm vụ thường xuyên theo dõi để yêu cầu bên B thi công đúng biện pháp và công nghệ đã thiết kế, thực hiện đúng đồ án và đảm bảo quy phạm kỹ thuật, giám sát khối lượng thực hiện. Nếu thi công không đáp ứng yêu cầu kỹ thuật và sai so với đồ án thiết kế, giám sát A có quyền yêu cầu đơn vị ngừng thi công hạng mục đó. Ngoài ra giám sát A còn có trách nhiệm tạo điều kiện thuận lợi cho đơn vị thi công thực hiện kế hoạch tiến độ. Như xúc tiến giải quyết các ách tắc về giải phóng mặt bằng, thủ tục xây dựng, yêu cầu thiết kế đáp ứng cung cấp bản vẽ thi công hoặc sửa đổi thiết kế. Mẫu biểu giám sát từng công việc hoặc hạng mục công trình, tham khảo bảng 7.12 những vấn đề đúng với thiết kế (sai số trong giới

hạn cho phép) và thống nhất giữa giám sát A và đơn vị thi công được đánh dấu vào ô vuông ở trước danh mục đó. Đây cũng là một tài liệu quan trọng trong hồ sơ hoàn công, thanh toán.

**Bảng 7.11**

**NHẬT KÝ THI CÔNG CÔNG TRÌNH CẦU X**

Ngày, tháng	Nội dung công việc Hạng mục	Điều kiện thi công Thời tiết (ngày, đêm)	Khối lượng công tác	Bộ phận thi công	Cán bộ kỹ thuật phụ trách	Tóm tắt vấn đề kỹ thuật cần sử dụng	Ý kiến của đơn vị thi công	Ý kiến của giám sát	Ý kiến của cơ quan thường trực thiết kế

Công việc thi công những bộ phận ấn dấu như: hồ móng, bê tông móng khối, đóng cọc bê tông v.v... Khi thực hiện xong trước khi chuyển sang thi công công đoạn tiếp theo phải tổ chức nghiệm thu và làm thủ tục chuyên bước thi công mới được thi công tiếp. Công tác nghiệm thu này do hội đồng nghiệm thu cấp cơ sở tiến hành. Mẫu biểu nghiệm thu từng hạng mục công trình đã hoàn thành, có kèm theo khối lượng, tham khảo bảng 7.13.

Hội đồng nghiệm thu còn tiến hành nghiệm thu khối lượng hoàn thành theo giai đoạn quy ước. Ví dụ: Nghiệm thu toàn bộ kết cấu móng trụ, nghiệm thu số lượng đầm bê tông cốt thép đã đúc... để làm cơ sở thanh toán theo giai đoạn.

Các việc khác có liên quan đến chất lượng công trình hoặc khối lượng của bộ phận công trình ấn dấu không lớn cũng phải tiến hành làm văn bản nghiệm thu công việc đã hoàn thành (chủ yếu xác nhận về yêu cầu kỹ thuật) và làm văn bản đề nghị chuyển bước thi công ký giữa kỹ thuật đơn vị thi công (kỹ thuật B) và kỹ thuật giám sát A mà không cần thành lập hội đồng. Các công việc này thuộc dạng như: nghiệm thu ván khuôn, nghiệm thu cốt thép, đập đầu cọc, xử lý mối nối, nghiệm thu mối hàn...

Nếu nhận thấy trong thiết kế có vấn đề không hợp lý, đơn vị thi công có thể làm văn bản đối với bên A, kiến nghị sửa đổi thiết kế chỉ có các đề xuất hoặc giải pháp thay đổi thiết kế đã có sự nhất trí của ba bên A, B và thiết kế thì giải pháp đó mới được thực hiện.

Những phát sinh về khối lượng do thiết kế chưa dự kiến, do thay đổi biện pháp, do thiên tai đều phải làm văn bản xác nhận giữa A và B ngay tại thời điểm thi công khối lượng đó.

**Bảng 7.12**

**PROJECTS MANAGEMENT UNIT N<sup>o</sup>18 - BAN QUẢN LÝ CÁC DỰ ÁN 18**

Project: Supplementary Works Using Unused Balance Fund of NH10      Package: S2  
 Consultant: NIPPON KOEI - TEDI      Contractor: Cienco 1

**CONCRETE INSPECTION CHECK LIST**  
**(Biên bản giám sát đổ bê tông)**

**Item: N1 Railway Flyover (Đường cao tốc N1)**

Date (Ngày, tháng, năm) : 20/10/2007  
 Work Item (Hạng mục) : Pier P5 (Trụ số 5)  
 Name of the Part (Tên bộ phận): Pile cap (Xà mũ trụ)

<b>Inspection (Giám sát)</b>		
<input type="checkbox"/> Abutment Pile Cap	<input type="checkbox"/> Abutment Parapet Wall	<input type="checkbox"/> Abutment Wing Wall
<input type="checkbox"/> Pier Pile Cap	<input type="checkbox"/> Pier Column	<input type="checkbox"/> Pier Head
<b>Formwork (Ván khuôn)</b>		
<input type="checkbox"/> Lines Elevation (C.độ tuyến)	<input type="checkbox"/> Width of Form (Bề rộng ván khuôn)	
<input type="checkbox"/> Clamps Fastened (Kẹp xiết)	<input type="checkbox"/> Supporting (Chống đỡ)	<input type="checkbox"/> Chamfer (Góc lượn)
<input type="checkbox"/> Embedment (Chất gắn)	<input type="checkbox"/> False work (cốt pha)	<input type="checkbox"/> Others (Việc khác)
<input type="checkbox"/> Expansion Joint Filler (Khe co giãn)	<input type="checkbox"/> No Foreign Bodies (Không có thành phần khác)	
<input type="checkbox"/> Grade Arch (Nhịp cuốn)	<input type="checkbox"/> Scupper (Khe hở)	<input type="checkbox"/> Water stop (Chắn nước)
<input type="checkbox"/> Acceptation (Nghiệm thu)		<input type="checkbox"/> No Acceptation (Không nghiệm thu)
<b>Reinforcement (Cốt thép)</b>		
<input type="checkbox"/> Re-ba Dimension (Đ.kính)	<input type="checkbox"/> Hook Anchor (Neo móc)	<input type="checkbox"/> Splicing (Hàn chồng)
<input type="checkbox"/> Covering (Lớp bao)	<input type="checkbox"/> No Loose Rust (Không gỉ)	<input type="checkbox"/> Position (Vị trí)
<input type="checkbox"/> Spacer block (Con kê)	<input type="checkbox"/> No dirt oil Ect (Không bẩn dầu)	<input type="checkbox"/> Others (Việc khác)
<input type="checkbox"/> Acceptation (Nghiệm thu)		<input type="checkbox"/> No Acceptation (Không nghiệm thu)
<b>Concreting (Đổ bê tông)</b>		
<input type="checkbox"/> Vibration (Loại đầm):	<input type="checkbox"/> Slump (độ sụt): .....(cm)	<input type="checkbox"/> Curing Prepared (Bảo dưỡng)
<input type="checkbox"/> Class (Loại):	<input type="checkbox"/> Volume Concrete (Thể tích): ..... m <sup>3</sup>	
<input type="checkbox"/> Acceptation (Nghiệm thu)		<input type="checkbox"/> No Acceptation (Không nghiệm thu)

Notes (Ghi chú): .....

Remarks (Nhận xét): .....  
 .....

**Contractor (Thi công)**

**Consultant ( Tư vấn)**

**Sub Contractor**  
(Đội thi công)

**Contractor**  
(Quản lý thi công)

**Inspector**  
(Giám sát)

**Str. Engineer**  
(Kỹ sư hiện trường)

Name:..... Name:..... Name:..... Name:.....

**Bảng 7.13**

**PROJECTS MANAGEMENT UNIT N<sup>o</sup>18 - BAN QUẢN LÝ CÁC DỰ ÁN 18**

Project: Supplementary Works Using Unused Balance Fund of NH10

Package: S2

Consultant: NIPPON KOEI - TEDI

Contractor: Cienco 1

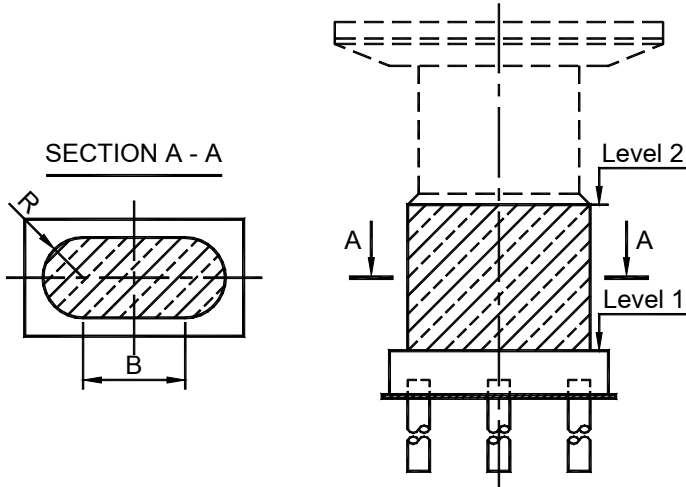
**ACCEPTANCE MINUTES OF CONSTRUCTION COMPLETED**  
(Biên bản nghiệm thu bộ phận kết cấu đã hoàn thành)

**Item: N1 Railway Flyover (Đường cao tốc N1)**

Date (Ngày, tháng, năm) : 26/08/2007

Work Item (Hạng mục) : Pier P5 (Trụ số 5)

Name of the Part (Tên bộ phận): Pier Column Stage 1 (Thân trụ đốt 1)

Description (Mô tả)							
							
Calculation sheet volume concrete of Pier Column (Bảng tính khối lượng bê tông của thân trụ)							
Dimensions (m) (Cao độ, kích thước)							
Level 1		Level 2		B		R	
Design (Thiết kế)	Actual (Thực tế)	Design (Thiết kế)	Actual (Thực tế)	Design (Thiết kế)	Actual (Thực tế)	Design (Thiết kế)	Actual (Thực tế)
Volume concrete of Pier Column: $V = (2BR + \pi R^2)(\text{Level}2 - \text{Level}1) \text{ m}^3$							

Remarks (Nhận xét): .....

**Contractor (Thi công)**

**Consultant (Tư vấn)**

**Sub Contractor  
(Đội thi công)**

**Contractor  
(Quản lý thi công)**

**Inspector  
(Giám sát)**

**Str. Engineer  
(Kỹ sư hiện trường)**

Name:..... Name:..... Name:..... Name:.....

**7.7.4. Nghiệm thu và bàn giao**

Khi công trình đã hoàn thành hai bên A và B tiến hành nghiệm thu và bàn giao công trình.

Công tác nghiệm thu do hội đồng nghiệm thu cấp cơ sở tiến hành. Thành phần của hội đồng này gồm các đại diện của chủ đầu tư, đại diện đơn vị nhận thầu thi công, đại diện của cơ quan thiết kế, một số cơ quan được mời như: ngân hàng đầu tư, cơ quan giám định chất lượng.

Hội đồng nghiệm thu cấp cơ sở do chủ đầu tư chủ trì và tiến hành trên cơ sở xem xét hiện trường và soát xét hồ sơ theo dõi thi công cùng các văn bản nghiệm thu giai đoạn. Có những công trình kết luận của hội đồng nghiệm thu căn cứ vào kết quả thử tải cầu.

Chủ đầu tư tổ chức thuê cơ quan chuyên môn tiến hành thử tải. Kinh phí thử tải lập dự toán riêng.

Đối với công trình lớn, công tác nghiệm thu do hội đồng nghiệm thu cấp Nhà nước tiến hành và do cơ quan bộ GTVT chủ trì. Hội đồng làm việc trên cơ sở những kết quả mà hội đồng cơ sở đã thực hiện.

Trong thời gian chờ đợi bàn giao, đơn vị thi công phải hoàn tất hồ sơ hoàn công.

Hồ sơ hoàn công gồm có:

- Bảo vệ kết cấu các bộ phận của công trình theo hiện trạng đã được thi công.
- Bản vẽ bố trí chung toàn cầu theo thực tế thi công.
- Bản vẽ mặt bằng khu vực cầu tại thời điểm bàn giao.
- Các văn bản kiến nghị sửa đổi thiết kế.
- Các thiết kế sửa đổi.
- Thiết kế sửa đổi biện pháp tổ chức thi công.
- Kết quả thí nghiệm vật liệu, kết quả mẫu thử cường độ bê tông.
- Nhật ký theo dõi các quá trình công nghệ.
- Nhật ký thi công.
- Hồ sơ hoàn công được làm thành nhiều bản theo số lượng mà bên A yêu cầu.

Song song với công việc hoàn thiện hồ sơ hoàn công, đơn vị thi công phải thu dọn giải phóng mặt bằng, thanh thải dòng chảy để cùng với việc bàn giao công trình đưa vào sử dụng đồng thời bàn giao cả mặt bằng và hồ sơ quản lý.

### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Nêu ý nghĩa của công tác tổ chức xây dựng cầu.
2. Nêu những yêu cầu và nguyên tắc của công tác tổ chức xây dựng cầu.
3. Đồ án thiết kế tổ chức xây dựng cầu gồm mấy phần? Nêu nội dung chi tiết của từng phần.
4. Nêu những nguyên tắc khi chọn địa điểm và lập quy hoạch mặt bằng công trường xây dựng cầu.
5. Bố trí mặt bằng công trường xây dựng cầu gồm những gì? Nêu yêu cầu về bố trí từng khu vực phải thể hiện trên mặt bằng công trường xây dựng cầu.
6. Nêu ý nghĩa của các biểu đồ trong đồ án thiết kế tổ chức xây dựng cầu và phương pháp lập biểu tiến độ thi công chung theo sơ đồ ngang.
7. Nội dung về các cung cấp điện nước, hơi ép cho công trường xây dựng cầu.
8. Những vấn đề chung về công an toàn lao động trong thi công cầu.
9. Những biện pháp cụ thể bảo đảm an toàn trong xây dựng cầu.
10. Công tác quản lý trong quá trình thi công cầu đối với đơn vị thi công cần phải thực hiện như thế nào?

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. *Sổ tay kỹ thuật thi công cầu - đường ô tô - Nhà xuất bản GTVT - Năm 1977*
2. *Cầu Bailey M2 - Bộ tham mưu - Binh đoàn 12 - Năm 1985.*
3. *Chu Viết Bình - Nguyễn Quốc Hùng - Hoàng Quang Luận - Nguyễn Văn Nhậm - Nguyễn Minh Nghĩa - Nguyễn Viết Trung. Công trình nhân tạo trên đường - Tập 1, Tập 2 - Trường Đại học giao thông vận tải - Hà nội 1991.*
4. *Nguyễn Tiến Oanh - Nguyễn Trâm - Lê Đình Tâm. Thi công cầu bê tông cốt thép - Nhà xuất bản xây dựng - Hà Nội 1995.*
5. *Chu Viết Bình - Nguyễn Nam Hà - Nguyễn Ngọc Long - Nguyễn Văn Nhậm. Xây dựng cầu - Tập 1, Tập 2 - Nhà xuất bản GTVT - Hà Nội 1995.*
6. *Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình giao thông đường bộ từ Tập II đến Tập VIII - Nhà xuất bản GTVT - Năm 1991 ÷ 2005 - Bộ giao thông vận tải*
7. *Nguyễn Viết Trung Công nghệ hiện đại trong xây dựng cầu bê tông cốt thép - Nhà xuất bản xây dựng - Hà Nội 2004.*
8. *Các tạp chí khoa học “Giao thông vận tải” và “Cầu đường Việt Nam” từ năm 2005 đến 2007.*