Lời nói đầu

Giáo trình môn học KẾT CẤU NỘI THẤT CÔNG TRÌNH đợc biên soạn nhằm đáp ứng nhu cầu về giảng dạy và học tập ở các trờng Trung học xây dựng (đào tạo kỹ thuật viên xây dựng) tại Hà Nội.

Nội dung giáo trình gồm ba phần chính:

- *Phần II: Kết cấu gỗ*
- *Phần III: Kết cấu thép*
- *Phần IV: Kết cấu bê tông cốt thép*

Hiện nay phơng pháp tính toán thiết kế kết cấu các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp rất phát triển, có nhiều phơng pháp tính mới đặc biệt hiện nay sử dụng các phần mềm tính kết cấu hoặc áp dụng tiêu chuẩn thiết kết của các nớc tiến tiến đợc sử dụng rộng rãi, ngoài ra vật liệu cũng nh công nghệ chế tạo vật liệu làm kết cấu xây dựng cũng phát triển và có sự thay đổi lớn so với những năm thập kỉ trớc.

Cùng với sự phát triển của khoa học, công nghệ xây dựng, Trờng THXD Hà Nội đã có nhiều cố gắng trong công tác biên soạn chơng trình, giáo trình để phục vụ công tác đào tạo của trờng THXD, hoàn thành nhiệm vụ do sở GD-ĐT Hà Nội giao.

Trong quá trình biên soạn giáo trình chúng tôi đã nhận đợc nhiều ý kiến đóng góp hết sức quí báu của:

GS. TS. Nguyễn Đình Cống

PGS. TS. Nguyễn Xuân Liên

PGS. TS. Lê Bá Huế

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn!

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về :

Bài mở đầu

I. MỤC TIÊU MÔN HỌC

1. Mục tiêu chung

- Giới thiệu cho học sinh các kết cấu chịu lực trong công trình xây dựng dân dụng, những đặc điểm và tính chất cơ bản của các loại vật liệu và cấu tạo của các kết cấu đó.
- Cung cấp cho học sinh nội dung, công thức và trình tự tính toán các kết cấu thờng dùng làm bằng gỗ, thép, bê tông cốt thép.
- Những kiến thức của môn học này giúp học sinh củng cố đợc các kiến thức đã học ở các môn học trớc nh vẽ kĩ thuật, vật liệu xây dựng, cơ học xây dựng, đồng thời làm cơ sở để học các môn học khác nh dự toán, thi công, kĩ thuật thi công.

2. Mục tiêu cụ thể

Học xong môn học này học sinh phải đạt đợc các yêu cầu sau:

- Về chuyên môn:
    - Đọc đợc các bản vẽ thiết kế kết cấu.
    - Hiểu đợc các qui định cấu tạo của các kết cấu bê tông cốt thép, kết cấu thép, kết cấu gỗ để có thể kiểm tra, giám sát kĩ thuật khi thi công các sản phẩm đó.
    - Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác của ngời kỹ thuật viên.
- Về thái độ:
    - Có lòng yêu nghề nghiệp, yêu lao động.
    - Có ý thức tổ chức kỉ luật, ham học hỏi.
    - Có đạo đức nghề nghiệp: tôn trọng qui trình kĩ thuật, đảm bảo chất lợng công trình, không làm dối, làm ẩu.

- Có ý thức tiết kiệm, tránh lãng phí của cải của xã hội.
- Có ý thức đảm bảo an toàn trong lao động.

II. NỘI DUNG TÓM TẮT CỦA GIÁO TRÌNH

Giáo trình đợc giảng dạy với thời gian 90 tiết lí thuyết, gồm bốn phần:

Phần I: Phần mở đầu

- Chơng mở đầu
- Chơng 1: Khái niệm chung về kết cấu công trình

Phần II: Kết cấu gỗ

- Chơng 2: Gỗ trong xây dựng
- Chơng 3: Tính toán các cấu kiện cơ bản
- Chơng 4: Liên kết kết cấu gỗ

Phần III: Kết cấu thép

- Chơng 5: Thép trong xây dựng
- Chơng 6: Liên kết kết cấu thép
- Chơng 7: Tính toán các cấu kiện cơ bản

Phần IV: Kết cấu bê tông cốt thép

- Chơng 8: Khái niệm cơ bản về kết cấu BTCT
- Chơng 9: Cấu kiện chịu uốn
- Chơng 10: Cấu kiện chịu nén – chịu kéo đúng tâm
- Chơng 11: Tính toán một số bộ phận thờng gặp trong công trình xây dựng

Chơng 1

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH

Mục tiêu: *Học xong chơng 1 học sinh:*

- *Hiểu khái niệm về kết cấu, cấu kiện...*
- *Phân biệt đợc các loại tải trọng*
- *Kể ra đợc phơng pháp và trình tự tính toán kết cấu*

Nội dung tóm tắt:

I. Kết cấu xây dựng

II. Tải trọng và nội lực

III. Cờng độ của vật liệu

IV. Phơng pháp tính kết cấu

V. Trình tự tính toán kết cấu

I. KẾT CẤU XÂY DỰNG (KCXD)

Môn học ***Kết cấu xây dựng*** nghiên cứu về các giải pháp kết cấu ứng dụng cụ thể trong các công trình dân dụng và công nghiệp. Các kết cấu đợc sử dụng phải đảm bảo về độ bền, độ cứng và tính ổn định trong suốt quá trình thi công và sử dụng. Ngoài ra, khi kĩ thuật viên đa ra giải pháp kết cấu hợp lí, nó cũng cần đợc đảm bảo về điều kiện kinh tế, tận dụng đợc nguồn vật liệu tại địa phơng, phù hợp với công nghệ chế tạo, biện pháp thi công hiện hành.

Ứng sử của các kết cấu trớc các tác động (tải trọng, nhiệt độ, thời gian...) trong thực tế rất phức tạp. Nhng khi nghiên cứu ta thờng tách những bộ phận phức tạp thành những bộ phận đơn giản để phân tích, những bộ phận đơn giản này đã biết đợc cách ứng sử của chúng trớc các tác động, ta gọi chúng là các ***cấu kiện***. Các cấu kiện liên kết với nhau tạo thành ***kết cấu***.

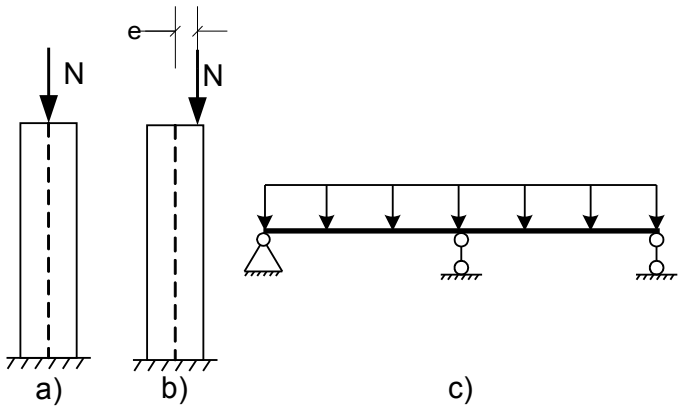
Nh vậy:

Cấu kiện *là một phần tử chịu lực mà vai trò, đặc tính, tính chất của chúng có thể xác định đợc một cách đơn giản.*

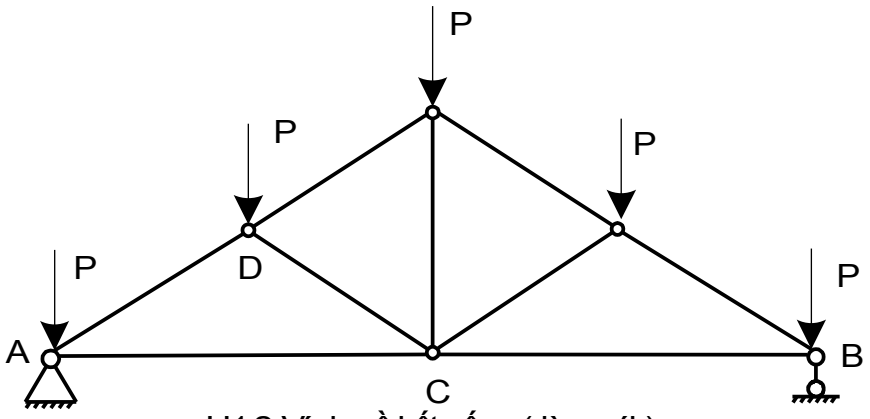
Ví dụ: Cấu kiện chịu nén đúng tâm, nén lệch tâm, cấu kiện chịu uốn phẳng, cấu kiện chịu xoắn (xem hình 1.1).... Ta thấy mỗi cấu kiện có một tính chất cụ thể (chịu kéo, uốn, xoắn), và những đại lợng(đặc trng cho đặc tính của chúng) cần xác định có thể tính toán đợc (nh ứng suất σ, τ, biến dạng) khi biết tác động (tải trọng, nhiệt độ...).

Kết cấu *là những bộ phận chịu lực phức tạp, nó đợc tạo thành từ các cấu kiện mà sự làm việc của nó (tính chất) có thể xác định đợc thông qua sự làm việc (tính chất) của cấu kiện.*

Ví dụ: Kết cấu dàn mái, kết cấu khung bê tông cốt thép...Với kết cấu dàn mái ta biết nó chịu các tải trọng trên mái (kể cả tải trọng bản thân) và truyền tải trọng tới các cột (hoặc tờng...). Nhng dàn này cấu tạo từ các thanh, mỗi thanh này có thể là cấu kiện chịu nén, cấu kiện chịu kéo....(xem hình 1.2)



H1.1 Ví dụ về các cấu kiện
a) Cấu kiện chịu nén đúng tâm
b) Cấu kiện chịu nén lệch tâm
c) Cấu kiện chịu uốn phẳng



H1.2 Ví dụ về kết cấu (dàn mái)
- Thanh AC : chịu kéo
- Thanh AD : chịu nén

Trong xây dựng các vật liệu sử dụng để chế tạo kết cấu rất phong phú, với môn học chỉ giới hạn ở các vật liệu đợc sử dụng phổ biến nhất. Đó là các vật liệu: bê tông cốt thép, gỗ, thép, gạch đá. Từ đó chơng trình cũng phân ra thành các kết cấu theo vật liệu: *Kết cấu gỗ, kết cấu thép, kết cấu bê tông cốt thép*.

II. TẢI TRỌNG VÀ NỘI LỰC

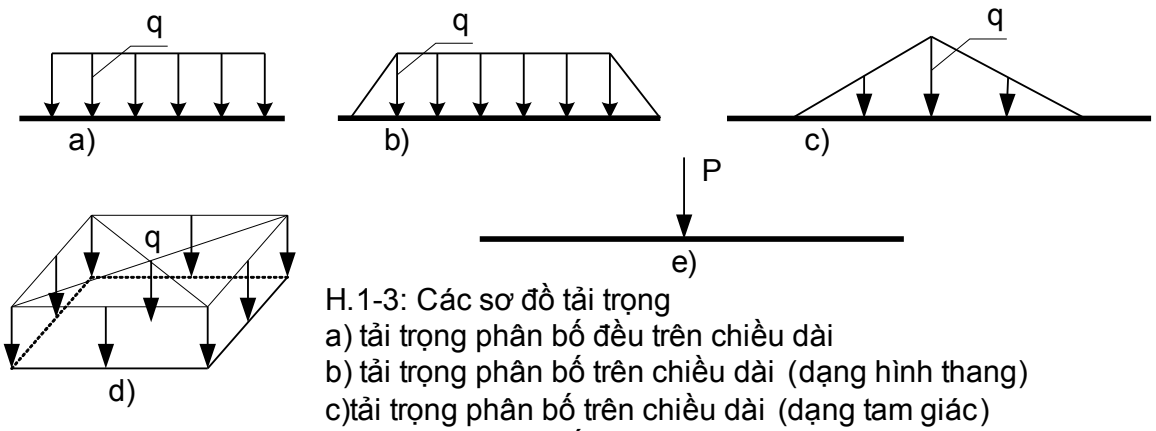
Các loại tải trọng tác dụng lên kết cấu sinh ra trong quá trình sử dụng, chế tạo vận chuyển kết cấu, nó đợc phân loại tuỳ theo tính chất tác dụng, qui định về các loại tại trọng tham khảo trong TCVN 2737-1995.

1. Phân loại tải trọng theo phạm vi tác dụng

Cách chia tải trọng theo phạm vi tác dụng đã đợc giới thiệu trong môn học Cơ học xây dựng, theo đó ta có hai loại:

- ***Tải trọng phân bố***: tải trọng phân bổ trên đơn vị chiều dài hoặc diện tích, cờng độ tải trọng biến thiên hoặc là hằng số. Cụ thể ta có:
  - *Tải trọng phân bố trên chiều dài (đều hình 1.3a hoặc không đều hình 1.3c) (daN/cm, daN/m, KN/m...).*
  - *Tải trọng phân bố trên diện tích (daN/m^2...) hình 1.3d.*

- ***Tải trọng tập trung***: diện truyền tải nhỏ (coi nh điểm).



H.1-3: Các sơ đồ tải trọng
a) tải trọng phân bố đều trên chiều dài
b) tải trọng phân bố trên chiều dài (dạng hình thang)
c)tải trọng phân bố trên chiều dài (dạng tam giác)
d) tải trọng phân bố trên diện tích
e) tải trọng tập trung

2. Phân loại tải trọng theo giá trị tiêu chuẩn và tính toán

Các giá trị ***tải trọng tiêu chuẩn*** là đặc trng cơ bản của tải trọng. Nó đợc xác định dựa theo các số liệu thống kê (nh khối lợng ngời, dụng cụ, vật liệu... trên sàn nhà, tải trọng gió), dựa theo các kích thớc hình học và loại vật liệu của bản thân kết cấu cũng nh của các bộ phận khác tác dụng vào kết cấu. Ta kí hiệu tải trọng tiêu chuẩn là p_{tc}.

Trong thực tế chế tạo, vận chuyển và sử dụng kết cấu, tải trọng phát sinh có thể sai khác với giá trị tải trọng tiêu chuẩn p_{tc} tính toán đợc (có thể tăng lên hoặc giảm đi). Sự sai khác này có thể gây bất lợi cho kết cấu, nên trong tính toán thờng sử dụng giá trị tính toán của tải trọng gọi là ***tải trọng tính toán*** kí hiệu là p_{tt}, p_{tt} đợc tính bằng tích số giữa tải trọng tiêu chuẩn p_{tc} và một hệ số gọi là hệ số vợt tải (hoặc hệ số tin cậy) kí hiệu n.

$$p_{tt}=p_{tc}.n$$

Thông thờng $n\geq 1$, nghĩa là tải trọng tính toán thờng có giá trị lớn hơn tải trọng tiêu chuẩn. Tuy nhiên, khi kiểm tra ổn định chống lật, tải trọng do kết cấu chống lật nếu giảm xuống thì làm cho kết cấu bất lợi hơn thì lấy hệ số vợt tải n=0,9.

Hệ số vợt tải đợc tra ở phụ lục 1, phụ lục 2.

Cách tính p_{tc} sẽ đợc trình bày cụ thể trong các chơng sau.

3. Phân loại tải trọng theo thời gian tác dụng

Tải trọng đợc chia thành tải trọng thờng xuyên và tải trọng tạm thời tuỳ thuộc vào thời gian tác dụng của chúng.

3.1. Tải trọng thờng xuyên (tiêu chuẩn hoặc tính toán)

Tải trọng thờng xuyên là các tải trọng tác dụng không biến đổi trong quá trình xây dựng và sử dụng công trình.

Tải trọng thờng xuyên gồm có: khối lợng nhà, công trình (gồm khối lợng các kết cấu chịu lực và bao che)

3.2. Tải trọng tạm thời

Tải trọng tạm thời là các tải trọng có thể không có trong một giai đoạn nào đó của quá trình xây dựng và sử dụng. Gồm ba loại, tải trọng tạm thời ngắn hạn, tải trọng tạm thời dài hạn và tải trọng đặc biệt.

Tải trọng tạm thời dài hạn gồm có: khối lợng thiết bị cố định, áp lực chất lỏng, chất rời trong bể chứa và đờng ống, tải trọng tác dụng lên sàn do vật liệu chứa và thiết bị trong các phòng, kho, tải trọng do cầu trục,

Tải trọng tạm thời ngắn hạn gồm có: khối lợng ngời, vật liệu sửa chữa, phụ kiện và đồ gá lắp trong phạm vi phục vụ sửa chữa, tải trọng sinh ra khi chế tạo, vận chuyển và lắp dựng, *tải trọng lên sàn nhà ở, nhà công cộng lấy ở phụ lục 34,* tải trọng gió

Tải trọng tạm thời đặc biệt gồm có: tải trọng động đất, tải trọng do nổ.

4. Nội lực

Khi đã có sơ đồ tính toán kết cấu và các tải trọng tác dụng vào kết cấu thì nội lực đợc xác định theo các phơng pháp đã nghiên cứu trong Cơ học xây dựng, đó chính là các sơ đồ đàn hồi. Ngoài ra trong các kết cấu bê tông cốt thép cụ thể có sơ đồ tính siêu tĩnh, thì vật liệu làm việc ngoài giới hạn đàn hồi nên cần kể đến biến dạng dẻo khi xác định nội lực. Tuy nhiên hầu hết các kết cấu ta vẫn có thể sử dụng sơ đồ đàn hồi để tính toán.

Theo TCVN 2737-1995, ta cần phải xác định các ***tổ hợp tải trọng*** gồm có tổ hợp cơ bản và tổ hợp đặc biệt. Tuy nhiên thực tế thờng tìm các tiết diện có nôi lực nguy hiểm bằng cách ***tổ hợp nội lực***. Theo cách này ta tính nội lực cho từng loại tải trọng (tĩnh tải, hoạt tải...) sau đó tổ hợp lại để tìm nội lực nguy hiểm.

III. CỜNG ĐỘ CỦA VẬT LIỆU

Cờng độ của vật liệu là đặc trng cơ học quan trọng, ảnh hởng tới khả năng làm việc của kết cấu. Cờng độ là khả năng của vật liệu chống lại sự phá hoại dới tác dụng của ngoại lực (tải trọng, nhiệt độ, môi trờng....). Cờng độ vật liệu gồm nhiều loại khác nhau tơng ứng với hình thức chịu lực: kéo, nén, uốn...

Cờng độ của vật liệu phụ thuộc vào nhiều yếu tố: thành phần cấu trúc vật liệu, phơng pháp thí nghiệm, môi trờng, hình dáng kích thớc mẫu thử...Do đó để so sánh khả năng chịu lực của vật liệu ta phải tiến hành thí nghiệm trong điều kiện tiêu chuẩn (kích thớc, cách chế tạo mẫu, phơng pháp và thời gian thí nghiệm), đợc qui định trong các qui phạm. Thông thờng cờng độ đợc xác định theo phơng pháp phá hoại. Những loại cờng độ quan trọng là *cờng độ chịu nén, cờng độ chịu kéo, cờng độ chịu uốn*. Phơng pháp xác định các cờng độ vật liệu đợc trình bày đối với từng vật liệu cụ thể (gỗ, thép, bê tông,...) ở các ch-ơng sau.

IV. PHƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Có hai phơng pháp tính toán kết cấu công trinh: tính theo ứng suất cho phép và tính theo trạng thái giới hạn.

1. Tính toán theo ứng suất cho phép

Đây là phơng pháp tính cổ điển đã lạc hậu, tuy nhiên nó vẫn đợc một số nớc sử dụng, cũng nh một số loại công trình, kết cấu sử dụng.

Theo phơng pháp này khi tính toán thờng so sánh ứng suất lớn nhất do tải trọng sinh ra trong kết cấu với ứng suất cho phép:

$$\sigma_{max} \leq [\sigma]$$

Trong đó:

σ_{max}: ứng suất lớn nhất do các tải trọng đợc tổ hợp ở trờng hợp bất lợi nhất sinh ra trong tiết diện nguy hiểm của kết cấu.

$[\sigma]$: ứng suất cho phép $[\sigma] = \sigma^{gh}/k$

σ^{gh}: cờng độ giới hạn của mẫu thí nghiệm.

k: hệ số an toàn.

Khuyết điểm của phơng pháp này là sử dụng một hệ số an toàn k để xét đến nhiều nhân tố ảnh hởng. Mà hệ số này lại xác định theo thực nghiệm, thiếu căn cứ khoa học nên tính toán ra thờng quá lớn so với thực tế. Phơng pháp này đang dần đợc thay thế bằng phơng pháp tính toán theo trạng thái giới hạn.

2. Tính toán theo trạng thái giới hạn

Trạng thái giới hạn là trạng thái kể từ đó kết cấu không thể sử dụng đợc nữa. Kết cấu xây dựng sử dụng hai nhóm trạng thái giới hạn.

2.1. Trạng thái giới hạn thứ nhất (TTGHI)

Đây là trạng thái giới hạn về khả năng chịu lực của kết cấu . Cụ thể là đảm bảo cho kết cấu: *không bị phá hoại do tác dụng của tải trọng và tác động, không bị mất ổn định về hình dáng và vị trí, không bị phá hoại vì mỏi.*

Điều kiện tính toán là:

$$T \leq T_{td} \qquad (1.1)$$

Trong đó:

T: *Giá trị nguy hiểm có thể xảy ra của từng nội lực hoặc do tác dụng đồng thời của một số lực.T đợc tính toán theo tải trọng tính toán và đợc chọn trong các tổ hợp nội lực ứng với trờng hợp nguy hiểm đối với sự làm việc của kết cấu.*

T_{td}: *khả năng chịu lực (ứng với tác dụng của T) của tiết diện đang xét của kết cấu khi tiết diện chịu lực đạt đến trạng thái giới hạn. T_{td} đợc xác định theo đặc trng hình học của tiết diện và đặc trng tính*

toán của vật liệu.

Điều kiện (1.1) đợc cụ thế hoá trong phần tính toán các cấu kiện cơ bản của kết cấu thép, kết cấu gỗ và kết cấu bê tông cốt thép.

Điều kiện (1-1) đợc phép dùng với trờng hợp khi T và T_{td} ứng với:

- *T là ứng suất do tải trọng tính toán gây ra, T_{td} là cờng độ tính toán của vật liệu.*
- *T là tập hợp các tải trọng và tác động lên kết cấu, T_{td} là khả năng chịu lực tông thể của kết cấu.*

2.2. Trạng thái giới hạn thứ hai(TTGHII)

Đây là trạng thái giới hạn về điều kiện biến dạng. Khi kết cấu ở trạng thái này nó không đảm bảo điều kiện sử dụng bình thờng do biến dạng hay vết nứt vợt quá giới hạn cho phép.

Kiểm tra về biến dạng theo điều kiện:

$$f \le f_{gh} \qquad (1.2)$$

Trong đó:

f : *Biến dạng của kết cấu (độ võng, góc xoay, góc trợt) do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.*

f_{gh} : *Trị số giới hạn của biến dạng. Trị số giới hạn độ võng của một số kết cấu cho ở phụ lục cuối sách.*

Chuyển vị giới hạn cho phép đợc lấy theo qui định, theo yêu cầu sử dụng của kết cấu.

<u>*Chú ý*</u>: Tính toán theo trạng thái giới hạn có xét đến *khả năng chịu lực của toàn kết cấu*, khác với tính toán theo ứng suất cho phép khi ứng suất tại các điểm của kết cấu đạt tới giới hạn chảy nó vẫn có thể chịu đợc tải trọng (hoặc tiếp nhận thêm tải trọng). Do vậy, cách tính này *tận dụng đợc khả năng làm việc của vật liệu*, mang lại hiệu quả kinh tế cao. Tuy nhiên, cách tính này cũng *cho phép xuất hiện chuyển vị và biến dạng* (kể cả vết nứt) lớn. Nên nó cũng bị hạn chế sử dụng trong nhiều trờng hợp nh kết cấu chịu tải trọng động,

các kết cấu không cho phép nứt (sàn khu vệ sinh luôn tiếp xúc nớc), kết cấu tĩnh định (vì khi ứng suất tới giới hạn chảy – xuất hiện khớp dẻo làm cho kết cấu biến hình).

V. TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN KẾT CẤU

Chọn phơng án kết cấu: chọn dựa theo hình khối kiến trúc của công trình, căn cứ vào điều kiện địa chất thuỷ văn, nguồn nguyên vật liệu, điều kiện và công nghệ thi công.

Tính toán tải trọng và tác động: giả thiết gần đúng các tiết diện ngang rồi tính toán dựa theo TCVN 2737-95.

Tính toán sơ bộ kích thớc tiết diện các cấu kiện: dựa theo sơ đồ kết cấu và tải trọng tác dụng, tính gần đúng nội lực ở một số tiết diện, từ đó chọn các kích thớc sơ bộ. Bớc này có thể xuất phát từ kinh nghiệm thiết kế để đa ra các kích thớc sơ bộ.

Tính toán nội lực (tổ hợp nội lực).

Tính toán kiểm tra theo tiết diện đã chọn.

Hình thành bản vẽ.

Hồ sơ thiết kế: *gồm có bản thuyết minh tính toán, các bản vẽ và dự toán thiết kế. Trong bản thuyết minh phải trình bày các phơng án đã đợc nêu ra so sánh và lựa chọn. Phải có các số liệu xuất phát để thiết kế, phải trình bày một cách khoa học, dễ hiểu các nội dung tính toán đã làm. Đơn vị thi công căn cứu vào bản vẽ và dự toán thiết kế để lập phơng án và tiến hành thi công.*

Chơng 2

GỖ TRONG XÂY DỰNG

Mục tiêu: Học xong chơng 2 học sinh:

- *Nắm đợc các u nhợc điểm của kết cấu gỗ.*
- *Nắm đợc các đặc trng cơ học của gỗ.*

Trọng tâm:

Các u nhợc điểm của gỗ, tính chất cơ học và các yếu tố ảnh hởng tới tính chất cơ học của gỗ.

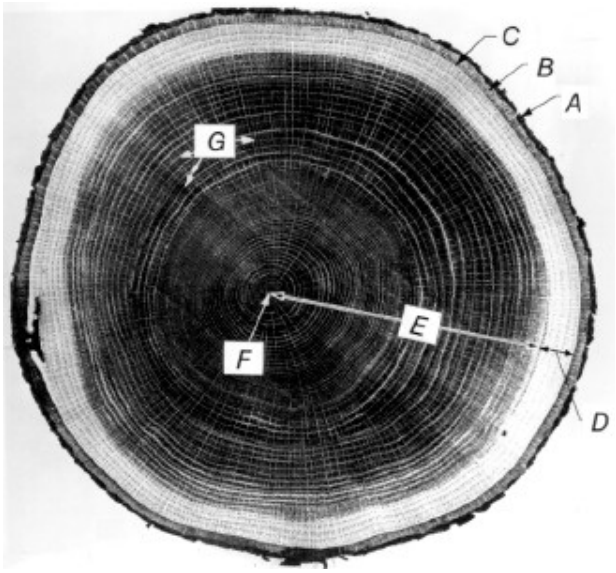
I. KHÁI NIỆM CHUNG

Gỗ là loại vật liệu xây dựng tự nhiên, phổ biến, có ở mọi vùng miền nên kết cấu gỗ đợc dùng rất rộng rãi từ lâu đời. Hiện nay, với sự phát triển của vật liệu xây dựng, cùng với sự khan hiếm gỗ, ở các thành phố lớn gỗ ít đợc sử dụng làm các kết cấu chịu lực cho công trình nữa mà hầu hết đợc sử dụng cho các công trình đặc biệt. Tuy nhiên ở vùng sâu, vùng xa sử dụng gỗ trong các kết cấu nhà cửa vẫn phổ biến. Để sử dụng tốt và hợp lí kết cấu gỗ, cần biết những u và nhợc điểm cũng nh phạm vi áp dụng của nó.

1. Cấu trúc của gỗ

Thớ tự nhiên của gỗ ảnh hởng rất lớn tới cách mà gỗ đợc sử dụng nh thế nào. Phần chính của gỗ đợc cấu tạo từ các tế bào bố trí dọc theo thân gỗ. Khi cây gỗ đợc khai thác tính chất và tổ chức của các tế bào này ảnh hởng tới cờng độ, độ co ngót của gỗ.

- Vỏ cây: gồm lớp vỏ ngoài và vỏ trong, để bảo vệ cây.
- Lớp gỗ giác: màu nhạt ẩm, chứa các chất dinh dỡng, dễ bị mục.
- Lớp gỗ lõi: là gỗ đã chết, chứa ít nớc, khó bị mục, mọt.
- Tủy gỗ: bộ phận mềm yếu nhất của gỗ, dễ mục nát, có loại xốp.



Hình 2.1: Mặt cắt ngang thân cây.

A) vỏ ngoài, B) Vỏ trong, C) Lớp phát sinh gỗ, D) Lớp gỗ giác

E) Lớp gỗ lõi, F) Tuỷ gỗ, G) Thớ gỗ

2. u - nhược điểm của kết cấu gỗ

2.1 u điểm

Gỗ là vật liệu nhẹ và khoẻ so với trọng lợng riêng của nó. Khi đánh giá chất lợng của vật liệu về mặt cơ học, ngời ta dùng hệ số phẩm chất c.

$$c = \frac{\gamma}{R} \quad \left(\frac{1}{m}\right)$$

Trong đó:

γ: Trọng lợng thể tích của vật liệu (KN/m^3).

R: Cờng độ của vật liệu (KN/m^3).

Sau đây là hệ số phẩm chất của một số vật liệu xây dựng thờng dùng:

Thép	Gỗ	Bê tông
$c=3,7.10^{-4}$	$c=4,5.10^{-4}$	$c=25.10^{-4}$

-Gỗ có phẩm chất cơ học gần bằng thép và gấp nhiều lần bê tông.

-Kết cấu gỗ gia công dễ dàng, đơn giản, thiết bị không phức tạp.

-Kết cấu gỗ có khả năng gia công sẵn rồi lắp rắp tại hiện trờng.

-Kết cấu gỗ là loại vật liệu phổ biển và có tính địa phơng.

-Gỗ là loại vật liệu có tính thẩm mỹ cao, cách nhiệt tốt.

2.2 Nhược điểm

-Gỗ là loại vật liệu không đồng nhất, không đẳng hớng.

-Gỗ dễ bị cong, vênh, nứt nẻ khi lợng nớc trong gỗ thay đổi.

-Gỗ là vật liệu dễ cháy.

-Gỗ dễ bị mối, mọt, mục... làm h hại trong quá trình sử dụng.

-Gỗ chịu ảnh hởng nhiều của khuyết tật nh mắt gố, thớ chéo.

-Giá thành cao do hiện tại gỗ trở nên quí, hiếm.

3. Phân loại gỗ

Theo nghị định 10CP, gỗ Việt Nam đợc chia thành 8 nhóm:

-Nhóm 1: Gồm những gỗ có hơng, sắc đặc biệt (gỗ quí) nh: lát, mun...

-Nhóm 2: Gồm những gỗ có cờng độ cao nh đinh, lim, sến, táu...

-Nhóm 3: Gồm những gỗ có tính dẻo, dai (chò chỉ, tếch, săng lẻ...).

-Nhóm 4: Có tên là nhóm gỗ hồng sắc loại tốt (gỗ re, mơ, giổi...)

-Nhóm 5: Hồng sắc loại tốt,tính chất cơ học cao hơn nhóm 4(giẻ, thông).

-Nhóm 6: Là nhóm hồng sắc loại thờng (sồi, bạch đàn, muồng...). Nhóm 7: Là nhóm gỗ tạp (gỗ đa).

-Nhóm 8: Là nhóm gỗ tạp loại xấu (gỗ gạo, sung, núc nác...).

Việc phân loại gỗ nhằm để quản lí và sử dụng hợp lí loại vật liệu tự nhiên quí này. Các gỗ nhóm 1,2 và 3 dùng để xuất khẩu hoặc dùng trong công trình đặc biệt.

Gỗ làm công trình xây dựng đợc qui định nh sau:

-*Nhà lâu năm quan trọng* nh nhà máy, hội trờng đợc dùng gỗ nhóm II làm kết cấu chịu lực, trừ lim, táu không đợc dùng. *Cột cầu, dầm cầu, cửa cống* dùng mọi gỗ nhóm II.

-*Nhà thông thờng* nh nhà ăn, nhà ở dùng gỗ nhóm V làm kết cấu chịu lực. Còn tất cả *các kết cấu không chịu lực* chính nh khung cửa, litô, các kết cấu tạm thời, ván khuôn, đà giáo... dùng gỗ nhóm VI trở xuống.

Hình 1.2: Kết cấu mái bằng gỗ

Hình 1.3: Cầu gỗ

4. Phạm vị sử dụng

Kết cấu gỗ đợc sử dụng rộng rãi với các loại công trình:

Nhà dân dụng: Nhà một tầng, hai tầng, nhà công cộng

Nhà sản xuất: Kho thóc gạo, chuồng trại chăn nuôi…

Giao thông vận tải: chủ yếu là làm cầu trên các đờng ô tô, đờng sắt.

Thủy lợi, cảng: làm càu tàu, bến cảng, cửa van, cống nhỏ, đập nhỏ...

Thi công công trình: gỗ đợc dùng làm đà giáo, ván khuôn...

Ta thấy gỗ có thể dùng trong nhiều ngành xây dựng cơ bản (hình 1.2 và hình 1.3), nhng với đặc điểm khí hậu và tình hình gỗ hiện nay của Việt Nam,

gỗ chỉ nên dùng ở các công trình vừa và nhỏ, không mang tính vĩnh cửu.

II. TÍNH CHẤT VẬT LÍ VÀ CƠ HỌC CỦA GỖ

1. Tính chất vật lí của gỗ

Tính chất vật lí của gỗ đã đợc đề cập chi tiết trong giáo trình Vật liệu xây dựng, sau đây chỉ trình bày những tính chất có liên quan và ảnh hởng lớn tới quá trình sử dụng gỗ trong kết cấu xây dựng.

1.1 Độ ẩm

Độ ẩm của gỗ là lợng nớc chứa trong gỗ, xác định theo (2.1):

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2} 100\% \qquad (2.1)$$

Trong đó:

G_1: Trọng lợng gỗ ẩm.

G_2: Trọng lợng gỗ sau khi sấy cho nớc bốc hơi hết.

Gỗ mới hạ có độ ẩm lớn (30-50%). Để tự nhiên trong không khí, sau quá trình lâu dài độ ẩm của gỗ dần dần thăng bằng, ít biến động. Gỗ Việt Nam có độ ẩm thăng bằng trong khoảng 17-20%. Độ ẩm ảnh hởng lớn tới cờng độ và sự co ngót của gỗ. Do đó, trớc khi sử dụng gỗ cần thiết phải hong, sấy khô để đạt tới độ ẩm thăng bằng.

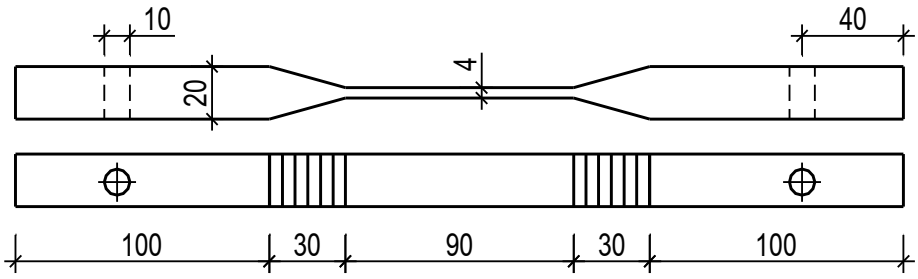
1.1 Khối lợng thể tích

Khối lợng thể tích cũng là một đặc trng về độ bền của gỗ: gỗ càng nặng thì càng khoẻ. Nớc ta có nhiều loại gỗ rất nặng (có thể chìm trong nớc) ví dụ gỗ nghiến khối lợng thể tích là 1,1t/m^3; sến 1,08 t/m^3. Ngoài ra có các loại gỗ khá nhẹ nh sung, muồng trắng, dới 0,45t/m^3.

2. Tính chất cơ học

2.1 Tính chịu kéo

Hình 1.4 trình bày mẫu thí nghiệm gỗ khi chịu kéo. Giới hạn chịu kéo của gỗ dọc thớ rất cao. Ở độ ẩm W=15% (gỗ khô) giới hạn cờng độ chịu kéo của gỗ thông là 10kN/cm^2, mô đun đàn hồi E là 1.100-1.400KN/cm^2.



Hình 2.4 Mẫu thí nghiệm chịu kéo

Biểu đồ làm việc của gỗ thông Liên Xô (cũ) khi chịu kéo trình bày trên hình 2.5a. Khi chịu kéo không tìm thấy giới hạn chảy nên ngời ta nói gỗ dòn khi kéo. Thí nghiệm cho biết một thanh gỗ có mắt, nếu đờng kinh mắt $\leq 1/4$ cạnh tiết diện thì khả năng chịu kéo của gỗ chỉ còn 25÷27% so với thanh gỗ cùng loại, cùng kích thớc nhng không có tật.

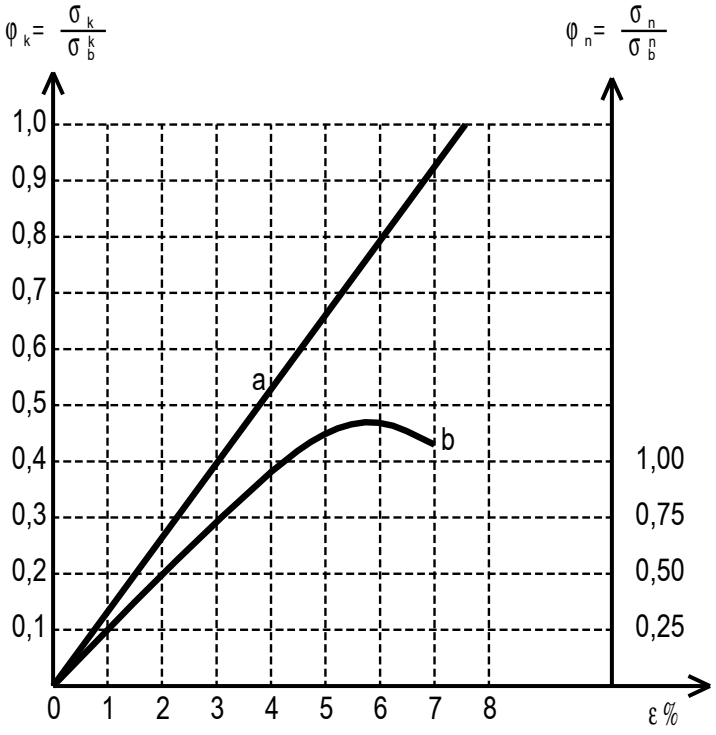
Giới hạn cờng độ chịu kéo ngang thớ của gỗ rất thấp, chỉ bằng 20÷25% giới hạn cờng độ chịu kéo dọc thớ. Giới hạn cờng độ chịu kéo dọc thớ của gỗ tuy cao song nó chịu ảnh hởng nhiều của mắt tật nên khi tính toán ngời ta chỉ lấy từ $1/10 \div 1/8$ giới hạn xác định đợc bằng thí nghiệm. Vì vậy trong thực tế không dùng gỗ làm những cấu kiện chịu kéo độc lập. Nếu buộc phải dùng, phải chọn gỗ có chất lợng tốt.

2.2 Tính chịu nén

Lấy mẫu gỗ khô (hình 1.6) độ ẩm từ 10÷12%, không mắt tật, có kích thớc tiết diện 20×20×30 (cm^3) đem ép. Tăng dần lực đến khi mẫu bị phá hoại, lúc này phía giữa mẫu thử có gợn nhăn do các thớ gỗ bị chùn lại, gỗ không còn khả năng chịu ép nữa.

Mỗi khi tăng ứng suất nén biến dạng của mẫu thử tăng lên, biểu đồ chịu nén nh hình 2.5b. Khả năng chịu nén ngang thớ của gỗ rất thấp. Thí nghiệm cho biết, giới hạn nén ngang thớ chỉ bằng $1/2$ giới hạn cờng độ chịu nén dọc thớ. Ở độ ẩm 15%, giới hạn cờng độ chịu nén của gỗ thông Nga là 3,9 kN/cm^2, gỗ giẻ Việt Nam (nhóm 5) là $5{,}7\,kN/cm^2$. Khi chịu nén gỗ ít chịu ảnh hởng của khuyết tật. Kết quả thí nghiệm cho biết, nếu đờng kính mắt gỗ

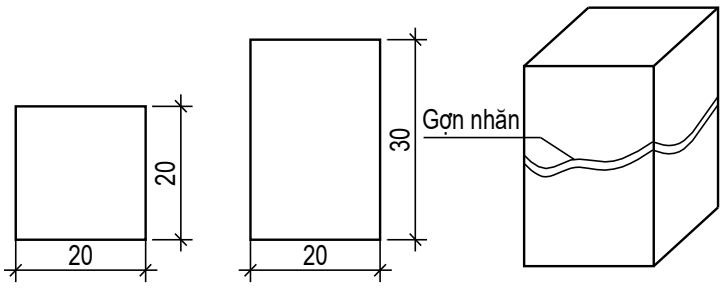
bằng 1/3 cạnh tiết diện thì cờng độ của nó khi nén còn từ 60÷70% giới hạn cờng độ của thanh có cùng chất lợng và kích thớc nhng không có khuyết tật.



Hình 2.5 : Biểu đồ làm việc của gỗ thông
a) Khi kéo dọc thớ; b) khi nén dọc thớ

Tuy giới hạn cờng độ chịu nén dọc thớ của gỗ khi thí nghiệm nhỏ hơn nhiều so với giơi hạn cờng độ khí kéo, nhng giới hạn này lại ổn định hơn vì ít chịu ảnh hởng của khuyết tật nên nó đợc dùng để đánh giá và phân loại gỗ.

Trên biểu đồ nén vật liệu gỗ ngời ta thấy xuất hiện biến dạng dẻo và ngời ta nói gỗ làm việc nh vật liệu dẻo khi chịu nén. Đây là nguyên nhân làm cho c-ờng độ chịu nén ổn định hơn cờng độ chịu kéo.



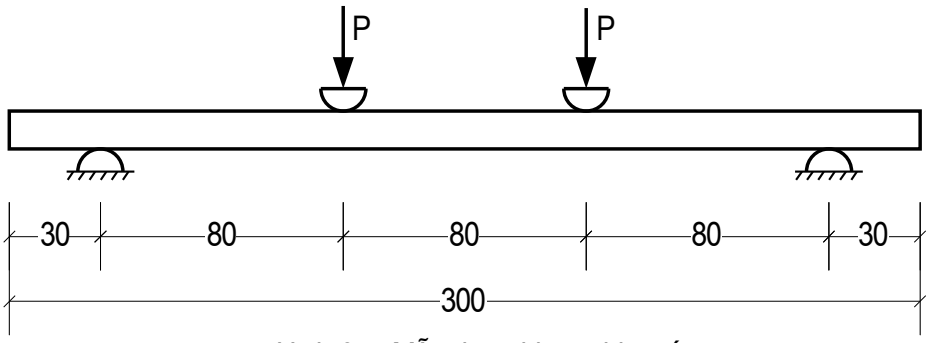
Hình 2.6 Mẫu thí nghiệm chịu nén

-Cờng độ chịu nén dọc thớ kí hiệu là R_n

-Cờng độ chịu nén ngang thớ kí hiệu là R_n^{90}

2.3. Tính chịu uốn

Lấy một mẫu gỗ không mắt tật, tiết diện 2×2(cm^2), dài 30cm đặt lên hai gối tựa của máy thí nghiệm. Các gối tựa cách mút ngoài thanh là 3cm (hình 1.7). Tác dụng hai lực tập trung cách đều gối tựa một đoạn 8 cm rồi tăng dần lực P, ta thấy:

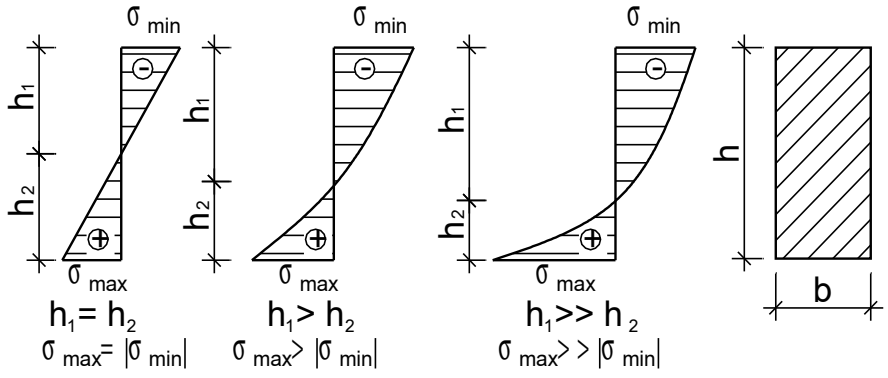


Hình 2.7: Mẫu thí nghiệm chịu uốn

-Lúc đầu khi P còn nhỏ, thanh vẫn thẳng, trục trung hoà ở giữa tiết diện. Trên tiết diện ngang, ứng suất nén và ứng suất kéo tại các thớ biên có trị số bằng nhau.

-Khi tăng thêm tải trọng P, trục trung hoà lùi dần xuống miền chịu kéo của tiết diện. Tại các thớ biên, ứng suất kéo lơn hơn ứng suất nén.

-Tiếp tục tăng lực P thì trục trung hoà của tiết diện càng lùi sâu xuống vùng kéo của tiết diện. Tại các thớ biên, ứng suất kéo lơn hơn nhiều so với ứng suất nén. Trên hình 2.8b trình bày sự phân bố lại ứng suất trên tiết diện ngang khi gỗ chịu uốn.



Hình 2.8: Biểu đồ chịu uốn của gỗ

2.4. Tính chịu ép mặt (chịu nén cục bộ)

Có ba trạng thái chịu ép mặt (chịu nén cục bộ):

-*Ép mặt dọc thớ*: Lực ép mặt song song với thớ gỗ

-*Ép mặt ngang thớ*: Lực ép mặt tạo với thớ gỗ một góc 90^0

-Ép mặt xiên thớ: Lực ép mặt tạo với thớ gỗ một góc α

Khi chịu ép mặt dọc thớ cờng đọ của gỗ cao tơng đơng cờng độ nén dọc thớ. Trong tính toán lấy chúng bằng nhau.

Khi chiu ép mặt ngang thớ ($\alpha=90^0$) cờng độ gỗ có giá trị nhỏ nhất trong ba trạng thái ép mặt.

Khi chịu ép mặt xiên thớ, cờng độ của gỗ có giá trị trung gian giữa ép mặt dọc thớ và ngang thớ.

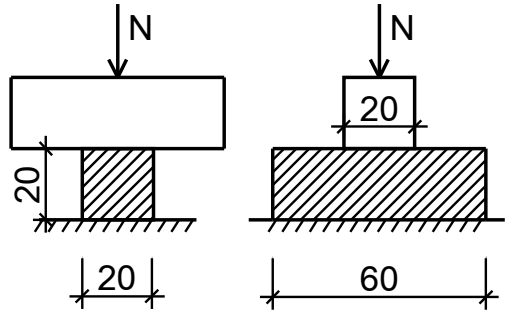
$$R_{em}^{90} < R_{em}^{\alpha} < R_{em}$$

Trên Hình 2.9 trình bày mẫu thí nghiệm chịu ép mặt ngang thớ.

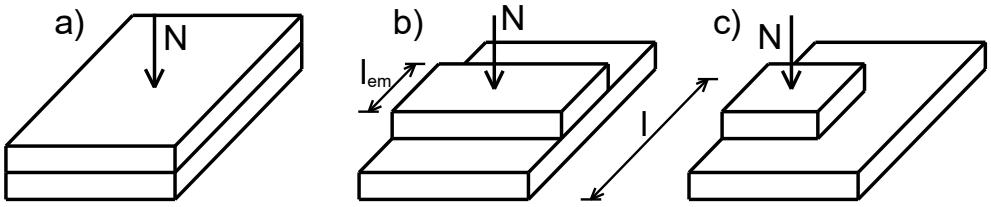
Ta gọi chiều dài phân tố chịu ép mặt là l và chiều dài ép mặt là l_{em} ta có:

-Nếu $l/l_{em} < 3$ thì tỉ số này càng lớn khả năng chịu ép mặt càng tăng.

-Nếu $l/l_{em} \geq 3$ thì khả năng chịu ép mặt không thay đổi.



Hình 2.9 Mẫu thí nghiệm ép mặt ngang thớ



Hình 2.10 Các dạng ép mặt ngang thớ
a) ép mặt ngang thớ trên toàn bề mặt
b) ép mặt trên toàn chiều rộng và một phần chiều dài
c) ép mặt trên một phần chiều rộng và một phần chiều dài

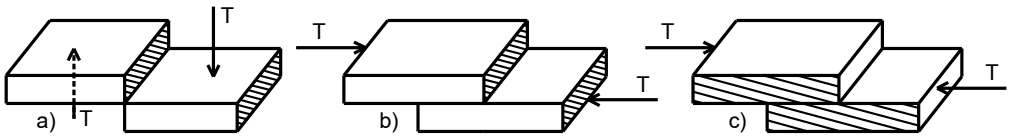
Qua thí nghiệm, tìm ra mối quan hệ giữa 3 loại cờng độ nh sau:

$$R_{em}^{\alpha} = \frac{R_{em}}{1 + \left(\frac{R_{em}}{R_{em}^{90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \qquad (2.2)$$

Với $R_{em}, R_{em}^{90}, R_{em}^{\alpha}$ là cờng độ ép mặt dọc thớ, ngang thớ và xiên thớ.

2.5. Tính chịu cắt (chịu trợt)

Trên hình 2.11 trình bày các mẫu thí nghiệm khi chịu cắt (hay còn gọi là chịu trợt) của gỗ. Có 3 trờng hợp cắt: Cắt đứt thớ (hình 2.11a), cắt dọc thớ (2.11b) và cắt ngang thớ (2.11c).



Hình 2.11 Các hình thức chịu cắt

Cắt dọc thớ đợc chia ra làm hai trờng hợp (Hình 2.12)

+ Cắt xiên tâm

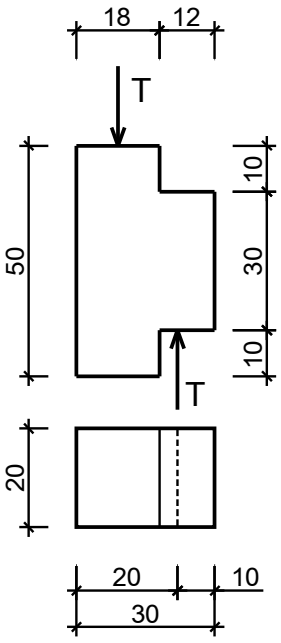
+ Cắt tiếp tuyến

Với gỗ thông Nga có c-ờng độ chịu cắt xuyên tâm lớn hơn cờng độ chịu cắt tiếp tuyến. Cờng độ chịu cắt của gỗ phụ thuộc vào các yếu tố sau:

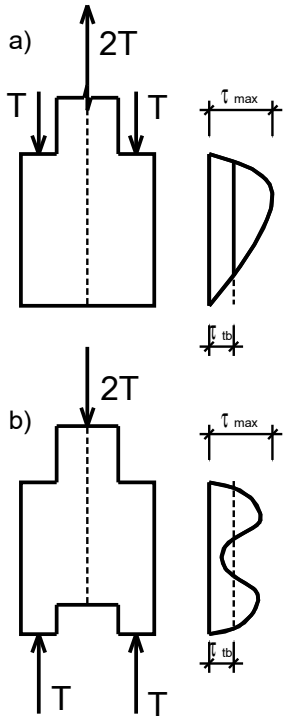
-Góc α giữa mặt phẳng lực cắt và thớ gỗ.

-Cách đặt lực: khi lực cắt đặt ở giữa hai phái mặt cắt thì gỗ chịu ép cắt.

-Trờng hợp lực đặt ở một phía của mặt cắt thì gỗ bị t-ớc. Khi gỗ bị ép cắt ứng suất phân bố đều hơn khi bị tớc.



Hình 2.12 Mẫu thí nghiệm cắt dọc thớ



Hình 2.13 Biểu đồ ứng suất khi chịu cắt của gỗ
a) cắt ở một phía
b) cắt ở hai phía

Thí nghiệm cho thấy cờng độ chịu cắt xiên thớ một góc có giá trị trung gian giữa cờng độ chịu cắt dọc thớ và cờng độ chịu cắt ngang thớ. Mối quan hệ giữa ba loại cờng độ này đợc xác định theo công thức sau:

$$R_c^{\alpha} = \frac{R_c}{1 + \left(\frac{R_c}{R_c^{90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \qquad (2.3)$$

Trong đó:

R_c: Cờng độ chịu cắt dọc thớ.
R_c^{90}: Cờng độ chịu cắt ngang thớ.
α: Góc hợp bởi phơng của lực tác dụng và thớ gỗ.

III. CÁC YẾU TỐ ẢNH HỞNG TỚI TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA GỖ

1. Độ ẩm

Độ ẩm tăng từ không đến điểm bão hoà (khoảng 30%) thì cờng độ và môđun đàn hồi của gỗ giảm đi. Để tính cờng độ gỗ ở độ ẩm W, khi biết cờng độ ứng với độ ẩm tiêu chuẩn ở w=18% dùng công thức:

$$R_W = \frac{R_{18}}{1 + \alpha (W - 18)} \qquad (2.4)$$

$$\text{Hoặc } R_{18} = R_W [1 + \alpha (W - 18)] \qquad (2.5)$$

Trong đó:

R_{18}: Cờng độ gỗ ở độ ẩm tiêu chuẩn 18%.
α: Hệ số xét tới ảnh hởng của độ ẩm, với gỗ thông Liên Xô

+ α=0,04÷0,05 khi nén dọc thớ.

+ α=0,04 khi uốn.

+ α= 0,03 khi cắt dọc thớ.

W: Độ ẩm của gỗ mà ở đó ta tính cờng độ.

2. Nhiệt độ

Nhiệt độ tăng thì cờng độ của gỗ giảm đi. Thí nghiệm cho biết nếu tăng nhiệt đồ từ 20÷25^{0}C đến nhiệt độ 50^{0}C (tức là phạm vi thay đổi trong thực tế sử dụng) thì cờng độ của gỗ giảm nh sau: Cờng độ kéo giảm 15-20%, cờng độ nén giảm 20-40%, cờng độ trợt giảm 15-20%.

Tính cờng độ của gỗ ở nhiệt độ T:

$$R_T = R_{20} - \beta(T - 20) \quad (2.6)$$

Trong đó:

R_T: Cờng độ của gỗ ở nhiệt độ T.
R_{20}: Cờng độ của gỗ ở nhiệt độ tiêu chuẩn ($T=20^0C$).
T,20: Nhiệt độ tại đó cần xét cờng độ và nhiệt độ tiêu chuẩn
β: Hệ số xét đến ảnh hởng của nhiệt độ, phụ thuộc loại gỗ và trạng thái chịu lực.

Ví dụ nh với gỗ thông Nga:

+ Khi nén dọc thớ: $\beta = 0,35$ +Khi uốn: $\beta=0,45$

+ Khi kéo dọc thớ: $\beta=0,4$ +Khi trợt dọc thớ: $\beta=0,04$

Nhiệt độ tăng nên môđun đàn hồi E của gỗ giảm đi (tới hai lần) làm cho biến dạng tăng lên. Vì đó *kết cấu chịu lực thờng xuyên ở nhiệt độ 50^0C không đợc phép sử dụng vật liệu gỗ.*

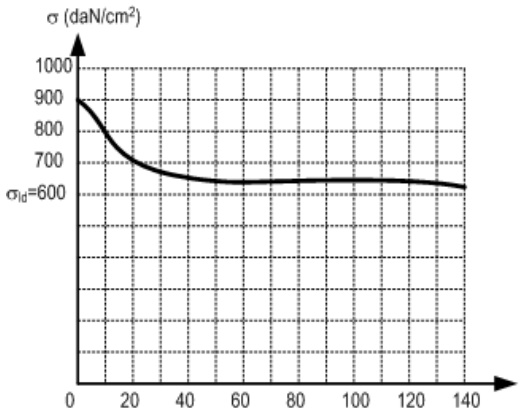
3. Thời gian chịu tải

Thí nghiệm của viện sĩ F.P. Beliankin về ảnh hởng của tải trọng tác dụng lâu dài (thờng xuyên) tới cờng độ của gỗ cho thấy: cờng độ gỗ giảm khi chịu tải lâu dài nhng không giảm tới không mà giảm tới giá trị không đổi là σ_{ld} (ứng suất lâu dài), hình 2.14. Cờng độ bề lâu của gỗ bằng 0,5÷0,6 cờng độ giới hạn khi thí nghiệm.

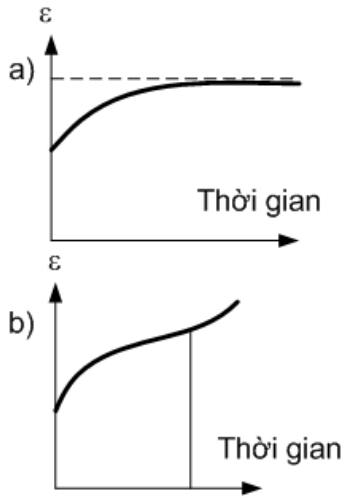
Khi tính toán kết cấu gỗ cần chú ý thiết kế sao cho ứng suất trong cấu kiện nhỏ hơn độ bền lâu để kết cấu không bị phá hoại. Trên hình 2.15 trình bày biến dạng của gỗ trong hai trờng hợp sau:

-Khi ứng suất trên tiết diện nhỏ hơn cờng độ lâu bền (Hình 2.15a)

-Khi ứng suất trên tiết diện lớn hơn cờng độ bền lâu (Hình 2.15b)



Hình 2.14. Số ngày kéo dài trước khi bị phá hoại



Hình 2.15. Biến dạng của gỗ theo thời gian
a) Khi $\sigma < R_b$
b) Khí $\sigma > R_b$

4. Những mắt tật của gỗ và môi trờng xung quanh

Gỗ là vật liệu xây dựng chịu ảnh hởng nhiều của thiên nhiên và tác dụng của sinh vật ở môi trờng xung quanh. Đó là ảnh hởng của tật, bệnh (mắt cây, thớ nghiêng, thớ vẹo, khu nứt) và của nấm, mối, mục, mọt....Vì vậy cần bảo quản tốt và có biện pháp cần thiết để bảo vệ kết cấu khỏi sự phá hoại của môi trờng xung. Biện pháp bảo quản thờng sử dụng là: trớc khi sử dụng, gỗ phải đợc bảo quản ở môi trờng khô ráo và tốt nhất là ngâm tẩm hoá chất để tránh mối mọt.

Câu hỏi ôn tập

1) Nêu các u nhợc điểm và phạm vi sử dụng kết cấu gỗ?
2) Gỗ đợc chia làm mấy nhóm, cách chọn nhóm gỗ khi sử dụng?
3) Kể tên các tính chất cơ học quan trọng của gỗ?
4) Độ ẩm, nhiệt độ và thời gian chịu tải ảnh hởng tới cờng độ của gỗ nh thế nào?

Chơng 3

TÍNH TOÁN CÁC CẤU KIỆN CƠ BẢN

Mục tiêu: Học xong chơng này học sinh có thể:

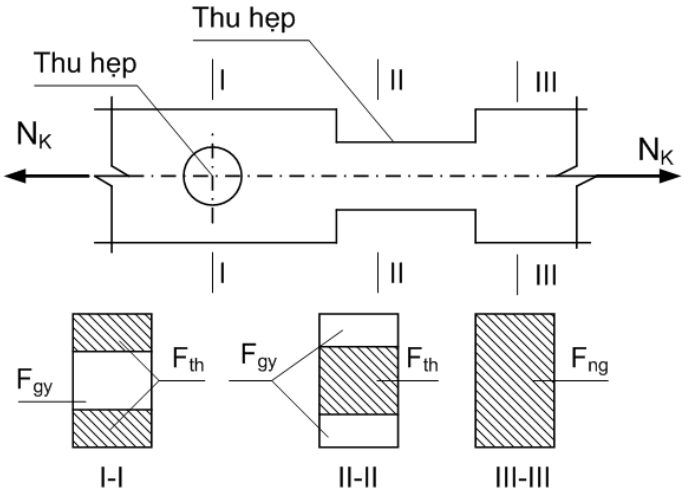
Làm đợc bài toán thiết kế, kiểm tra cấu kiện chịu nén, kéo đúng tâm, dầm gỗ chịu uốn phẳng.

Trọng tâm: *Tính toán và kiểm tra khả năng chịu lực cấu kiện chịu kéo, nén đúng tâm và cấu kiện chịu uốn phẳng.*

Các cấu kiện cơ bản của kết cấu gỗ gồm: *cấu kiện chịu kéo, nén đúng tâm, cấu kiện chịu uốn phẳng, cấu kiện chịu xoắn*. Biến dạng, ứng suất trên tiết diện của các cấu kiện này đã đợc nghiên cứu kĩ ở môn ***Cơ học xây dựng***. Chơng này sẽ sử dụng các phơng trình ứng suất, biến dạng đã biết đó vào phân tích kết cấu gỗ.

I. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU KÉO ĐÚNG TÂM

Cấu kiện chịu kéo đúng tâm khi lực nằm dọc theo trục của cấu kiện. Khi cấu kiện có chỗ giảm yếu (rãnh, lỗ...) thì hiện tợng chịu kéo đúng tâm xảy ra khi chỗ giảm yếu này đối xứng với trục cấu kiện.



Hình 3.1 Cấu kiện chịu kéo đúng tâm

Ứng suất trong thanh chịu kéo đúng tâm tính theo công thức:

$$\sigma_k = N_k / F_{th} \qquad (3.1)$$

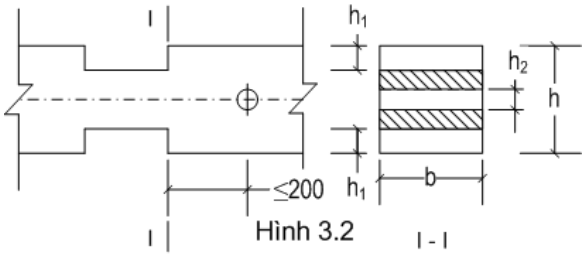
Trong đó:

N : lực kéo tính toán.

F_{th}: Diện tích tiết diện đã thu hẹp của cấu kiện bằng diện tích nguyên F_{ng} trừ đi diện tích giảm yếu F_{gy} (diện tích bị khoét đi) $F_{th} = F_{ng} - F_{gy}$

Qui định về giảm yếu

- Mọi chỗ *giảm yếu cách nhau≤20cm thì coi nh cùng nằm trên một tiết diện* để tránh sự phá hoại gỗ theo đờng gẫy khúc.



Hình 3.2

- Diện tích tiết diện giảm yếu không lớn quá 50% diện tích tiết diện nguyên: $F_{gy} \le 50\%F_{ng}$

1. Công thức kiểm tra tiết diện

Kiểm tra theo công thức:

$$\sigma_k = N_K / F_{th} \le R_k \qquad (3.2)$$

Trong đó: R_k cờng độ chịu kéo tính toán của gỗ

2. Công thức thiết kế tiết diện

Từ (3.2) ta có:

$$F_{th} \ge N_K / R_k \qquad (3.3)$$

Có F_{th} thì căn cứ vào hình dáng và đặc điểm giảm yếu của tiết diện để xác định ra các kích thớc tiết diện.

Ví dụ 3-1

Kiểm tra bền thanh quá giang có kích thớc và chịu lực nh hình vẽ (Hình 3.3). Biết N_K=40kN. Thanh quá giang dùng gỗ nhóm VI, W=18%.

<u>*Các số liệu*</u>:

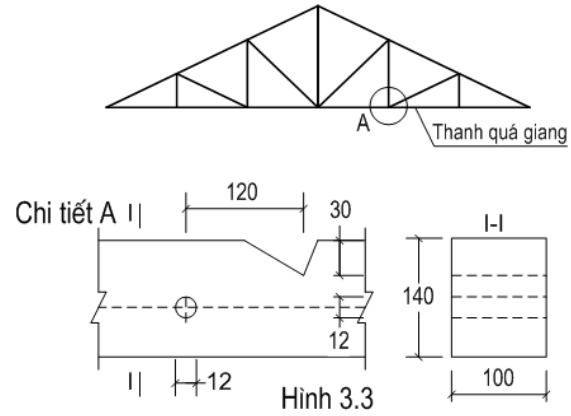
Ta thấy các giảm yếu trên quá giang không thẳng và cách nhau một khoảng 12cm<20cm nên tiết diện giảm yếu để tính toán là:

$F_{gy} = 10(3 + 1,2) = 42cm^2$. $F_{th} = F_{ng} - F_{gy} = 10.14 - 10(3 + 1,2) = 98cm^2$

Với gỗ nhóm VI, W=18%, tra phụ lục 3 có: R_k=0,95 kN/cm^2

Kiểm tra: $\sigma_k = N_k/F_{th} = 40/98 = 0{,}41 kN/cm^2 < R_k = 0{,}95 kN/cm^2$

Kết luận: Thanh quá giang đảm bảo đủ khả năng chịu lực.



Hình 3.3

II. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM

Cấu kiện chịu nén đúng tâm là cấu kiện chịu tác của lực nén đặt trùng với trục của cấu kiện.

Trong kết cấu gỗ, cấu kiện chịu nén đúng tâm thờng gặp là: *Cột nhà, cột chống dàn giao, chống ván khuôn...Các thanh kèo, các thanh chống chéo trong vì kèo gỗ.*

Cấu kiện chịu nén đúng tâm bị phá hoại khi:

- *Cờng độ chịu lực không đủ.*
- *Độ ổn định không đủ.*

1. Công thức kiểm tra tiết diện

Cấu kiện chịu nén đúng tâm đủ chịu lực cần phải đảm bảo ba điều kiện:

- *Điều kiện cờng độ.*
- *Điều kiện độ mảnh.*
- *Điều kiện ổn định.*

1.1 Điều kiện cờng độ

$$\sigma_n = N_n/F_{th} \le R_n \qquad (3.4)$$

1.3 Điều kiện độ mảnh

$$\lambda_{max} = l_0/r_{min} \le [\lambda] \qquad (3.5)$$

Trong các biểu thức (3.4) (3.5) thì:

σ_n: Ứng suất do lực nén tính toán tại tiết diện bất lợi gây ra.
N_n: Lực nén tính toán tại tiết diện bất lợi.
l_0: Chiều dài tính toán của cấu kiện. Tính theo: $l_0 = \mu l$
l: Chiều dài thực tế của cấu kiện.
λ_{max}: Độ mảnh theo phơng nguy hiểm

$[\lambda]$: Độ mảnh giới hạn, lấy theo phụ lục 4.

μ: Hệ số phụ thuộc vào liên kết hai đầu thanh, tra theo phụ lục 5.

r_{min}: Bán kính quán tính nhỏ nhất của tiết diện nguyên. Tính theo công thức SBVL: $r = \sqrt{J_{ng}/F_{ng}}$

- *Đối với tiết diện chữ nhật b là cạnh ngắn*: $r_{min} = b/\sqrt{12}$

- *Đối với tiết diện tròn đờng kính d*: $r_{min} = 0{,}25d$

1.3 Điều kiện ổn định

$$\sigma_n = \frac{N_n}{\varphi . F_{tt}} \le R_n \qquad (3.6)$$

Trong đó:

σ_n: Ứng suất do lực nén tính toán tại tiết diện bất lợi gây ra.

N_n: Lực nén tính toán tại tiết diện bất lợi.

F_{tt}: Diện tích tính toán của tiết diện khi xét về ổn định:

- Khi trên cấu kiện không có lỗ khuyết: $F_{tt}=F_{ng}$

- Khi có lỗ khuyết ở giữa tiết diện (H3.3'a):

+ Nếu $F_{gy} \le F_{ng}/4 \rightarrow F_{tt} = F_{ng}$

+ Nếu $F_{gy} > F_{ng}/4 \rightarrow F_{tt} = (3/4)F_{th}$

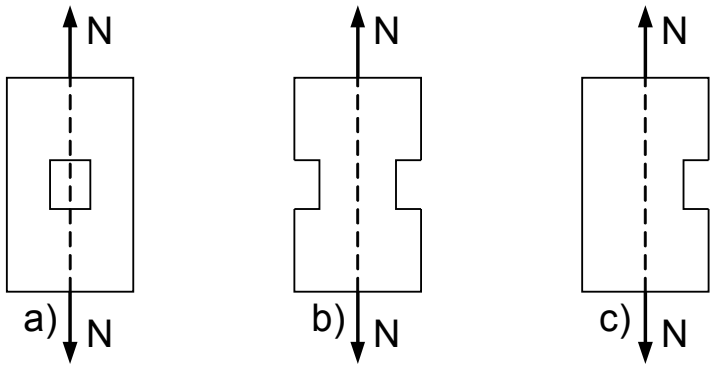
- Khi có lỗ khuyết đối xứng ở mép tiết diện thì $F_{tt}=F_{th}$ (H3.3'b)

- Khi lỗ khuyết không đối xứng, không tính theo nén đúng tâm.

φ: Hệ số uốn dọc (phụ thuộc vào độ mảnh λ tính ở 3.5), đã phân tích ở môn Cơ học xây dựng, cụ thể kết cấu gỗ với $E/R_n^{gh} = 312$ cho mọi loại gỗ các kết quả về ổn đinh rút ra:

+ Khi $\lambda > 75$: $\varphi = \frac{3100}{\lambda^2}$

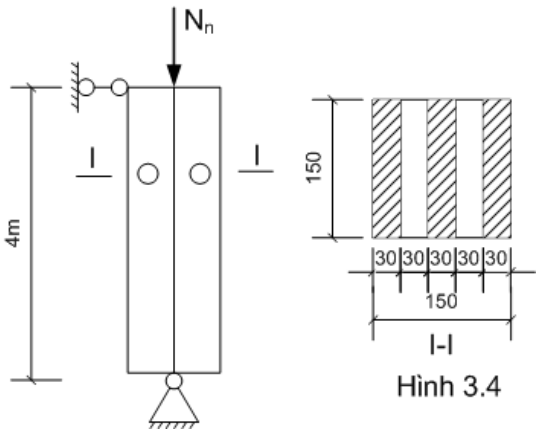
+ Khi $\lambda \le 75$: $\varphi = 1 - 0{,}8\left(\frac{\lambda}{100}\right)^2$ (*Công thức Côsêcôp*)



Hình 3.3': Một số sơ đồ thanh chịu nén

Thí dụ 3.2

Kiểm tra khả năng chịu lực của cột chịu nén đúng tâm nh hình 2-5 biết: Lực nén tính toán N_n^{tt}=108kN; chiều cao cột là 4m, [λ] = 120. Cột làm bằng gỗ nhóm VI, W=18%.



Hình 3.4

Lời giải:

1) Số liệu tính toán

Gỗ nhóm VI, độ ẩm W=18%, tra phụ lục 3: R_n=1,15kN/cm^2.

$F_{th}=F_{ng}-F_{gy}$=15.15-2.3.15=135cm^2.

Tra phụ lục 5: μ=1; $\lambda_{max} = l_0/r_{min} = 1.400/(0,289.15) = 92 > 75$.

Tính φ theo: $\varphi = 3100/\lambda^2 = 3100/92^2 = 0,37$

2) Kiểm tra điều kiện cờng độ

$$\sigma_n = N_n^{tt}/F_{th} = 108/135 = 0,8 kN/cm^2 < R_n = 1,55 kN/cm^2.$$

Điều kiện cờng độ đợc đảm bảo.

4) Kiểm tra điều kiện độ mảnh

$\lambda_{max} = 92 < [\lambda] = 120$. Điều kiện độ mảnh đảm bảo.

3)Kiểm tra điều kiện ổn định

$$\sigma_n = N^{tt}/\varphi.R_n = 108/(0,37.135) = 2,16 kN/cm^2 > R_n$$

Điều kiện ổn định không đảm bảo.

5)Kết luận: Cột không đảm bảo chịu lực.

Thí dụ 3.3

Kiểm tra tiết diện một thanh chịu nén đúng tâm. Cho biết thanh có tiết diện 18×12 cm²; dài 4,24m, hai đầu liên kết khớp. Lực nén tính toán là 57kN. Cờng độ chịu nén tính toán của gỗ R_n=13MN/m². [λ]=150.

Lời giải

1) Số liệu tính toán

$F_{th} = F_{tt} = 18x12 = 216cm^2$; N=57 kN=57.10³N.

r_{min}=0,289b=0,289.12=3,43cm. μ=1 → chiều dài tính toán l_0=l=424cm.

2) Kiểm tra cờng độ

$\sigma = N/F_{th} = 57000/216 = 264\,N/cm^2 = 2,64\,MN/m^2 < 13\,MN/m^2$

Điều kiện cờng độ đảm bảo.

3) Kiểm tra độ mảnh

$\lambda_{max} = l_0/r_{min} = 424/4,43 = 123 < [\lambda] = 150$:độ mảnh đảm bảo.

4) Kiểm tra ổn định

$\lambda = 123 > 75 \rightarrow \varphi = 3100/123^2 = 0,205$.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F_{tt}} = \frac{57.10^3}{0,205.18.12} = 1280\frac{N}{cm^2} = 12,8\frac{MN}{m^2} < 13\frac{MN}{m^2} \rightarrow \text{Đảm bảo}$$

5)Kết luận Thanh gỗ chịu nén đủ khả năng chịu lực.

2. Công thức thiết kế tiết diện

Côsêcôp đề xuất phơng pháp chọn tiết diện thanh khi đã biết nội lực. Khi tính toán theo phơng pháp này cần *xác định trớc hình dáng tiết diện* của cấu kiện (tròn, vuông, hay chữ nhật) *và độ mảnh* λ(lớn hơn hay nhỏ hơn 75) từ đó chọn công thức tính φ.

2.1. Trờng hợp giả thiết λ>75

Từ (3.6) áp dụng cho độ mảnh $\lambda>75$ ta có: $N = \varphi R_n F = \frac{3100}{\lambda^2} R_n F$

Hoặc: $$F = \frac{N\lambda^2}{3100R_n} \quad (3.7)$$

2.1.1. Với tiết diện chữ nhật và tiết diện vuông

Với $k=h/b$; $F_{tt} = b \times h = kb^2$; Ta có: $\lambda^2 = 12kl_0^2/F_{tt}$ thế vào (3.7):

$$F \geq \frac{l_0}{16}\sqrt{\frac{kN}{R_n}} \quad (3.8) \qquad b = \sqrt{\frac{F}{k}} \quad (3.9)$$

Với tiết diện vuông (k=1):

$$F \geq \frac{l_0}{16}\sqrt{\frac{N}{R_n}} \quad (3.10) \qquad b = \sqrt{F} \quad (3.11)$$

2.1.2. Với tiết diện tròn

Đờng kính tiết diện là D: $F = \pi D^2/4 \rightarrow D^2 = 4F/\pi \rightarrow \lambda^2 = 4\pi l_0^2/F$

Thế vào (3.7) rút ra đợc:

$$F = \frac{l_0}{15,75}\sqrt{\frac{N}{R_n}} \quad (3.12) \qquad D = 1,135\sqrt{F} \quad (3.13)$$

2.2. Trờng hợp giả thiết $\lambda \leq 75$

Từ (3.6) áp dụng cho độ mảnh $\lambda \leq 75$ ta có: $N = \left[1 - 0,8\left(\frac{\lambda}{100}\right)^2\right] R_n F$

Từ đó rút ra: $$F = N/R_n + 0,00008\lambda^2 F \quad (3.14)$$

2.2.1 Với tiết diện chữ nhật và tiết diện vuông

Nh phần 2.1 ta thay λ vào (3.14):

$$F = N/R_n + 0,001kl_0^2 \quad (3.15)$$

Với tiết diện vuông thì k=1:

$$F = N/R_n + 0,001l_0^2 \quad (3.16)$$

2.2.2 Với tiết diện tròn

$$F = N/R_n + 0,001l_0^2 \quad (3.17)$$

$$D = 1,135\sqrt{F} \quad (3.18)$$

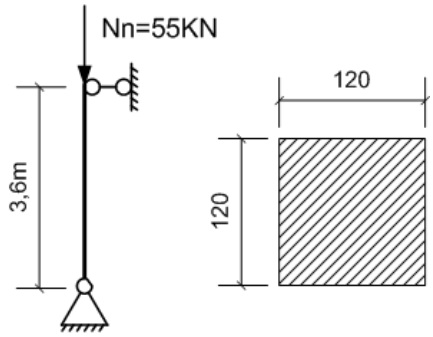
Chú ý: Khi xác định đợc diện tích tiết diện F, căn cứ vào hình dáng tiết diện, đặc điểm cấu tạo, giảm yếu (nếu có) để tính ra kích thớc tiết diện thực tế, rồi kiểm tra lại theo điều kiện: (3.4) (3.5) và (3.6).

Sau đây có thể tóm tắt bài toán thiết kế tiết diện gồm các bớc:

- *Tìm các số liệu tính toán, chọn hình dáng tiết diện.*
- *Giả thiết $\lambda \geq 75$ hay $\lambda < 75$ để chọn công thức tính F.*
- *Tính λ để so sánh với λ giả thiết kiểm tra có phù hợp không.*
- *Kiểm tra lại: Kiểm tra cờng độ, độ ổn đinh và độ mảnh.*

Thí dụ 3.4

Thiết kế cột cho một công trình tạm cao 3,6m hai đầu liên kết khớp, chịu lực nén tính toán Nn=55kN đặt tại đỉnh cột. Biết cột làm bằng gỗ nhóm IV, W=15% (Hình 3-6a). [λ] = 120.



Hình 3.5a

Hình 3.5b

Bài giải

1) Số liệu tính toán

Gỗ nhóm IV, W=15% $\rightarrow R_n$=1,5 kN/cm^2.

Chiều dài tính toán của cột: $l_0 = \mu l = 1.360 = 360$cm

Chọn tiết diện vuông: a×a

2) Xác định kích thớc tiết diện

Giả sử chọn λ>75, ta có:

$$F_{tt} \geq \frac{l_0}{16}\sqrt{\frac{N_n}{R_n}} = \frac{360}{160}\sqrt{\frac{55}{1,5}} = 136\text{cm}^2; a^2 \geq 136\text{cm}^2 \rightarrow \text{Chọn a} = 12\text{cm}.$$

3) Kiểm tra tiết diện

Kiểm tra công thức tính F_{tt}: $\lambda = l_0/r = 360/(0,289.12) = 104 > 75$

Công thức xác định F_{tt} phù hợp với giả thiết, điều kiện ổn định đảm bảo.

Kiểm tra điều kiện cờng độ: Tiết diện không có giảm yếu, nên không cần kiểm tra khi điều kiện ổn định đã đảm bảo.

Kiểm tra điều kiện độ mảnh: $\lambda = 104 < [\lambda] = 120 \rightarrow$ Đảm bảo độ mảnh.

4) Kết luận Cột có tiết diện 12 x 12 (cm2) là đảm bảo chịu lực.

Thí dụ 3.5

Chọn tiết diện một cột gỗ có liên kết hai đầu là khớp, chịu nén đúng tâm trong một kết cấu chịu lực lâu dài. Biết chiều dài cột l=5m; tải trọng tính toán N=100kN. Gỗ nhóm VI độ ẩm 15%.

Lời giải

1) Số liệu tính

Chiều dài tính toán: $\mu=1 \rightarrow l_0=1.5=5m=500cm$.

Gỗ nhóm VI, W=15% tra phụ lục 3: $R_n=1,2$ kN/cm^2.

Giả thiết $\lambda>75$. Tra phụ lục 4 ta có: $[\lambda] = 120$

2) Tính toán

Nếu chọn tiết diện tròn ta có:

$$F = \frac{l_0}{15,75}\sqrt{\frac{N}{R_n}} = \frac{500}{15,75}\sqrt{\frac{100}{1,2}} = 290cm^2 \rightarrow D = 1,135\sqrt{F} = 19,33cm$$

Chọn gỗ có đờng kính trung bình là 20cm. *Chú ý: Giả thiết thờng dùng với gỗ tròn là cứ 1m thì đờng kính thay đổi 1cm.*

Thử lại về độ mảnh với tiết diện tròn vừa tính toán trên:

$\lambda_{max} = 500/(0,25.20) = 100 > 75$ đúng với giả thiết.

Mặt khác $\lambda_{max} = 100 < [\lambda] = 120$. Điều kiện độ mảnh cũng đảm bảo.

Nếu chọn tiết diện vuông

$$F = \frac{l_0}{16}\sqrt{\frac{N}{R_n}} = \frac{500}{16}\sqrt{\frac{100}{1,2}} = 285,3cm^2; a = \sqrt{F} = \sqrt{285,3} = 16,9cm$$

Dùng tiết diện 18×18 cm, $\lambda_{max} = 500/(0,289.18) = 93,5 > 75$.

Phù hợp với giả thiết.

Thí dụ 3.6

Trong công tác thi công các công trình xây dựng, gỗ đợc sử dụng nhiều để làm ván khuôn, cột chống...Giả sử cột chống ván khuôn sàn ngời ta bố trí thành lới 0,6×1m. Và tải trọng tính toán khi đổ bê tông sàn là q_{tt}*=7,5KN/m*^{2}*. Cây chống dùng gỗ nhóm VII, độ ẩm W=18%. Yêu cầu xác định tiết diện cột chống, biết chiều dài các cột chống là 3,1m.*

Lời giải

1) Số liệu tính

Ta có sơ đồ tính cây chống là thanh hai đầu liên kết khớp.

Tra phụ lục : $\mu=1 \rightarrow l_0=1.310=310$cm.

Gỗ nhóm VII, W=18% tra phụ lục 3: $R_n=1$ KN/cm^2.

Giả thiết $\lambda>75$. Tra phụ lục 4 ta có: $[\lambda] = 150$.

Lực nén tính toán nên cột chống là phần tải trọng phân bố trên diện tích 1×0,6m^2: N=7,5.0,6=4,5KN.

2) Tính toán

Chọn cây chống tiết diện chữ nhật có $k = h/b = 1,5$.

$$F \geq \frac{310}{16}\sqrt{\frac{1,5.4,5}{1}} = 50,3\text{cm}^2 \rightarrow b = \sqrt{\frac{F}{k}} = \sqrt{\frac{50,3}{1,5}} = 5,8\text{cm}.$$

Chọn b=8cm; h= kb=1,5.8=12cm. Tiết diện dùng cây chống là 8×12cm.

Kiểm tra lại tiết diện cây chống đã chọn:

Kiểm tra theo điều kiện độ mảnh:

$r_{min} = b/\sqrt{12} = 8/\sqrt{12} = 2,31$cm

$\lambda_{max} = l_0/r_{min} = 310/2,31 = 134 > 75$: phù hợp giả thiết.

Mặt khác $\lambda_{max} = 134 < [\lambda] = 150$. Điều kiện độ mảnh đảm bảo.

Vì cây chống tiết diện nguyên nên điều kiện cờng độ tự thoả mãn.

Kết luận: Chọn cây chống ván khuôn 8×12cm.

III. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU UỐN PHẲNG

Cấu kiện gỗ chịu uốn phẳng rất phổ biến, hay gặp đó chính là dầm sàn gác, dầm trần, dàn giáo, ván thi công sàn... *Khi tính toán cấu kiện chịu uốn phẳng phải tính toán theo trạng thái giới hạn 1 (cờng độ) và trạng thái giới hạn 2 (biến dạng).*

1. Kiểm tra khả năng chịu lực

1.1 Kiểm tra về cờng độ

1.1.1 Kiểm tra điều kiện ứng suất pháp

$$\sigma_{max} = M_{max}/W_{th} \le mR_u \qquad (3.19)$$

1.1.2 Kiểm tra điều kiện ứng suất tiếp

$$\tau = \frac{Q.S_c}{b_c J_{ng}} \le R_c \qquad (3.20)$$

Khi dầm ngắn mới cần kiểm tra theo ứng suất tiếp. Dầm coi là ngắn khi tỉ số giữa chiều dài tính toán và chiều cao tiết diện $l/h \le 5$.

Trong (3.19), (3.20) thì:

M_{max}: Mô men uốn tại tiết diện bất lợi do tải trọng tính toán gây ra.
W_{th}: Mômen chống uốn của tiết diện ngang đang xét.
σ_{max}: Ứng suất tại vị trí bất lợi do mômen uốn tính toán gây ra.
m: Hệ số điều kiện làm việc, lấy ở phụ lục 6.
τ: Ứng suất tiếp tại vị trí bất lợi do lực cắt tính toán gây ra.
Q: Lực cắt tính toán tại vị trí bất lợi.
S_c: Mômen tĩnh của phần bị cắt lấy với trục trung hoà.
J_{ng}: Mômen quán tính của tiết diện nguyên đối với trục trung hoà.
b_c: Chiều rộng tiết diện.
R_c: Cờng độ chịu cắt tính toán theo phơng dọc thớ của vật liệu.

Đối với tiết diện chữ nhật (và vuông) (3.20) có dạng:

$$\tau = \frac{3}{2}\frac{Q}{F} \le R_c \qquad (3.21)$$

Đối với tiết diện tròn, công thức (3.20) có dạng:

$$\tau = \frac{4}{3}\frac{Q}{F} \le R_c \qquad (3.22)$$

1.2 Công thức kiểm tra độ võng (độ cứng, biến dạng)

$$\frac{f_{max}}{l} = k\frac{P_{tc}l^2}{EJ} \le \frac{1}{n_0} \qquad (3.23)$$

Trong đó:

f_{max}/l: Độ võng tơng đối (vị trí bất lợi) do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.

k: Hệ số tính võng (lấy theo bảng tra SBVL). Cho tại phụ lục 8.

P_{tc}: Tổng tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên dầm. Lấy theo PL8.

l: Nhịp dầm.

E: Môđun đàn hồi của gỗ. Phụ thuộc vào từng loại gỗ, thay đổi trong pham vi rộng E=(600÷2000)KN/cm^2.Tính toán thông thờng có thể lấy theo gỗ thông Nga E=1000 KN/cm^2.

J: Mômen quán tính của tiết diện đang xét lấy với trục tơng ứng

$1/n_0$: độ võng tơng đối cho phép lấy theo qui phạm (tra phụ lục 7).

2. Công thức thiết kế tiết diện

Chọn kích thớc tiết diện, có thể sử dụng theo một trong ba cách sau:

2.1. Chọn kích thớc tiết diện theo điều kiện cờng độ

Trớc hết ta hay chọn hình dáng tiết diện. Thông thờng với cấu kiện gỗ chịu uốn ta chọn tiết diện chữ nhật tiết diện b×h. Trong đó giả thiết trớc tỉ số $k = h/b = (1 \div 2)$, h là cạnh song song với mặt phẳng uốn.

$$W_{yc} \ge \frac{M_{max}}{R_u} \qquad (3.24)$$

Có W_{yc}, ta tìm đợc b×h, rồi kiểm tra theo (3.20), (3.23) nếu cần.

2.2. Chọn kích thớc tiết diện theo điều kiện độ cứng

Từ điều kiện về độ cứng (3.23) ta có:

$$J = \frac{kP_{tc}l^2n_0}{E} \qquad (3.25)$$

Có J ta tìm đợc các kích thớc của tiết diện (ví dụ b×h của tiết diện chữ nhật) sau đó kiểm tra điều kiện cờng độ nếu cần.

2.3. Chọn kích thớc tiết diện dựa vào điều kiện độ cứng và cờng độ

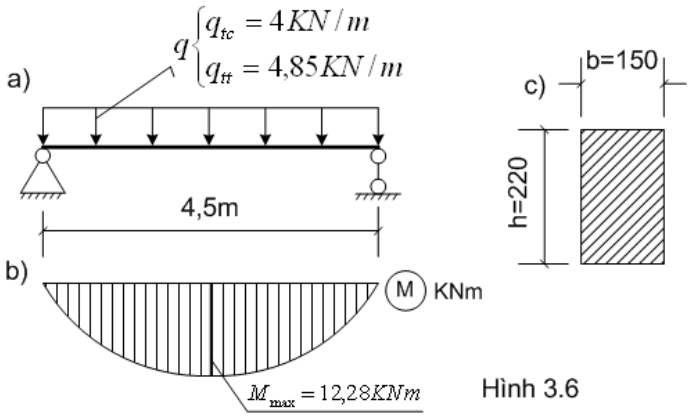
+ Từ (3.24) tìm: W $\rightarrow$ (kích thớc tiết diện 1).

+ Từ (3.25) tìm: J $\rightarrow$ (kích thớc tiết diện 2).

Trong hai tiết diện ta chọn tiết diện lớn hơn.

Thí dụ 3.7

Chọn tiết diện cho một dầm gỗ, biết : nhịp dầm l=4,5m; chịu tải trọng tiêu chuẩn q_{tc}=4kN/m và tải trọng tính toán q_{tt}=4,85 kN/m; (hình 3.6a) độ võng tương đối cho phép $1/n_0 = 1/250$ *; E=10^6N/cm^2.*



Hình 3.6

Lời giải

1) Số liệu tính toán

- Chọn gỗ nhóm IV, W=18% → R_u=1,5 kN/cm^2.

Tính và vẽ biểu đồ mômen cho dầm nh hình (3.6b)

- $M_{max} = \frac{q_{tt} l^2}{8} = \frac{4{,}85.4{,}5^2}{8} = 12{,}28KNm = 1228KNcm$

Chọn tiết diện chữ nhật, giả thiết k=h/b=1,25.

Dự kiến chọn tiết diện chữ nhật cạnh lớn hơn 15cm →m=1

2) Xác định tiết diện

$W_x \geq \frac{M_{max}}{R_u} = \frac{1228}{1{,}5} = 819cm^3$. Mặt khác $W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{h^3}{6k} = \frac{h^3}{6.1{,}25}$

$\frac{h^3}{6.1{,}25} \geq 819 \rightarrow h^3 \geq \sqrt[3]{919.6.1{,}25} \rightarrow h = 18{,}4cm.$

$b = h/k = 18{,}4/1{,}25 = 14{,}72cm.$

Chọn kích thước tiết diện: h=20 cm; b=15cm;

Phù hợp với m=1;

$W_x = bh^2/6 = 15.20^2/6 = 10^3 cm^3; J_x = bh^3/12 = 15.20^3/12 = 10^4 cm^4$

3) Kiểm tra tiết diện

- Kiểm tra điều kiện ứng suất tiếp:

5h=100cm<l=450cm → khôngthuộc loại dầm ngắn,không cần kiểm tra.

- Kiểm tra σ_{max}:

Do m=1 phù hợp với giả thiết nên không cần kiểm tra vì b và h đều lấy lớn hơn yêu cầu.

- Kiểm tra điều kiện biến dạng:

Tra phụ lục 8 có: $k=5/384$; $P_{tc} = q.l = 4.4{,}5 = 18kN$

$E = 10^6 N/cm^2 = 10^3 kN/cm^2$.

$$\frac{f_{max}}{l} = \frac{5}{384}\frac{P_{tc}.l^2}{EJ_x} = \frac{5}{384}\frac{18.450^2}{10^3.10^4} = \frac{18225000}{384.10^7} = \frac{1}{210}$$

$f_{max}/l = 1/210 > 1/n_0 = 1/250$

Điều kiện biến dạng không bảo đảm.

Chọn lại tiết diện: chọn b×h=15×22cm^2.

Tính lại J_x: $J_x = bh^3/12 = 15.22^3/12 = 13310cm^4$.

Kiểm tra lại điều kiện biến dạng:

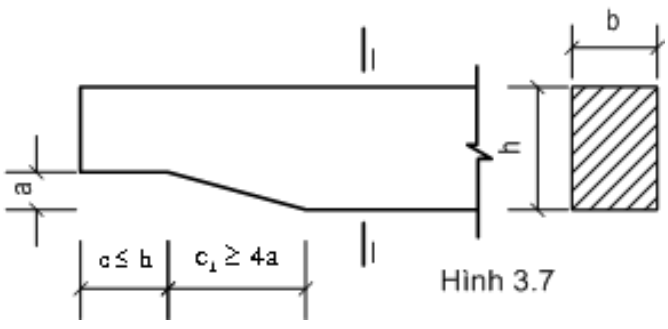
$$\frac{f_{max}}{l} = \frac{5}{384}.\frac{18.450^2}{10^3.13310} = \frac{1}{280} < \frac{1}{n_0} = \frac{1}{250}$$

Điều kiện biến dạng đảm bảo.

<u>*4. Kết luận*</u>: Tiết diện 15×22 (cm^2) là đạt yêu cầu.

3. Qui định cắt vát đầu dầm

Khi cần hạ thấp chiều cao kiến trúc tại gối tựa (nh vị trí dầm phụ kê vào dầm chính) có thể cắt vát. Bề sâu lớn nhất cho phép của rãnh cắt vào thớ bị kéo ở đầu dầm phụ thuộc vào ứng suất tiếp trung bình (tính theo công thức 3.26) và bề cao chỗ cắt vát đầu dầm



Hình 3.7

(hình 3.7). Để tránh cho cấu kiện bị toác, gẫy hoặc nứt thì kích thước rãnh cắt phải tuân theo qui định của tiêu chuẩn.

Ứng suất tiếp trung bình tại gối tựa, khi phản lực gối tựa là Q:

$$\tau_{tb} = Q/bh \qquad (3.26)$$

Hình 3.7 thì a: là bề sau rãnh khắc; c:bề dài vật tựa; c_1:chiều dài cắt vát.

a, c, c_1: đợc lấy theo qui định nh sau: $\tau_{tb} \geq 0{,}06\,kN/cm^2$ thì $a \leq 0{,}10h$; $\tau_{tb} \geq 0{,}04\,kN/cm^2$ thì $a \leq 0{,}25h$; $\tau_{tb} \geq 0{,}025\,kN/cm^2$ thì $a \leq 0{,}5h$.

Ngoài ra a còn phụ thuộc chiều cao h của dầm:

h>18cm thì $a \leq 0{,}3h$;h=12÷18cm thì $a \leq 0{,}4h$;h<12cm thì $a \leq 0{,}5h$.

Chiều dài cắt vát: $c_1 \geq 4a$; bề dài vật tựa: $c \leq h$

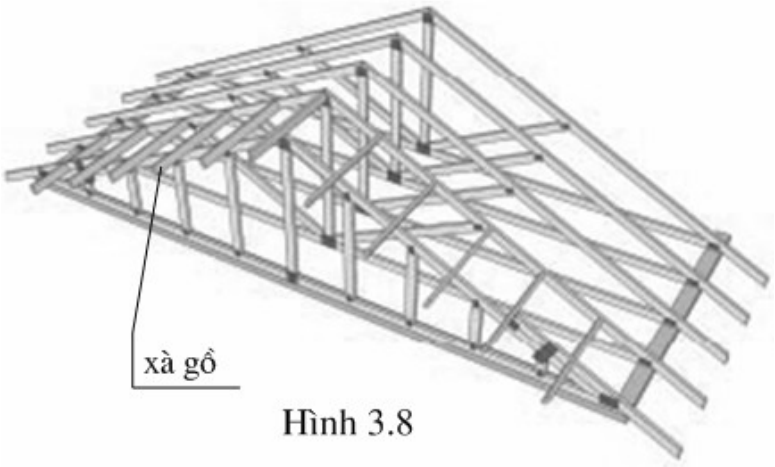
Rãnh cắt nên làm vát tránh gây tập trung ứng suất dễ làm nứt dầm.

Nếu gần gối tựa có lực tập trung lớn thì không đợc cắt rãnh.

IV. CẤU KIỆN CHỊU UỐN XIÊN

Cấu kiện chịu uốn xiên thờng gặp là xà gồ (hình 3.8), li tô...Cấu kiện chịu uốn xiên cũng cần đảm bảo 2 điều kiện: *Điều kiện cờng độ và độ cứng.*

Xà gồ chịu tải trọng trực tiếp từ mái, tải trọng q không nằm trong mặt phẳng đối xứng nào của tiết diện, nh vậy xà gồ chịu uốn xiên. Để xét sự làm việc của cấu kiện chịu uốn xiên ta sẽ xét sự làm việc của một thanh xà gồ.



Hình 3.8

1 Công thức kiểm tra

Xét thanh xà gồ nh hình 3-10

1.1 Kiểm tra cờng độ

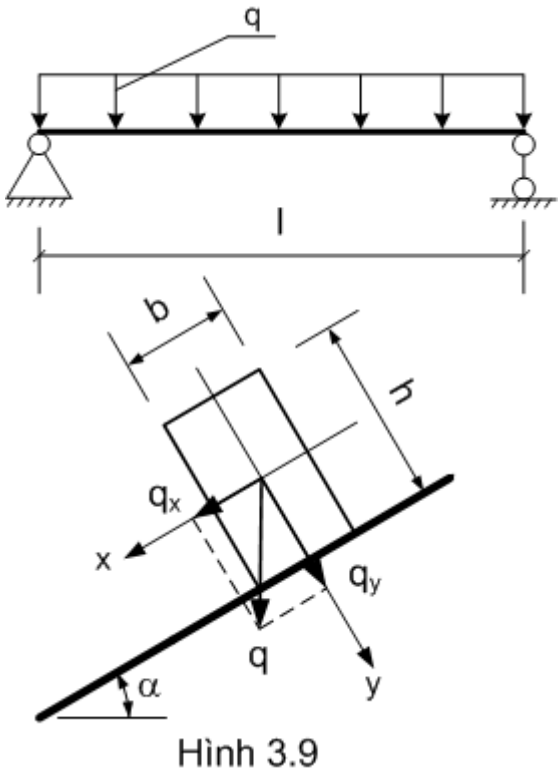
$$\sigma_{max} = \frac{M_x^{max}}{W_x} + \frac{M_y^{max}}{W_y} \le R_u \qquad (3.27)$$

Tải trọng q tác dụng lên xà gồ đ-ợc phân ra thành hai thành phần vuông góc nhau trùng với trục quán tính chính trung tâm của tiết diện (hình 3.9):

$$q_x = q.\sin\alpha$$
$$q_y = q.\cos\alpha$$

Mômen do q gây ra, cũng đợc phân ra hai thành phần:

$$M_x^{max} = M_{max}\cos\alpha$$
$$M_y^{max} = M_{max}.\sin\alpha$$



Hình 3.9

Trong đó:

M_x^{max} : mômen uốn tính toán tại tiết diện bất lợi lấy với trục x và trục y do các thành phần tải trọng q_x và q_y gây ra.

W_x, W_y : mô đun kháng uốn của tiết diện bất lợi lấy với trục x,y.

σ_{max}: ứng suất tại tiết diện bất lợi do M_{max} gây ra.

R_u: cờng độ chịu uốn tính toán của gỗ.

q : tải trọng toàn phần tác dụng lên xà gồ.

M_{max} mômen uốn do q_{tt} gây

: ra.

α : góc nghiêng của mái.

1.2 Kiểm tra biến dạng

$$\frac{f_{max}}{l} = \sqrt{\left(\frac{f_x^{max}}{l}\right)^2 + \left(\frac{f_y^{max}}{l}\right)^2} \le \frac{1}{n_0} \qquad (3.28)$$

Trong đó:

f_{max}/l: Độ võng tơng đối theo phơng thẳng đứng tại vị trí bất lợi

f_x^{max}/l: Độ võng tơng đối theo phơng x tại vị trí bất lợi do thành phần tải trọng q_x tiêu chuẩn gây ra. Khi tính độ võng theo phơng x ta dùng môMen quán tính của tiết diện lấy với trục y (J_y). Xem công thức tính (3.23).

f_y^{max}/l: Độ võng tơng đối theo phơng y tại vị trí bất lợi do thành phần tải trọng q_y tiêu chuẩn gây ra. Khi tính nó ta dùng môMen quán tính của tiết diện lấy với trục x (J_x). Xem công thức tính (3.23).

Lực tác dụng lên xà gồ là các lực tập trung đặt tại vị trí cầu phong cắt xà gồ, các lực này đặt gần nhau và cách đều thì khi tính toán coi nh lực phân bố đều.

2. Thiết kế tiết diện

Từ điều kiện (3.27), $\frac{M_y^{max}}{M_x^{max}} = \frac{M_{max}\sin\alpha}{M_{max}\cos\alpha} = tg\alpha$ và $\frac{W_x}{W_y} = \frac{h}{b} = k$ ta có:

$$\frac{M_x^{max}}{W_x}(1 + k tg\alpha) \le R_u$$

Từ đây ta có công thức để thiết kế tiết diện chữ nhật:

$$W_x \ge \frac{M_x^{max}}{R_u}(1 + k tg\alpha) \qquad (3.29)$$

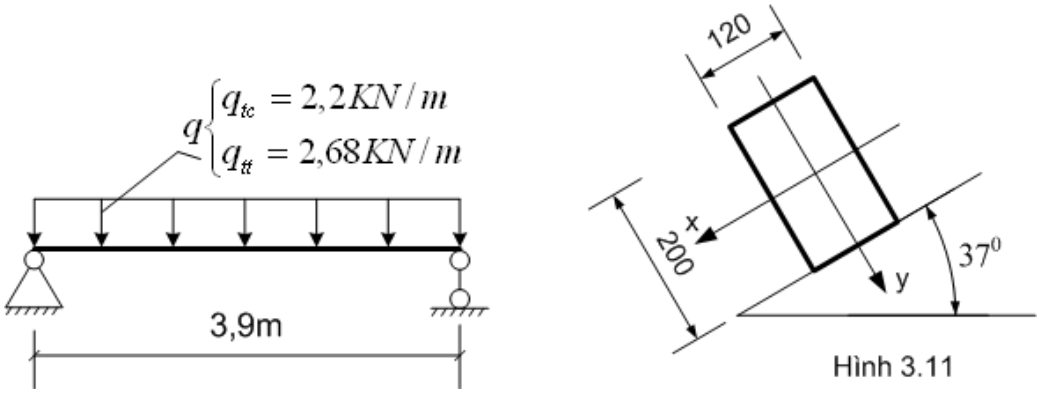
Có W_x chọn tiết diện, sau đó kiểm tra điều kiện biến dạng.

Thí dụ 3-8

Thiết kế một xà gồ bằng gỗ nhóm VI, W=15%, cho một công trình vĩnh

cửu có mái nghiêng 37^0; bớc cột 3,9m. Tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên xà gồ là q_{tc}=2,2kN/m, tải trọng tính toán là q_{tt}=2,68KN/m. Cho E=107 kN/m^2; $1/n_0 = 1/150$.

Lời giải



Hình 3.11

1) Số liệu tính toán

$$M_{max} = \frac{q_{tt}l^2}{8} = \frac{2,68.3,9^2}{8} = 5,1kNm = 510kNcm.$$

$$\alpha = 37^0 \rightarrow \sin 37^0 = 0,6; \cos 37^0 = 0,8; tg37^0 = 0,75^0$$

$$M_x^{max} = M_{max}\cos\alpha = 5,1.0,8 = 4,08kNcm = 408kNcm$$

Tính tải trọng theo hai phơng x,y:

$$q_x^{tc} = q_{tc}\sin\alpha = 2,2.0,6 = 1,32kN/m$$
$$q_y^{tc} = q_{tc}\cos\alpha = 2,2.0,8 = 1,76kN/m$$

Chọn k=h×b=1,6.

Gỗ nhóm VI, độ ẩm W=15% $\rightarrow R_u$=1,35 kN/cm^2

2) Xác định tiết diện sơ bộ

$$W_x \geq \frac{M_x^{max}}{R_u}(1 + tg\alpha) = \frac{408}{1,35}(1 + 1,6.0,75) = 665cm^3.$$

$$W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{h^3}{6k} = \frac{h^3}{6.1,6} \geq 665cm^3.$$

$h \geq \sqrt[3]{665.6.1,6} = 18,6cm; b = \frac{h}{k} = \frac{18,6}{1,6} = 11,6cm$;Chọn b×h=12×20cm^2;

3. Kiểm tra tiết diện

$$\frac{f_{max}}{l} = \sqrt{\left(\frac{f_x^{max}}{l}\right)^2 + \left(\frac{f_y^{max}}{l}\right)^2} \leq \frac{1}{n_0}$$

Các tải trọng tiêu chuẩn:

$P_x^{tc} = q_x^{tc}.l = 5,148KN$; $P_y^{tc} = q_y^{tc}.l = 1,76.3,9 = 6,864kN$;

Mômen quán tính của tiết diện:

$$J_y = \frac{hb^3}{12} = \frac{20.12^3}{12} = 2880cm^4. \quad J_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{12.20^3}{12} = 8000cm^4.$$

Tra phụ lục 8 ta có $k = 5/384$

$$\frac{f_x^{max}}{l} = \frac{5}{384}\frac{P_x^{tc}l^2}{E.J_y} = \frac{5}{384}\frac{5,148.390^2}{10^3.2880} = \frac{1}{282}$$

$$\frac{f_y^{max}}{l} = \frac{5}{384}\frac{P_y^{tc}l^2}{E.J_x} = \frac{5}{384}\frac{6,864.390^2}{10^3.8000} = \frac{1}{590}$$

$$\frac{f_{max}}{l} = \sqrt{\left(\frac{1}{282}\right)^2 + \left(\frac{1}{590}\right)^2} = \frac{1}{265}$$

$f_{max}/l = 1/265 < 1/n_0 = 1/150$

Điều kiện biến dạng đảm bảo

Kết luận: xà gồ thiết kế nh vậy là đảm bảo.

Câu hỏi và bài tập

1) Viết công thức tính ứng suất trong thanh chịu kéo đúng tâm và giải thích các đại lợng?
2) Tóm tắt trình tự giải bài toán chọn tiết diện thanh chịu nén đúng tâm?
3) Kiểm tra bền thanh quá giang có kích thớc và chịu lực nh hình vẽ 3.3. Biết N_K=50kN. Thanh quá giang dùng gỗ nhóm IV, W=18%.

4) Kiểm tra tiết diện một thanh chịu nén đúng tâm. Cho biết thanh có tiết diện 18×18 cm^2; dài 3m, hai đầu liên kết khớp. Lực nén tính toán là 60kN. Gỗ nhóm IV, Độ ẩm 18%, . [λ]=150.
5) Thiết kế cột cho một công trình tạm cao 3,6m hai đầu liên kết khớp, chịu lực nén tính toán Nn=60kN đặt tại đỉnh cột. Biết cột làm bằng gỗ nhóm IV, W=15%, [λ] = 120, kích thước tiết diện 20x20cm^2
6) Chọn tiết diện một cột gỗ có liên kết hai đầu là khớp, chịu nén đúng tâm trong một kết cấu chịu lực lâu dài. Biết chiều dài cột l=4m; tải trọng tính toán N=120kN. Gỗ nhóm VI độ ẩm 15%.

Chơng 4

LIÊN KẾT KẾT CẤU GỖ

Mục tiêu: Học xong chơng này học sinh có thể:

Hiểu đợc mục đích của liên kết, tính toán đợc liên kết cơ bản.

Trọng tâm:

Mục đích và các u nhợc điểm của liên kết gỗ, cấu tạo liên kết mộng một răng.

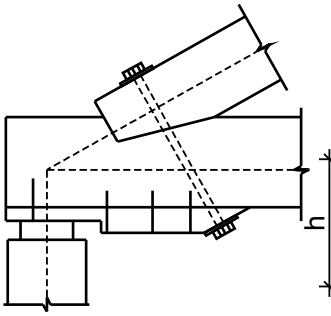
I. KHÁI QUÁT

Mục đích của liên kết kết cấu gỗ là để tăng chiều dài, mở rộng tiết diện hoặc đảm bảo sự truyền lực giữa các cấu kiện của kết cấu, làm tăng độ cứng chung cho toàn kết cấu. Một lợi thế của gỗ là rất dễ liên kết.

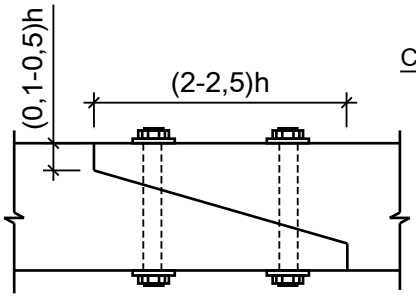
Có bốn loại liên kết chính đợc sử dụng để liên kết gỗ với gỗ:

- ***Liên kết mộng***: (hình 4.1) Liên kết này có khả năng chịu ép mặt, nhng thờng gây trợt cho vùng lân cận. Liên kết thờng dùng ở vì kèo, đầu trụ cọc của cầu gỗ.
- ***Liên kết chốt***: (hình 4.2) Chốt thờng gặp là bulông, chốt tre, chốt gỗ, đinh. Khi làm việc chốt chịu uốn, và mặt lỗ chốt chịu ép mặt. Loại liên kết này thờng dùng để nối dài các thanh gỗ.
- ***Liêm kết chêm:*** (hình 4.3) Chêm thờng làm bằng gỗ, liên kết này có tác dụng làm tăng diện tích thanh. Chêm có tác dụng chống trợt giữa các phân tố. Khi làm việc chêm chịu ép mặt, và chịu trợt.
- ***Liên kết dán***: Loại liên kết này sử dụng các loại keo dán để tạo nên những thanh có tiết diện khá lớn bằng cách dán nhiều tầm ván lại với nhau. Hiện nay liên kết này đợc sử dụng rất phổ biến nhờ sự phát triển của các loại keo dán, cũng nh phù hợp với sự phát triển của ngành công nghiệp sản xuất các loại gỗ thơng mại. Khi làm việc, các tấm gỗ đợc dán có thể bị trợt, bong lớp dán. Trong bốn loại liên kết,

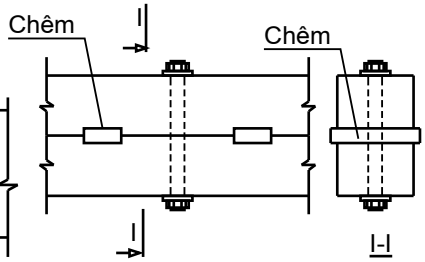
liên kết dán không đục khoét gỗ (không có giảm yếu) nên khả năng chịu lực của gỗ sử dụng loại liên kết này là lớn nhất.



Hình 4.1 Liên kết mông đuôi kèo



Hình 4.2 Liên kết chốt (bulông)



Hình 4.3 Liên kết chêm

II. NGUYÊN TẮC CHUNG TÍNH TOÁN LIÊN KẾT GỖ

Trong các loại liên kết trên, chủ yếu xảy ra hiện tợng trợt và ép mặt. Do đó, liên kết đợc tính toán và kiểm tra chủ yếu với hai điều kiện về trợt và ép mặt.

1. Điều kiện ép mặt

$$\sigma_{em} = N_{em} / F_{em} \le R^{\alpha}_{em} \qquad (4.1)$$

Trong đó:

σ_{em} : Ứng suất do lực ép mặt gây ra.
N_{em} : Lực nén tính toán tác dụng lên diện tích chịu ép mặt.
F_{em}: Diện tích ép mặt.
R^{α}_{em} : Xem công thức 2.2

2. Điều kiện trợt

$$\tau = N_{tr} / F_{tr} \le R^{tb}_{tr} \qquad (4.2)$$

$$R^{tb}_{tr} = \frac{R_{tr}}{1 + \beta \frac{l_{tr}}{e}} = k_{tr} R_{tr} \qquad (4.3)$$

Trong đó:

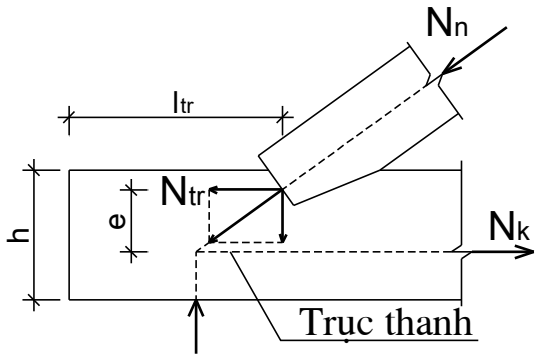
τ : Ứng suất do lực trợt tính toán gây ra trên mặt trợt.
N_{tr} : Lực trợt tính toán trên mặt trợt.
R^{tb}_{tr} : Cờng độ chịu trợt tính toán trung bình theo phơng dọc thớ gỗ.
l_{tr} : Chiều dài mặt trợt.
β, e: Hệ số tính trợt, độ lệch tâm của lực trợt, lấy nh sau:

- Khi rãnh mộng về một phía (H4.4): $e = 0{,}5h$; $\beta = 0{,}25$

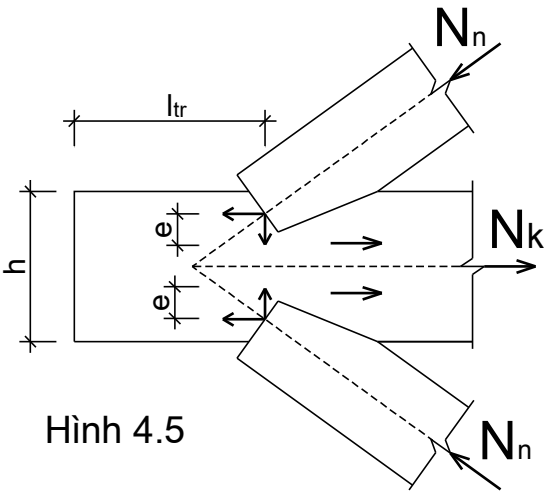
- Khi rãnh mộng về hai phía (H4.5) : $e = 0{,}25h$; $\beta = 0{,}125$

h: Chiều cao tiết diện (về phía chiều sâu rãnh mộng).

k_{tr} : Hệ số giảm cờng độ chịu trợt lấy theo phụ lục 9.



Hình 4.4



Hình 4.5

III. YÊU CẦU CẤU TẠO VÀ TÍNH TOÁN LIÊN KẾT MỘNG

Liên kết mộng chỉ nên dùng ở những thanh chịu nén, và cần phải bố trí thêm các liên kết phụ bổ trợ theo cấu tạo nh bulông, vòng đai, đinh đỉa...

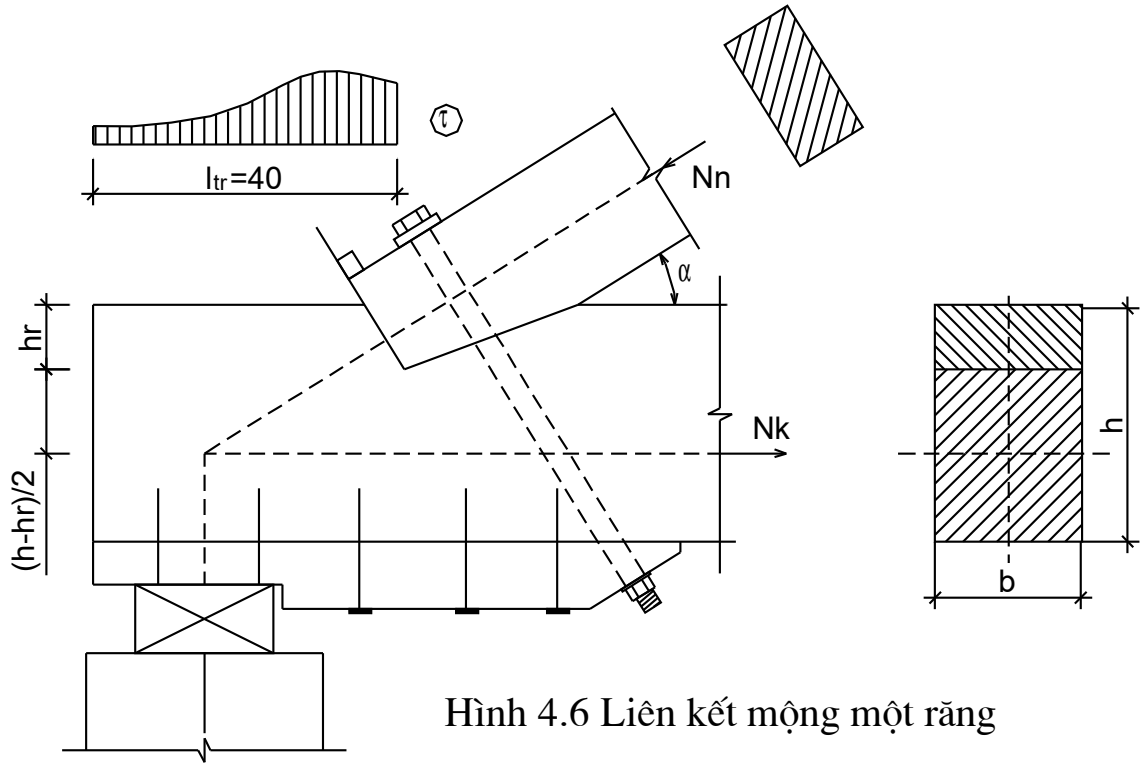
Liên kết mộng có thể cấu tạo theo dạng một răng hoặc hai răng. Mặt truyền lực của liên kết nên đặt thẳng góc với trục thanh nén để cờng độ chịu ép mặt là lớn nhất.

1. Liên kết mộng một răng

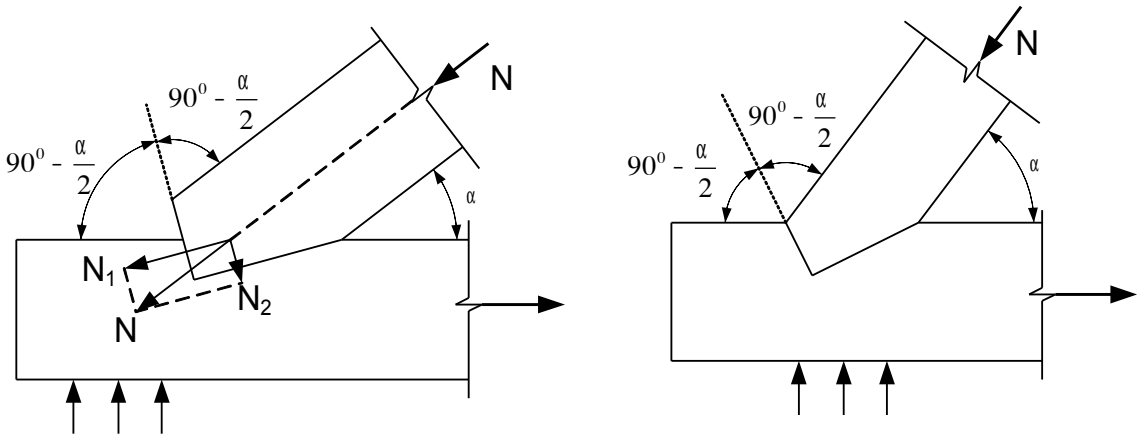
1.1. Cấu tạo

- Trục các thanh của mắt phải hội tụ tại một điểm.
- Trục thanh nén (kèo) phải đi qua trọng tâm của diện tích ép mặt.
- Trục thanh kéo (quá giang) phải đi qua trọng tâm tiết diện bất lợi.
- Chiều sâu rãnh mộng phải đảm bảo: $h_r \le h/3$ với mắt gối; $h_r \le h/4$ với mắt trung gian.
- Chiều dài mặt trợt phải thoả mãn: $1{,}5 \le l_{tr} \le 10h_r$
- Cần đặt bulông an toàn theo cấu tạo có đờng kính bulông ≥12mm. Ngoài ra nên gia cố thêm đai hoặc đinh đỉa.

- Khi góc nghiêng của mái $\alpha \geq 60^0$: nên dùng mộng phân giác (chủ yếu chịu ép mặt Hình 4.7).

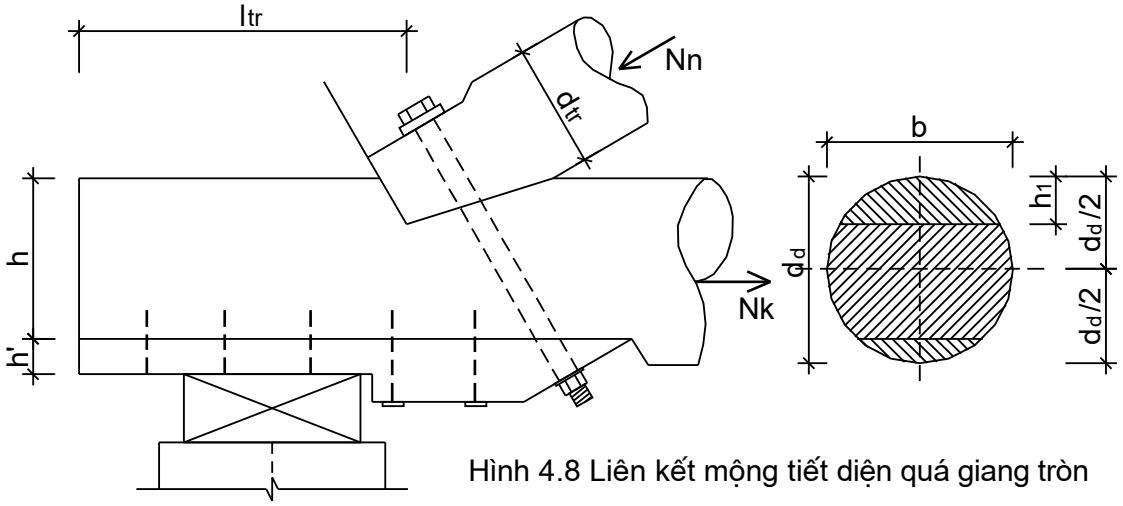


Hình 4.6 Liên kết mộng một răng



Hình 4.7

- Nếu thanh quá giang làm bằng gỗ tròn thì trục của nó đợc phép qua trọng tâm tiết diện nguyên (Hình 4.8).



Hình 4.8 Liên kết mộng tiết diện quá giang tròn

1.2. Thiết kế và kiểm tra liên kết

Liên kết mộng đợc thiết kế (tính toán) và kiểm tra theo công thức (4.1) và (4.2). Về bài toán thiết kế dựa vào hình vẽ ta có:

$$F_{em} = b\frac{h_r}{\cos\alpha};\ N_{em} = N_n; F_{tr} = b.l_{tr}; N_{tr} = N_n\cos\alpha;$$

Thế vào công thức (4.1) và (4.2) ta có:

$$h_r \geq \frac{N_n\cos\alpha}{b.R_{em}} \tag{4.4}$$

$$l_{tr} \geq \frac{N_{tr}}{bR_{tr} - \beta\frac{N_{tr}}{e}} \tag{4.5}$$

2. Liên kết mộng hai răng

2.1. Cấu tạo

- Trục của một mắt phải hội tụ tại một điểm.
- Trục thanh nén phải qua đỉnh răng thứ hai và vuông góc với tiết diện ép mặt.
- Trục thanh kéo phải qua trọng tâm tiết diện bất lợi.
- Chiều sâu rãnh mông thứ hai phải đảm bảo điều kiện: $h_r^{''} \leq h/3$
- Chiều sâu rãnh mộng thứ nhất phải đảm bảo điều kiện: $h_r^{'} \geq 2cm$
- Khoảng cách giữa hai mặt trợt phải đảm bảo: ≥2cm.

- Chiều dài mặt trợt cần đảm bảo điều kiện: $\begin{cases} 1{,}5h \le l_{tr}^{'} \le 10h_{r}^{'} \\ 1{,}5h \le l_{tr}^{''} \le 10h_{r}^{''} \end{cases}$

- Tại mỗi răng mộng đặt một bulông an toàn đờng kính ≥12mm.

2.2. Thiết kế và kiểm tra liên kết

Liên kết mộng hai răng (Hình 4.9) đợc thiết kế (tính toán) và kiểm tra theo công thức (4.1) và (4.2) về điều kiện ép mặt và trợt. Về bài toán thiết kế dựa vào hình vẽ ta có:

Lực trợt toàn bộ tác dụng vào kết cấu: $N_{tr} = N_n \cos\alpha$

$$F_{em} = F_{em}^{'} + F_{em}^{''} = b\frac{h_r^{'}}{\cos\alpha} + b\frac{h_r^{''}}{\cos\alpha} \rightarrow F_{em} = b\frac{h_r^{'} + h_r^{''}}{\cos\alpha}$$

Và thực nghiệm cho thấy: $\frac{N_{em}^{'}}{N_{em}} = \frac{F_{em}^{'}}{F_{em}} = \frac{N_{tr}^{'}}{N_{tr}}$

Lực trợt tác dụng vào răng thứ nhất là: $N_{tr}^{'} = N_{tr}\frac{F_{em}^{'}}{F_{em}}$

Lực trợt tính với răng thứ hai lấy lực trợt toàn bộ: R_{tr}

Từ công thức (4.1), (4.2) và xét đến hệ số mức độ nguy hiểm của mặt trợt ta có công thức:

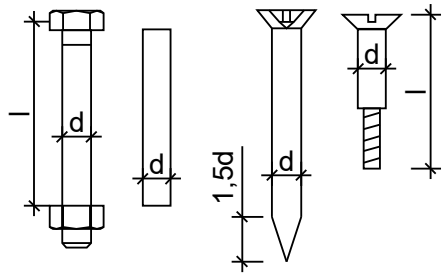
$$l_{tr}^{'} \ge \frac{N_{tr}^{'}}{0{,}8bR_{tr} - \beta\frac{N_{tr}^{'}}{e}} \qquad (4.6)$$

$$l_{tr}^{''} \ge \frac{N_{tr}}{1{,}15bR_{tr} - \beta\frac{N_{tr}}{e}} \qquad (4.7)$$

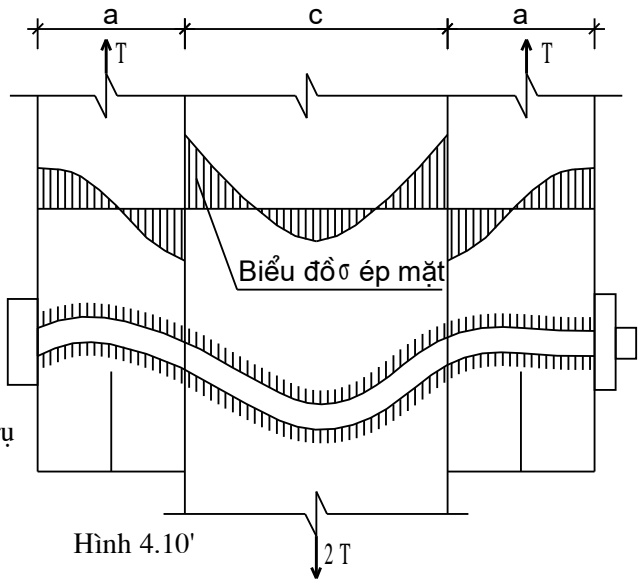
IV. LIÊN KẾT CHỐT TRỤ

1. Khái niệm

Chốt trụ có thể làm bằng thép bulông, đinh vít... hoặc bằng gỗ, tre, chất dẻo. Đinh cũng là một loại chốt trụ, nến đờng kính đinh > 6 thì phải khoan lỗ trớc khi đóng đinh.



Hình 4.10 Bu lông, đinh trong liên kết chốt trụ



Hình 4.10'

Liên kết chốt trụ chống trợt giữa các phân tố đợc ghép nối. Khi chịu lực chốt bị uốn cong, phân tố gỗ bị ép mặt. Tính toán liên kết chốt theo hai điều kiện: *khả năng chống ép mặt của phân tố gỗ, điều kiện chịu uốn của đinh*. Theo hình thức ghép nối có loại liên kết đối xứng (Hình 4.11) và không đối xứng (4.12).

2. Tính toán

Trên các hình 4.11 và 4.12 thì a (cm) là chiều dày bản biên và bản giữa của liên kết đối xứng. Nếu liên kết không đối xứng thì a là chiều dày bản mỏng hơn, c (cm) chiều dày bản dày hơn. Đờng kính các cốt ký hiệu d (cm).

Ta ký hiệu:

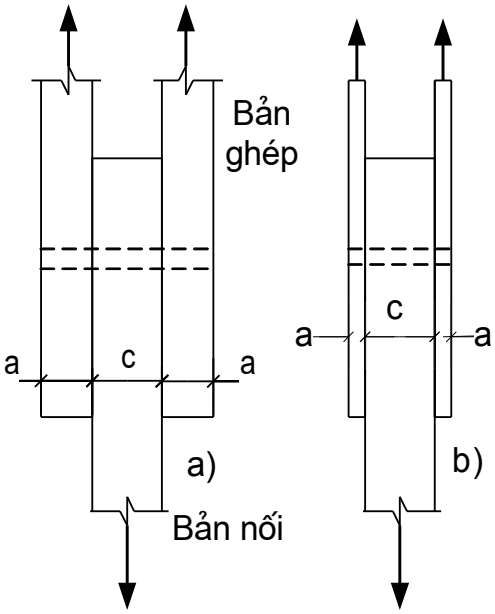
T^a_{em} là khả năng chịu lực ép mặt của mặt cắt chốt ở bản biên.

T^c_{em} là khả năng chịu lực ép mặt của mặt cắt chốt ở bản giữa.

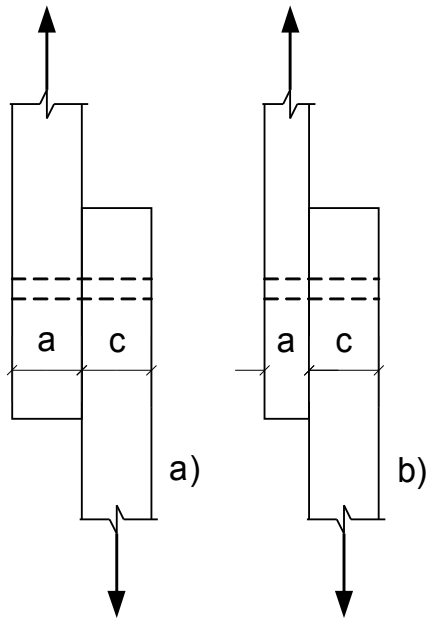
T_u là khả năng chịu uốn của một chốt khi tính uốn.

Ba giá trị trên đợc lấy theo phụ lục 10.

Lấy T_{min} là giá trị nhỏ nhất trong ba giá trị T^a_{em}, T^c_{em}, T_u



Hình 4.11 Chốt đối xứng
(nhiều mặt cắt)
a) Bản ghép bằng gỗ
b) Bản ghép bằng thép



Hình 4.12 Chốt không đối xứng
(một mặt cắt)
a) Các phân tố cùng chiều dày
b) Các phân tố khác chiều dày

Nếu có m mặt cắt tính toán thì số lợng chốt tính theo công thức:

$$n_{ch} \geq \frac{N}{m.T_{min}} \qquad (4.8)$$

Trong đó: N là lực tác dụng về một phía của liên kết.

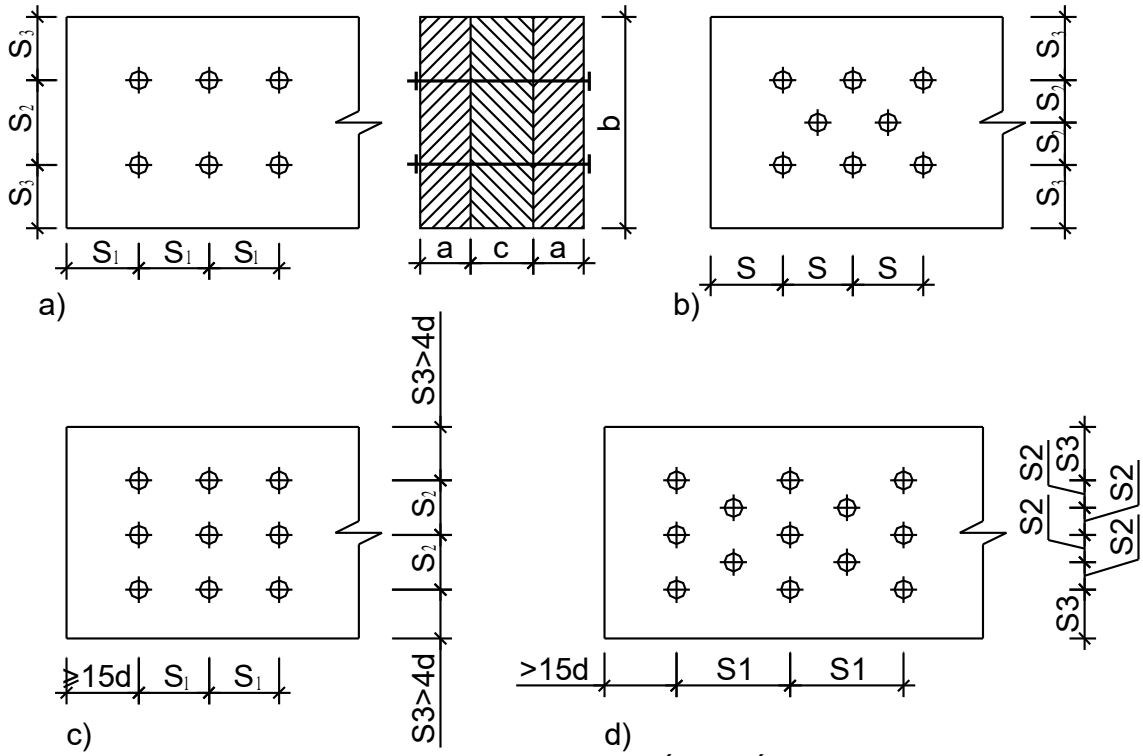
Sau khi có số chốt, tiến hành bố trí theo các kiểu nh hình 4.13 dựa theo khoảng cách tiêu chuẩn của tim chốt tra phụ lục 11.

Các hình thức bố trí chốt:

Các khoảng cách tiêu chuẩn S_1, S_2, S_3 lấy ở phụ lục 10.

Chú ý:

Do bố trí chốt mà tiết diện bị đục lỗ gây giảm yếu, nên cần phải kiểm tra lại khả năng chịu lực theo điều kiện cờng độ ở chơng 3.



Hình 4.13 Các hình thức bố trí chốt

Thí dụ 4.1

Thiết kế mối nối đối đầu cho hai thanh gỗ hộp có tiết diện 12x18 (cm^2), chịu lực kéo tính toán N_k=110KN. Biết vật liệu dùng gỗ nhóm 5, W=18%, chốt bằng bulông d=18mm.

Bài giải

1) Số liệu tính

Diện tích tiết diện ngang bản nối: $F_b = c.b_b = 12x18 = 216cm^2$

Chọn bản ghép: F_{bg}=8x18 (cm^2). Đảm bảo $\sum F_{bg} = 288cm^2 > F_b$

Gỗ nhóm 5, W=18% có: R_k=0,95KN/cm^2.

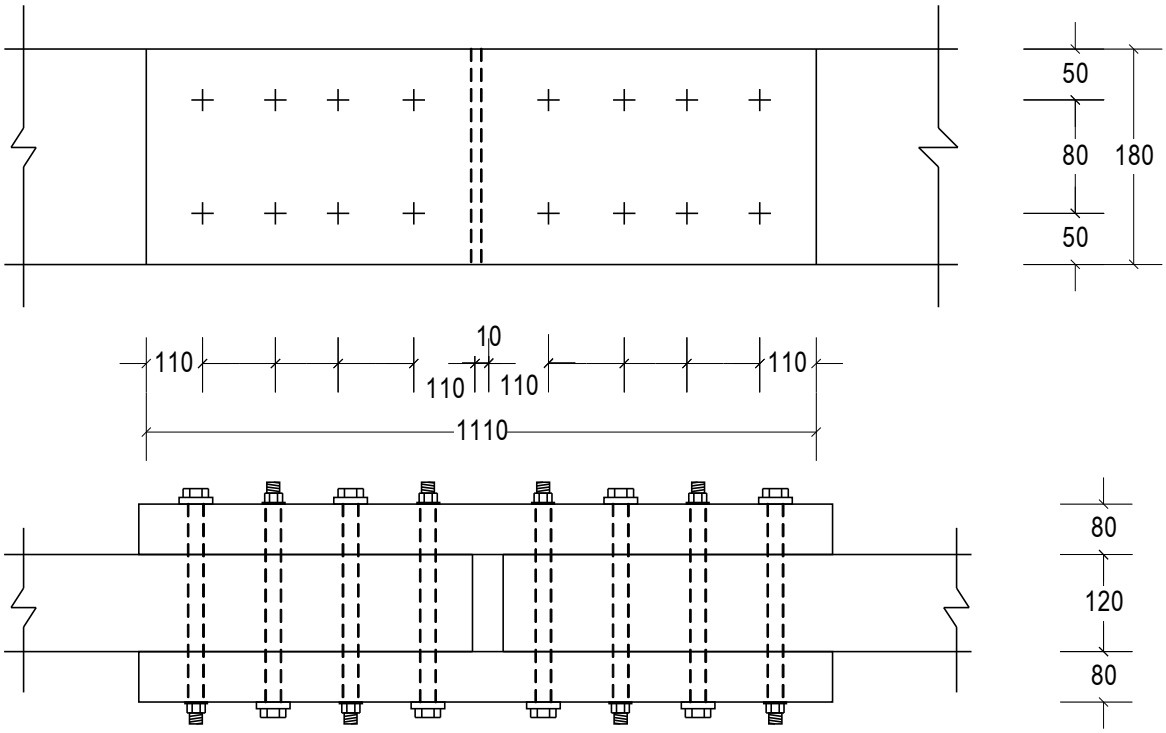
2) Tính toán liên kết

Đây là loại liên kết đối xứng dùng chốt thép, tra phụ lục 10 có:

$$\left.\begin{aligned} T_{em}^{a} &= 80ad = 80.8.1{,}8 = 1152daN \\ T_{em}^{c} &= 50cd = 50.12.1{,}8 = 1080daN \\ T_{u} &= \begin{cases} 180d^2 + 2a^2 = 710daN \\ 250d^2 = 810daN \end{cases} \end{aligned}\right\} \Rightarrow T_{min} = 710daN$$

Số chốt theo (4.8): $n_{ch} \geq \dfrac{110.10^2}{2.710} = 7{,}7$ chốt. Chọn 8 chốt.

3) Bố trí chốt



Hình 4.14

Xác định khoảng cách tiêu chuẩn

Theo phụ lục 11 có: $S_1 \geq 6d = 10{,}8cm; S_2 \geq 3d = 5{,}4cm; S_3 \geq 4{,}5cm$

Ta bố trí theo kiểu nh hình vẽ: $S_1 = 11; S_2 = 8; S_3 = 5$

Kiểm tra tiết diện bất lợi:

$$\sigma_k = \frac{N_k}{F_{th}} = \frac{N_k}{F_{ng} - F_{lo}} = \frac{110}{12.18 - 2.12.1{,}8} = 0{,}63 < R_k = 0{,}95kN/cm^2$$

4) Kết luận Chốt đạt yêu cầu

V. LIÊN KẾT DÁN

1. Khái niệm

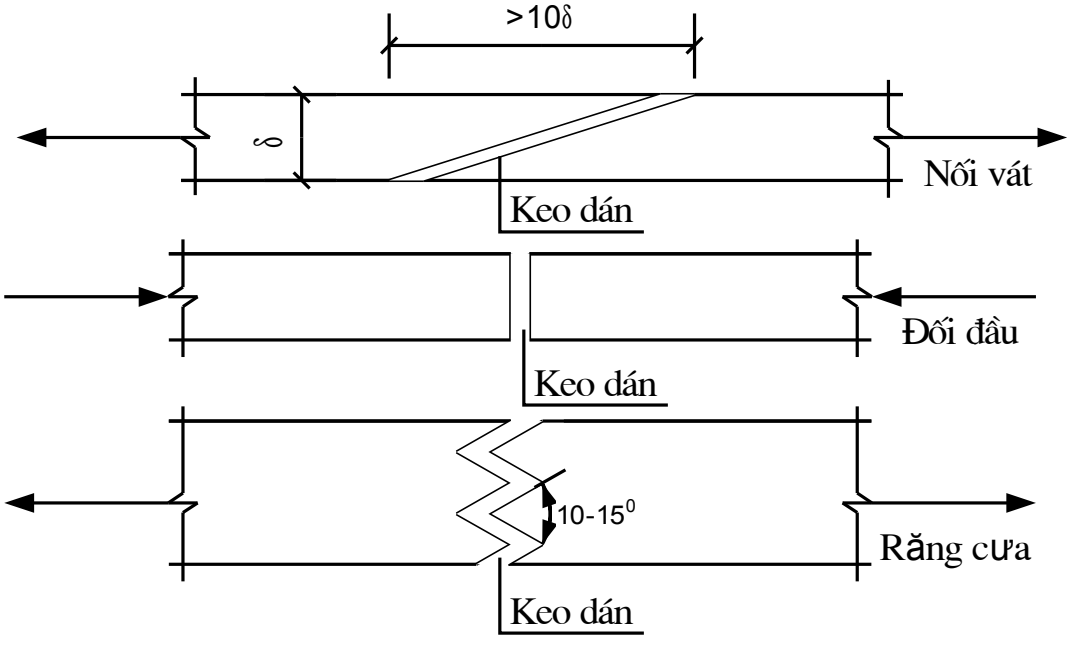
Liên kết dán là loại liên kết cứng và không có tiết diện giảm yếu. Khi tính toán, ta xem cấu kiện có liên kết dán nh cấu kiện có tiết diện nguyên. Trong quá trình tính toán cần phải kiểm tra trợt giữa các lớp đợc dán.

Trong xây dựng có thể sử dụng hai loại liên kết dán chính:

- *Gỗ dán từ gỗ lạng*: mỗi lớp dày khoảng 1mm.
- *Gỗ dán cỡ dày*: mỗi lớp dày 3-4cm.

Các tấm gỗ đợc phủ lớp keo dán lên bề mặt dán, rồi ép cho dính chặt với nhau với áp suất từ 30-50N/cm^2 đối với thanh thẳng và 70-100N/cm^2 với các thanh cong.

Các tấm gỗ để dán cần có độ ẩm từ 18-20% để tránh hiện tợng gỗ hút n-ớc của keo gây biến dạng hoặc bong mạch dán.



Khi dán điều quan trong cần có các thiết bị chuyên dùng, có thể dán nóng hoặc dán nguội. Dán nóng rút ngắn thời gian, cờng độ mạch đảm bảo. Trong khi, nếu dán gỗ trong điều kiện thủ công rất dễ dẫn tới hiện tợng "đói" hoặc "no" mạch, cả hai hiện tợng này đều làm bong mạch dán.

Để nối dài cấu kiện có các hình thức dán thông dụng sau (Hình 4.15):

- *Nối vát*: thờng đặt ở miền chịu kéo.
- *Nối đối đầu*: thờng đặt ở miền chịu kéo.
- *Nối răng ca:* thờng dùng cho cấu kiện chịu kéo – uốn

2. Keo dán

Hiện nay cùng với sự phát triển của ngành hoá chất, các loại keo chất l-ợng tốt rất phong phú trên thị trờng. Nhng chủ yếu là keo họ phênôn phoócmanđêhit. Ngoài ra còn có keo cađêin ximăng.

Các loại keo dán phải đảm bảo yêu cầu:

- Thời gian sống từ 4-6h.
- Độ nhớt của keo phải thích hợp để thuận tiện cho việc quét keo và dán ép. Để keo khỏi chảy nhiều và tăng độ dính có thể dùng bột gỗ làm cốt liệu cho keo.

Câu hỏi và bài tập

1) Nêu mục đích của liên kết kết cấu gỗ?

2) Kể tên các loại liên kết, nêu u nhợc của mỗi loại?

3) *Trình bày đặc điểm cấu tạo của liên kết mộng một răng?*

Chơng 5

THÉP TRONG XÂY DỰNG

Mục tiêu: *Học xong chơng này học sinh:*

Biết đợc đặc điểm cơ học và hoá học của vật liệu thép xây dựng, - u nhợc điểm của kết cấu thép, kể ra đợc các ký hiệu thép.

Trọng tâm: *Phân loại thép, các đặc trng cơ học của thép*

I. KHÁI NIỆM

Cùng với sự phát triển của ngành công nghiệp luyện kim và sự đầu t sản xuất của các công ty sản xuất thép trên thế giới tại Việt Nam, hiện nay các kết cấu sử dụng thép rất phổ biến.

Hình 5.1 Cầu thép New River Gorge (Tại West Virginia – Mỹ)

Xây dựng năm 1977, cầu vợt nhịp tới 520m

Trong xây dựng, kết cấu thép dùng làm các công trình công nghiệp chịu tải trọng nặng và rất nặng, có nhịp lớn (nh nhà máy có nhịp lớn), có cầu chạy, dùng làm các nhà dân dụng lớn nh các công trình văn hoá, rạp chiếu bóng, cung thể thao.... Ngoài ra trong các lĩnh vực xây dựng khác kết cấu thép cũng

đợc sử dụng nhiều: nh điện(cột của đờng dây truyền tải điện), vô tuyến điện (các tháp anten thu phát sóng), giao thông vận tải (các cầu thép) ...

1. u nhợc điểm của kết cấu thép

1.1. u điểm

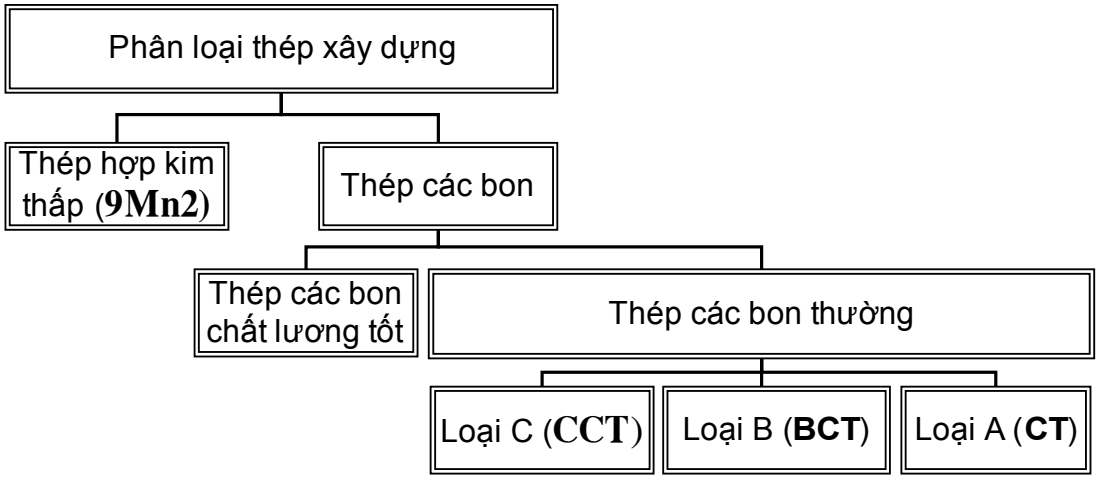
- Kết cấu thép là loại kết cấu *an toàn*, đáng *tin cậy*, vì thép là vật liệu bền, có cờng độ cao, mô đun đàn hồi lớn ($E=2,1.10^7 N/cm^2$), đồng nhất và đẳng hớng.
- So với kết cấu gỗ, kết cấu gạch đã, kết cấu bê tông cốt thép thì *kết cấu thép là kết cấu nhẹ*. Điều này thể hiện qua hệ số phẩm chất C(công thức 3.5). Ta thấy để truyền một tải trọng nh nhau thì thép có kích thớc nhỏ nhất so với các loại kết cấu khác(gỗ, BTCT).
- Là loại kết cấu *dễ công nghiệp hoá khi sản xuất, chế tạo và lắp dựng* nên có điều kiện rút ngắn thời gian xây dựng.

1.2. Nhợc điểm

- Kết cấu thép dễ bị *han rỉ* khi tiếp xúc môi trờng (không khí, nớc) nên cần bảo quản (sơn, mạ) trong suốt quá trình sử dụng.
- Là loại vật liệu có tính *phòng hoả kém*. Khi nhiệt độ đến 500^0C – 600^0C, giảm thấp, khả năng chịu lực của kết cấu thép giảm đáng kể.
- Giá thành công trình cao do *vật liệu thép có giá cao*.

Dựa vào các u điểm và nhợc điểm trên, khi thiết kế cần cân nhắc nhiều phơng án, giải pháp kết cấu để chọn giải pháp sử dụng kết cấu thép là an toàn nhất, hiệu quả kinh tế cao, thuận tiện trong quá trình thi công, bảo dỡng khi sử dụng. Kết cấu phải có cấu tạo để dễ quan sát, làm sạch bụi, sơn, tránh tụ nớc.

2. Các loại thép trong xây dựng



2.1. Thép các bon

Thành phần hoá học của thép cac bon chủ yếu là Fe và C, ngoài ra còn có một số nguyên tố khác tuỳ theo công nghệ luyện thép. Gồm hai loại: thép các bon thờng và thép các bon chất lợng tốt. Hàm lợng thông dụng là: C<2%; Mn≤0,8%; Si ≤ 0,5%; P, S ≤0,05%; còn Cr, Ni, Cu, W, Mo, Ti chiếm rất ít (khoảng 0,1÷0,2%). Thành phần và hàm lợng các nguyên tố ảnh hởng lớn tới đặc tính cơ lý của thép.

Thép các bon thờng ở dạng đã qua cán mỏng (tấm, cây, thanh, thép hình...) dùng nhiều trong xây dựng. Thép các bon thờng gồm ba loại: loại A, loại B, loại C.

- *Thép các bon thờng loại A* chỉ qui định về cơ tính, TCVN qui định mác thép loại này có ký hiệu CT, con số đi kèm chỉ độ bền giới hạn.

Trong xây dựng chủ yếu dùng loại CT34, CT38, CT42 cờng độ và độ dẻo trung bình, thuận lợi cho việc gia công nhất là gia công kiểu thủ công. CT31, CT33 là thép kém phẩm chất, chỉ dùng cho các kết cấu không chịu lực.

- *Thép các bon thờng loại B* chỉ qui định về thành phần hoá học. TCVN qui định loại này kí hiệu là BCT con số đi kèm chỉ độ bền giới hạn giống loại A và thành phần hoá học riêng cho loại B.

- *Thép các bon thờng loại C* qui định về cơ tính lẫn thành phần hoá học. Loại thép này có cơ tính nh loại A và có thành phần hoá học nh loại B. TCVN

qui định loại thép này kí hiệu là CCT.

Thép các bon chất lợng tốt

Thép các bon chất lợng tốt còn gọi là thép kết cấu. Thép này chứa ít tạp chất hơn thép các bon loại thờng (S<0,04%, P<0,035%) và đợc qui định cả về cơ tính và thành phần hoá học. Thép loại này chỉ dùng để chế tạo máy.

2.2. Thép hợp kim thấp

Thép hợp kim thấp ngoài Fe, C, tạp chất do chế tạo còn có các nguyên tố đặc biệt đợc đa vào (Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Mo, Ti, Cu) với một hàm lợng nhất định, để thay đổi cấu trúc và tính chất của thép.

Về tính chất cơ lý thép hợp kim có tính cơ lý cao hơn thép các bon, chịu đợc nhiệt độ cao hơn và có tính chất vật lý, hoá học đặc biệt nh chống ăn mòn của môi trờng...

Ký hiệu thép hợp kim theo TCVN là hệ thống ký hiệu hoá học và tỉ lệ phần vạn các bon và % các nguyên tố trong hợp kim. Ví dụ thép **9Mn2** có 0,09%C và 2% Mn.

3. Quy cách thép xây dựng

3.1. Thép hình

3.1.1. Thép chữ L (Thép góc)

Thép có hai loại, đều cạnh và không đều cạnh.

Chiều dày : $\delta = 3 \div 30$mm

Chiều rộng cánh: $36 \div 250$ mm

Thép đợc sản xuất thành các thanh có chiều dài từ 9-12m.

3.1.2. Thép chữ I

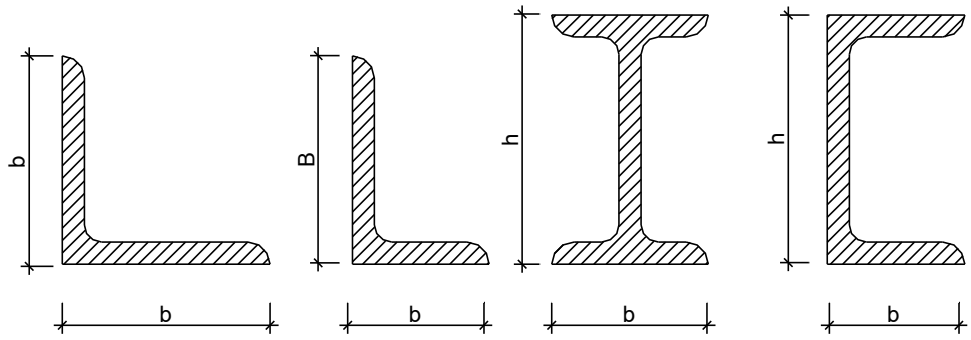
Thép chữ I phân loại theo chiều cao tiết diện h tính bằng cm (hình 4.2c); h=100÷700mm $\left(N^0 I.10 - 70\right)$. Thép I có các thanh dài 6-12m.

3.1.3. Thép chữ U

Thép chữ U (Hình 4.2d) có chiều cao tiết diện h=50-400mm. Chiều cao

tiết diện tính bằng cm đợc dùng làm số hiệu thép, có các loại thép N^0U5 đến N^0U40. Thép U đợc dùng chủ yếu làm dầm chịu uốn xiên (xà gồ) với chiều dài thanh từ 6-12m.

Ngoài các loại thép kể trên, ta còn có các loại thép hình khác nh thép vuông cạnh 80-150mm, thép ống (tuyp) hay còn gọi là thép vành khuyên, thép tròn. Thép tròn có hai loại: tròn trơn và tròn gai, đờng kính ϕ3-ϕ40.



Hình 5.2

3.2. Thép bản

3.2.1. Thép bản phổ thông

Chiều dài từ 5÷18m, dày 6-50mm. Cứ 2 mm chia thành một cấp.

3.2.2. Thép bản dày

Loại thép này có chiều dày từ 4÷60mm, phân loại nh thép phổ thông nhng cứ 5mm thành một cấp, rộng từ 600-3000mm, dài 1,2-2m.

3.2.2. Thép bản mỏng

Loại thép này có chiều dày từ 0,5-4mm, rộng nhất là 1m, dùng để lợp nhà, dập làm thép định hình.

II. CÁC ĐẶC TRNG CƠ HỌC CỦA THÉP

1. Tính chịu kéo

Nếu đem kéo một mẫu thép CT38 với lực P tăng dần, trong thanh chỉ xuất hiện ứng suất pháp. Giá trị của ứng suất có quan hệ bậc nhất với tải trọng P. Ứng suất này phân bố đều trên tiết diện thanh và đợc xác định theo công

thức:

$$\sigma_k = P_k / F \quad (5.1)$$

Trong đó: P_k là tải trọng kéo (KN), F: diện tích tiết diện thanh (cm^2).

Kết quả thí nghiệm chịu kéo vật liệu thép với mẫu thép CT38 thể hiện trên đồ thị quan hệ ứng suất – biến dạng tỉ đối ở hình 5.3.

Theo đồ thị này, có thể chia quá trình làm việc của thép khi kéo làm 3 giai đoạn: *Giai đoạn đàn hồi, giai đoạn dẻo và giai đoạn đàn hồi dẻo*.

Trong *giai đoạn đàn hồi* cần phân biệt sự khác nhau giữa giai đoạn tỉ lệ và giai đoạn quá độ. Ở giai đoạn tỉ lệ khi ứng suất trong thanh nhỏ hơn 2100daN/cm^2, thép làm việc hoàn toàn theo định luật Húc.

$$\sigma = \varepsilon E \quad (5.2)$$

Trong đó:

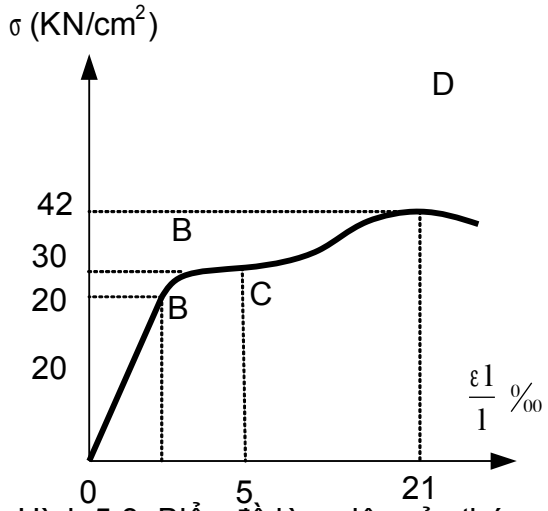
- σ: ứng suất trong thanh (kN/cm^2).
- E: mô đun biến dạng đàn hồi của thép (E=2,1.10^7N/cm^2).
- ε: độ giãn dài tơng đối (tính bằng %).

Trong giai đoạn quá độ, lúc $\sigma < \sigma_{tl} = 2100\ daN/cm^2$ thép hoàn toàn có khả năng phục hồi lại trạng thái ban đầu.

Kết thúc giai đoạn đàn hồi, khi biến dạng tơng đối ε đạt khoảng 0,2%, thép làm việc chuyển sang *giai đoạn dẻo*. Đặc điểm của giai đoạn này là biến dạng tăng nhanh trong khi ứng suất hầu nh không đổi. Đờng biểu diễn là một đoạn song song với trục ngang ứng với giá trị $\sigma = 2400 daN/cm^2$. Giới hạn ứng suất này gọi là giới hạn chảy σ_c.

Khi thép chịu kéo, vấn đề quan trọng là xác định giới hạn chảy là giới hạn ứng suất khi độ dãn dài tơng đối ε đạt tới trị số 0,2%.

Theo qui ớc này, sự làm việc của thép khi kéo chỉ chia làm 2 giai đoạn: Giai đoạn *đàn hồi tỉ lệ và gian đoạn chảy*. Nh vậy thép bị phá hoại trong trạng thái dẻo.



Hình 5.3: Biểu đồ làm việc của thép khi chịu kéo

Thực tế khi tiếp tục tăng lực kéo, sự phá hoại của thép xảy ra khi ứng suất trong thanh rất lớn. Với thép CT38 xấp xỉ 3800-4200 daN/cm^2. Trên đồ thị hình 5.3 giai đoạn đàn hồi dẻo biệu thị bằng đoạn cong dài nhất (CD).

2. Tính chịu nén và sự mất ổn định của thanh chịu nén

Nếu đem nén đúng tâm một mẫu thép ngắn biểu đồ tơng quan giữa ứng suất và biến dạng tơng tự nh khi kéo. Các đặc trng cơ học của thép (E, σ_c) khi nén giống khi kéo.

Vì mẫu thép ngắn nên nó không bị phá hoại mà chỉ dẹt ra. Giới hạn bền (cờng độ bền tức thời) không xác định đợc.

Đối với các thanh dài (một chiều rất lớn so với hai chiều kia) khi chịu nén sự phá hoại xảy ra sớm hơn nhiều. Các thanh dài chịu nén mất khả năng chịu lực thậm chí khi ứng suất trong thanh cha đạt tới giới hạn chảy. Sự phá hoại này xảy ra do sự mất ổn định của thanh.

Nguyên nhân gây ra mất ổn định của thanh là lực tác dụng vợt quá lực nén tới hạn (P_{th}) ở trong thanh (Bài toán ổn định thanh thẳng đã nghiên cứu trong cơ học xây dựng). Theo Ơ-le lực nén tới hạn đợc tính bằng công thức:

$$P_{th} = \frac{\pi^2 E J_{min}}{l_0^2} \qquad (5.3)$$

Trong đó:

E: mô đun đàn hồi.
J_{min}: mômen quán tính nhỏ nhất của tiết diện.
l_0: chiều dài tính toán của thanh, tính theo nh công thức (3.5).

Với lực tới hạn, trong thanh sẽ xuất hiện ứng xuất tới hạn

$$\sigma_{th} = \frac{P_{th}}{F} = \frac{\pi^2.E.J_{min}}{l_0^2.F} = \frac{\pi^2.E}{\lambda^2} \qquad (5.4)$$

Trong đó: F là tiết diện ngang, λ là độ mảnh lớn nhất của thanh(3.5)

Công thức Ơ le chỉ áp dụng đợc trong trờng hợp vật liệu làm việc đàn hồi tuyệt đối, nghĩa là: $\sigma_{th} \le \sigma_{tl}$

Đối với thép CT38: $\sigma_{th}=\sigma_{tl}=2100$ daN/cm^2.

và: $\lambda = \sqrt{\frac{\pi^2.E}{2100}} = \sqrt{\frac{3{,}14^2.2{,}1.10^6}{2100}} = 105$

Nh vậy những thanh có $\lambda \ge 105$ thì có thể dùng công thức Ơle để tính toán, còn những thanh có độ mảnh < 105 không thể dùng công thức Ơle đợc để tính σ_{th} đợc mà nó đợc tính toán bằng phơng pháp thực nghiệm.

Sự ổn định của thanh nén đợc tính theo công thức:

$$\sigma = P/(\varphi.F) \le R \qquad (5.5)$$

Trong đó:

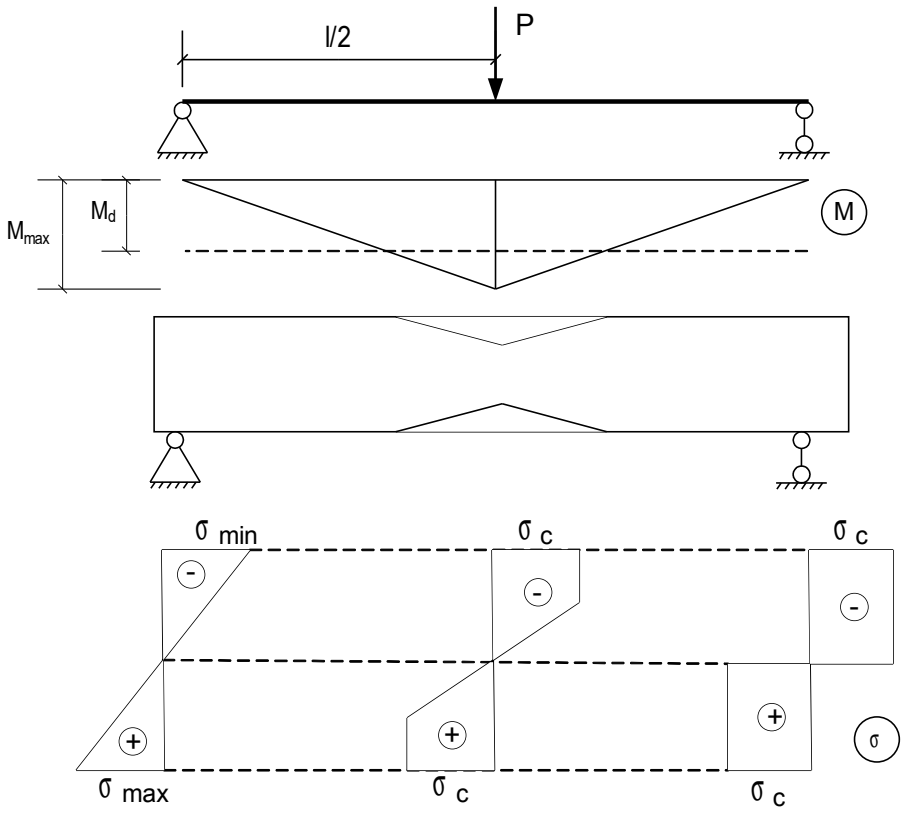
σ: ứng suất trong tiết diện thanh.
P: lực nén tính toán tại tiết diện đang xét.
F: diện tích tiết diện đang xét.
R: cờng độ tính toán của thép.
φ: hệ số uốn dọc, đợc xác định nh sau: $\varphi = \sigma_{th}/R < 1$

Ta thấy φ phụ thuộc vào độ mảnh λ vì $\sigma_{th} = \pi^2 E/\lambda^2$

φ đợc tra theo phụ lục 12 phụ thuộc độ mảnh.

3. Tính chịu uốn

Khi thí nghiệm uốn dầm đơn giản nh hình 5.4, các ứng suất pháp không phân bố đều trên tiết diện thanh. Ứng suất này lớn nhất tại các thớ biên:



Hình 5.4 Sự làm việc của thép khi chịu uốn

$$\sigma_{max} = \frac{M}{J_{min}} y_{max} \tag{5.6}$$

Với tiết diện đối xứng:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \tag{5.7}$$

Trong đó:

M_{max}: môn men uốn cực đại.

J_x: mômen quán tính của tiết diện lấy với trục $x\text{-}x_1$

W_x: mô đun kháng uốn của tiết diện lấy với trục $x\text{-}x_1$

Khi tính toán các dầm thép, thờng xem rằng giới hạn chịu lực của dầm mất đi khi ứng suất tại các miền thớ biên đạt giá trị cờng độ tính toán của thép, tức là:

$$M_d = R.W \tag{5.8}$$

Trong đó:

R: $R=\sigma_c.k$

k: hệ số không đồng nhất của thép. Lấy k=0,9

σ_c: giới hạn chảy của thép.

Nếu tiếp tục tăng tải trong P miền biến dạng dẻo càng tiến sâu vào phía trục trung hoà cho tới khi toàn bộ tiết diện dầm đạt tới giới hạn chảy. Trên dầm hình thành khớp dẻo và dầm mất hết khả năng chịu lực. Khả năng chịu lực của dầm khi đó là:

$$M_d = \sigma_c W_c \qquad (5.9)$$

Trong đó:

M_d: mômen uốn khi hình thành khớp dẻo.

W_d: môdun kháng uốn ở giai đoạn dẻo.

Thí nghiệm cho thấy:

- Với tiết diện chữ nhật: W_d=1,5W

-Với tiết diện chữ T: W_d=1,15W

W: mô đun kháng uốn ỏ giai đoạn đàn hồi.

Các cấu kiện cần tính theo biến dạng dẻo là:

- Kết cấu chịu tải trọng tĩnh
- Tại chỗ có mômen uốn lớn nhất M_{max} thì ứng suất tiếp $\tau \leq 0,4R$ (với R là cờng độ của thép).

4. Sự phá hoại dòn của thép

Khi làm việc, thép có thể bị phá hoại dẻo hoặc dòn. Sự phá hoại dòn của thép xảy ra khi độ biến dạng tơng đối ε nhỏ hoặc xảy ra một cách đột ngột. Trong nhiều trờng hợp sự phá hoại dòn xảy ra rất sớm khi ε còn nhỏ gây nguy hiểm cho kết cấu. Sự phá hoại dòn xảy ra do các nguyên nhân sau đây:

4.1. Thép bị cứng nguội

Thép bị cứng nguội khi thép bị kéo trớc hoặc khi gia công nguội.

4.1.1. Thép kéo trớc

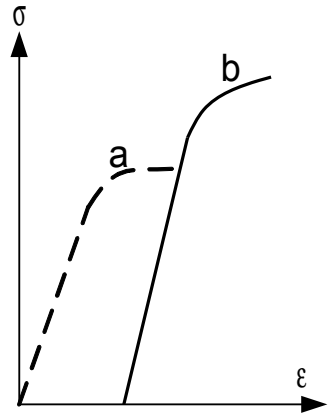
Nếu đem thép CT38 kéo vợt quá giai đoạn chảy rồi không kéo nữa. Sau đó dùng thép sẽ làm việc theo sơ đồ mới hình 5.5, cờng độ thép tăng lên nhng biến dạng giảm đi rất nhiều, thép trở nên dòn.

4.1.2.Thép gia công nguội

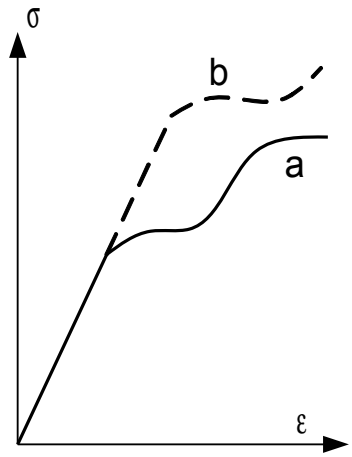
Khi gia công thép nh uốn, dập, đột lỗ, cắt thép...đều làm cho thép bị cứng nguội. Tại các vị trí đó biến dạng ε rất nhỏ.

4.2. Thép bị già

Cùng với thời gian, tính dẻo của thép giảm dần. Hiện tợng này xảy ra cùng với sự tăng cờng độ và giảm biến dạng ε của thép. Trên hình 5.6 trình bày biểu đồ thí nghiệm hai mẫu thép cùng một mẻ luyện. Một mẫu mang kéo ngay (Hình 5.6a) còn một mẫu sau đó 30-40 năm (Hình 5.6b).



Hình 5.5 Thép kéo trước



Hình 5.6 Hiện tượng già của thép

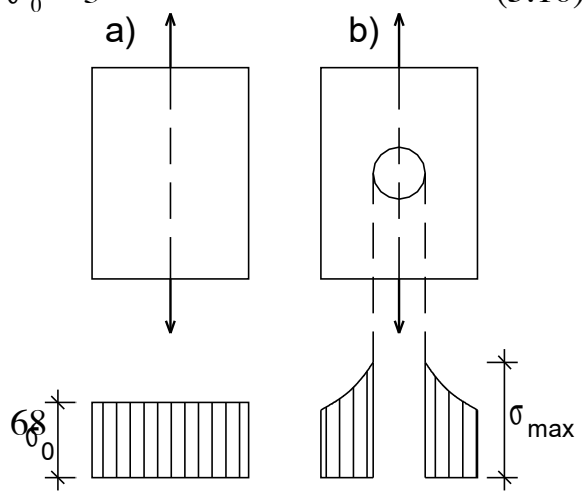
4.3. Ứng suất phân bố không đều

Khi làm việc (chẳng hạn khi kéo), nếu thép không có lỗ khuyết thì ứng suất sẽ phân bố đều trên tiết diện (Hình 5.7a). Nếu thép có lỗ khuyết thì ở mép lỗ khuyết ứng suất phân bố không đều (Hình 5.7b). Hiện tợng đó gọi là hiện tợng tập trung ứng suất. Gọi k là hệ số tập trung ứng suất, ta có:

$$k = \sigma_{max} / \sigma_0 = 3 \qquad (5.10)$$

Trong đó: σ_{max}, σ_0 là ứng suất tại mép lỗ, và khi thanh không có lỗ

Khi thiết kế cần tránh hiện t-



Hình 5.7 Hiện tượng tập trung ứng suất

ợng tập trung ứng suất nh: thay đổi tiết diện đột ngột, tạo các khe rãnh, lỗ khuyết, góc vuông... trên tiết diện thanh.

4.4. Ảnh hởng của nhiệt độ

Khi nhiệt độ dới 300^0C, tính chất cơ học của thép ít thay đổi. Nhng khi $t^0 > 300^0$C thép trở nên dòn. Nếu $t^0 \geq 600^0$C thép bị chảy. Ngợc lại, ở $t^0 \leq -45^0$C thép trở nên dễ nứt.

4.5. Hiện tợng mỏi của thép

Khi chịu tác dụng của tải trọng lặp đi lặp lại tức là tải trọng có chiều hoặc vị trí thay đổi nhiều lần thì kết cấu bị phá hoại rất sớm ở ứng suất thấp hơn giới hạn chảy σ_c. Sự phá hoại đột ngột do nguyên nhân này gọi là hiện tợng mỏi. Giới hạn ứng suất mà kết cấu bị phá hoại về mỏi gọi là cờng độ mỏi (hay cờng độ chấn động). Thí nghiệm cho thấy với thép CT38 cờng độ mỏi bằng 0,4 lần cờng độ của nó: $\sigma_{cd} = 0{,}4R$

Câu hỏi ôn tập

1) Nêu các u và nhợc điểm của kết cấu thép, khi sử dụng kết cấu thép cần lu ý những điểm chính gì?
2) Trình bày các đặc trng cơ học của thép?
3) Thép đợc phân loại nh thế nào?

Chơng 6

LIÊN KẾT KẾT CẤU THÉP

Mục tiêu: *Học xong chơng này học sinh:*

- *Kể ra đợc các loại đờng hàn và kí hiệu của chúng.*
- *Đọc đợc bản vẽ kết cấu hàn. Kiểm tra đợc liên kết hàn.*

Trọng tâm: *Khái niệm về liên kết thép, cấu tạo và tính toánl iên kết hàn*

I. KHÁI NIỆM VỀ LIÊN KẾT

Liên kết là phần quan trọng của kết cấu thép, vì từ thép hình, thép bản muốn tạo thành những cấu kiện hay một kết cấu, một công trình ta phải dùng liên kết. Những liên kết thờng đợc sử dụng trong kết cấu thép là *liên kết bulon, liên kết đinh tán và liên kết hàn*. Liên kết bulon và liên kết đinh tán thuộc loại liên kết cơ học. Liên kết hàn đợc tạo thành do quá trình hoá học và luyện kim.

Liên kết bulon và liên kết đinh tán có tính công nghiệp hoá cao, tốc độ thi công nhanh, nhất là liên kết bulon. Nhng liên kết bulon chịu tải trọng chấn động kém. Liên kết đinh tán thi công chậm hơn vì một đầu đinh phải tán tại hiện trờng. Loại này chịu tải trọng chấn động tốt. Hai loại liên kết này đợc sử dụng rộng rãi trong kết cấu thép.

Trong phạm vi chong trình, ta chỉ xét đến những công trình xây dựng dân dụng bình thờng. Trong các công trình này, liên kết hàn đợc dùng phổ biến. Vì vậy trong giáo trình này tập trung giới thiệu liên kết hàn.

II. LIÊN KẾT HÀN

1. Khái niệm về hàn

So với liên kết bulon và liên kết đinh tán liên kết hàn có các u điểm:

- Tiết diện thép cơ bản không bị khoét lỗ nên tiết kiệm đợc từ 15-20% khối lợng thép và tiết kiệm đợc 20% công chế tạo.

- Tại chỗ liên kết kín nên về hình thức đẹp.

Bên cạnh đó nó cũng có các nhợc điểm:

- Khó kiểm tra chất lợng vì tại vị trí liên kết kín.
- Quá trình hàn là quá trình đốt nóng và nguội đi một cách cục bộ nên sinh ra ứng suất cục bộ. Trong quá trình hàn, kim loại tiếp xúc với ôxy và nitơ trong không khí làm cho đờng hàn bị dòn.

1.1.Các phơng pháp hàn

Hai phơng pháp hàn thờng sử dụng: hàn hồ quang và hàn xì.

Hàn hồ quang điện đợc chia ra hai loại: *hàn tay* và *hàn tự động*

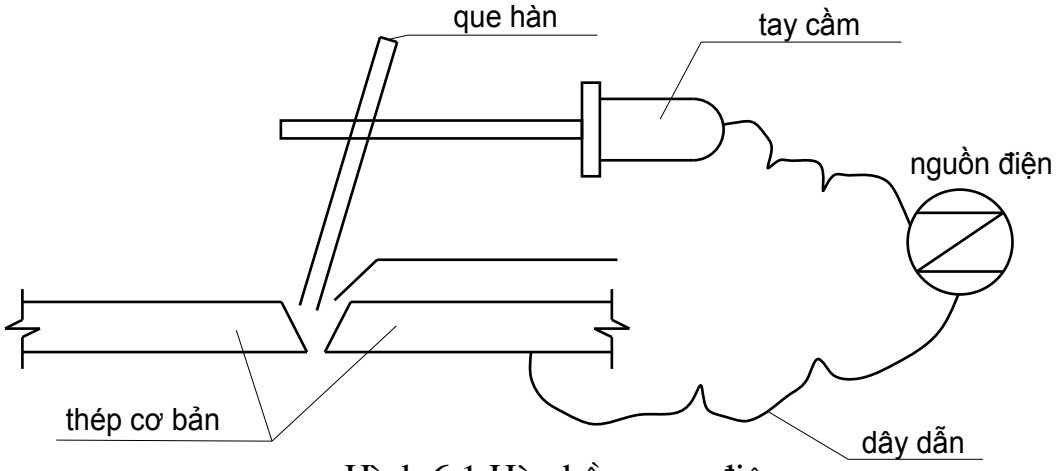
1.1.1. Hàn hồ quang điện

Về nguyên tắc, phơng pháp này dùng nhiệt độ cao của ngọn lửa hồ quang điện đốt nóng chảy thép cơ bản (bản thép cần đợc hàn) và que hàn thành tinh thể lỏng hoà vào nhau, khi nguôi đi tạo thành đờng hàn (hình 6.1).

Theo cách di chuyển que hàn, hàn hồ quang điện chia thành ba loại:

- Hàn thủ công (hàn tay hồ quang điện)
- Hàn tự động (hàn máy): Máy hàn di chuyển tự động trên ray.
- Hàn nửa tự động : Ngời thợ di chuyển máy hàn.

Hàn tự động, bán tự động chỉ thích hợp với các đờng hàn dài, thẳng hoặc độ cong nhỏ. Nguyên lí làm việc của hàn hồ quang điện nh hình 6.1



Hình 6.1 Hàn hồ quang điện

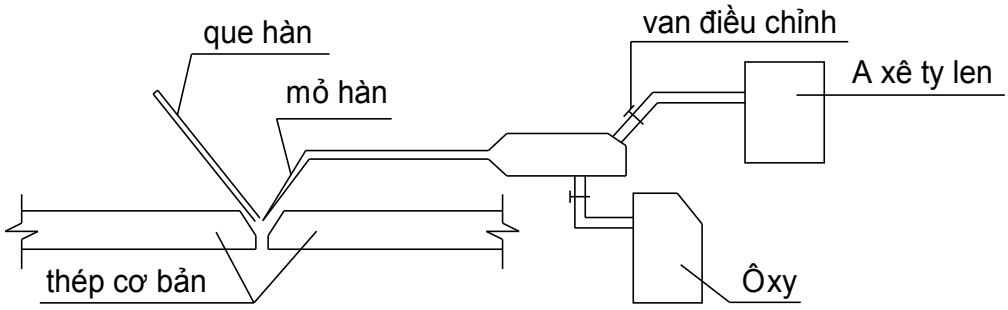
Dùng que hàn và thép cơ bản làm hai điện cực nối với nguồn điện (một chiều hoặc xoay chiều). Dùng tay cầm điều khiển que hàn, ban đầu dí sát vào thép cơ bản, sau đó tách ra từ 1-2mm sẽ sinh ra hiện tợng phóng điện tạo thành hồ quang. Hồ quang lúc đầu nhỏ, sau to dần và liên tục do không khí ở xung quanh bị đốt nóng. Khi hàn cần đảm bảo khoảng cách cố định giữa thép cơ bản và que hàn, đồng thời di chuyển đều que hàn dọc theo đờng hàn.

Để tăng nhiệt độ chỗ hồ quang và đảm bảo an toàn cho ngời hàn, khi hàn dùng máy biến thể để giảm điện thế giữa hai cực xuống còn 15-60V và tăng cờng đồ dòng điện từ 200-500A. Cờng độ dòng điện cao, tốc độ hàn càng nhanh, rãnh hàn chảy càng sâu. Kim loại từ que hàn rơi vào dới dạng từng giọt do xung quanh hồ quang có từ trờng.

1.1.2. Hàn xì

Hình 6.2 thể hiện sơ đồ và phơng pháp hàn xì (hàn hơi).

Nguyên lí của phơng pháp hàn xì là dùng nhiệt độ cao của hỗn hợp khí ôxy – axetylen khi cháy tạo thành để đốt nóng chảy thép cơ bản và que hàn để tạo nên đờng hàn. Ngoài việc hàn kim loại, có thể dùng để cắt kim loại.



Hình 6.2 Hàn xì

1.2.Que hàn

Que hàn có hai loại: que hàn trần và que hàn có thuốc bọc.

Que hàn trần (không thuốc bọc) là những đoạn thép tròn dài 30cm. Khi hàn hồ quang cháy trực tiếp trong không khí, ở nhiệt độ cao kim loại tác dụng với ôxy và nitơ trong không khí làm cho đờng hàn bị dòn. Sau khi hàn, trên

mặt đờng hàn không có lớp xỉ phủ, đờng hàn nguội nhanh. Do nguội nhanh nên các bọt khí trong đờng hàn không thoát ra kịp để lại các lỗ rỗng. Cũng do nguội nhanh, đờng hàn có những vết nứt nhỏ, cờng độ không đảm bảo. Loại que hàn này dùng để hàn những bộ phận không chịu lực.

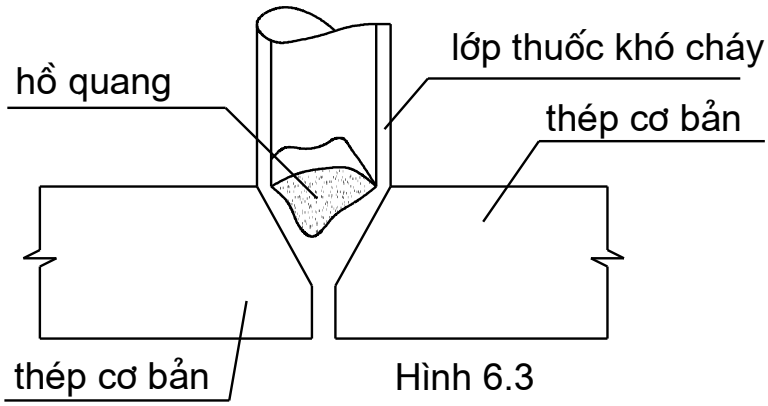
Que hàn có thuốc bọc gồm hai loại: Loại có lớp thuốc mỏng và loại có lớp thuốc dày.

Loại có lớp thuốc mỏng: Lớp thuốc chiếm 1% khối lợng que hàn. Lớp thuốc chỉ có tác dụng làm tăng Ion để ổn định hồ quang điện, không có tác dụng ngăn cách hồ quang với không khí và tạo ra lớp xỉ phủ nên vẫn không khắc phục đợc nhợc điểm của que hàn trần.

Que hàn có lớp thuốc bọc dày: Lớp thuốc chiếm 30% khối lợng que hàn. Lớp thuốc này dày 1,5mm. Loại que hàn này khắc phục đợc nhợc điểm của hai loại nói trên.

Theo TCVN 338:2005 Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế thì que hàn có các loại: N42, N42 – 6B, N46, N46 – 6B, N50, N50 – 6B.

Trong thực tế, nếu dùng loại que hàn có lớp thuốc bọc khó cháy thì khi hàn hồ quang cháy trong lòng lớp thuốc bọc, ngăn cách đợc không khí, tập trung đợc nhiệt nên tốc độ hàn nhanh, lớp rãnh hàn đợc che kín bằng lớp thuốc khó cháy, giảm đ-ợc 50% khối lợng que hàn, chất lợng đờng hàn tốt. Để chọn que hàn cho phù hợp với loại thép xem phụ lục 13.



Hình 6.3

2. Phân loại đờng hàn - kí hiệu đờng hàn

2.1. Các loại đờng hàn

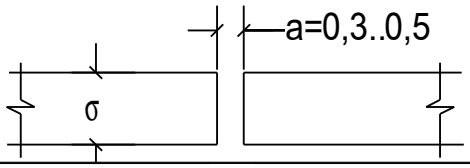
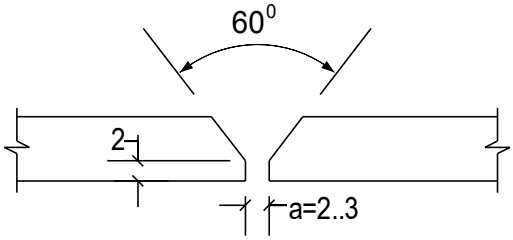
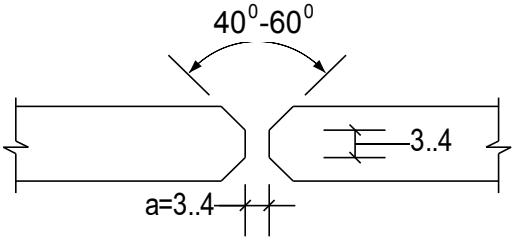
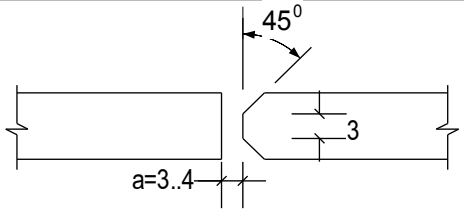
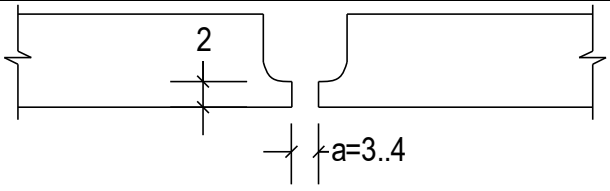
Đờng hàn chia làm hai loại: Đờng hàn đối đầu và đờng hàn góc.

2.1.1. Đờng hàn đối đầu

Đờng hàn đối đầu dùng để nối hai bản thép cùng nằm trên một mặt phẳng. Để rãnh hàn có thể thấm từ trên xuống dới thì tuỳ theo thép cơ bản dày hay mỏng mà quyết định chọn khoảng cách giữa các thép cơ bản với nhau.

- Nếu chiều dày thép cơ bản δ≤ 10mm thì đặt khoảng cách a=0,3-0,5mm.
- Nếu chiều dày lớp thép cơ bản lớn hơn 10mm để rãnh hàn đủ thấm sâu, ngoài những khoảng cách a ra còn phải gia công mép thép cơ bản thép qui định theo bảng 6.1

Bảng 6.1 Các hình thức gia công mép thép cơ bản

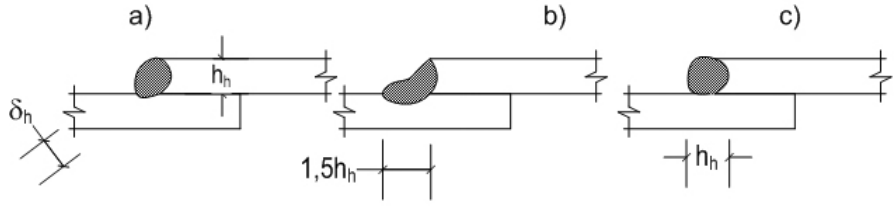
Hình thức gia công	***Các khoảng cách qui định, mm***	***δ, mm***
Không gia công mép		δ ≤ 10
Hình chữ V		10<δ≤20
Hình chữ X		δ>20
Hình chữ K		δ>20
Hình chữ U		δ>20

Đờng hàn đối đầu có u điểm là đờng truyền lực đi thẳng không gây hiện tợng dồn ép trong đờng hàn, do đó khả năng chịu lực tốt. Nhng có nhợc điểm

tốn công gia công mép thép cơ bản và khó định vị khi hàn.

2.1.2. Đờng hàn góc

Đờng hàn góc dùng để hàn hai thép cơ bản không cùng nằm trên một mặt phẳng. Đờng hàn góc có u điểm không phải gia công mép thép cơ bản nh-ng có nhợc điểm là đờng truyền lực đi qua đờng hàn không thẳng, gây uốn cục bộ làm đờng hàn bị dồn ép vào góc. Đờng hàn phát sinh ứng suất cục bộ ở góc đờng hàn. Để hạn chế hiện tợng tập trung ứng suất ngời ta làm đờng hàn thoải hay đờng hàn sâu (Hình 6.4b, Hình 6.4c).

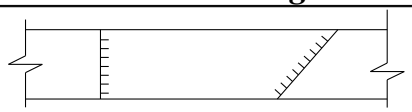
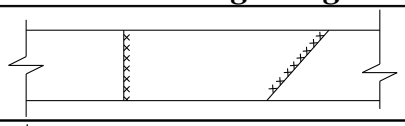
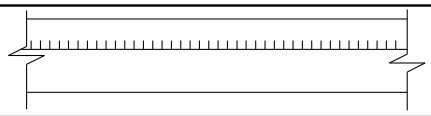
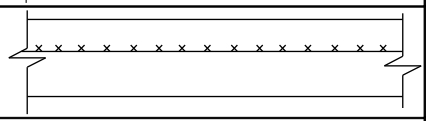
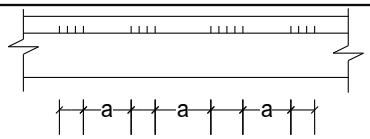
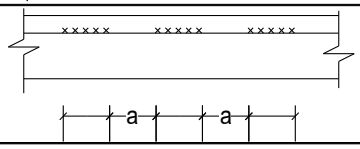


Hình 6.4 a) Đường hàn góc thường; b) Đường hàn góc thoải; c) Đường hàn góc sâu

2.2. Kí hiệu đờng hàn

Theo điều kiện chế tạo, phân ra hai loại: Đờng hàn ở xởng và đờng hàn dựng lắp ở công trờng. Đờng hàn này đợc kí hiệu nh bảng 6.2

Bảng 6.2 Kí hiệu các loại đờng hàn

Loại đờng hàn	*Hàn ở xởng*	*Hàn ở công trờng*
Hàn đối đầu		
Đờng hàn góc liên tục		
Đờng hàn góc gián đoạn.		

Trong bảng trên: $a \leq 15\ \delta_{min}$ với cấu kiện chịu nén $a \leq 30\delta_{min}$ với cấu kiện chịu kéo hoặc các bộ phận cấu tạo.

2.3. Cờng độ đờng hàn

Cờng độ đờng hàn phụ thuộc vào chất lợng que hàn (lõi kim loại, lớp

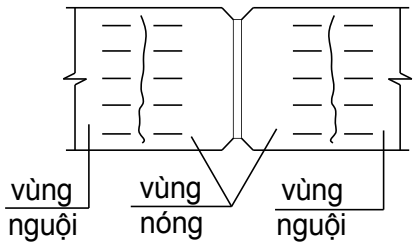
thuốc bọc), loại thép cơ bản, loại đường hàn. Thực nghiệm đã xác định đợc c-ờng độ các đường hàn (xem bảng 6.3)

Bảng 6.3 Chọn que hàn, dây hàn và cờng độ tính toán của thép đ-ờng hàn R_{gh} trong đường hàn góc

Cờng độ tức thời của thép cơ bản (daN/cm²)	*Hàn tự động Dây hàn*	*Hàn tay Que hàn*	*Cờng độ tính toán chịu cắt của thép đường hàn R_{gh} (daN/cm²)*
$R_b^c \le 4300$	C_B 08A	E42, E42A	1800
$4300 < R_b^c \le 5200$	C_B 08| A	E46, E46A	2000
	C_B 10 A	E50, E50A	2150
$5200 < R_b^c$	C_B 10| A	E50, E50A	
	C_B 10HM A	E60	
	C_B 10| 2		

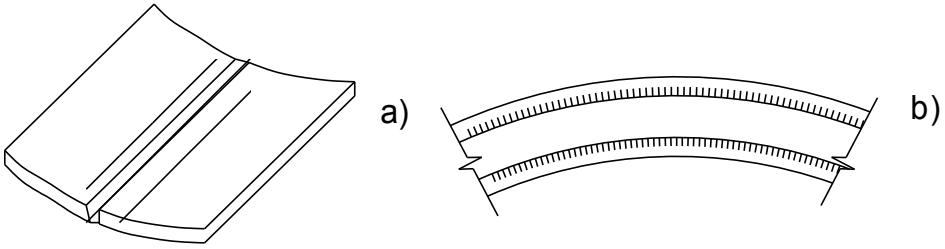
2.4. Ứng suất hàn, biến hình hàn và các biện pháp đề phòng

Khi hàn vùng xung quanh đường hàn bị đốt nóng. Khi nguội đường hàn co ngót, tại các vùng ở thép cơ bản không bị đốt nóng tạo thành ngàm tự nhiên cản trở co ngót của vùng nóng chảy. Xung quanh đường hàn và thép cơ bản xuất hiện lực kéo gây biến hình hàn.



Hình 6.5

Ứng suất hàn nhỏ làm cho vùng xung quanh đường hàn có những vết rạn nứt nhỏ, còn biến hình lớn sẽ làm ảnh hởng tới khả năng sử dụng của kết cấu nh hiện tợng cong, vênh, ... (Hình 6.6).



Hình 5.6 a) Biến hình của tấm uốn ; b) Biến hình của dầm

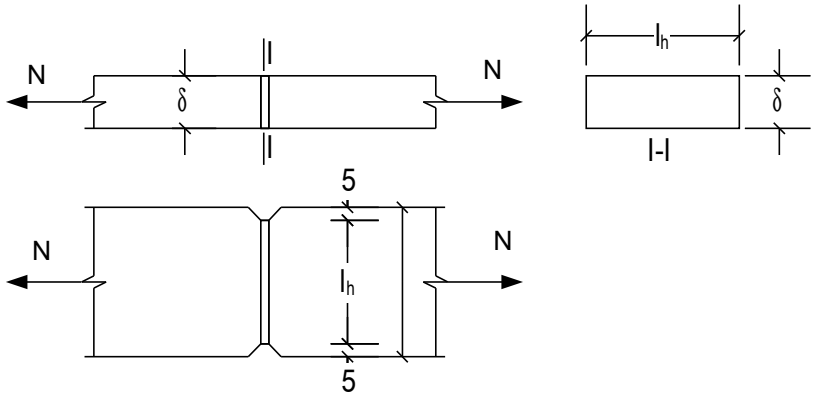
Sau đây là một số biện pháp để tránh hiện tợng biến hình hàn:

- Khi thiết kế chỉ dùng vừa đủ tiết diện đờng hàn nh tính toán yêu cầu. Tránh các đờng hàn thừa, các đờng hàn cắt nhau hay các đờn hàn song song đi gần nhau quá dễ sinh ra hiện tợng tăng nhiệt làm tăng biến hình.
- Khi gia công phải chọn thứ tự hàn hợp lí.
- Uốn cong ngợc kết cấu trớc khi hàn, sau khi hàn sẽ biến hình trở lại trạng thái bình thờng.
- Đốt nóng thép cơ bản trớc khi hàn.
- Sau khi hàn, nếu kết cấu đã có biến hình có thể dùng các biện pháp tác đụng cơ bọc hoặc nhiệt độ để nắn lại theo yêu cầu sử dụng.

3. Tính toán liên kết hàn đối đầu

3.1. Khi chịu lực dọc trục

3.1.1.Trờng hợp đờng hàn thẳng góc với trục (Hình 6.7)



Hình 6.7

Điều kiện cờng độ:

$$\sigma = \frac{N}{F_h} \le \gamma R^h \qquad (6.1)$$

Trong đó:

N: nội lực tính toán tác dụng lên đờng hàn.

F_h: diện tích tiết diện đờng hàn đợc xác định theo công thức.

$F_h = \delta . l_h$

δ: chiều cao tính toán của đờng hàn lấy bằng chiều dày thép cơ bản.

l_h: chiều dài đờng hàn, đợc xác định nh sau:

Nếu không có máng chắn tạm: l_h=b-1cm đề phòng đờng hàn bị cháy và lõm vào hai đầu.

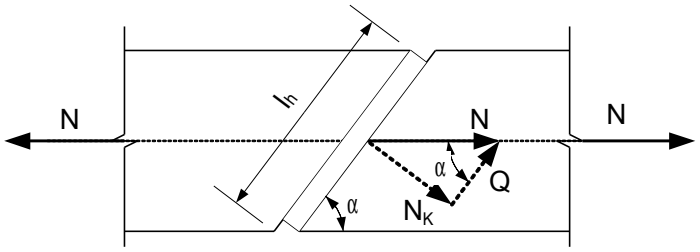
Nếu có máng chắn tạm: l_h=b, khi hàn xong cắt bỏ máng chắn.

b chiều rộng thép cơ bản

γ: hệ số điều kiện làm việc. Bình thờng lấy γ=1

R^h: cờng độ chịu kéo (hoặc nén) của đờng hàn.

3.1.2.Trờng hợp đờng hàn xiên góc với trục (Hình 6.8)



Hình 5.8

Dùng phơng pháp phân tích lực ta thấy đờng hàn này chịu đồng thời cả kéo và cắt.

Thành phần tải trọng gây kéo (nén) là: $N_k = N.\sin\alpha$

Thành phần gây cắt: $Q = N.\cos\alpha$

Điều kiện cờng độ:

$$\sigma = \frac{N \sin\alpha}{F_h} \le \gamma R^h \quad (6.2)$$

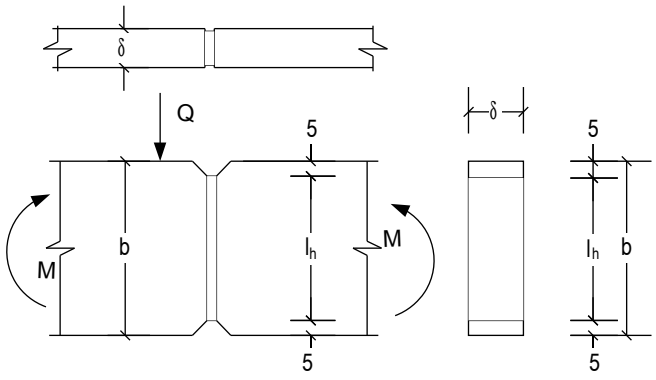
$$\tau = \frac{N \cos\alpha}{F_h} \le \gamma R_c^h \quad (6.3)$$

Trong đó:

F_h, γ: vận dụng nh (6.1)

R^h, R_c^h: cờng độ tính toán của đờng hàn đối đầu khi chịu kéo (nén) và khi chịu cắt.

3.2. Khi đồng thời chịu lực cắt Q và mômen uốn M (Hình 6.9)



Hình 5.9

Đây là trờng hợp đờng hàn chịu uốn ngang phẳng, do đó điều kiện cờng độ là:

$$\sigma = \frac{M}{W_h} \le \gamma R_k^h \quad (6.4)$$

$$\tau = \frac{Q}{F_h} \le \gamma R_c^h \quad (6.5)$$

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} \le \gamma R_k^h \quad (6.6)$$

Trong đó:

W_h: mô đun kháng uốn của tiết diện đờng hàn; theo sơ đồ hình 6.9 thì $W_h = \frac{\delta l_h^2}{6}$

F_h: Diện tích tiết diện đờng hàn.

σ_{td}: ứng suất tơng đơng do tổ hợp hai thành phần ứng suất pháp

và ứng suất tiếp.

M,Q: mômen và lực cắt tính toán tác dụng lên đường hàn.

Chú ý: Công thức (6.5) chỉ là gần đúng vì thực tế ứng suất tiếp phân bố không đều. Muốn tính chính xác phải xác phải tính theo công thức của Zuirapski:

$$\tau = \frac{3Q}{2F}$$

4. Tính toán liên kết hàn góc

Theo tính chất cấu tạo, ngời ta chia đường hàn góc ra các trường hợp: đ-ờng hàn mép (góc cạnh), đường hàn góc đầu, đường hàn vòng.

4.1. Đường hàn mép (Hình 6.10)

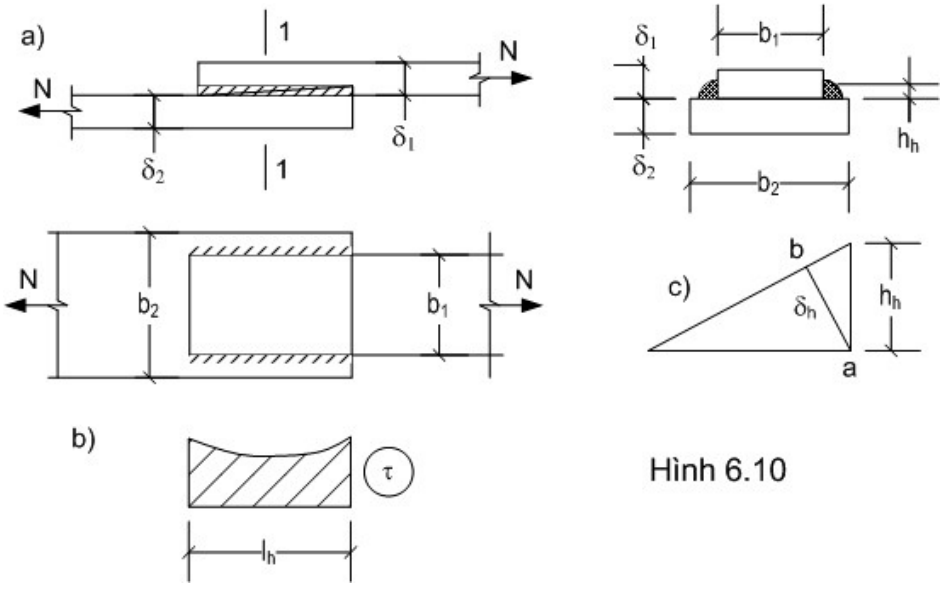
Khi chịu lực ứng suất cắt (τ) phân bố không đều dọc theo chiều dài đ-ờng hàn (l_h), trị số ứng suất ở hai đầu đường hàn lớn hơn trị số ứng suất ở giữa đường hàn. Để hạn chế sự phân bố không đều đó, qui phạm qui định chiều dài đường hàn phải đảm bảo yêu cầu cấu tạo:

$l_h \geq 40$ mm và $h_h \geq 4h_h$, đồng thời: $l_h \leq 60h_h$.

Chiều cao đường hàn h_h cũng lấy theo qui định sau: $4\text{mm} \leq h_h \leq 1{,}2\delta_{min}$

Trong đó δ_{min} – chiều day của bản thép mỏng nhất.

Thực tế chỉ lấy h_h tối đa bằng δ_{min}. Có thể chọn h_h theo bảng 6.4.



Hình 6.10

Bảng 6.4 Chiều cao nhỏ nhất của đòng hàn góc h_{hmin} (mm)

Phong pháp hàn	*h_{hmin} chiều dày của thép bản dày nhất δ_{max} (mm)*						
	4 ÷6	6÷10	11÷16	17÷22	23÷32	33÷40	41÷80
Tay	4	5	6	7	8	9	10
Tự động, nửa tự động	3	4	5	6	7	8	9

Với qui định nh trên, khi tính toán ngời ta coi ứng suất tiếp phân bố đều trên mặt ab (H6.10c) và khi bị phá hoại đòng hàn bị trợt theo mặt AB (H6.10a). Khi đó diện tích đòng hàn F_h đợc xác định theo công thức:

$$F_h = \delta_h \sum l_h \qquad (6.7)$$

Trong đó:

l_h: tổng chiều dài đòng hàn liên kết.
h_h: chiều cao đòng hàn.
β_h: hệ số chiều sâu nóng chảy của đòng hàn (phụ lục 14)

Với đòng hàn thoải và đòng hàn thòng: β_h=0,7

Với đòng hàn sâu: β_h=1

Điều kiện còng độ khi chịu lực dọc trục

$$\tau = \frac{N}{\beta_h h_h \sum l_h} \le \gamma R_g^h \qquad (6.8)$$

Trong đó:

R_g^h: còng độ tính toán của đòng hàn góc (Bảng 5.3).

Từ công thức (6.8) ta tính đợc tổng chiều dài đòng hàn trong liên kết:

$$\sum l_h \ge \frac{N}{\beta_h h_h \gamma R_g^h} \qquad (6.9)$$

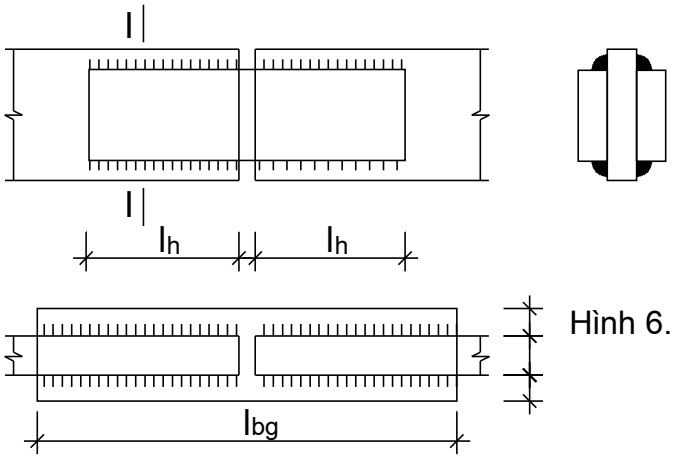
4.2. Trờng hợp hàn chồng dùng đòng hàn mép có bản ốp (H6.11)

Vẫn sử dụng công thức (6.9) để tính tổng chiều dài đòng hàn trong liên kết. Sau đó căn cứ chi tiết cậu tạo của liên kết mà phân phối chiều dài vào các đòng hàn thành phần.

Theo hình Hình 6.11 thì : $l_h = \frac{\sum l_h}{4}$

4.3. Hàn thép góc với thép bản

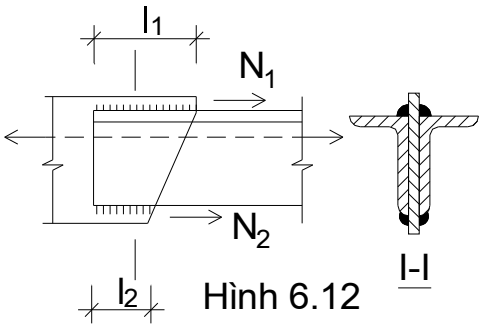
Khi liên kết thép bản với thép góc (Hình 6.12), dùng đờng hàn mép có chiêu cao h_{hs} ở sờn và h_{hm} ở cánh (nh nhau), ta vẫn sử dụng công thức (6.9) để tính tổng chiều dài đờng hàn ở sờn và ở cánh với nội lực phân phối trên các đờng hàn đó lấy theo bảng phụ lục 15.



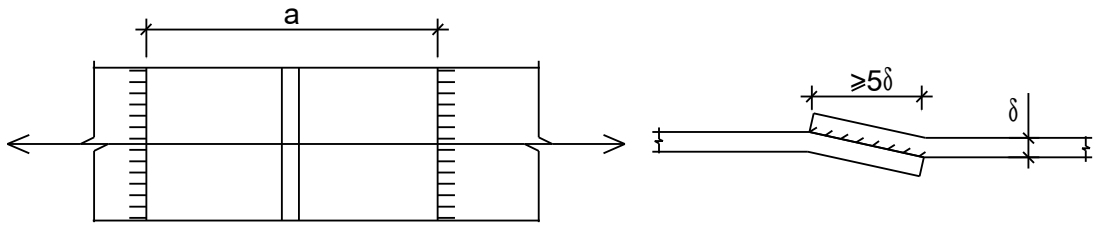
Hình 6.11

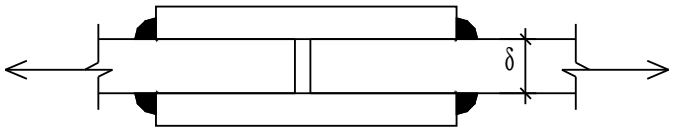
4.4. Hàn đầu (Hình 6.13)

Liên kết hàn góc dùng làm đờng hàn đầu có mô đun biến dạng đàn hồi lớn hơn mô đun biến dạng đàn hồi của đờng hàn mép, nhng có biến dạng dài tờng đối (ε) khi bị phá hoại rất nhỏ nên đờng hàn thờng bị phá hoại theo các hình thức sau (Hình 6.14):

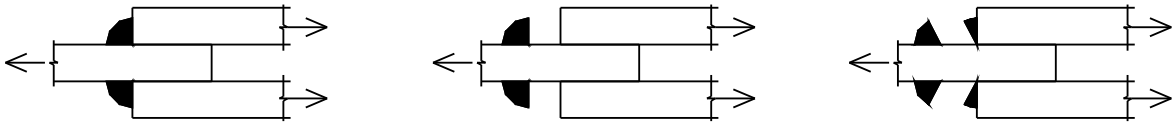


Hình 6.12





Hình 6.13



Hình 6.14

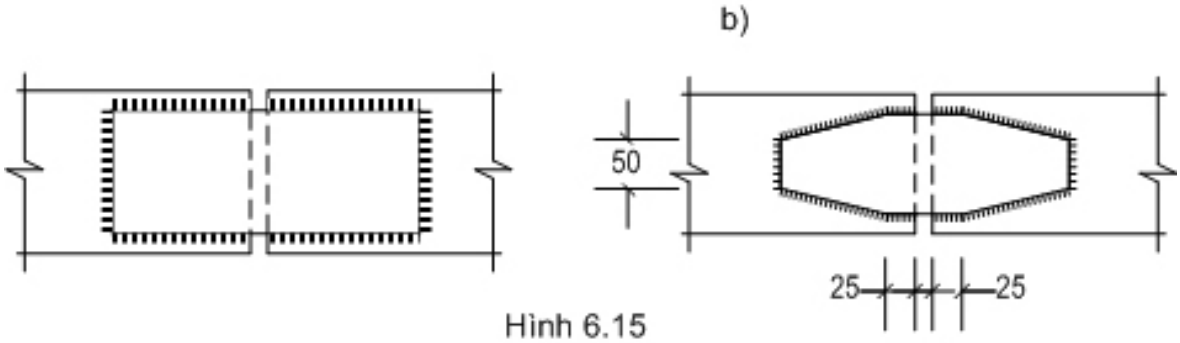
Tuy cường độ đường hàn đầu lớn hơn cường độ đường hàn mép song để đơn giản và tiện khi tính toán vẫn sử dụng công thức (6.8). Để hạn chế hiện tượng tập trung ứng suất trong đường hàn qui định chiều dài bản ghép (l_{bg}) là a phải đảm bảo:

$$a \geq \begin{cases} 60mm \\ 10\delta_{max} \end{cases}$$

Trong đó: δ_{max} – chiều dày của thép bản dày nhất.

4.5. Đường hàn vòng quanh

Kết hợp đường hàn đầu và đường hàn mép là đường hàn vòng quanh (Hình 6.15). Để hạn chế hiện tượng tập trung ứng suất người ta cắt bỏ các góc của bản ghép (Hình 6.15 b). Khi tính toán vẫn sử dụng công thức (6.8). Chỉ lu ý khi tính toán ra $\sum l_h$ là tổng chiểu dài của cả đường hàn đầu và đường hàn mép.

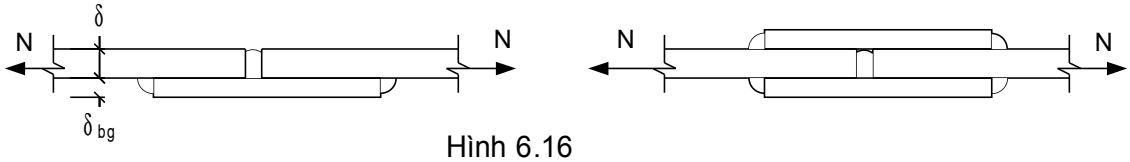


Hình 6.15

Chú ý: Để phòng chất lợng ở hai đầu đờng hàn không đảm bảo khi gia công chiều dài thức tế lấy lớn hơn chiều dài tính toán từ 10-30 mm.

4.6. Liên kết hàn hỗn hợp

Khi đờng hàn đối đầu thẳng góc không đủ khả năng chịu lực ngời ta gia cờng thêm bằng cách dùng bản ghép để dùng thêm đờng hàn góc tạo thành liên kết hàn hỗn hợp.



Hình 6.16

Ta biết cờng độ đờng hàn đối đầu tốt hơn đờng hàn góc. Do đó tuỳ theo liên kết có một bản ghép hay hai bản ghép mà ta có công thức tính toán và c-ờng độ đờng hàn tính toán khác nhau:

- Khi hàn có hai bản ghép: $\sigma = \dfrac{N}{F_b + \sum F_{bg}} \le \gamma R^h$

- Khi có một bản ghép: $\sigma = \dfrac{N}{F_b + F_{bg}} \le \gamma R_g^h$

Trong đó:

F_b: diện tích tiết diện thép cơ bản, bằng diện tích đờng hàn đối đầu.

F_{bg} và ΣF_{bg}: diện tích tiết diện bản ghép và tổng tiện tích tiết diện các bản ghép.

R^h và R_g^h: cờng độ chịu kéo (nén) của đờng hàn đối đầu và của đờng

hàn góc.

Trong trường hợp có một bản ghpé phải dùng R_g^h vì kể đến đổ lệch tâm của đờng hàn đối đầu.

5. Các ví dụ tính toán liên kết

Thí dụ 6.1

Tính liên kết hàn có bản ghép dùng đờng hàn mép để hàn hai thép cơ bản có tiết diện ngang F_b=280x12mm^2 chịu lực kéo tính toán N_k=750 KN. Biết thép cơ bản là loại CT$_3$, có σ^c_b=22daN/mm^2. Điều kiện làm việc bình thờng.

Lời giải.

Để đảm bảo đủ chịu lực kéo N_k=750 KN thì tổng diện tích tiết diện ngang của các bản ghép phải thoả mãn

$$\sum F_{bg} > F_b$$

Ta chọn kích thớc bảng ghép F_{bg}=260x8(mm^2).

$2F_{bg}$=2.26.0,8=41,6cm^2 > F_b=28.1,2=33,6 cm^2.

Chọn chiều cao h_h=0,8 cm.

Quen hàn E42, đờng hàn góc thờng , thép cơ bản có

$$\sigma^c_b = 2200\frac{daN}{cm^2} < 4300\frac{daN}{cm^2}$$

$$\text{Tra bảng } 5.3 \rightarrow \; R_{gh} = 1800\frac{daN}{cm^2}$$

Tổng chiều dài đờng hàn trong liên kết (ở một nửa liên kết).

$$\sum l_h \geq \frac{N}{\gamma.\beta_h.h_h.R_g^h}$$

Điều kiện lầm việc bình thờng γ=1.

$$\sum l_h \geq \frac{750.10^2}{1.0,7.0,8.1800} = 74,4cm$$

Chiều dài đường hàn: $l = \frac{\sum l_h}{4} = \frac{74,4}{4} = 18,6cm$

Đề phòng chất lượng ở hai đầu đường hàn không đảm bảo lấy l_h=20cm.

Kiểm tra cấu tạo đường hàn

$85.\beta_h.h_h = 85.0,7.0,8 = 47,6cm$

$4h_h = 4.0,8 = 3,2cm$

$+ l_h = 20cm < 85.\beta_h.h_h = 47,6cm$

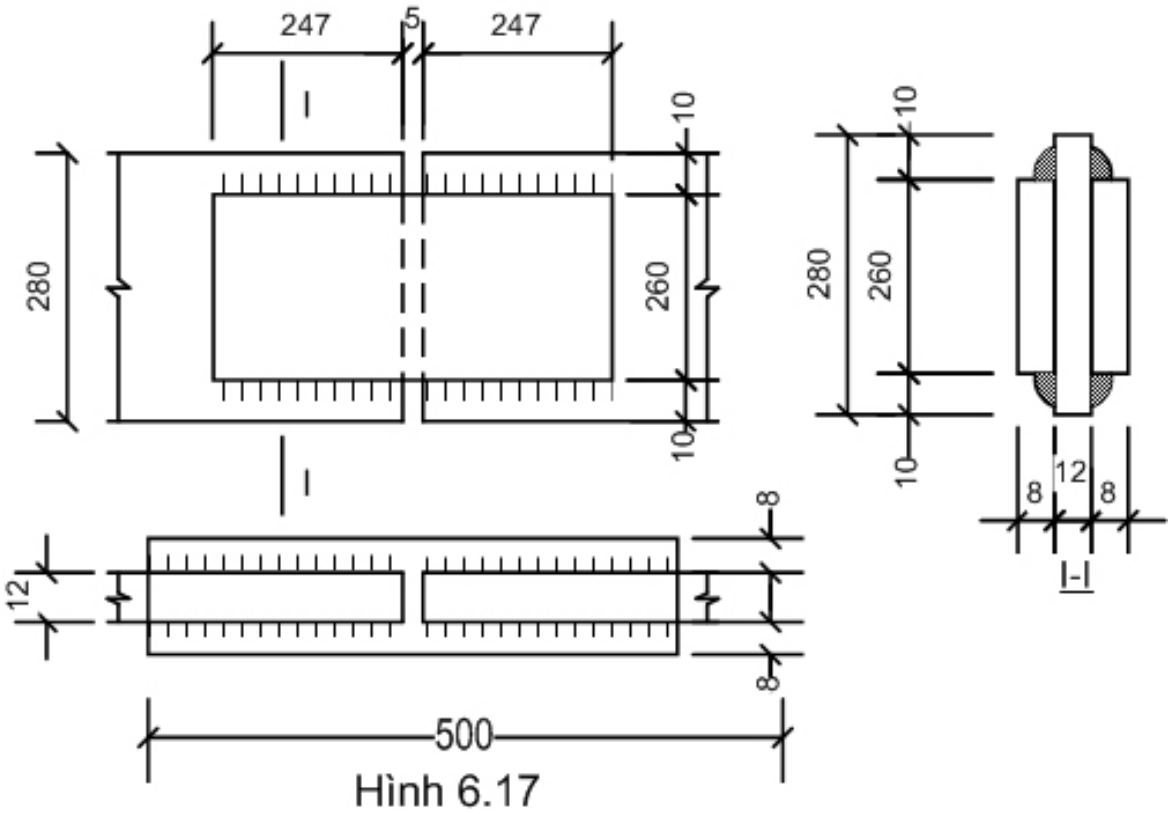
$+ l_h = 20cm > 4h_h = 3,2cm$ $\rightarrow$ Thoả mãn

$+ l_h = 20cm > 4cm$

Chiều dài đường hàn ghép: $l=2.l_h=2.20=40cm$.

Chọn khe hở giữa hai thép cơ bản là 5mm ta có l_{bg}=50cm.

Xem hình 5.17



Hình 6.17

Thí dụ 6.2

Tính liên kết hàn hai thép cơ bản có tiết diện F_b=250.12 (mm^2), chịu

lực kéo tính toán N_k=620KN. Thép hàn là loại CT_3, có σ_b^c=2200 daN/cm², que hàn E.42, điều kiện làm việc bình thường. Yêu cầu dùng đờng hàn vòng có bản ốp. Xem hình 5.18

Lời giải.

- Chọn tiết diện bản ốp: F_{bg}=200.8(mm²).

$2F_{bg}$=2.200.8=3200mm²>F_b=250.12=3000mm².

- Chọn h_h=8mm=0,8cm

- Tổng chiều dài các đờng hàn ở về một phía của liên kết.

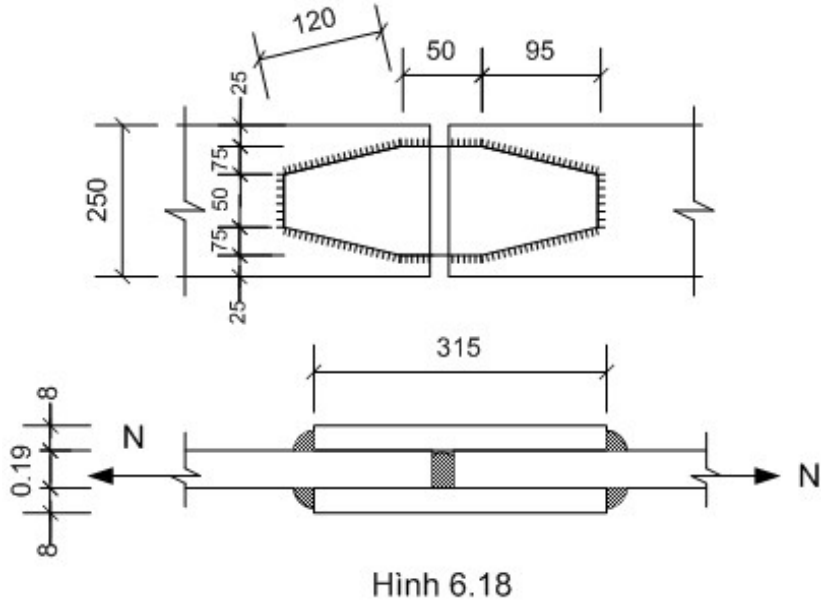
$$\sum l_h \geq \frac{N}{\gamma.\beta_h.h_h.R_g^h} = \frac{620.10^2}{1.0,7.0,8.1800} = 61,51cm$$

Lấy $\sum l_h$ = 68cm

Tổng chiều dài đờng hàn đợc phân phối vào các đờng hàn nh trình bày trên hình 5.18

$$l_{bg} = 2\left(2,5 + \sqrt{15^2 - 7,5^2}\right) = 31cm$$

Để kể đến khe hở lấy b_{bg}=31,5cm.



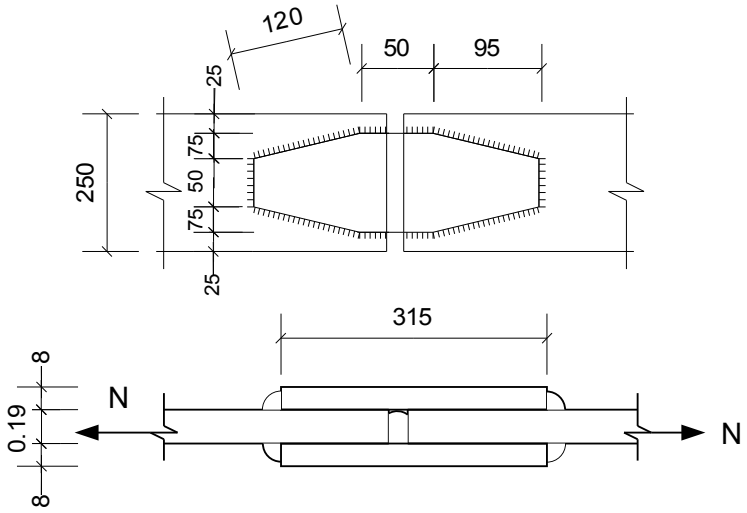
Hình 6.18

Thí dụ 6.3

Tính liên kết hàn giữa hai thép góc ⌟L100.12 với thép bản dày 14mm,

chịu lực kéo tính toán N_k=960 KN. Thép loại CT38, có σ_b^c=2200 daN/cm^2, dùng que hàn E.42. Hệ số γ=1.

Lời giải



Hình 6.19

Nhìn kí hiệu, ta biết đây là thép đều cạnh.

- Chọn chiều cao đờng hàn h_h=8 mm.
- Tổng chiều dài đờng hàn phía sống thép góc:

$$\sum l_1 \geq \frac{N_1}{\gamma.\beta_h.h_h.R_g^h} = \frac{0,7.960.10^2}{1.0,7.0,8.1800} = 66,7cm$$

$$l_1 = \frac{\sum l_1}{2} = \frac{66,7}{2} = 33,3cm$$

Lấy l_1=35cm. Xem hình 5.18

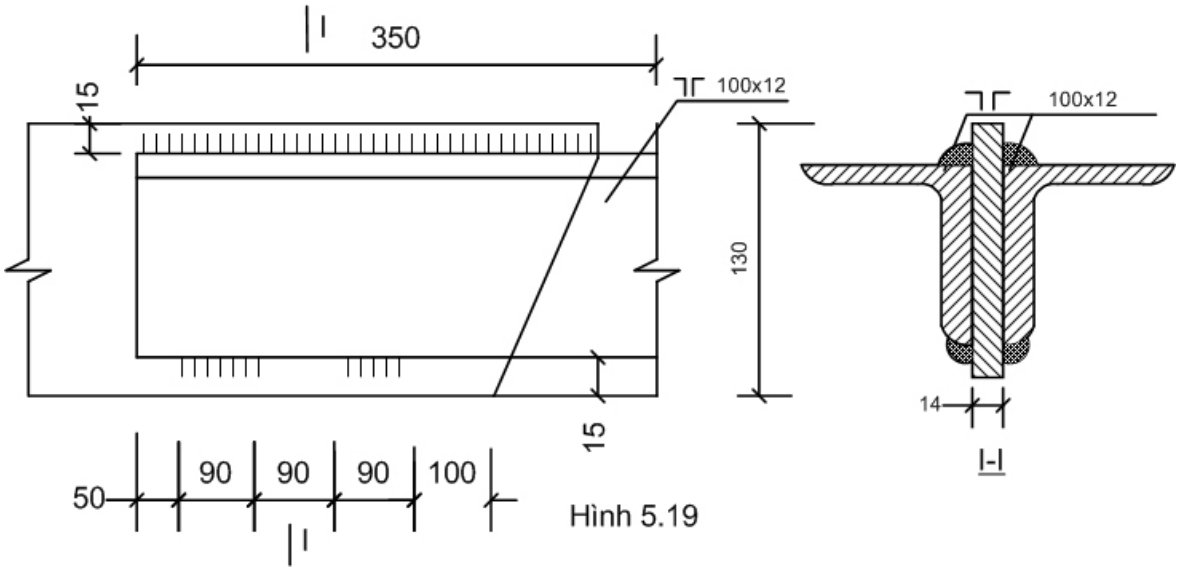
- Chiều dài đờng hàn phía cánh thép góc:

$$\sum l_2 \geq \frac{N_2}{\gamma.\beta_h.h_h.R_g^h} = \frac{0,3.960.10^2}{1.0,7.0,8.1800} = 28,6cm$$

$$l_2 = \frac{\sum l_1}{2} = \frac{28,6}{2} = 14,3cm$$

Lấy l_2=18cm.

Chi tiết liên kết nh hình 5-19.



Hình 5.19

Câu hỏi và bài tập

1) Nêu các u điểm của liên kết hàn so với liên kết bu lông?
2) Kể tên các phơng pháp hàn, trình bày nguyên lý của từng phơng pháp.
3) Tính liên kết hàn có bản ghép dùng đờng hàn mép để hàn hai thép cơ bản có tiết diện ngang F_b=300x12mm^2 chịu lực kéo tính toán N_k=800 KN. Biết thép cơ bản là loại CT_3, có σ^c_b=22daN/mm^2. Điều kiện làm việc bình thờng.
4) Tính liên kết hàn giữa hai thép góc ⌟L100.12 với thép bản dày 12mm, chịu lực kéo tính toán N_k=100 KN. Thép loại CT38, có σ_b^c=2200 daN/cm^2, dùng que hàn E.42. Hệ số γ=1.
5) Tính liên kết hàn giữa hai thép góc ⌟L100.12 với thép bản dày 14mm, chịu lực kéo tính toán N_k=600 KN. Thép loại CT38, có σ_b^c=2200 daN/cm^2, dùng que hàn E.42. Hệ số γ=1.

Chơng 7

TÍNH TOÁN CÁC CẤU KIỆN CƠ BẢN

Mục tiêu: Học xong chơng này học sinh có thể:

Tính toán và kiểm tra đợc khả năng chịu lực của cấu kiện chịu nén đúng tâm, cấu kiện dầm chữ I định hình.

Trọng tâm:

Kiểm tra khả năng chịu lực cột chữ I định hình chịu nén đúng tâm, dầm chữ I định hình.

I. CỘT CHỮ I ĐỊNH HÌNH CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM

Căn cứ vào sơ đồ tính ta chọn đợc tiết diện bất lợi sau đó xác định tiết diện cột. Diện tích tiết diện đợc xác định theo công thức:

$$F_{yc} = \frac{N}{\varphi R} \qquad (7.1)$$

Trong đó:

F_{yc}: Diện tích yêu cầu của tiết diện.
N: Lực dọc tính toán tại tiết diện bất lợi.
R: Cờng độ tính toán của thép.
φ: Hệ số uốn dọc, phụ thuộc độ mảnh λ của cột: $\lambda = l_0/r_{min}$
r_{min}: Bán kính quán tính nhỏ nhất của tiết diện.
l_0: Chiều dài tính toán của cột phụ thuộc liên kết hai đầu cột.

Theo công thức (7.1), muốn xác định đợc F_{yc} phải biết φ. Mà φ lại phụ thuộc vào tiết diện cột, do đó ta phải tính toán theo phơng pháp đúng dần.

Đầu tiên phải giả thiết độ mảnh λ, khi cột cao 5-6m;

- *Nếu lực nén N>1500 KN thì giả thiết λ=70-100*
- *Nếu lực nén N>2500 KN thì giả thiết λ=50-70.*

Có λ rồi ta tra bảng (PL12) tìm φ. Thay φ vào công thc (7.1) để xác định F_{yc}. Từ F_{yc} tra bảng I định hình chọn thép I. Muốn biết tiết diện I vừa chọn có đủ khả năng chịu lực không ta phải kiểm tra theo trình tự sau:

Từ thép I vừa chọn, tra bảng đợc diện tích tiết diện F, bán kinh quán

tính nhỏ nhất r_{min}. Sau đó xác định độ mảnh theo phơng bất lợi.

$\lambda_{max} = l_0 / r_{min} \rightarrow$ tra bảng tìm φ rồi kiểm tra theo công thức.

$$[N]=\varphi.R.F \geq N \qquad (7.2)$$

Trong đó:[N] Khả năng chịu lực của tiết diện cột.

Nếu kiểm tra thấy tiết diện không đảm bảo phải chọn lại tiết diện lần thứ hai, cứ tính dần nh vậy cho đến khi tiết diện đảm bảo điều kiện (7.2).

Thí dụ 7.1

Chọn tiết diện cho một cột đặc chịu nén đúng tâm cao 4,5m, chịu tác dụng của tải trọng tập trung đặt tại đầu cột là:

- *Tính tải Q_{tc}=600kN, hệ số vợt tải n_1=1,1.*
- *Hoạt tải P_{tc}=1500kN, hệ số vợt tải n_2=1,2*

Biết cột đợc ngàm với móng, khớp với sàn. Vật liệu dùng là thép CT38, loại I định hình.

Lời giải:

Bớc 1. Xác định tiết diện $F_{yc} \geq N/\varphi.R$

$N = Q_{tt} + P_{tt} = Q_{tc}.n_1 + P_{tc}.n_2 = 600.1,1 + 1500.1,2 = 2460kN$

Theo phụ lục 16: Thép CT38 có $R = 210\,N/mm^2 = 2100\,daN/cm^2$

Giả thiết λ=70, tra phụ lục 12: φ=0,754

$$F_{yc} \geq \frac{2460.10^2}{0,754.2100} = 155,36cm^2.$$

Chọn I.70, ta có: $\begin{cases} F = 174cm^2 \\ r_{min} = 3,96cm \end{cases}$

Bớc 2: kiểm tra tiết diện I.70

$$\lambda_{max} = \frac{l_0}{r_{min}} = \frac{0,7.450}{3,96} = 79,5 \;.\; \lambda_{max}=79,5 \rightarrow \varphi=0,686$$

$[N] = \varphi.R.F = 0,686.21.174 = 2506KN$

$[N] = 2506KN > N = 2460KN$

Vậy I.70 đủ khả năng chịu lực.

Kết luận: Với tiết diện I.70 cột đủ khả năng chịu lực.

II. DẦM CHỮ I ĐỊNH HÌNH

1. Tính toán điều kiện cờng độ

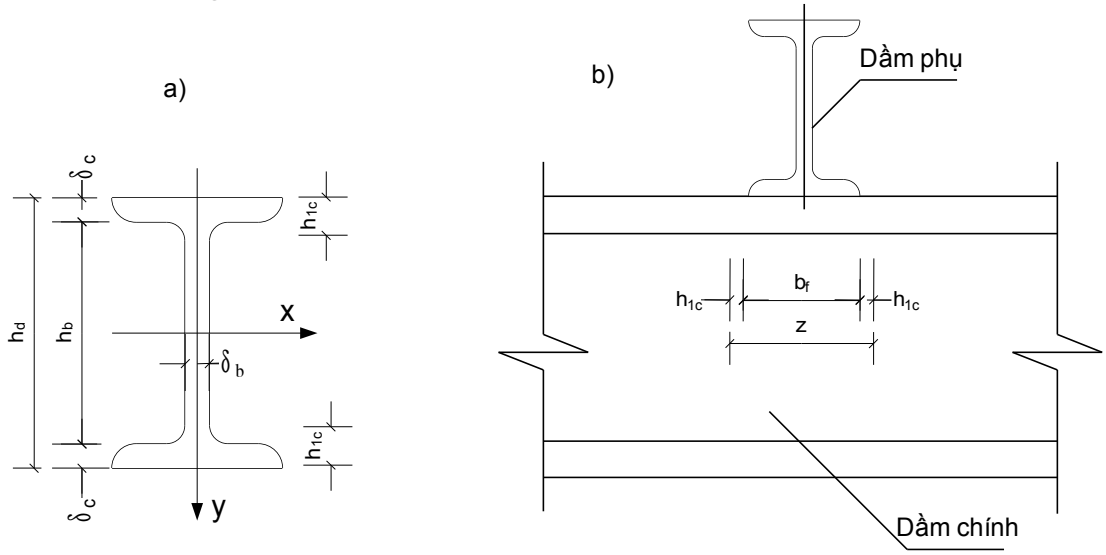
Xét cấu kiện chịu uốn có tiết diện nh hình vẽ (H5.20a).

Áp dụng công thức kiểm tra cấu kiện chịu uốn:

$$\sigma_{max} = M_{max}/W_x \le R \qquad (7.3)$$

Trong đó:

σ_{max}: ứng suất tại vị trí bất lợi do mômen uốn gây ra.
M_{max}: mômen uốn tại tiết diện bất lợi do tải trọng tính toán.
W_x: mômen kháng uốn của tiết diện bất lợi.
R: cờng độ tính toán của vật liệu làm dầm.



Hình 7.1

Chú ý:

Khi dầm có tải trọng tập trung (lực cục bộ) tác dụng (Hình.7.1b), ta phải kiểm tra ứng suất cục bộ phát sinh trong bản bụng dầm ngay dới nơi đặt tải có vợt quá khả năng chịu lực của bản bụng không với giả thiết: ứng suất cục bộ (σ_{cb}) phân bố đều trên đoạn dầm có chiều dài là z với:

$$z=b_f+2h_{1c} \qquad (7.4)$$

Trong đó:

b_f: chiều rộng đặt lực, chính là chiều rộng của cánh dầm phụ.
h_{1c}: khoảng cách từ vị trí đặt lực đến bản bụng dầm chính (gồm chiều dày cánh và phần bán kính cong giữa cánh và bụng dầm).

Công thức kiểm tra ứng suất cục bộ:

$$\sigma_{cb} = \frac{P_{cb}^{tt}}{\delta_b . z} \leq R \qquad (7.5)$$

Trong đó:

σ_{cb}: ứng suất cục bộ do lực cục bộ tính toán gây ra.
P_{cb}^{tt}: lực cục bộ tính toán.
δ_b: chiều dày bản bụng dầm.
R: cờng độ tính toán của thép.

Nhìn vào công thức (7.5) ta thấy phần bản bụng dầm dới lực cục bộ làm việc nh một cấu kiện chịu nén với lực nén là P_{cb} và có tiết diện là $F_{cb}=\delta_b.z$

2. Kiểm tra độ võng (điều kiện biến dạng)

Kiểm tra độ võng theo công thức của sức bền vật liệu

$$\frac{f_{max}}{l} = k_1 \frac{P_{tc}.l^2}{E.J_x} \leq \frac{1}{n_0} \qquad (7.6)$$

Trong đó:

f_{max}/l: độ võng tơng đối tại vị trí bất lợi do tải trọng tiêu chuẩn gây ra.
k_1: hệ số tính võng, phụ thuộc vào sơ đồ tính (phụ lục 8)
P_{tc}: tổng tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên dầm.
l: nhịp dầm.
E: mô đun đàn hồi của thép làm dầm.
J_x: mômen quán tính của tiết diện đang xét lấy với trục x.
$1/n_0$: độ võng tơng đối cho phép lấy theo qui phạm.

3. Kiểm tra ổn định tổng thể

Đây là điều kiện mà chỉ riêng dầm thép mới phải tính toán công thức kiểm tra ổn định tổng thể phụ thuộc vào đặc điểm làm việc của vật liệu. Ngời ta gọi φ_d^{gh} là tỉ số giữa ứng suất tỉ lệ và ứng suất chảy

$$\varphi_d^{gh} = \sigma_{tl}/\sigma_c \qquad (7.7)$$

Với thép CT38: $\sigma_{tl} = 2000 daN/cm^2, \sigma_c = 2400 daN/cm^2$

Ta có: $\varphi_d^{gh} = 0,85$

Nh vậy:

- Nếu $\varphi_d < \varphi_d^{gh} = 0,85$: vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi. Khi đó công thức kiểm tra ổn định tổng thể của dầm sẽ là:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{\varphi_d W_x} \leq R \qquad (7.8)$$

- Nếu $\varphi_d > \varphi_d^{gh} = 0,85$: vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi dẻo, lúc này công thức (7.8) không còn phù hợp nữa, công thức kiểm tra ổn định tổng thể có dạng:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{\varphi'_d W_x} \leq R \qquad (7.9)$$

φ_d, φ'_d: các hệ số làm giảm khả năng chịu lực của dầm khi xét về ổn định tổng thể ứng với vật liệu làm việc ở trong giai đoạn đàn hồi và đàn hồi dẻo. Chúng đợc xác định theo các công thức sau:

$$\varphi_d = \psi . \frac{J_y}{J_x}\left(\frac{h_d}{l}\right)^2 .10^3 \qquad (7.10)$$

$$\varphi'_d = 1,204 - \frac{0,316}{\sqrt{\varphi_d}} \qquad (7.11)$$

ψ : (fờ xi) phụ thuộc vào hệ số α. Quan hệ giữa ψ và α đợc tính sẵn và lập thành bảng. Xem phụ lục 17.

α: đợc xác định theo công thức

$$\alpha = 1,54 \frac{J_k}{J_y}\left(\frac{l}{h_d}\right)^2 \qquad (7.12)$$

Trong đó:

J_x, J_y: mômen quán tính lấy với trục x, trục y.
J_k: mômen quán tính khi xoắn. Lấy theo phụ lục 18
h_d: chiều cao tiết diện dầm.

Một dầm I định hình muốn đủ khả năng chịu lực phải thoả mãn các

điều kiện kiểm tra nói trên.

Vậy muốn thiết kế tiết diện dầm I định hình ta có thể từ điều kiện (5.12) và (5.13) xác định W_x^{yc} và J_x^{yc}. Sau đó tra bảng I định hình để chọn thép I và kiểm tra các điều kiện chịu lực cần thiết. Việc chọn thép có thể phải thay đổi nhiều lần mới đảm bảo.

Thí dụ 7.2

Thiết kế tiết diện cho một dầm đơn giản, nhịp 6m, chịu tải trọng phân bố đều q_{tt}=30KN/cm², hệ số vợt tải n=1,2. Biết dầm làm bằng thép I định hình, loại CT_3. Độ võng tơng đói cho phép $1/n_0=1/400$, $E=2,1.10^6$ daN/cm².

Lời giải

Bớc 1: Xác định tiết diện

$$W_x^{yo} \geq M_{max}/R$$

$$M_{max} = \frac{q_{tt}l^2}{8} = \frac{30.6^2}{8} = 135KNm = 135.10^4 daNcm.$$

Thép CT38 có R=2100 daN/cm².

$$W_x^{yc} \geq \frac{135.10^4}{2100} = 642,86cm^3$$

Tra bảng I định hình chọn thép I.36 $\begin{cases} W_x = 743cm^3; W_y = 516cm^4 \\ J_x = 13380cm^4; J_k = 31,4cm^4 \\ h_d = 36cm \end{cases}$

Bớc 2. Kiểm tra khả năng chịu lực của I.36

Kiểm tra điều kiện biến dạng

$$\frac{f_{max}}{l} = k_1 \frac{P_{tc}.l^2}{E.J_x} \leq \frac{1}{n_0}$$

Với dầm đơn giản, chịu tải phân bố đều k_1=5/384. $P_{tc}=q_{tc}.l$

$$\frac{f_{max}}{l} = \frac{5}{384}\frac{q_{tc}l^3}{EJ_x} = \frac{5}{384}\frac{30.4^3.10^6}{2,1.10^6.13380} = \frac{1}{400}$$

$\frac{f_{max}}{l} = \frac{1}{400} = \frac{1}{n_0} \rightarrow$ Điều kiện biến dạng đảm bảo.

Điều kiện ứng suất cục bộ. Trên dầm không có lực cục bộ nên không phải kiểm tra.

Kiểm tra điều kiện ổn định tổng thể:

$$\alpha = 1{,}54.\frac{J_k}{J_y}\left(\frac{l}{h_d}\right)^2 = 1{,}54.\frac{31{,}4}{516}\left(\frac{600}{36}\right)^2 = 25{,}6$$

Tra bảng theo phương pháp nôi suy ta có:

$\alpha = 25{,}6 \rightarrow \psi = 3{,}65$

$$\varphi_d = \psi.\frac{J_y}{J_x}\left(\frac{h_d}{l}\right)^2.10^3 = 3{,}65.\frac{516}{13380}\left(\frac{36}{600}\right)^2.10^3 = 0{,}5$$

$\varphi_d = 0{,}5 < 0{,}85 \rightarrow$ kiểm tra theo $\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{\varphi_d.W_x} \leq R$

$$\sigma_{max} = \frac{135.10^2}{0{,}5.743} = 3634 daN/cm^2 > R = 2300 KN/cm^2$$

Nh vậy, I.36 không đủ chịu lực.

Ta chọn thép I.50

Với I.50 có $\begin{cases} W_x = 1570cm^3 & J_x = 39290cm^4 \\ J_y = 1040cm^4 & J_k = 75{,}4cm^4 \\ h_d = 50cm \end{cases}$

Kiểm tra I.50 với điều kiện ổn định tổng thể

$$\alpha = 1{,}54.\frac{J_k}{J_y}\left(\frac{l}{h_d}\right)^2 = 1{,}54.\frac{75{,}4}{1040}\left(\frac{600}{50}\right)^2 = 16{,}35$$

Tra bảng theo phương pháp nôi suy ta có:

$\alpha = 16{,}35 \rightarrow \psi = 2{,}99$

$$\varphi_d = \psi . \frac{J_y}{J_x}\left(\frac{h_d}{l}\right)^2 .10^3 = 2{,}99.\frac{1040}{29290}\left(\frac{50}{600}\right)^2 .10^3 = 0{,}55$$

$\varphi_d = 0{,}55 < 0{,}85 \rightarrow$ Dùng công thức (5.15) để kiểm tra

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{\varphi_d . W_x} = \frac{135.10^2}{0{,}55.1570} = 17{,}62\frac{KN}{cm^2} < R = 23KN/cm^2$$

Điều kiện ổn định tổng thể đảm bảo.

Kết luận: Tiết diện I.50, dầm đủ khả năng chịu lực.

Bài tập

1) *Chọn tiết diện cho một cột đặc chịu nén đúng tâm cao 4m, chịu tác dụng của tải trọng tập trung đặt tại đầu cột là: Tính tải Q_{tc}=700kN, hệ số vợt tải n_1=1,1; Hoạt tải P_{tc}=1000kN, hệ số vợt tải n_2=1,2; Biết cột đợc ngàm với móng, khớp với sàn. Vật liệu dùng là thép CT42, loại I định hình.*

2) *Thiết kế tiết diện cho một dầm đơn giản, nhịp 5m, chịu tải trọng phân bố đều q_{tt}=20KN/cm², hệ số vợt tải n=1,2. Biết dầm làm bằng thép I định hình, loại CT42. Độ võng tơng đói cho phép $1/n_0$=1/400, E=2,1.10⁶ daN/cm².*

Phần III KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Chơng 8

KHÁI NIỆM VÀ CẤU TẠO KẾT CẤU BÊTÔNG CỐT THÉP

Mục tiêu : *Học xong chơng này học sinh*

- *Kể ra đợc các u nhợc điểm của BTCT và các loại BTCT.*
- *Kể ra đợc các loại cờng độ của bê tông, của cốt thép và mác bê*

tông, nhóm thép.

- *Biết đợc cấu tạo cơ bản cốt thép (neo, uốn, khoảng cách)*

Trọng tâm: *Nguyên lý cấu tạo BTCT*

I. KHÁI NIỆM CHUNG

1. Bêtông cốt thép

Bêtông cốt thép (BTCT) là một loại vật liệu xây dựng hỗn hợp do bêtông và cốt thép cùng kết hợp chịu lực với nhau.

Bêtông là một loại đá nhân tạo đợc tạo ra từ xi măng, cát và đá(hoặc sỏi). Đây là một loại vật liệu chịu nén khá nhng chịu kéo rất kém, dễ xuất hiện vết nứt khi chịu kéo.

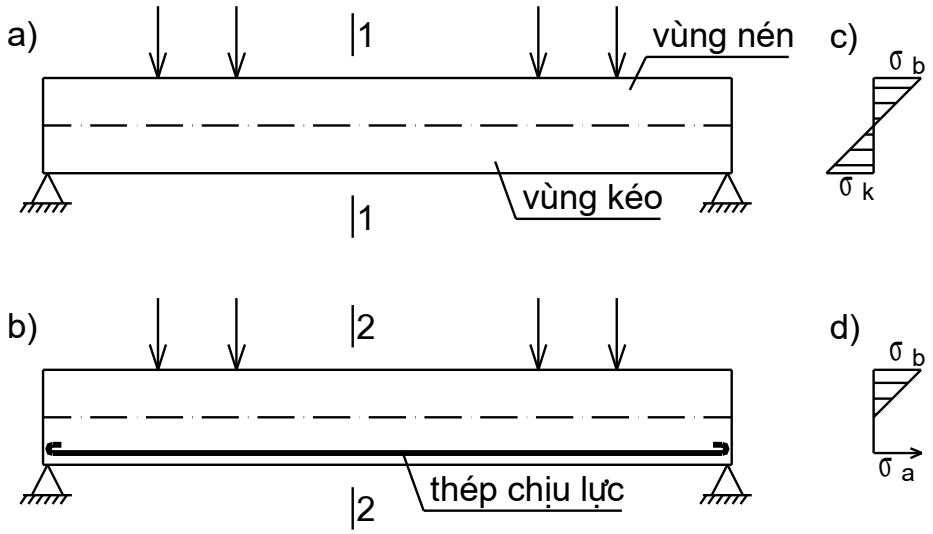
Cốt thép là loại vật liệu chịu kéo và chịu nén đều tốt. Do đó ngời ta đặt cốt thép vào trong bêtông để tăng khả năng chịu lực cho kết cấu. Bởi vậy đã ra đời vật liệu BTCT, loại vật liệu hiện nay đợc sử dụng rộng rãi trong trong xây dựng.

Thí nghiệm uốn một dầm bêtông trên hình 8.1a ngời ta thấy khi ứng suất kéo σ_k vợt quá cờng độ chịu kéo của bêtông thì vết nứt xuất hiện tại vùng kéo. Vết nứt tiến dần lên phía trên và dầm bị gẫy khi σ_b còn rất nhỏ so với c-ờng độ chịu nén của bêtông. Nh vậy là bêtông cha sử dụng hết khả năng chịu lực của nó ở vùng nén.

Nếu đặt cốt thép vào vùng bêtông chịu kéo (Hình 8.1b), lực kéo sẽ do cốt thép chịu (xem nh bêtông vùng kéo không tham gia chịu ứng suất kéo), do đó có thể tăng tải trọng đến khi ứng suất vùng nén σ_b có thể đạt tới cờng độ chịu nén của bêtông và ứng suất kéo σ_a đạt tới cờng độ chịu kéo của cốt thép. Kết quả là dầm BTCT có thể chịu đợc tải trọng lớn hơn dầm bêtông có cùng kích thớc tới hàng chục lần.

Vì cốt thép chịu nén cũng tốt nên nó cũng đợc đặt vào bêtông để chịu nén nh vùng nén của cấu kiện chịu uốn phẳng, trong cột, trong thanh nén của

dàn nhằm tăng khả năng chịu lực, giảm kích thước tiết diện hoặc chịu các lực kéo xuất hiện ngẫu nhiên.



Hình 8.1
a) dầm bêtông; b)dầm bêtông cốt thép
c) sơ đồ ứng suất trên tiết diện 1-1 ; d) sơ đồ ứng suất trên tiết diện 2-2

2. Nguyên nhân để bêtông và cốt thép phối hợp chịu lực

Bêtông và cốt thép có thể cùng phối hợp chịu lực là do:

- Bêtông và cốt thép dính chặt với nhau nên lực từ bêtông có thể truyền sang cốt thép và ngược lại. Lực dính đóng vai trò quan trọng đặc biệt đối với BTCT. Nhờ có lực dính mà cờng độ của cốt thép đ-ợc khai thác,bề rộng vết nứt trong vùng kéo đợc hạn chế…Do vậy ngời ta phải tìm mọi cách để tăng cờng lực dính giữa bêtông và cốt thép.
- Giữa bêtông và cốt thép không xảy ra phản ứng hóa học, ngợc lại bêtông còn bao bọc, bảo vệ cốt thép tránh đợc tránh đợc tác động, ảnh hởng của môi trờng nh ăn mòn, nhiệt độ thay đổi…Do vậy khi thi công BTCT cần thận trọng trong việc sử dụng các phụ gia hóa dẻo và đông kết nhanh, không dùng phụ gia có tính ăn mòn cốt thép, cần đầm kỹ để đảm bảo độ đặc chắc cần thiết.
- Bêtông và cốt thép có hệ số dãn nở vì nhiệt gần bằng nhau

(α_b=0,000010÷0,000015; α_a=0,000012). Nếu nhiệt độ thay đổi trong phạm vi thông thường (dới 100^0C), trong kết cấu BTCT không xảy ra hiện tợng nội ứng suất đáng kể dẫn đến phá hoại lực dính giữa bêtông và cốt thép.

3. Phân loại kết cấu bêtông cốt thép

Theo phơng pháp thi công đợc chia ra làm ba loại:

- *BTCT toàn khối (BTCT đổ tại chỗ)*: Ngời ta ghép ván khuôn, đặt cốt thép và đổ bêtông ngay tại vị trí thiết kế của kết cấu. Loại này làm tăng độ cứng của kết cấu, khả năng chịu lực động tốt. Tuy nhiên lại có nhợc điểm là tốn vật liệu làm ván khuôn và cột chống; khi thi công chịu ảnh hớng của thời tiết, thời gian thi công thờng bị kéo dài do yêu cầu kỹ thuật.
- *BTCT lắp ghép:* Ngời ta phân chia kết cấu thành những cấu kiện riêng biệt để chế tạo trong nhà máy hoặc sân bãi rồi vận chuyển đến công trờng lắp dựng. Loại này khắc phục đợc nhợc điểm của BTCT toàn khối nhng lại không có đợc u điểm của loại này. BTCT lắp ghép chỉ thực sự tối u khi các kết cấu, các cấu kiện đợc điển hình hoá để xây dựng hàng loạt các công trình sử dụng chúng.
- *BTCT nửa lắp ghép:* Ngời ta lắp ghép các cấu kiện đợc chế tạo cha hoàn chỉnh rồi đặt thêm cốt thép, ghép ván khuôn và đổ phần còn lại bao gồm cả mối nối. Loại này khắc phục đợc nhợc điểm và phát huy đợc u điểm của cả hai loại kết cấu trên. Tuy nhiên việc tổ chức thi công phần đổ tại chỗ có nhiều phức tạp và đặc biệt phải sử lí tốt mặt mối nối giữa bêtông đổ trớc và bêtông đổ sau.

Theo trạng thái của cốt thép - chia ra làm ba loại:

- *BTCT thờng*: Là kết cấu BTCT dùng cốt thép ở trạng thái tự nhiên.
- *BTCT dự ứng lực (BTCT ứng suất trớc):* Là kết cấu BTCT dùng thép

đã đợc kéo trớc trong lúc thi công.

4. u nhợc điểm của BTCT

3.1. Các u điểm của bêtông cốt thép

- Sử dụng đợc các vật liệu địa phơng nh xi măng, cát, đá, sỏi và sử dụng tiết kiệm cốt thép là loại vật liệu có giá thành cao.
- Có khả năng chịu lực lớn hơn so với kết cấu gạch đá và kết cấu gỗ. Nó chịu tốt các loại tải trọng rung động kế cả tải trọng động đất.
- Bền và ít tốn chi phí bảo dỡng trong quá trình sử dụng .
- Có khả năng chịu nhiệt. Bêtông bảo vệ cốt thép không bị nung nóng nhanh chóng tới nhiệt độ nguy hiểm. Nếu lớp bêtông bảo vệ dày 2,5cm và nhiệt độ bên ngoài là 100^0C thì phải sau 1 giờ cốt thép mới nóng tới 55^0C. Tuy nhiên nếu kết cấu làm việc thờng xuyên ở nhiệt độ 150÷250^0C thì phải dùng loại bêtông chịu nhiệt.
- Cấu kiện đợc đúc theo hình ván khuôn nên việc tạo đợc hình dáng phù hợp yêu cầu thiết kế.

3.2. Các nhợc điểm của bêtông cốt thép

- Trọng lợng bản thân lớn, rất bất lợi cho những kết cấu có nhịp lớn và kết cấu lắp ghép vì chi phí cho vận chuyển và dựng lắp lớn. Nhợc điểm này đợc khắc phục bằng cách dùng loại bêtông nhẹ, bêtông ứng lực trớc và các loại kết cấu nhẹ nh vỏ mỏng…
- Kết cấu bêtông cốt thép cách âm, cách nhiệt kém. Để khắc phục phải dùng các dạng kết cấu có lỗ rỗng.
- Công tác thi công đổ tại chỗ phức tạp và chịu ảnh hởng của thời tiết, việc kiểm tra chất lợng khó. Để khắc phục ngời ta dùng BTCT lắp ghép hoặc điển hình hoá việc làm ván khuôn, công xởng hoá gia công cốt thép, trộn bêtông và đặc biệt cơ giới hoá cao độ khâu đổ bêtông nh bêtông thơng phẩm (bêtông tơi).
- Kết cấu BTCT dễ xuất hiện vết nứt nên khi thiết kế thi công phải

chú ý để không xuất hiện vết nứt hoặc hạn chế khe nứt tránh ảnh h-ởng tới việc sử dụng bình thờng của kết cấu.

II. TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA BTCT

1. Bêtông

1.1. Cờng độ của bêtông

Cờng độ là đặc trng cơ bản của bêtông nặng. Nó phản ánh khả năng chịu lực của loại vật liệu này.

1.1.1 Cờng độ chịu nén

Cờng độ chịu nén là giá trị trung bình của cờng độ các mẫu thử tiêu chuẩn có xét đến hệ số biến động của bê tông. Trong phần này sẽ trình bày các vấn đề : *cờng độ chịu nén của mẫu thử tiêu chuẩn, cờng độ trung bình các mẫu thử tiêu chuẩn, cờng độ chịu nén tiêu chuẩn, cờng độ tính toán của bêtông.*

Cờng độ chịu nén của một mẫu thí nghiệm xác định theo :

$$R_{ni} = \frac{N_i}{F_i}$$

Trong đó:

N_i: lực nén phá hoại mẫu thử tiêu chuẩn thứ i.

F_i: diện tích tiết diện ngang của mẫu tiêu chuẩn thứ i

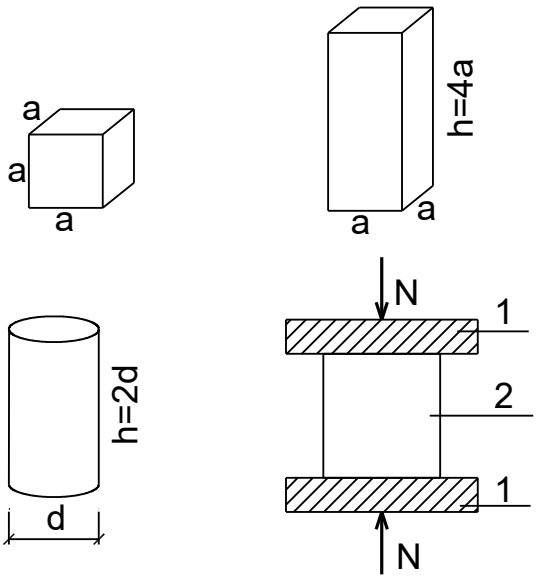
Cờng độ chịu nén trung bình các mẫu thử tiêu chuẩn R_n^{tb} đợc xác định theo công thức:

$$R_n^{tb} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_{ni}}{n}$$

Trong đó:

n: số mẫu thử tiêu chuẩn

R_{ni}: cờng độ chịu nén của một mẫu tiêu chuẩn thứ i đợc xác định theo thí nghiệm sau:



Hình 8.2. Mẫu thí nghiệm nén
1- mẫu; 2-bàn máy nén

Mẫu thí nghiệm tiêu chuẩn có dạng khối vuông cạnh a=10;15; hoặc 20 cm; khối lăng trụ đáy vuông; khối trụ tròn. Thí nghiệm mẫu bằng máy nén (hình 8.2).

Cờng độ chịu nén đặc trng:

$$R = R_n(1 - 1{,}64V)$$

Trong đó:

R: Cờng độ bêtông

R_n^{tb}: Cờng độ trung bình của các cờng độ mẫu thử tiêu chuẩn

V : Hệ số đợc xác định theo kết quả thống kê. Có thể lấy V=0,15 cho trờng hợp thiếu số liệu thống kê

Cờng độ chịu nén tiêu chuẩn R_{nc} : đợc xác định theo công thức:

$$R_{n.c} = A_n.R$$

A_n là hệ số lấy theo bảng 4 của TCVN 5574: 1991 (trang 27).

Cờng độ chịu nén tính toán R_n

R_n đợc xác định theo công thức:

$$R_n = \frac{R_{n.c}}{K_{bn}} m_{bn}$$

Trong đó:

K_{bn} : Hệ số an toàn của bêtông về nén. Khi tính theo trạng thái giới hạn I: K_{bn}= 1,3.

m_{bn} : Hệ số điều kiện làm việc, đợc lấy theo phụ lục 19.

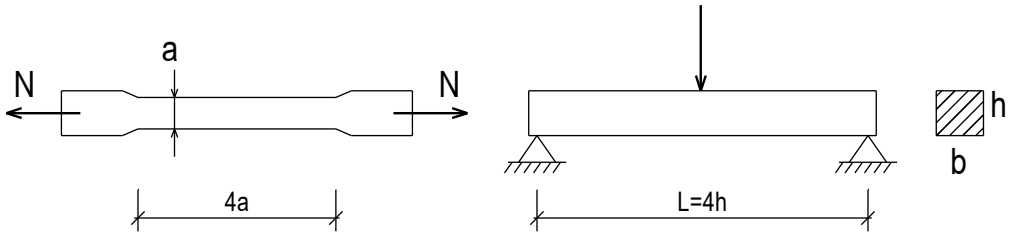
Cờng độ tính toán gốc (cha nhân với hệ số điều kiện làm việc) cho ở phụ lục 20. Các loại cờng độ trên có đơn vị tính $\frac{daN}{cm^2}$.

1.1.2. Cờng độ chịu kéo

Làm thí nghiệm với mẫu kéo có tiết diện vuông cạnh a, hoặc mẫu uốn tiết diện chữ nhật cạnh b,h (hay gặp a=10 cm; b=h=15 cm) nh hình 8.3

Cờng độ chịu kéo: Với mẫu kéo $R_k = \frac{N_k}{F}$;Với mẫu uốn $R_k = \frac{3.5M}{bh^2}$

Trong đó N_k, M –lực kéo, môмen uốn làm phá hoại mẫu.



Hình 8.3. Mẫu thí nghiệm xác định Rk

Tơng tự nh cờng độ chịu nén ta cũng có các giá trị:

<u>*Cờng độ chịu kéo đặc trng*</u> R_{kc} :

$R_{k.c}$ đợc xác định theo công thức:

$$R_{k.c} = R_{k.m}(1 - 1{,}64V_k)$$

Trong đó:

$R_{k.m}$: Cờng độ chịu kéo trung bình các mẫu thử tiêu chuẩn.

V_k: Hệ số biến động cờng độ chịu kéo, V_k=0,17.

<u>*Cờng độ chịu kéo tính toán*</u> R_k

R_k đợc xác định theo công thức:

$$R_k = \frac{R_{k.c}}{K_{bk}} m_{bk}$$

Trong đó:

K_{bk} : Hệ số an toàn của bêtông về kéo. Khi tính theo trạng thái giới hạn I: K_{bk}= 1,5 (khi lấy cờng độ R_{kc} theo mác về nén).

m_{bk} : Hệ số điều kiện làm việc, đợc lấy theo phụ lục 19.

Cờng độ tính toán gốc về kéo (cha nhân với hệ số điều kiện làm việc) cho ở phụ lục 20. Các loại cờng độ trên có đơn vị tính daN/cm^2 .

1.1.3.Các nhân tố ảnh hởng tới cờng độ của bêtông.

Có ba nhân tố chính ảnh hởng tới cờng độ của bê tông:

a)Thành phần và cách chế tạo bêtông.

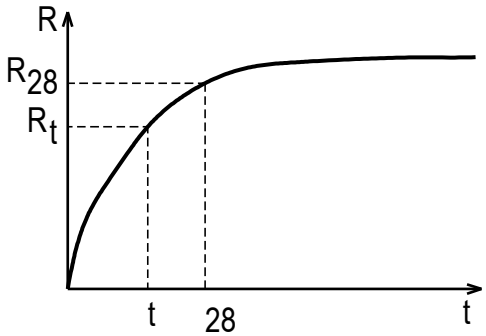
Cấp phối (thành phần hạt) của bêtông, tỉ lệ giữa nớc và ximăng, chất lợng của các vật liệu thành phần cũng nh cách nhào trộn (phơng pháp chế tạo) bằng thủ công hay cơ giới có ảnh hởng lớn tới cờng độ của bêtông.

b)Thời gian

Cờng độ của bêtông tăng theo tuổi của nó. Tuổi đợc tính từ khi chế tạo đến khi cho bêtông chịu lực. Thời gian đầu cờng độ bêtông tăng nhanh, sau đó chậm dần (xem hình 8.4).

c)Điều kiện thí nghiệm

Khi bị nén, mẫu bị co ngắn đồng thời có sự nở ngang. Trong thí nghiệm nếu hạn chế đợc sự nở ngang thì khả năng chịu nén của bêtông tăng lên. Tốc độ gia tải khi thí nghiệm cũng ảnh hởng tới cờng độ của mẫu. Bởi vậy ngời ta quy định tốc độ gia tải là $2daN/cm^2$/giây và không bôi trơn mặt tiếp xúc giữa mẫu và bàn máy nén.



Hình 8.4. Đồ thị tăng cường độ bê tông theo thời gian

1.2. Mác bêtông

Mác là chỉ tiêu cơ bản biểu thị chất lợng của bê tông. Mác thiết kế qui định theo các đặc trng sau:

1.2.1. Mác theo cờng độ chịu nén.

Kí hiệu bằng chữ M, lấy bằng cờng độ chịu nén tính theo KG/cm^2 hoặc daN/cm^2 của mẫu chuẩn khối vuông, đợc dỡng hộ và thí nghiệm theo tiêu chuẩn Nhà nớc (mẫu khối vuông cạnh 15cm, tuổi 28 ngày -nếu ở tuổi khác cần ghi rõ trong hồ sơ thiết kế. Đây là mác cơ bản nhất, mọi thiết kế cần phải ghi rõ.

Bê tông đợc qui định có những mác thiết kế sau:

- *Với bê tông nặng: M100, M150, M200, M250, M300, M350, M400, M500, M600*
- *Với bê tông nhẹ: M50, M75, M150, M200, M250, M300.*

Bêtông nặng có trọng lợng thể tích từ 1800÷2500 daN/m^3 . Nó dùng cốt liệu lớn bằng sỏi, đá đặc chắc thông thờng.

Bêtông nhẹ có trọng lợng thể tích từ 800÷1800 daN/m^3 . Nó dùng cốt liệu lớn là các loại đá có lỗ rỗng, keramdit, xỉ quặng…

Theo tiêu chuẩn mới TCVN 6025 -1995 qui định mác là con số lấy bằng cờng độ đặc trng của mẫu thử R_c, tính theo đơn vị Mpa. Mác định nghĩa nh vậy thờng đợc gọi là cấp cờng độ, kí hiệu bằng chữ C. Bê tông có cấp cờng độ C10; C12,5; C15; C20; C25; C30; C35; C40; C45; C50; C60.

Mác theo TCVN 3118-1979 là M, thì C=0,078M. Ví dụ bê tông M250 tơng ứng là C20.

1.2.2. Mác theo cờng độ chịu kéo.

Đợc ký hiệu là chữ K, tính bằng daN/cm^2 lấy bằng cờng độ chịu kéo của mẫu thử theo tiêu chuẩn nhà nớc.

Có các loại mác chịu kéo K sau:

- Bê tông nặng: K10, K15, K20, K25, K30, K35, K40.
- Bê tông nhẹ: K10, K15, K25, K30.

1.2.3. Mác theo khả năng chống thấm

Kí hiệu chữ T, lấy theo hệ số thấm của nớc qua mẫu thử, theo tiêu

chuẩn nhà nớc. Qui định các mác T2, T4, T6, T8, T10, T12.

Cần qui định mác theo khả năng chống thấm khi thiết kế các công trình có yêu cầu chống thấm hoặc có yêu cầu về độ đặc chắc của bê tông. Thí nghiệm về xác định khả năng chống thấm tiến hành theo thí nghiệm về chống thấm TCVN 3116: 1979.

1.2.4. Lựa chọn mác thiết kế

Việc chọn mác thiết kế của bê tông phải dựa vào nhiệm vụ và tính chất của kết cấu cũng nh điều kiện thi công, nguồn nguyên vật liệu. Bê tông phải đủ cờng độ để đủ chịu lực. Trong vùng đặt cốt thép bê tông cần đủ độ đặc chắc để bảo vệ cốt thép.

Đối với các kết cấu có đặt cốt thép theo tính toán cần dùng bê tông nặng có mác không nhỏ hơn M150, bê tông nhẹ có mác không nhỏ hơn 75.

Theo TCVN 5574: 1991 nên dùng các mác thiết kế nh sau:

- *Với kết cấu chịu tải trọng rung động, dùng bê tông nặng mác không dới 200.*
- *Với thanh chịu nén có kích thớc tiết diện đợc xác định theo tính toán về cờng độ, với kết cáu vỏ mỏng nh tờng nhà và công trình thi công bằng ván khuôn trợt, dùng mác không dới 200.*
- *Với cột chịu lực nén khá lớn, dùng mác không dới 300.*

1.3. Biến dạng của bêtông

1.3.1. Co ngót

Là hiện tợng bêtông giảm thể tích khi khô cứng trong không khí. Bản chất của co ngót đã đợc xem xét ở môn Vật liệu xây dựng. Ở đây chỉ nói đến tác hại và các nhân tố ảnh hởng tới sự co ngót của bêtông để khi thiết kế cũng nh khi thi công cần lu ý để có sự lựa chọn thành phần bêtông và biện pháp thi công thích hợp.

Co ngót là một hiện tợng không có lợi. Khi co ngót bị cản trở hoặc co ngót không đều có thể dẫn đến xuất hiện các vết nứt. Sau đây là một số nhân

tố chính ảnh hởng tới co ngót của bêtông.

-Trong môi trờng khô co ngót lớn hơn trong môi trờng ẩm.

-Độ co ngót tăng khi dùng nhiều xi măng, khi dùng ximăng có hoạt tính cao, khi tăng tỉ lệ N/X, khi dùng cốt liệu có độ rỗng, dùng cát mịn, dùng chất phụ gia.

Để giảm co ngót cần chọn thành phần bêtông thích hợp, hạn chế lợng nớc khi trộn và phải đầm chặt bêtông, giữ cho bêtông thờng xuyên ẩm trong giai đoạn đầu (dỡng hộ bêtông). Ngoài ra có thể đặt cốt thép ở những vị trí cần thiết, làm khe co giãn hợp lí trong kết cấu.

1.3.2. Biến dạng do tải trọng tác dụng ngắn hạn

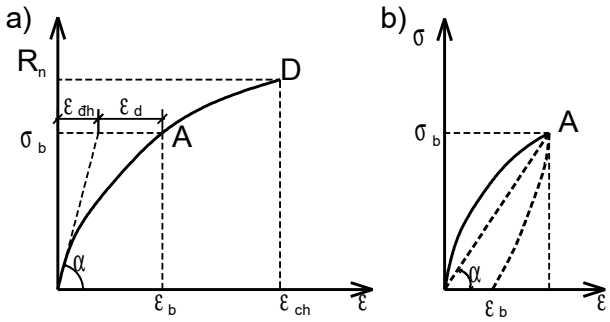
Thí nghiệm nén mẫu lăng trụ với lực nén tăng dần ngời ta lập đợc đồ thị quan hệ giữa ứng suất và biến dạng nh hình 8.5.

Điểm D ứng với lúc mẫu bị phá hoại. ứng suất lúc đó đợc gọi là cờng độ chịu nén Rn. Còn biến dạng gọi là biến dạng cực hạn ε_{ch}

Nếu tăng tải đến mức nào đó (ε_b, σ_b) rồi giảm tải, biến dạng trong bêtông không đợc hồi phục hoàn toàn, đờng cong giảm tải không trở về gốc toạ độ (hình 8.5b). Nh vây bêtông là loại vật liệu Đàn hồi-Dẻo. Phần biến dạng đợc phục hồi gọi là biến dạng đàn hồi ε_{dh}, phần biến dạng không phục hồi gọi là biến dạng dẻo.

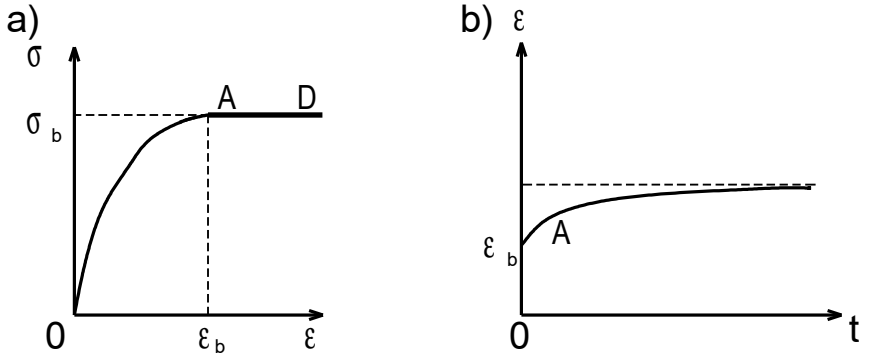
$$\varepsilon_b = \varepsilon_{dh} + \varepsilon_d$$

Trong quá trình nén, ở giai đoạn đầu ε_{dh} chiếm phần lớn. Nhng ở giai đoạn phá hoại ε_d lại chiếm phần lớn.



Hình 8.5. Biểu đồ quan hệ ứng suất-biến dạng của bêtông

1.3.3. Biến dạng do tải trọng tác dụng dài hạn – từ biến



Hình 8.5. Đồ thị biểu diễn từ biến của bê tông

Nén thí nghiệm mẫu đến giá trị ε_b, σ_b (điểm A) rồi giữ nguyên tải trọng đó trong một thời gian dài ngời ta thấy biến dạng vẫn tiếp tục tăng (điểm B, Hình 8.6a). Phần biến dạng tăng do tải trọng tác dụng lâu dài gọi là từ biến. Giới hạn của từ biến phụ thuộc giá trị của tải trọng tác dụng dài hạn.

Nếu tải trọng nhỏ ($\sigma_n = 60 \div 70\% R_n$) thì từ biến có giới hạn. Đờng cong AB tiệm cận với đờng thẳng a (Hình 8.6b).

Nếu tải trọng lớn ($\sigma_n > 70\% R_n$) từ biến phát triển không có giới hạn dẫn đến phá hoại kết cấu.

Còn một số nhân tố khác ảnh hởng đến từ biến trong bêtông nh:

+ Tỉ lệ N/X cao, độ cứng của cốt liệu nhỏ thì từ biến lớn.
+ Xi măng mác cao từ biến giảm.

+ Tuổi của bêtông càng cao từ biến càng giảm.

1.3.4. Biến dạng do nhiệt độ

Là sự thay đổi thể tích khi nhiệt độ thay đổi.

2. Cốt thép

2.1. Các loại cốt thép

Có nhiều cơ sở để phân loại cốt thép

Theo thi công có hai loại:

-Cốt thép mềm: Là loại cốt uốn đợc đó là các loại thép tròn, thép vuông hoặc bầu dục

-Cốt cứng: Là loại cốt thép không uốn đợc, đó là các thanh thép hình nh thép góc, thép I, thép U…Loại này chỉ dùng cho những kết cấu chịu tải trọng lớn.

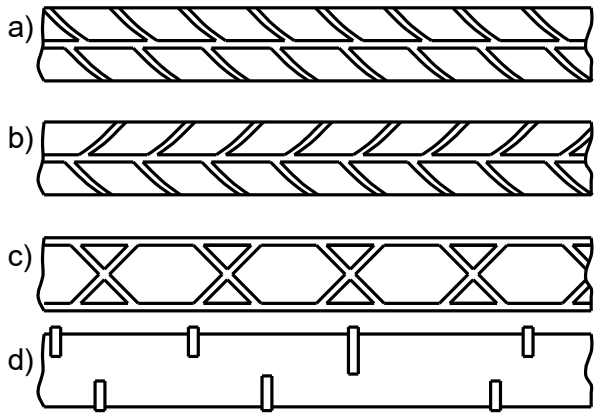
Theo phơng pháp chế tạo:

Gồm hai loại cốt thanh cán nóng hay cốt sợi kéo nguội.

- Cốt cán nóng đợc sản xuất thành từng thanh dài không quá 13m với các loại đờng kính $\phi \geq 10$mm với các loại $\phi < 10$ mm sản xuất thành cuộn.
- Thép sợi kéo nguội đợc chuốt qua các khuôn có đờng kính nhỏ dần. Khi bị kéo nguội cờng độ của cốt thép tăng lên nhng tính dẻo giảm. Thép kéo nguội có $\phi \leq 8$mm.

Theo hình thức bề mặt

Có hai loại thép tròn trơn, thép có gờ (hình 8.6).



Hình 8.6. Một số thép có gờ
a) cốt thép nhóm C-II; cốt thép nhóm C-III và
C-IV; c và d) một vài dạng cốt thép có gờ khác

Theo thành phần cũng có hai loại là thép cacbon và thép hợp kim thấp. Thép cácbon thờng dùng là loại CT3 và CT5 với tỉ lệ cácbon là 3‰ và 5‰. Thép hợp kim thấp có trong thành phần một số kim loại mầu nh đồng, crôm…

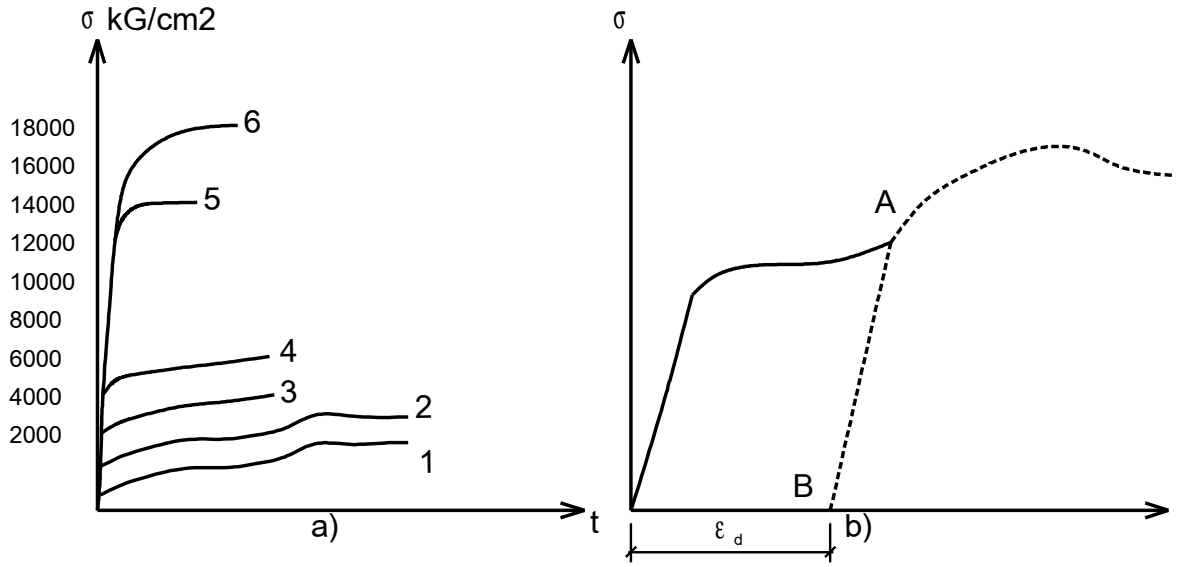
Về mác thép xem phần kết cấu thép.

2.2. Một số tính chất cơ bản của cốt thép

2.2.1. Cờng độ cốt thép.

Để xác định cờng độ của thép ngời ta thí nghiệm kéo các mẫu và thu đ-ợc biểu đồ quan hệ giữa ứng suất và biến dạng của các loại thép nh trên hình 8.7a. Trên mỗi biểu đồ đều có phần thẳng ngời ta gọi đó là giai đoạn đàn hồi, phần nằm ngang và cong là giai đoạn có biến dạng dẻo. Phần nằm ngang gọi là thềm chảy, lúc này thép ở trạng thái chảy dẻo, biến dạng tăng trong khi ứng suất không tăng.

Nếu kéo thép trong giai đoạn đàn hồi rồi giảm tải, biểu đồ sẽ trở về theo vị trí ban đầu.



Hình 8.7. Biểu đồ kéo thép
1,2-thép cán nóng CT3 và CT5; 3-cốt thép CT5 cán nguội; 4- Thép hợp kim gia công nhiệt; 5,6-dây thép kéo nguội cường độ cao.

Nếu kéo thép đến trạng thái chảy dẻo rồi giảm tải thì biểu đồ không trở về theo đờng cũ mà theo đờng song song với đờng biểu diễn giải đoạn đàn hồi, khi ứng suất bằng 0 (điểm B trên hình 8.7.b) nhng vẫn còn một lợng biến dạng gọi là biến dạng d ε_d. Nếu kéo tiếp thì biểu đồ kéo là đờng BA. Theo biểu đồ kéo mới thì ứng suất kéo cao hơn biểu đồ cũ hình 8.7.b nhng khi sử dụng tính dẻo của thép giảm. Ngời ta lợi dụng tính chất này để làm cốt thép kéo nguội.

Theo ứng suất, ngời ta thờng quy định 3 giới hạn sau:

-Giới hạn bền (σ_b): là giá trị ứng suất lớn nhất thép chịu đợc trớc khi bị kéo đứt

-Giới hạn đàn hồi (σ_{dh}): Là giá trị ứng suất ở cuối giai đoạn đàn hồi.

-Giới hạn chảy (σ_{ch}): là giá trị ứng suất ở đầu giai đoạn chảy.

Các giá trị giới hạn trên đợc lấy làm cờng độ tiêu chuẩn của thép ứng với các giai đoạn làm việc.

Khi tính toán cốt thép ta phân ra các loại cờng độ: *cờng độ tính toán về*

kéo kí hiệu R_a, cờng độ tính toán về nén kí hiệu R'_a, cờng độ tính toán khi tính cốt đai và cốt xiên kí hiệu R_{ad}. Các cờng độ này cũng nh môđun đàn hồi đợc tra theo nhóm thép cho ở phụ lục 21.

2.2.2. Tính hàn đợc

Tính hàn đợc của cốt thép đợc thể hiện bằng độ chắc chắn của các vị trí hàn nối chúng: Thép cán nóng chứa ít cabon và thép hợp kim thấp có tính hàn đợc tốt. Không đợc hàn các cốt thép đã gia công nhiệt hoặc kéo nguội. Không đợc hàn hồ quang các thép nhóm A-IV, A-V.

2.2.3. Ảnh hởng của nhiệt độ

Nhiệt độ có ảnh hởng lớn tới tính chất cơ học của thép. Ở nhiệt độ cao cấu trúc kim loại trong thép bị thay đổi làm giảm cờng độ và môdun đàn hồi. Khi nguội chúng lại đợc khôi phục nhng không hoàn toàn.

Ở nhiệt độ thấp (dới 30^0C), một số thép cán nóng trở nên dòn. Ngời ta gọi là hiện tợng dòn nguội.

2.3. Phân nhóm cốt thép

2.3.1. Phân theo tiêu chuẩn Việt Nam

Theo tiểu chuẩn nhà nớc về "Thép cán nóng, thép cốt bêtông TCVN 1651-75", thép đợc chia ra bốn nhóm: cốt tròn trơn C-I, cốt có gờ C-II, C-III, C-IV với các đặc trng cơ bản trong bảng 1-1.

Cốt thép nhóm C-I đợc sản xuất thành thanh tròn nhẵn.

Cốt thép nhóm C-II, C-III, C-IV là loại có gờ. Đờng kính danh nghĩa của các thanh thép gồm: 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40.

Bảng 1-1: Các đặc trng cơ học của cốt thép

Nhóm cốt thép	Đờng kính (mm)	Giới hạn chảy KG/cm^2	Giới hạn bền KG/cm^2	Độ dãn dài cực hạn, %

C-I	6-40	2200	3800	25
C-II	10-40	3000	5000	19
C-III	6-40	4000	6000	14
C-IV	10-32	6000	9000	6

Theo TCVN 6285-1997 còn qui định năm loại cốt thép RB300, RB400, RB500, RB400W, RB500W. Con số ghi ở mỗi loại lấy bằng giới hạn chảy theo đơn vị Mpa.

2.3.2. Phân theo các tiêu chuẩn khác

Hiện nay tiêu chuẩn đang sử dụng các nhóm thép nhập từ Liên Bang Nga theo đó gồm có các loại AI, AII, AIII, AIV nó tơng đơng với các nhóm CI, CII, CIII, CIV. Ngoài ra còn có thép thanh nhóm AV, AVI, A_TIV, A_TV, A_TVI (chủ yếu sử dụng làm cốt căng trớc), thép sợi (dây) nhóm BI, BII, B_PI, B_pII.

2.3.3. Tơng quan giữa mác thép và nhóm cốt thép

Mác thép đợc định ra và đợc ký hiệu dựa vào thành phần hoá học và cách luyện thép. Ví dụ CT38, CT42…

Nhóm cốt thép đợc phân chia theo tính chất cơ học. Tính chất cơ học của cốt thép đợc quyết định bởi thành phần hoá học và cách luyện thép, vì vậy chúng có liên quan với nhau.

Cốt CI chế tạo từ thép than CT38; cốt nhóm CII từ thép CT42 và các thép hợp kim thấp…

Để nhận dạng các nhóm cốt thép ngoài căn cứ vào hình thức bề mặt ng-ời ta còn đánh dấu ở đầu mút các thanh cốt thép bằng sơn màu.

2.4. Lựa chọn nhóm thép

Việc dùng loại cốt thép cần xuất phát từ : nhiệm vụ và đặc điểm của kết cấu, điều kiện xây dựng và sử dụng công trình, điều kiện và khả năng cung cấp vật liệu. Theo TCVN 5574 : 1991 thì:

- Để làm cốt dọc chịu lực cho dầm côt u tiên cốt thép CII, CIII

(AII,AIII), RB300, RB400.

- Cốt thép nhóm CI chỉ nên dùng trong lới buộc của kết cấu bản, vỏ, hoặc để làm cốt đai, cốt dọc cấu tạo. Chỉ dùng thép nhóm CI làm cốt chịu lực khi có cơ sở để kết luận dùng các thép nhóm khác không hợp lí bằng.
- Đối với kết cấu chịu áp lực hơi hoặc chất lỏng (nh bể nớc) nên dùng nhóm CI và CII, cũng cho phép dùng nhóm CIII.
- Cốt nhóm CIV cũng nh cốt thép đã gia công nhiệt chỉ đợc dùng để làm cốt dọc chịu lực trong khung buộc và lới buộc, chúng chủ yếu dùng làm cốt chịu kéo. Không cho phép dùng nhóm CIV trong các kết cấu chịu tải trọng rung động.
- Để làm móc cẩu chỉ nên dùng cốt thép có độ dẻo lớn, chủ yếu là thép nhóm CI chế tạo bằng "thép tĩnh" hoặc "nửa tĩnh".

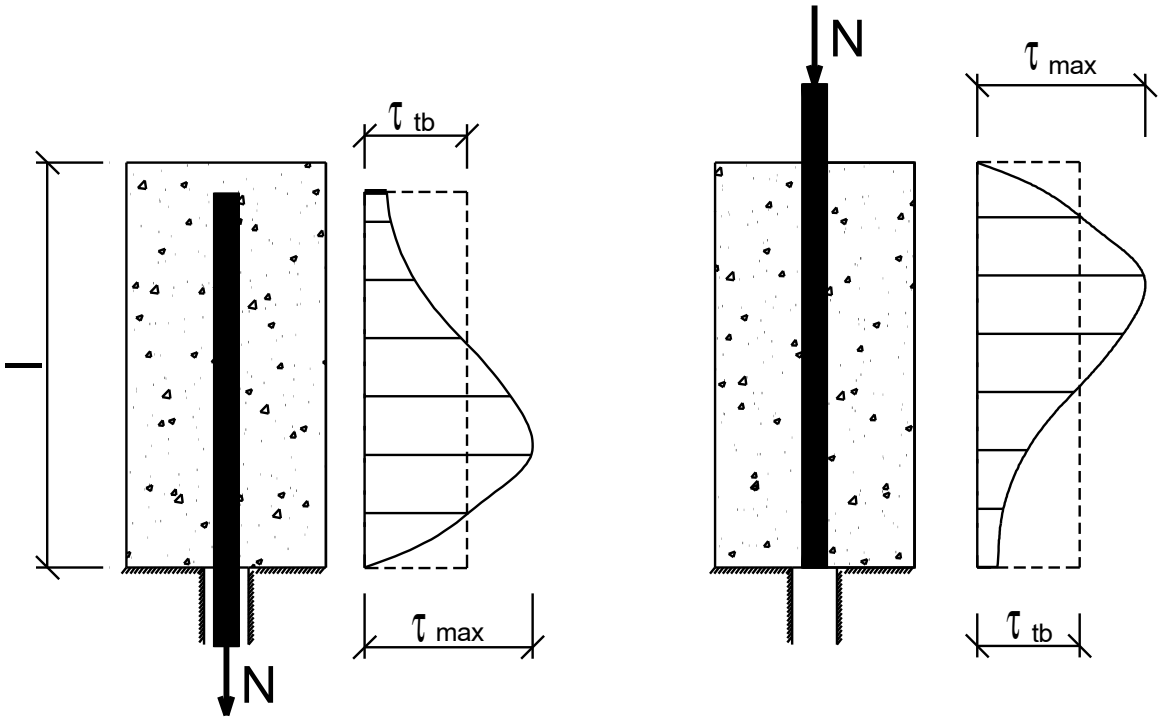
3. Bêtông cốt thép

3.1. Lực dính giữa bêtông và cốt thép

Lực dính là yếu tố cơ bản đảm bảo sự làm việc giữa bêtông và cốt thép. Nhờ nó mà khi làm việc cốt thép và bêtông cùng biến dạng và có thể truyền lực qua lại với nhau.

Lực dính trong BTCT phần lớn do lực ma sát giữa bề mặt cốt thép và bêtông (chiếm khoảng 75%) phần còn lại do lực dính kết của ximăng.

Thí nghiệm kéo (hoặc nén) tuột cốt thép khỏi bêtông, ngời ta thấy ứng suất trợt phân bố không đều trên mặt tiếp xúc của cốt thép với bêtông (hình 8.8).



Hình 8.8. Thí nghiệm xác định lực dính

Trong tính toán, một cách gần đúng ngời ta coi ứng suất trợt phân bố đều và giá trị của nó là:

$$\tau_{tb} = \frac{N}{\pi .d.l}$$

Trong đó:

N: Lực kéo (hoặc nén) cốt thép.

l: chiều dài cốt thép chôn trong bêtông.

d: đờng kính cốt thép.

πdl: diện tích bề mặt thanh thép trong bê tông.

Khi N lớn, muốn giảm τ_{tb} ta có thể tăng d và l, nhng thí nghiệm cho thấy lực dính chỉ phát huy tác dụng trong giai đoạn l≤20d. Bởi vậy chỉ đợc tăng không quá 20d.

Điều kiện để cốt thép không bị tuột khỏi bêtông là: $\tau_{tb} \le \tau_{max}$

Trong đó τ_{max} là lực dính trong BTCT: $\tau_{max} = \frac{R_n}{m}$

Với:

R_n: Cờng độ chịu nén của bêtông.

m: Hệ số phụ thuộc bề mặt cốt thép.

Với cốt thép có gờ: m=2÷2.5

Với cốt thép tròn trơn: m=3.6÷6

3.2. Sự làm việc của bêtông và cốt thép.

3.2.1. Ứng suất ban đầu do co ngót.

Khi đông cứng bêtông co lại (co ngót) sẽ kéo cốt thép co theo. Nh vậy nó đã gây ra một lực nén cho cốt thép. Ngợc lại cốt thép cản trở sự co của bêtông và gây ra một lực kéo trong bêtông. Nếu lực kéo này vợt quá giới hạn chịu kéo của bêtông thì bêtông sẽ bị nứt. Đó là vết nứt do co ngót. Lợng cốt thép trong bêtông càng nhiều lực kéo này càng lớn và qúa nhiều sẽ có hại.

3.2.2. Ứng suất do ngoại lực gây ra

Trong cấu kiện chịu kéo hoặc trong vùng kéo của cấu kiện chịu uốn, chịu nén lệch tâm. khi bêtông bị nứt, phần nội lực do bêtông chịu đợc truyền sang cốt thép và cốt thép chịu toàn bộ lực kéo.

3.2.3. Sự phân bố lại ứng suất do từ biến

Khi chịu tải trọng tác dụng lâu dài bêtông bị từ biến. Cốt thép cản trở từ biến của bêtông. Do vậy trong cấu kiện chịu nén, từ biến làm ứng suất trong cốt thép tăng lên, còn ứng suất trong bêtông giảm xuống. Đó là hiện tợng phân phối lại ứng suất có lợi.

3.3. Sự phá hoại và h hỏng của bêtông cốt thép.

3.3.1. Sự phá hoại do tải trọng.

Với kết cấu chịu kéo, lực kéo hoàn toàn do cốt thép chịu nên nó xem nh bị phá hoại khi ứng suất trong cốt thép đạt tới giới hạn chảy.

Với cột chịu nén sự phá hoạt bắt đầu khi ứng suất trong bêtông đạt đến

cờng độ chịu nén của bêtông.

Trong cấu kiện chịu uốn có thể xẩy ra từ vùng kéo khi ứng suất trong cốt thép đạt tới giới hạn chảy hoặc từ vùng nén khi ứng suất trong bêtông đạt tới R_n.

3.3.2.Sự h hỏng do tác động của môi trờng.

Môi trờng có thể gây h hỏng cho BTCT bởi tác động cơ học, hoá học hoặc sinh học.

Do cơ học: Bêtông bị bào mòn do ma, do dòng chảy. những công trình chịu lạnh, sự đóng và tan băng liên tiếp có thể gây h hỏng bêtông.

Do sinh vật: Hiện tợng rong, rêu, hà…là những vi khuẩn ở sông, biển phá hoại bề mặt bêtông.

Do tác dụng hoá học: Bêtông bị xâm thực khi nó làm việc trong môi trờng axit, muối…hoặc nớc có độ pH nhỏ.

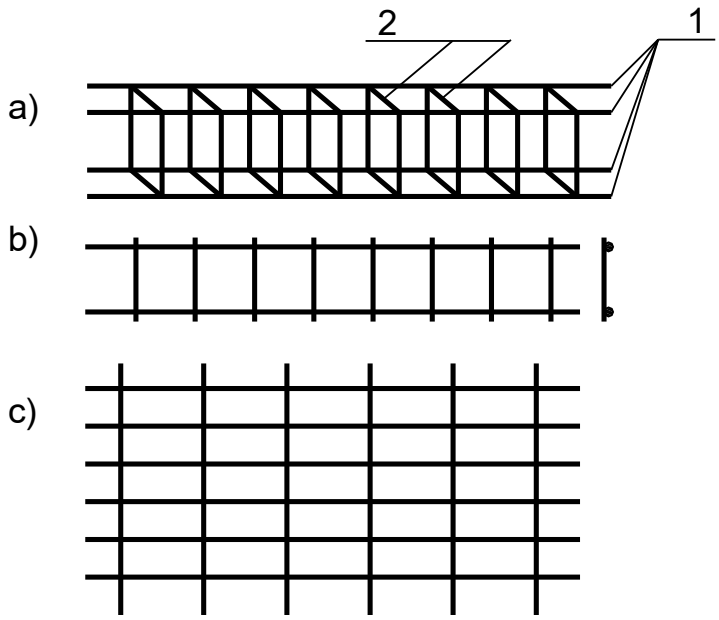
Cốt thép có thể bị xâm thực do tác dụng hoá học hay điện phân của môi trờng. Khi cốt thép bị gỉ có thể làm nứt hoặc phá vỡ lớp bêtông bảo vệ khiến càng chịu ảnh hởng nhiều hơn của môi trờng.

Khi thiết kế cũng nh khi thi công cần lu ý tới môi trờng sử dụng để có biện pháp lựa chọn thành phần và biện pháp thi công thích hợp để hạn chế tác hại của môi trờng.

III.NGUYÊN LÝ VỀ CẤU TẠO CỐT THÉP

1.Khung và lới thép.

Để đảm bảo ổn định khi chịu lực, đảm bảo kĩ thuật khi thi công, cốt thép đặt vào các cấu kiện cần đợc liên kết chặt chẽ với nhau, thông dụng cốt thép đợc liên kết với nhau thành khung hoặc lới. Khung dùng trong dầm, cột; lới dùng trong bản (Hình 8.9.



Hình 8.9. Khung và lưới cốt thép
a) Khung buộc; b)khung hàn; c)lưới
1-Cốt dọc; 2-cốt đai

Khung và lới có thể đợc liên kết hàn hoặc liên kết buộc khi đó chúng đ-ợc gọi là khung hàn, lới hàn hoặc khung buộc, lới buộc.

Khung, lới hàn đợc tạo ra bằng cách dùng máy hàn hàn tại các điểm tiếp xúc giữa các cốt thép. Kiểu liên kết này thờng đợc dùng trong nhà máy sản xuất các cấu kiện bêtông lắp ghép.

Ngời ta dùng dây thép đờng kính 0,8÷1mm để buộc các vị trí cốt thép tiếp xúc với nhau để tạo ra khung và lới buộc. Kiểu này đợc sử dụng rộng rãi trong thực tế.

2. Cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo

Theo vai trò của cốt thép trong tính toán mà phân thành cốt chịu lực và cốt cấu tạo.

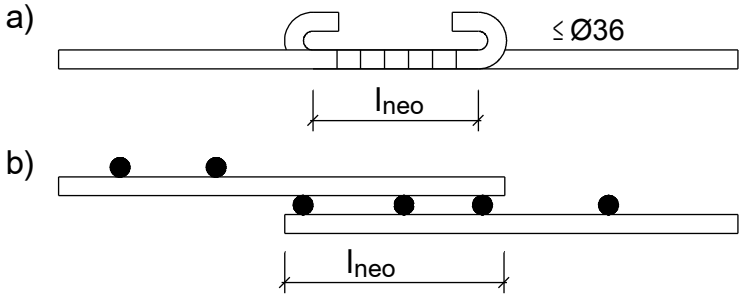
Cốt chịu lực để chịu các ứng lực phát sinh do tải trọng tác dụng. Chúng đợc xác định theo tính toán đồng thời cũng phải đảm bảo các yêu cầu cấu tạo quy định.

Cốt cấu tạo để liên kết các cốt thép tạo thành khung hoặc lới, để chống lại lực co ngót khi bêtông đông kết, chống ứng suất phát sinh do nhiệt độ thay đổi, để giảm ứng suất cục bộ do lực tập trung,…Loại cốt này không phải tính toán mà lấy theo quy phạm đã đợc đúc kết qua thực nghiệm.

3.Nối cốt thép

3.1. Nối buộc

Đặt cốt thép chồng lên nhau một đoạn dài l_{neo} (xác định theo công thức 8.1), dùng sợi dây thép buộc chúng lại (xem hình 8.10). Kiểu nối này chỉ dùng cho cốt thép có $\phi \leq 36$mm.



Hình 8.10. Nối chồng
a) Nối thanh chịu kéo; b) Nối lưới hàn trơn tròn

Cần bố trí mối nối chồng so le nhau. Tại một tiết diện hoặc trong đoạn nhỏ hơn L_{neo} không đợc phép nối quá 50% diện tích toàn bộ cốt chịu lực có gờ, và không quá 25% cốt chịu lực trơn.

Nếu tiết diện thép nối cha quá 50% hoặc là loại thép đặt theo cấu tạo thì đợc phép đặt không so le (nối tại cùng một tiết diện).

Không nên dùng liên kết chồng (nối buộc) trong vùng kéo của cấu kiện chịu uốn và kéo lệch tâm tại những vị trí cốt thép dùng hết khả năng chịu lực (tiết diện nguy hiểm). Không đợc nối buộc thép nhóm CIV (AIV) trở lên, cũng nh không đợc nối buộc khi toàn bộ tiết diện chịu kéo (nh thanh căng trong vòm, dàn...).

3.2. Nối hàn

Nối hàn đợc dùng cho cốt thép có ϕ≥10mm. Khi hàn phải tuỳ theo loại thép, loại đờng kính mà chọn kiểu hàn và phơng pháp hàn thích hợp. Trên hình 8.11 mô tả các kiểu liên kết hàn cốt thép.

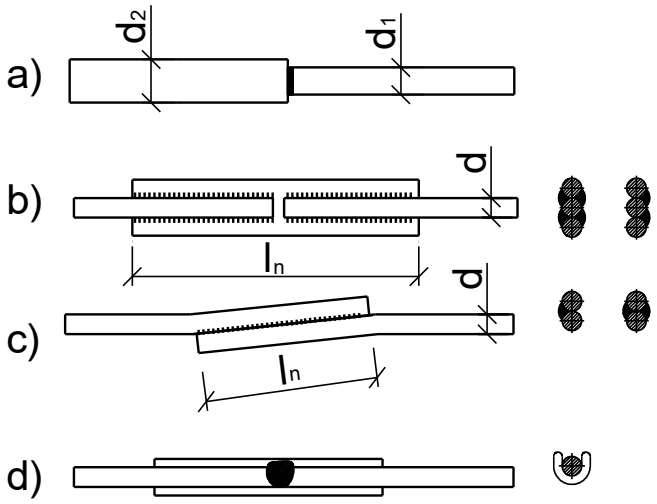
Hình 8.11a là kiểu hàn đối đầu tiếp xúc để nối các thanh có d>10mm và tỉ số $\frac{d_1}{d_2} = 0.85$

Hình 8.11b: Hàn nối hai thanh dùng 2 thanh kẹp.

Hình 8.11c: Hàn chồng hai thanh cốt thép.

Hình 8.11d: Hàn hồ quang đối đầu hai thanh, đợc dùng khi d≥20mm.

Hàn hồ quang thờng đợc dùng cho các cốt thép cán nóng.

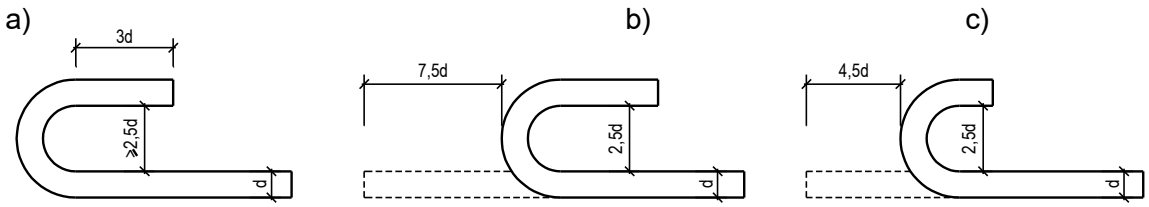


Hình 8.11 Nối hàn cốt thép

4.Neo cốt thép.

Để cốt thép không bị kéo tuột khỏi bêtông và phát huy hết khả năng chịu lực cần neo chắc 2 đầu.

- Trong khung và lới buộc, các thanh chịu kéo bằng thép tròn trơn phải uốn móc ở hai đầu.(hình 8.12). Đờng kính móc bằng 2,5d, với bêtông cốt liệu rỗng là 5d.



Hình 8.12 a)Qui định uốn móc bằng tay
b) xác định chiều dài móc neo khi uốn bằng tay (khi thống kê cốt thép)
c) xác định chiều dài móc neo khi uốn bằng máy (khi thống kê cốt thép)

- Nếu là cốt thép có gờ hoặc cốt trơn trong khung và lới hàn không cần móc neo. Cốt chịu nén trung tâm dù là loại nào cũng có thể bỏ móc neo.
- Với cốt dọc chịu kéo và chịu nén, kể từ tiết diện mà có đợc tính toán với toàn bộ khả năng chịu lực (tiết diện dùng toàn bộ) cho đến mút của cốt không đợc nhỏ hơn đoạn neo l_{neo} xác định theo công thức 8.1 (Hình 8.13). Tiết diện dùng toàn bộ là tiết diện thẳng góc với trục cấu kiện mà tại đó cốt thép đợc tính toán với toàn bộ khả năng chịu lực. Khi không đủ điều kiện thực hiện về neo cốt thép nh trên thì cần có các biện pháp hiệu quả để phát huy hết khả năng chịu lực của thép (nh dùng thép gián tiếp để gia cố bê tông, dùng cách hàn vào đầu thanh thép các chi tiết neo hình 8.14, uốn đầu thanh thép) tuy nhiên lúc này đoạn neo cùng không nhỏ hơn 10d.

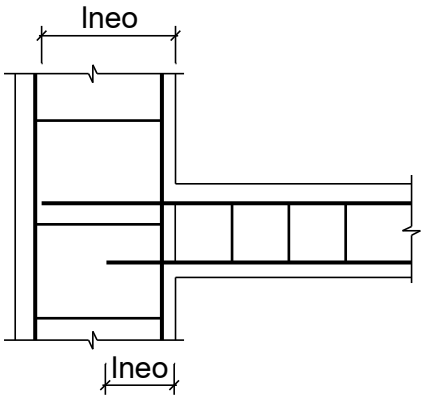
Chiều dài đoạn neo đợc tính theo công thức:

$$l_{neo} = \left(m_{neo} \cdot \frac{R_a}{R_n} + \lambda \right) d \qquad (8.1)$$

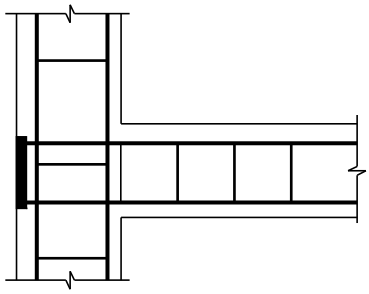
Trong đó:

d: đờng kính cốt thép.
λ: hệ số tra bẳng 1-2.
m_{neo}: hệ số tra bẳng 1-2.
Ra,Rn: cờng độ chịu nén của cốt thép và bêtông.

l_{neo} tính 8.1 đợc lấy không nhỏ hơn các trị số trong bảng 1-2



Hình 8.13 Neo thép dọc vào cột



Hình 8.14 Thép dọc hàn với thép bản chôn sẵn

Bảng 1-2: Các hệ số để tính chiều dài neo lneo

Điều kiện làm việc của cốt thép	**Hệ số m_{neo}**		**Hệ số λ**	**l_{neo} không bé hơn**
	thép có gờ	***thép trơn***		
1. Neo cốt thép chịu kéo trong vùng bêtông chịu kéo	0.7	1.2	11	25d và 250mm
2.Neo cốt chịu nén hoặc cốt chịu kéo vào bêtông vùng nén	0.5	0.8	8	15d và 200mm
3.Mối nối chồng trong vùng kéo	0.9	1.55	11	30d và 250mm
4.Mối nối chồng trong vùng nén	0.65	1	8	15d và 200mm

Neo cốt dọc chịu kéo tại gối biện kê tự do của cấu kiện chịu uốn

Cốt thép dọc chịu kéo được neo từ mép gối tựa biên kê tự do một đoạn L_x (hình 8.15 và hình 8.16) tuân theo điều kiện sau:

$L_x \geq 5d$ nếu tại đó thoả mãn điều kiện (8.2)

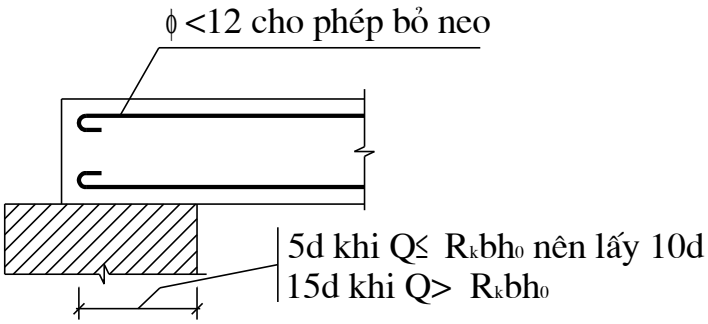
$L_x \geq 10d$ nếu tại đó không thoả mãn điều kiện (8.2)

Điều kiện (8.2) sẽ đợc trình bày kỹ ở các chơng sau.

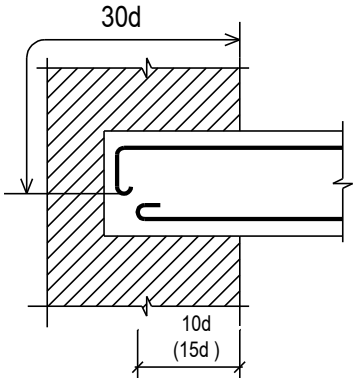
$$Q \leq K_1 R_k b h_0 \qquad (8.2)$$

Trong đó:

Q: lực cắt tại mép gối tựa.
K_1: hệ số lấy k_1=0,6 với dâm ; k_1=0,8 với bản.
bh_0: diện tích tính toán của tiết diện .



Hình 8.15 Dầm kê tự do vào tường

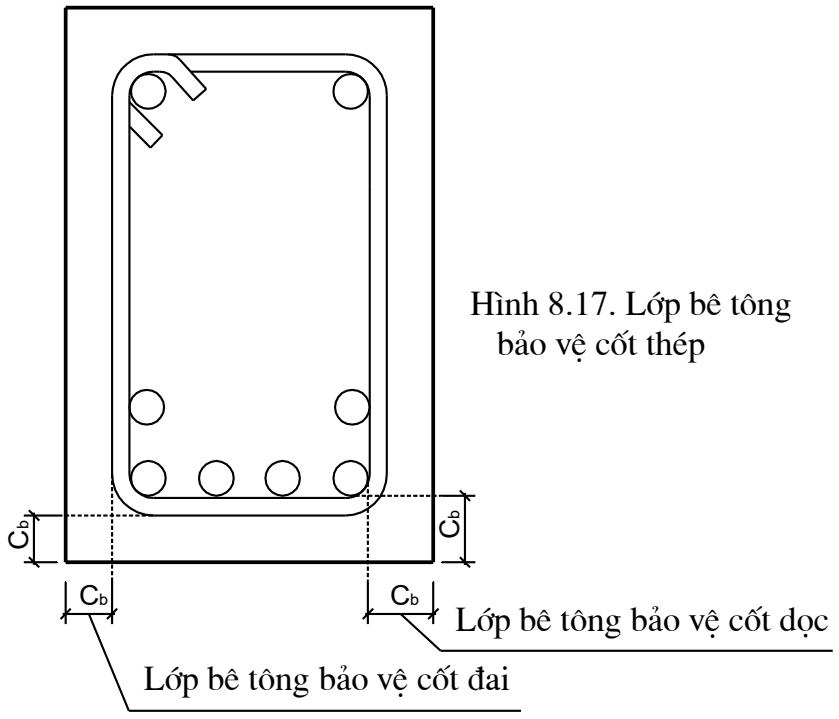


Hình 8.16 Dầm ngàm vào tường

Trên đây là các qui định chung về neo buộc cốt thép, chi tiết đối với các cấu kiện dầm, bản, cột, khung sẽ đợc trình bày ở chơng sau.

5.Lớp bêtông bảo vệ cốt thép

Lớp bêtông bảo vệ cốt thép đợc tính từ mép ngoài của bêtông đến mép ngoài gần nhất của cốt thép (hình 8.17). Cả cốt dọc và cốt đai đều cần một lớp bêtông đủ dày để bảo vệ chúng tránh đợc ảnh hởng của môi trờng đảm bảo sự liên kết chặt chẽ giữa bê tông và thép. Lớp bêtông bảo vệ càng dày tính chất bảo vệ càng cao nhng lại làm giảm khả năng làm việc của tiết diện. Bởi vậy lớp bêtông bảo vệ nên lấy càng gần hoặc bằng giá trị nhỏ nhất theo qui định. Gọi C_b là lớp bảo vệ cho cốt thép, trong mọi trờng hợp C_b không đợc nhỏ hơn đờng kính thanh thép cần bảo vệ đồng thời không nhỏ hơn giá trị



Hình 8.17. Lớp bê tông bảo vệ cốt thép

C_{0b} lấy theo TCVN 5574 : 1991.

Với cốt dọc chịu lực

C_{0b}= 10mm Trong bản và vỏ có chiều dày dới 100mm

C_{0b}= 15mm Trong bản và vỏ dày trên 100mm hoặc trong các dầm có chiều cao tiết diện h dới 250mm.

C_{0b}= 20mm Khi dầm có h≥250 mm và trong cột.

C_{0b}= 30mm Trong móng lắp ghép và dầm móng.

C_{0b}= 35mm Trong móng đổ tại chỗ nếu có lớp bêtông lót.

C_{0b}= 70mm Trong móng đổ tại chỗ không có lớp bêtông lót.

Với cốt đai và cốt dọc cấu tạo, cốt phân bố

C_{0b}= 10mm khi h<250mm.

C_{0b}= 15mm khi h≥250mm

Trong vùng chịu ảnh hởng của hơi nớc mặn cần lấy tăng chiều dày lớp bê tông bảo vệ lên 5mm.

Chọn lớp bê tông bảo vệ cốt thép theo biểu thức:

$$C_b \geq \begin{cases} \phi \\ C_{0b} \end{cases}$$ trong đó ϕ là đờng kính thép cần bảo vệ.

Ngoài ra cần chú ý: Đầu mút của cốt dọc chịu lực (hình 8.18) phái cách mút của cấu kiện một đoạn không nhỏ hơn các trị số sau:

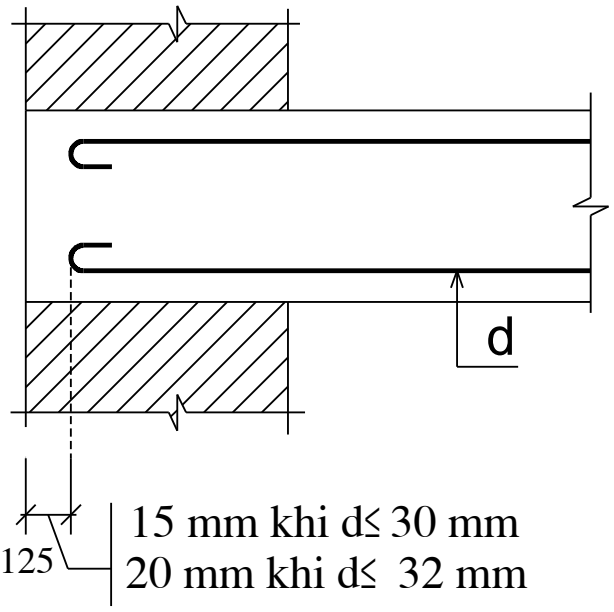
Với kết cấu đổ tại chỗ:

- 15 mm khi đờng kính cốt thép từ 30 mm trở xuống.

- 20 mm khi đờng kính cốt thép từ 32 mm trở lên.

6.Bố trí cốt thép và khoảng cách của cốt thép

Cốt thép chịu lực có thể đặt



Hình 8.18

một lớp, 2 lớp, cũng có thể đặt ghép đôi liền nhau theo phơng đổ bêtông, cốt thép cũng có thể đặt ngang (dầm, bản sàn) đặt nghiêng (bản thang, cốn thang…) hay đặt đứng (cột…). Dù đặt kiểu gì thì cũng phải đảm bảo khoảng cách giữa các cốt thép đủ để vữa bêtông dễ dàng lọt qua đồng thời đảm bảo xung quanh mỗi cốt thép có lớp bêtông đủ dày để thoả mãn điều kiện về lực dính.

6.1. Khoảng hở giữa các thanh thép

Đối với các thanh nằm ngang (nh dầm) hoặc nghiêng (nh trong bản đan thang) thì:

- Khoảng hở giữa các thanh thép lớp dới kí hiệu là e lấy theo điều kiện $e \geq \begin{cases} \phi \\ 25mm \end{cases}$ trong đó ϕ là đờng kính thép. (Hình 8.19a)
- Khoảng hở giữa các thanh thép lớp trên kí hiệu e' lấy theo điều kiện $e' \geq \begin{cases} \phi \\ 30mm \end{cases}$ trong đó ϕ là đờng kính thép (Hình 8.19a)
- Khi phía dới đặt nhiều lớp thép, trừ hai lớp cuối cùng đã đợc lấy theo điều kiện $e \geq \begin{cases} \phi \\ 25mm \end{cases}$ còn các lớp trên khe hở lấy theo điều kiện $e \geq \begin{cases} \phi \\ 50mm \end{cases}$ (Hình 8.19b).
- Trong trờng hợp kích thớc tiết diện hạn chế mà buộc phải đặt nhiều lớp cốt thép thì cho phép đặt cốt thép thành từng đôi, ghép sát nhau theo phơng chuyển động của vữa bê tông khi đổ, lúc này khe hở giữa các đôi cốt thép e phải thoả mãn e≥1,5d (Hình 8.19c).

Đối với các thanh đứng khi đổ bê tông (cột) khe hở lấy theo điều kiện

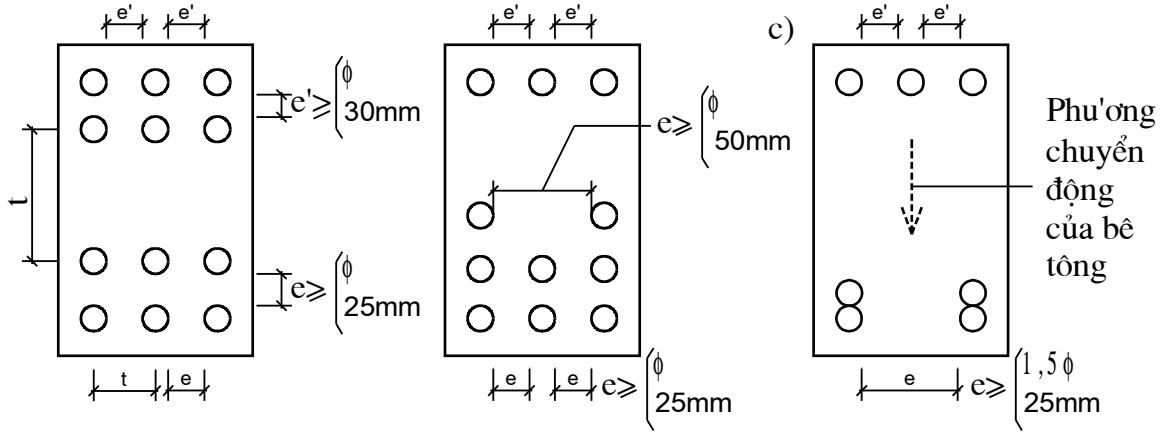
$$e \geq \begin{cases} \phi \\ 50mm \end{cases}$$

6.2. Khảng cách giữa trục các cốt thép

Theo TCVN 5574 : 1991 khoảng cách giữa các trục cốt thép (kí hiệu t) không đợc lớn quá 400mm. Ngoài ra với cốt chịu lực trong bản tại những vùng có nội lực lớn khoảng cách đó không lớn hơn:

200 mm khi chiều dày bản h≤ 150 mm.

1,5h khi h> 150mm.



Hình 8.19 Khoảng hở giữa các thanh thép

Câu hỏi

1) Nêu các u nhợc điểm của BTCT ?
2) Thế nào là mác bê tông, nhóm thép kể tên các mác bê tông, nhóm thép đợc qui định ?
3) Nêu qui định về lớp bê tông bảo vệ cốt thép C_b và khoảng cách giữa các thanh thép e, e'.

Chơng 9

CẤU KIỆN CHỊU UỐN

(TÍNH TOÁN THEO CÒNG ĐỘ)

Mục tiêu: Học xong chơng này học sinh

Tính toán đợc cốt chịu mômen và cốt đai

Trọng tâm : *Tính toán cốt dọc chịu lực trong dầm tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn, tính toán cốt đai.*

Nội lực xuất hiện trong cấu kiện chịu uốn gồm mômen uốn và lực cắt. Cấu kiện chịu uốn là cấu kiện cơ bản thờng gặp nhất trong thực tế. Đó là các dầm, các xà ngang của khung, của sàn nhà, cầu thang…Theo hình dáng cấu kiện chịu uốn đợc chia làm 2 loại: *bản và dầm*.

I. YÊU CẦU CẤU TẠO

1. Cấu tạo của bản sàn

Kích thớc bản sàn:

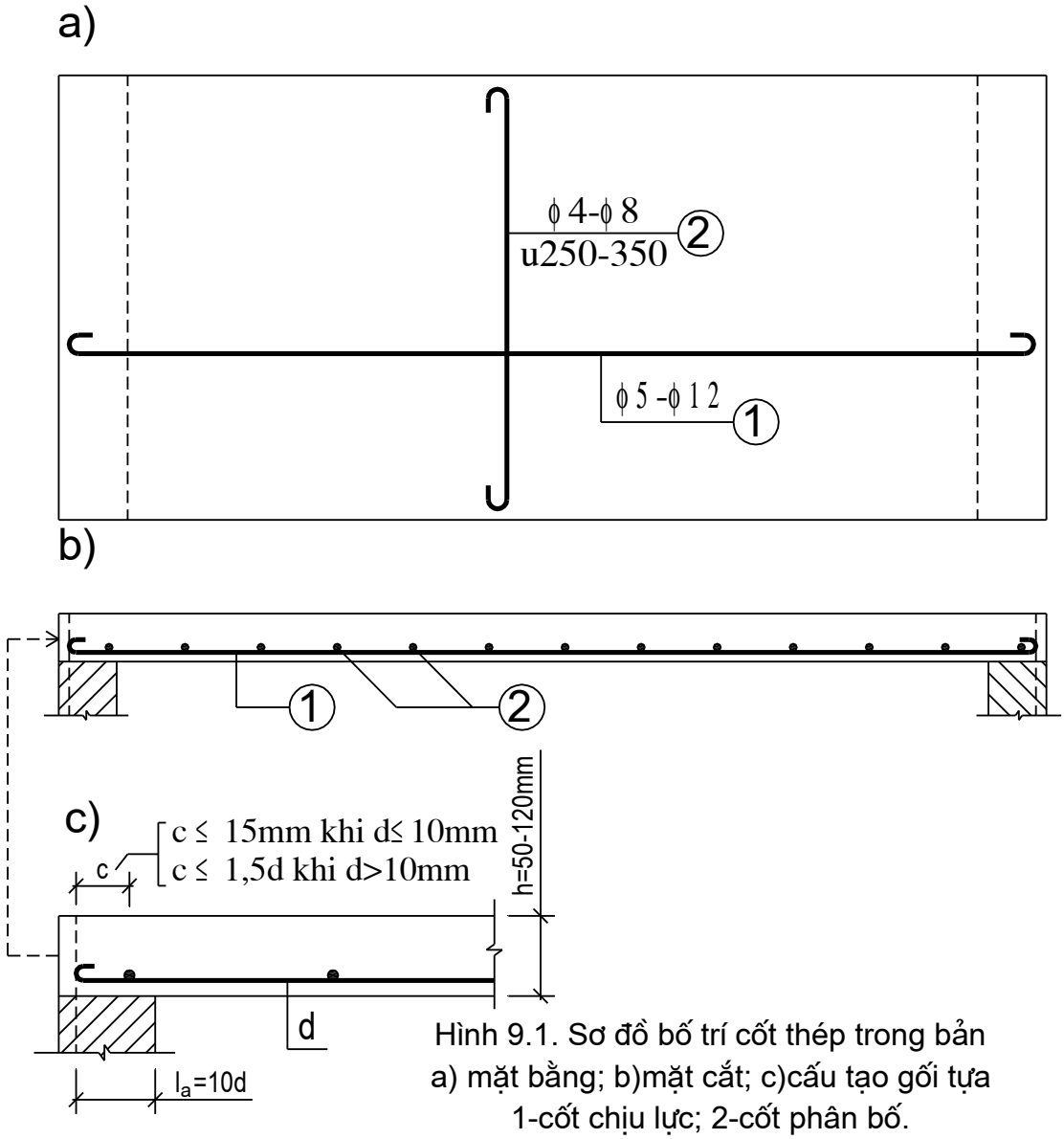
Bản sàn là kết cấu phẳng có chiều dày khá nhỏ so với chiều dài và chiều rộng. Chiều dài và chiều rộng sàn thông thờng từ 2 đến 4 m. Do yêu cầu sử dụng, yêu cầu mỹ quan hoặc cấu tạo mà chúng có thể lớn hoặc nhỏ hơn. Chiều dày sàn thay đổi tùy thuộc vào kích thớc ô bản và tải trọng trên bản. Thông thờng chiều dày bản từ 50 đến 120mm.

Theo TCVN 5574 : 1991 đối với bản toàn khối chiều dày h không nhỏ hơn :

- 50mm với bản mái.
- 60mm đối với sàn nhà ở và nhà công nghiệp.
- 70mm đối với sàn nhà sản xuất.

Khi dùng bê tông M250 trở lên cho phép giảm chiều dày sàn 10mm.

Để chọn chiều dày bản hợp lý còn cần xét đến loại bản, nhịp bản, tải trọng trên bản, chọn theo phụ lục 22.



Hình 9.1. Sơ đồ bố trí cốt thép trong bản
a) mặt bằng; b)mặt cắt; c)cấu tạo gối tựa
1-cốt chịu lực; 2-cốt phân bố.

Cốt thép

Cốt thép trong bản sàn gồm cốt chịu lực và cốt phân bố bằng thép C-I, cũng có khi dùng thép C-II (Hình 9.1). Cốt chịu lực đặt trong vùng chịu kéo của bê tông do mômen uốn gây ra. Trong các bản thông thường, đờng kính cốt chịu lực từ 5 ÷ 12 mm. Số lợng đợc thể hiện qua đờng kính và khoảng cách hai cốt thép liên tiếp. Khoảng cách giữa hai trục cốt thép liền nhau trong vùng có mômen lớn không vợt quá:

- 20cm khi chiều dày bản h<15cm

- 1,5h khi chiều dày bản h≥15cm

Để dễ đổ bê tông, khoảng cách cốt thép không đợc dới 7cm.

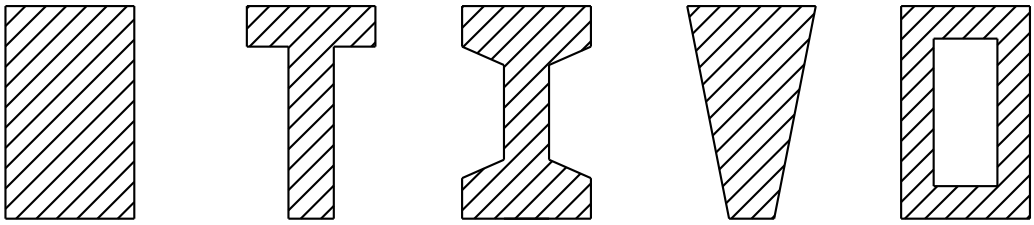
Cốt phân bố đặt vuông góc với cốt chịu lực. Nhiệm vụ của chúng là giữ vị trí cho cốt chịu lực khi đổ bê tông, phân phối ảnh hởng của lực cục bộ cho các cốt chịu lực lân cận, chịu ứng suất do co ngót và do nhiệt độ gây ra. Đờng kính cốt phân bố từ 4 đến 8 mm. Khoảng cách giữa chúng thờng từ 250÷300mm và không quá 350mm đồng thời phải đảm bảo số lợng không dới 10% số lợng cốt dọc tại tiết diện có mômen uốn lớn nhất.Cốt chịu lực và cốt phân bố đặt vuông góc nhau tạo thành lới buộc hoặc lới hàn. Trong lới này cốt chịu lực đợc đặt gần mép bê tông hơn.

Thép chịu lực đợc đa sâu vào trong gối tựa một đoạn $l_a \geq 10d$ (d:đờng kính cốt thép). Trong phạm vi gối tựa phải có cốt phân bố (Hình 9.1 c)

2. Cấu tạo dầm

Tiết diện

Dầm là cấu kiện có các cạnh của tiết diện nhỏ hơn nhiều so với nhịp của nó. Tiết diện ngang của dầm có thể là chữ nhật, chữ T, chữ I, hình thang, hình hộp…(Hình 9.2). Tiết diện thờng gặp là tiết diện chữ nhật và chữ T.



Hình 9.2. Các dạng tiết diện dầm

Gọi cạnh nằm theo phơng mặt phẳng uốn (h) là chiều cao của tiết diện, l là nhịp dầm thì h thờng đợc chọn theo biểu thức: $h = (1/8 \div 1/20)l$

Cụ thể với dầm chính $h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12}\right)l$ với dầm phụ $h = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{20}\right)l$

Chọn b = (0,3÷0,5)h, khi chọn b và h cần phải xem xét đến yêu cầu kiến trúc, mô đun hoá tiết diện. Để tiện thống nhất ván khuôn b và h chọn theo quy định nh sau:

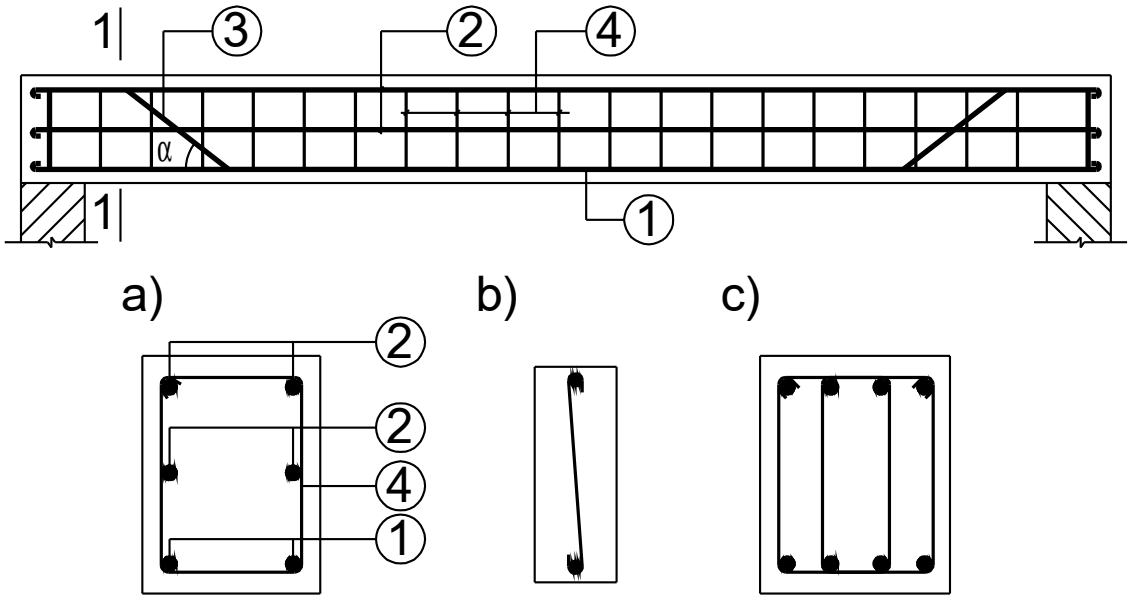
h: chọn theo bội số của 5cm khi h≤ 600 mm.

chọn theo bội số của 10cm khi h>600 mm.

Chọn b theo bội số của 2cm hoặc 5cm và cũng có thể chọn 120;140;180cm. Khi kết hợp với khối xây b có thể chọn 110; 220 mm.

Cốt thép

Cốt thép trong dầm đợc liên kết với nhau tạo thành khung buộc hoặc khung hàn. Chúng bao gồm 4 loại: cốt dọc chịu lực, cốt dọc cấu tạo (cốt dọc thi công), cốt đai và cốt xiên (Hình 9.3).



Hình 9.3. Các loại thép trong dầm
a)cốt đai hai nhánh; b)cốt đai một nhánh; c)cốt đai bốn nhánh
1-cốt dọc chịu lực;2-cốt cấu tạo;3-cốt xiên; 4-cốt đai

Cốt dọc chịu lực đặt ở vùng kéo của dầm, cũng có trờng hợp nó đợc đặt cả ở vùng nén. Diện tích tiết diện ngang của chúng đợc xác định theo tính toán từ trị số của mômen uốn. Đờng kính cốt chịu lực thờng từ 10÷30mm. Số thanh

trên tiết diện phụ thuộc vào diện tích cốt thép yêu cầu và chiều rộng b của tiết diện. Nếu chiều rộng b≥150mm thì ít nhất phải có 2 thanh cốt dọc. Khi b<150mm có thể đặt một thanh cốt dọc. Cốt dọc chịu lực có thể đặt một lớp hay nhiều lớp và phải đảm bảo nguyên tắc cấu tạo đã trình bày ở chơng 8.

Cốt dọc cấu tạo gồm 2 loại:

-*Cốt giá*:dùng để giữ vị trí của cốt đai trong khi thi công và để chịu các ứng suất do co ngót hoặc nhiệt độ.Nó đợc đặt ở miền bê tông chịu nén khi trong dầm chỉ phải tính cốt dọc chịu kéo. Đờng kính cốt giá từ 10÷12mm.

-*Cốt dọc phụ:* Đặt thêm vào mặt bên của tiết diện dầm khi h>700mm. Cốt thép này có tác dụng giữ cho khung cốt thép khỏi bị xô lệch khi đổ bê tông, ngoài ra nó cũng có tác dụng khác nh cốt giá.

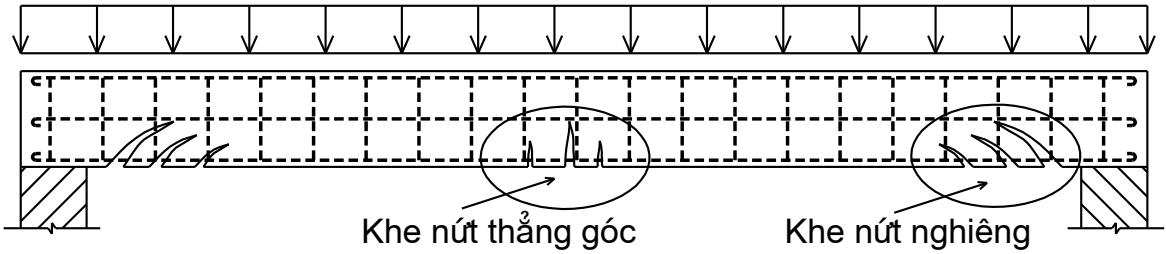
Tổng diện tích cốt dọc cấu tạo không đợc nhỏ hơn 0,1% diện tích của s-ờn dầm.

Cốt xiên và cốt đai để chịu lực cắt Q. Cốt đai gắn vùng nén và vùng kéo của bê tông đảm bảo cho tiết diện chịu đợc mômen, đồng thời cùng với các loại cốt dọc tạo khuôn cho dầm. Cốt đai thờng dùng $\phi 6 \div \phi 10$. Nếu chiều cao h<800mm nên dùng $\phi 6$, nếu dùng h≥800 mm nên dùng $\phi 8$ hoặc lớn hơn. Cốt xiên có góc nghiêng α thờng là 45^0. Khi h>800mm lấy $\alpha=60^0$. Với dầm thấp và bản lấy $\alpha=30^0$. Khoảng cách và diện tích cốt đai, cốt xiên xác định theo tính toán. Cốt đai thờng có hai nhánh, nhng cũng có thể có một hoặc nhiều nhánh (Hình 9.3).

II. SỰ LÀM VIỆC CỦA CẤU KIỆN CHỊU UỐN

Khi thí nghiệm uốn một dầm đơn giản với tải trọng q tăng dần ngời ta thấy khi tải trọng còn nhỏ dầm còn nguyên vẹn. Khi tải trọng đủ lớn sẽ thấy xuất hiện các vết nứt thẳng góc tại khu vực có mômen lớn, các vết nứt nghiêng tại khu vực có lực cắt lớn (Hình 9.4). Nếu tải trọng tăng nữa sẽ dẫn đến dầm bị

phá hoại tại tiết diện có khe nứt thẳng góc hoặc tại tiết diện có khe nứt nghiêng.



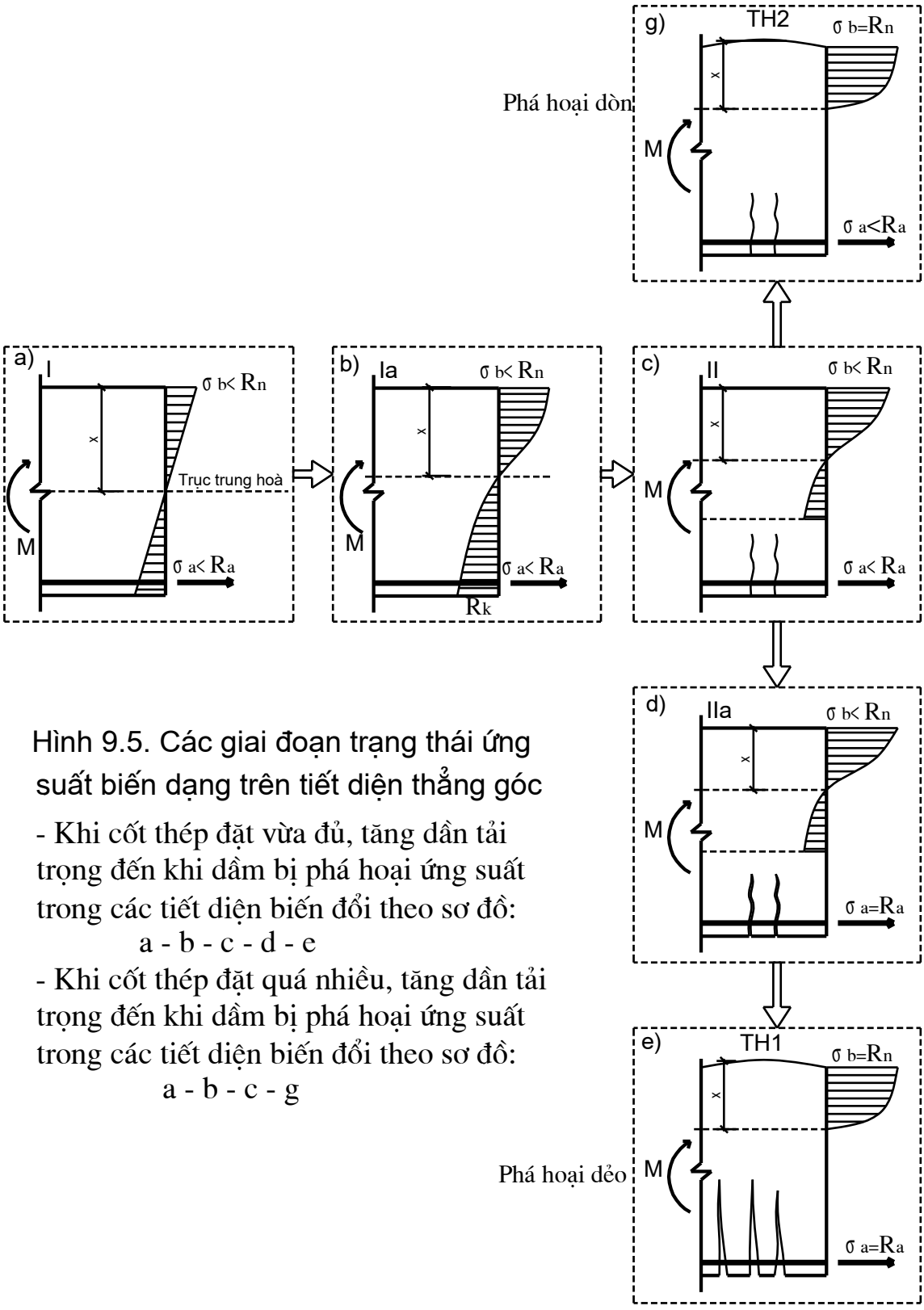
Hình 9.4. Các dạng khe nứt trong dầm đơn giản

Tính toán theo điều kiện cờng độ là tính toán để đảm bảo cho dầm không bị phá hoại trên tiết diện thẳng góc và không bị phá hoại trên tiết diện nghiêng hay còn đợc gọi là tính toán điều kiện cờng độ trên tiết diện thẳng góc và tính toán điều kiện cờng độ trên tiết diện nghiêng.

Quan sát sự phát triển của ứng suất và biến dạng trên tiết diện thẳng góc của dầm trong quá trình thí nghiệm ngời ta chia nó làm 3 giai đoạn:

Giai đoạn 1: Khi mômen còn nhỏ (thời gian mới đặt tải), vật liệu đợc xem nh làm việc trong giai đoạn đàn hồi, quan hệ giữa biến dạng và ứng suất là quan hệ bậc nhất, sơ đồ ứng suất pháp có dạng hình tam giác(Hình 9.5a). Mômen tăng đến giá trị làm cho ứng suất kéo lớn nhất trong bê tông đạt tới giới hạn cờng độ chịu kéo của bê tông thì bê tông chuẩn bị nứt. Trong dầm biến dạng dẻo đã phát triển, sơ đồ ứng suất pháp chuyển sang dạng đờng cong. Ngời ta gọi trạng thái ứng suất, biến dạng này là trạng thái Ia (Hình 9.5b). Muốn cho dầm không bị nứt, ứng suất pháp trên tiết diện thẳng góc không đợc vợt quá giai đoạn Ia

Giai đoạn 2: Khi mômen tăng lên, miền bê tông chịu kéo bị nứt, khe nứt phát triển dần lên phía trên. Tại vị trí có khe nứt, ứng suất kéo hoàn toàn do cốt thép chịu (Hình 9.5c).



Hình 9.5. Các giai đoạn trạng thái ứng suất biến dạng trên tiết diện thẳng góc

- Khi cốt thép đặt vừa đủ, tăng dần tải trọng đến khi dầm bị phá hoại ứng suất trong các tiết diện biến đổi theo sơ đồ:

a - b - c - d - e

- Khi cốt thép đặt quá nhiều, tăng dần tải trọng đến khi dầm bị phá hoại ứng suất trong các tiết diện biến đổi theo sơ đồ:

a - b - c - g

-Nếu lợng cốt thép chịu kéo vừa đủ,khi mômen tăng ứng suất trong cốt thép có thể đạt tới cờng độ R_a(Hình 9.5d). Ngời ta gọi đây là trạng thái IIa.

Giai đoạn 3: Là giai đoạn phá hoại, Mômen tiếp tục tăng, khe nứt phát triển dần lên phía trên, vùng bê tông chịu nén bị thu hẹp lại, ứng suất nén trong vùng nén tăng lên trong khi đó ứng suất trong cốt thép không tăng nữa.

Khi ứng suất nén trong bê tông đạt tới cờng độ chịu nén R_n của bê tông thì dầm bị phá hoại (Hình 9.5e). Sự phá hoại xảy ra khi ứng suất trong cốt thép đạt tới giới hạn R_a và ứng suất trong bê tông đạt đến giới hạn chịu nén R_n gọi là sự phá hoại dẻo. Trờng hợp phá hoại này gọi là trờng hợp phá hoại thứ nhất.

Nếu lợng cốt thép đặt vào quá nhiều, ứng suất trong cốt thép cha đạt đến R_a mà ứng suất trong bêtông đã đạt tới giới hạn chịu nén R_n thì dầm cũng bị phá hoại. Trờng hợp này ngời ta nói là dầm bị phá hoại dòn và nó đợc gọi là trờng hợp phá hoại thứ hai (Hình 9.5g). Để dẫn đến trờng hợp phá hoại dòn sơ đồ ứng suất không qua trạng thái IIa.

Trờng hợp phá hoại thứ hai rất bất lợi nên phải hết sức tránh vì nó cha tận dụng hết khả năng chịu lực của cốt thép và khi bị phá hoại biến dạng của kết cấu còn nhỏ nên khó đề phòng.

Khi chuyển từ giai đoạn này sang giai đoan khác, vị trí trục trung hoà tịnh tiến dần lên phía trên cùng sự phát triển của khe nứt.

III.TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU UỐN THEO KHẢ NĂNG CHỊU LỰC TRÊN TIẾT DIỆN THẲNG GÓC

Để chống lại sự phá hoại trên tiết diện thẳng góc theo vết nứt thẳng góc ngời ta đặt cốt dọc chịu lực. Có 2 trờng hợp đặt cốt dọc chịu lực:

- *Trờng hợp đặt cốt đơn*: Là trờng hợp cốt dọc chịu lực chỉ đặt trong vùng kéo, ký hiệu là F_a.
- *Trờng hợp cốt kép*: Khi cốt dọc chịu lực đợc đặt cả ở miền chịu kéo (Fa) và cả miền chịu nén (F_a').

1. Trờng hợp tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn

1.1. Sơ đồ ứng suất- Phơng trình cân bằng

Lấy trờng hợp phá hoại thứ nhất làm cơ sở (xem hình 9.5.e).

Để đơn giản, một cách gần đúng coi ứng suất trong bê tông vùng nén có dạng phân bố đều ta đợc sơ đồ ứng suất dùng để tính toán trờng hợp chữ nhật cốt đơn.

Theo sơ đồ này *ứng suất trong cốt thép đạt tới cờng độ chịu kéo tính toán R_a của cốt thép; ứng suất trong bêtông vùng nén đạt tới cờng độ chịu nén tính toán R_n của bê tông*;

Bêtông vùng kéo không tính đến do đã coi nh bị nứt. Mômen trên tiết diện đạt giá trị lớn nhất gọi là mômen giới hạn (M_{gh}).

Trên hình 9.6 là sơ đồ một hệ lực phẳng song song cân bằng nên nó có hai phơng trình cân bằng tĩnh học trong đó có một phơng trình hình chiếu và một phơng trình mômen.

Tổng hình chiếu của các lực lên phơng trục dầm (Z) phải bằng không, nên có:

$$R_a F_a = R_n b x \qquad (a)$$

Tổng mômen của các lực lấy với trục đi quá trọng tâm của cốt chịu kéo và vuông góc với mặt phẳng uốn phải bằng không, nên có:

$$M_{gh} = R_n b x\left(h_0 - \frac{x}{2} \right) \qquad (b)$$

Điều kiện cờng độ khi tính theo trạng thái giới hạn là điều kiện đảm bảo cho tiết diện không vợt quá giới hạn về cờng độ. Nghĩa là:

$$M \le M_{gh}$$

Từ (b) ta có:

$$M \le R_n b x\left(h_0 - \frac{x}{2} \right) \qquad (1)$$

Kết hợp (a) và (1) ta có

$$M \le R_a F_a (h_0 - \frac{x}{2}) \quad (2)$$

(1) và (2) là các điều kiện để tính cấu kiện chịu uốn có tiết diện chữ nhật cốt đơn theo điều kiện cờng độ và đợc gọi là điều kiện chịu lực của cấu kiện chịu uốn.

Trong các công thức trên thì:

M: Mômen uốn lớn nhất trên tiết diện do tải trọng tính toán gây ra.

R_n: Cờng độ chị nén tính toán của bêtông.

R_a: Cờng độ chiu kéo tính toán của cốt thép.

x: Chiều cao vùng bêtông chịu nén

b: Chiều rộng của tiết diện

h: chiều cao của tiết diện

h_0: Chiều cao làm việc của tiết diện h_0=h-a

a: Khoảng cách từ mép chịu kéo của tiết diện đến trọng tâm cốt thép chịu kéo.

F_a: Diện tích tiết diện ngang của cốt thép chịu kéo.

Thực nghiệm cho thấy trờng hợp phá hoại dẻo xảy ra khi chiều cao vùng bêtông chịu nén x thoả mãn điều kiện:

$$x \le \alpha_0 h_0 \quad (3)$$

Giá trị α_0 phụ thuộc mác bêtông và nhóm cốt thép. Nó biến thiên trong khoảng 0,3÷0,6 và đợc lấy theo phụ lục 23.

Một trong các đặc điểm của hiện tợng phá hoại dòn là nó xảy ra khi biến dạng còn nhỏ hoặc xảy ra một cách đột ngột. Nếu lợng thép quá nhiều sự phá hoại xảy ra khi biến dạng còn nhỏ. Nếu lợng thép quá ít xảy ra phá hoại đột ngột bởi vậy cần phải khống chế cả lợng thép nhiều nhất và lợng thép ít nhất trong bêtông.

Từ (a) và (3) ta có:

$$F_a = \frac{R_n b x}{R_a} \le \frac{\alpha_0 R_n b h_0}{R_a} = F_{a\,max}$$

Gọi $\mu = \frac{F_a}{bh_0} 100\%$ là *hàm lợng cốt thép*, thì hàm lợng cốt thép lớn nhất của tiết diện là: $\mu_{max} = \alpha_0 \frac{R_n}{R_a} 100\%$

Và hàm lợng cốt thép hợp lí trên tiết diện là:

$$\mu_{min} \le \mu \le \mu_{max}$$

μ_{min}: hàm lợng cốt thép nhỏ nhất (tối thiểu) đợc lấy bằng 0.05% (theo bảng 15 TCVN 5574 : 1991). Thông thờng lấy μ_{min}=0,1%.

Ta có điều kiện hạn chế của trờng hợp tiết diện chữ nhật cốt đơn là:

$$x \le \alpha_0 h_0 \text{ và } \mu_{min} \le \mu \le \mu_{max}$$

1.2. Công thức cơ bản - Điều kiện sử dụng

1.2.1 Công thức cơ bản

Để tiện cho việc tính toán ngời ta đổi biến số nh sau:

Đặt $\alpha = x/h_0$. Thay α và (a) và (b) ta đợc:

$$R_a F_a = \alpha R_n b h_0 \qquad (9.1)$$

$$\text{và } M_{gh} = R_n b h_0 \alpha (1 - 0.5\alpha)$$

Đặt $A=\alpha(1-0.5\alpha)$ và $\gamma=1-0.5\alpha$. Rồi thay chúng vào (1) và (2) ta đợc:

$$M \le A R_n b h_0^2 \qquad (9.2)$$

$$M \le \gamma R_a F_a h_0 \qquad (9.3)$$

Các công thức (9.1), (9.2) và (9.3) là các công thức cơ bản dùng để tính toán tiết diện. Trong đó α, A, γ là các hệ số, quan hệ giữa chúng đợc tra trong phụ lục 24. Hoặc sử dụng công thức:

$$A = \alpha(1 - 0{,}5\alpha) \text{ và } \alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A}$$

1.2.2 Điều kiện hạn chế

- Để đảm bảo không xảy ra phá hoại giòn: $\alpha \le \alpha_0$ hay $A \le A_0$

- Đồng thời khi chọn thép cần đảm bảo hàm lợng cốt thép thoả mãn:

$$\mu_{min} \le \mu \le \mu_{max}$$

1.3. Các trờng hợp tính toán

1.3.1. Bài toán thiết kế cốt thép

Biết: M, kích thớc tiết diện b×h, mác bêtông và nhóm cốt thép.

Yêu cầu: Thiết kế cốt thép F_a.

Bớc 1: *Số liệu tính*

Từ mác bê tông tra phụ lục 20 : đợc R_n

Từ nhóm thép tra phụ lục 21 : đợc R_a

Từ R_a và mác bê tông tra phụ lục 23 : đợc α_0

Từ α_0 tra phụ lục 24: đợc A_0

Giả thiết a:

- *a=1,5÷2 cm với bản có chiều dày 6÷12 cm.*
- *a=3÷6 cm (hoặc hơn nữa) với dầm (a=3÷4 cm cho cốt thép đặt một lớp và 5÷6 cm cho cốt thép đặt hai lớp).*

Tính chiều cao làm việc của tiết diện: h_0=h-a.

Bớc 2 : Tính toán tiết diện

$$A = \frac{M}{R_n b h_0^2} \qquad (9.4)$$

Nếu $A \le A_0$: *Điều kiện hạn chế thoả mãn.*

Từ A tra bảng phụ lục 24 đợc α.

Diện tích cốt thép F_a đợc tính theo công thức

$$F_a = \frac{\alpha R_n b h_0}{R_a} \quad (9.5)$$

Cũng có thể từ A tra ra γ rồi tính F_a theo công thức.

$$F_a = \frac{M}{\gamma R_a h_0}$$

Có F_a, dựa vào phụ lục 25 chọn thép và bố trí thép sao cho đảm bảo điều kiện chịu lực và điều kiện cấu tạo xét ở 1 và ở chơng 8.

Chọn thép ở đây là chọn số lợng thanh và đờng kính các thanh thép sao cho lợng thép chênh lệch so với tính toán thoả mãn quy định.

$$-3\% \le \Delta F_a \le 5\%$$

Trong đó $\Delta F_a \ge -3\%$ là bắt buộc còn $\Delta F_a \le 5\%$ chỉ để tiết kiệm thép

ΔF_a đợc tính theo công thức

$$\Delta F_a = \frac{F_{ach} - F_{at}}{F_{at}} 100\%$$

Với F_{ach}: diện tích cốt thép chọn.

F_{at} : diện tích cốt thép tính toán đợc.

Lợng thép hợp lí nhất là nó có hàm lợng $\mu\%$ trong khoảng:

- Với bản: $\mu=(0.3\div0.6)\%$
- Với dầm: $\mu=(0.6\div1.2)\%$

Chọn và bố trí thép xong cần kiểm tra lại giá trị thực tế của a. Nếu nó sai lệch nhiều so với giả thiết thì phải tính toán lại từ h_0.

Nếu $A>A_0$ thì phải tăng kích thớc tiết diện, tăng mác bêtông để đảm bảo $A\le A_0$ hoặc phải đặt cốt thép vào vùng bêtông chịu nén để đảm bảo $A\le A_0$, đây là bải toán cốt kép sẽ xét ở phần sau.

1.3.2. Bài toán chọn kích thớc tiết diện

Biết M, mác bêtông và nhóm cốt thép.

Yêu cầu tính b, h và F_a.

Để tính đợc F_a phải biết α, do đó đây là bài toán 4 ẩn số trong khi ta chỉ có 2 phơng trình độc lập là 9.1 và 9.2 hoặc 9.3. Để tính đợc ta phải giả thiết 2 ẩn. Dựa vào kinh nghiệm, vào cấu tạo và vào yêu cầu kiến trúc để giả thiết chọn b; còn α giả thiết trong khoảng 0.1÷0.25 với bản, trong khoảng 0.3÷0.4 với dầm.

Có α tra bảng ra A, tính chiều cao làm việc theo công thức :

$$h_0 \geq \frac{1}{\sqrt{A}}\sqrt{\frac{M}{R_n b}} \qquad (9.6)$$

Để chọn sơ bộ kích thớc tiết diện có thể áp dụng theo công thức:

$$h_0 \geq 2\sqrt{\frac{M}{R_n b}} \qquad (9.6a)$$

Chiều cao tiết diện $h=h_0+a$ phải đợc chọn phù hợp với các quy định cấu tạo. Nếu kết quả tính toán h không hợp lí phải giả thiết lại b để tính lại.

Có h, quay trở về bài toán 1 để thiết kế cốt thép F_a.

1.4.3. Bài toán xác định khả năng chịu lực

Biết kích thớc tiết diện, F_a, mác bêtông và nhóm thép.

Yêu cầu tính khả năng chịu lực của tiết diện M_{gh}.

Tính α theo công thức:

$$\alpha = \frac{R_a F_a}{R_n b h_0} \qquad (9.7)$$

Nếu $\alpha \leq \alpha_0$: Điều kiện hạn chế thoả mãn.

Từ α tra phụ lục 24 đợc A, mômen giới hạn theo công thức:

$$M_{gh} = AR_n bh_0^2 \qquad (9.8)$$

Hoặc từ α tra phụ lục 24 đợc γ:

$$M_{gh} = \gamma R_a F_a h_0$$

Nếu $\alpha > \alpha_0$ lấy $A = A_0$

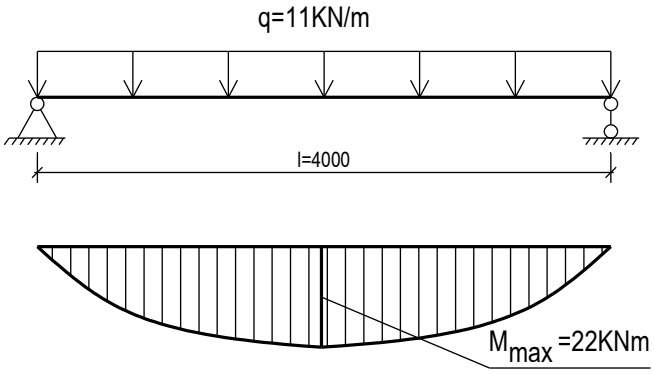
$$M_{gh} = A_0 R_n b h_0^2 \qquad (9.9)$$

1.5 Ví dụ tính toán

1.Ví dụ 9.1

Thiết kế cốt dọc chịu lực cho dầm sau. Biết dầm có tiết diện chữ nhật bxh=20×40cm². Vật liệu dùng là bêtông M200, thép nhóm CI.

Bài giải:



Bớc 1 Xác định số liệu tính

Bê tông M200: tra PL20 đợc $R_n = 90 \frac{daN}{cm^2}$

Thép C-I: tra PL21 đợc $R_a = 2000 \frac{daN}{cm^2}$

Giả thiết a=3cm $\rightarrow$ $h_0 = h - a = 40 - 3 = 37cm$

M200 và thép có $R_a < 3000 \frac{daN}{cm^2}$ tra phụ lục PL23 đợc $\alpha_0 = 0.62$

Từ $\alpha_0 = 0.62$ tra phụ lục PL24 $A_0 = 0.428$

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{11.4^2}{8} = 22KNm = 22.10^4 daNcm$$

Bớc 2 Xác định cốt thép

$$A = \frac{M}{R_n b h_0^2} = \frac{22.10^4}{90.20.37^2} = 0,089$$

$A=0.188<A_0=0.428$ thoả mãn điều kiện đặt cốt đơn

Từ A tra phụ lục PL24 ra $\alpha=0,09$

$$F_a = \frac{\alpha R_n b h_0}{R_a} = \frac{0,09.90.20.37}{2000} \approx 3cm^2$$

Theo PL25 chọn thép:

Chọn $2\phi14$ có $F_{ach}=3,08cm^2$ làm cốt dọc chịu lực.

$$-3\% < \Delta F_a = \frac{3,08-3}{3}100\% = 2,7\% < 5\%$$: Chọn thép hợp lí

Chọn $2\phi10$ làm cốt dọc cấu tạo.

Cốt dọc chịu lực đợc đặtt thành một lớp.

<u>Bớc 3</u> Kiểm tra các điều kiện cấu tạo

- Chọn lớp bê tông bảo vệ cốt thép (xem lại chơng 8):

$$C_b \le \begin{cases} \phi \\ C_{0b} \end{cases} \rightarrow C_b \le \begin{cases} 14 \\ 20 \end{cases}$$. Chọn C_b=20mm = 2cm.

- Xác định lại a: $a=C_B+\frac{\phi}{2}=2+1,4/2=2,7cm$

Kiểm tra theo điều kiện $a \le a_{gt}$ (hoặc$h_0 \ge h_{0gt}$)

$a=2,7$ cm < a_{gt}= 3 cm: Điều kiện kiểm tra đảm bảo.

- Kiểm tra khe hở giữa các cốt thép: $e \ge e_{ct}$

$$e_{ct} \ge \begin{cases} \phi_{max} \\ 2,5cm \end{cases} \rightarrow e_{ct} = 2,5cm$$

$$e = \frac{b - \left(2c_b + \sum_{i=1}^{n} \phi_i\right)}{n-1} = \frac{20 - (2.2 + 2.1,4)}{2-1} = 13,2cm$$

e=13,2 cm>e_{ct}=2,5. Khoảng cách cốt thép đảm bảo

-Kiểm tra hàm lợng cốt thép $\mu_{min} \le \mu \le \mu_{max}$

$$\mu = \frac{F_{ach}}{bh_0}.100\% = \frac{3,08}{20.37}100\% = 0,28\%$$

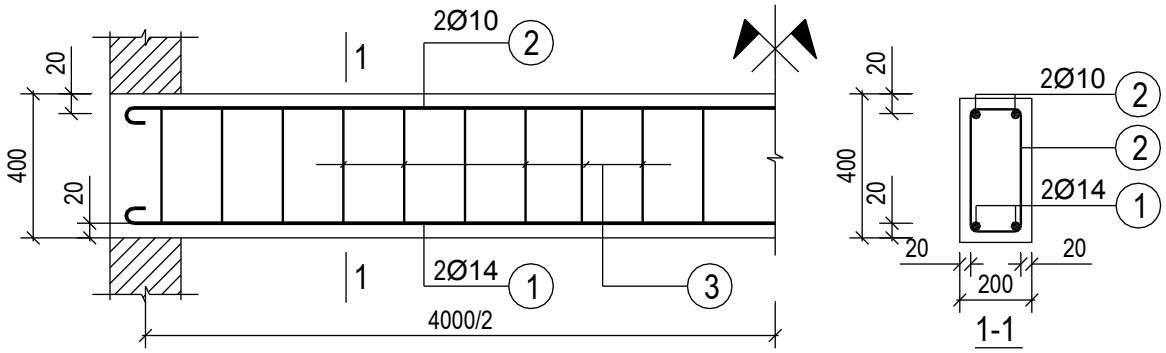
$$\mu_{max} = \alpha_0 \frac{R_n}{R_a}100\% = 0,62.\frac{90}{2000}.100\% \approx 2,8\%$$

$$\mu_{min} = 0,1\%$$

$$0,1\% < \mu = 0,28\% < 2,8\%$$

Cốt thép dầm thiết kế đạt yêu cầu và đợc thể hiện qua hình vẽ sau.

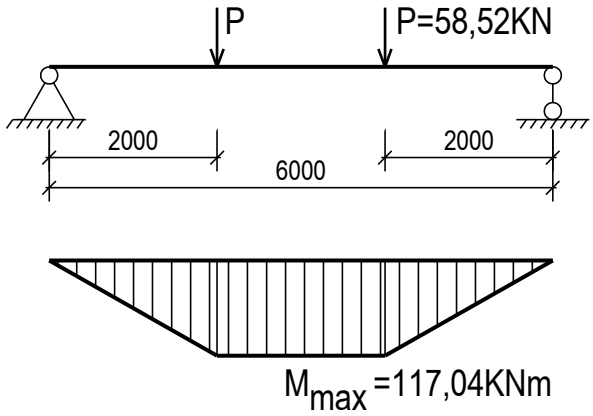
Chọn cốt dọc cấu tạo 2ϕ10.



2.Ví dụ 9.2:

Xác định tiết diện cho dầm chính chịu lực nh hình vẽ. Biết dầm có tiết diện chữ nhật b×h và dùng bêtông M200.

Bài giải



Bước 1: Xác định số liệu tính.

Giả thiết chọn a=4cm

$M_{max} = PL = 58,52.2 = 117,04KNm = 117,04.10^4 daNcm.$

Bước 2: Xác định tiết diện

$$h_0 \geq 2\sqrt{\frac{M_{max}}{R_n b}} = 2\sqrt{\frac{117,04.10^4}{90.20}} = 51cm$$

h=51+4=55cm $\rightarrow$ chọn h=55cm.

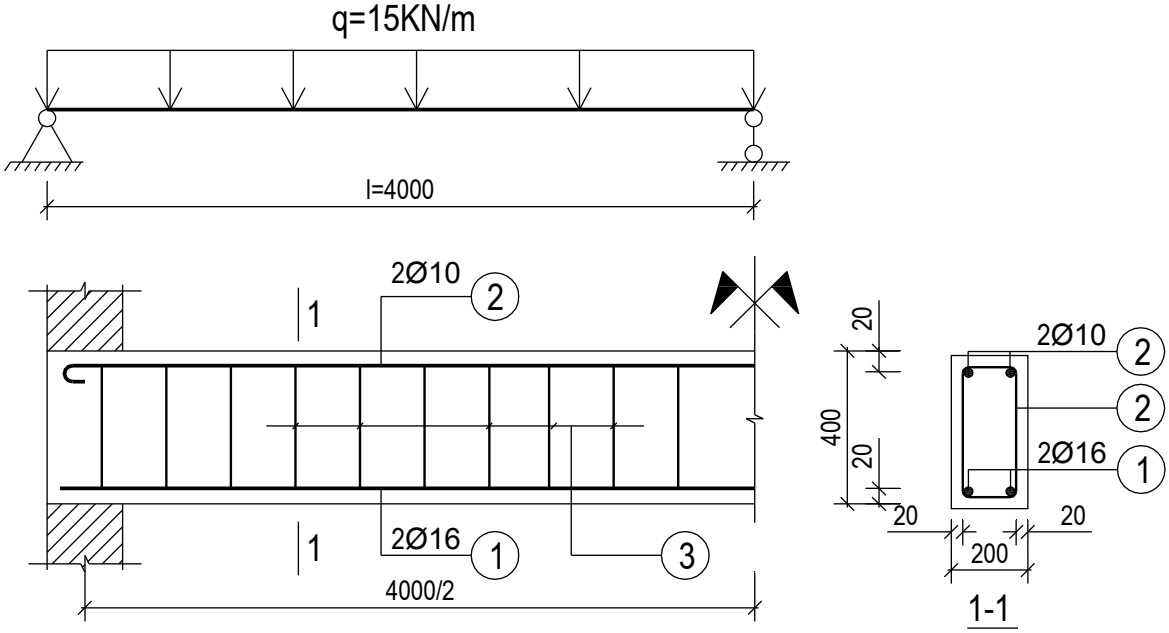
b=(0,3-0,5)h=(16,5-27,5)cm. Chọn b=22cm.

Kiểm tra kích thước theo qui định cấu tạo của tiết diện: Dầm là dầm chính nên $h = \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{12}\right)600 = (75 - 50)cm.$ Nh vậy, h chọn nằm trong khoảng cho phép.

Vậy tiết diện dầm là 22x55cm^2. Sau khi có tiết diện dầm có thể tiếp tục làm bài toán thiết kế thép cho dầm.

3.Ví dụ 9.3

Cho một dầm nh hình vẽ. Biết dầm có tiết diện chữ nhật bxh=22x40(cm^2). Dầm dùng bêtông mác 200, thép nhóm C-II. Tại biên dới của tiết diện đã đặt 2ϕ16. Xác định khả năng chịu mômen của tiết diện.



Bài giải

Bớc 1: Số liệu tính

Trên tiết diện có cốt chịu lực 2ϕ16 tra bảng có F_a=4,02cm^2.

C_b=2cm $\rightarrow$ a= $c_b + \frac{\phi}{2} = 2 + \frac{1,6}{2} = 2,8$cm

h_0=h-a=40-2,8=37,2cm.

Bêtông mác 200 có R_n=90 $\frac{daN}{cm^2}$

Thép CII có R_a=2600 $\frac{daN}{cm^2}$

Bêtông M200 và R_a<3000 (daN/cm^2), tra bảng có α_0=0,62.

Bớc 2: Kiểm tra khả năng chịu lực của dầm

$$\alpha = \frac{R_a F_a}{R_n b h_0} = \frac{2600.4,02}{90.22.37,2} = 0,142 < \alpha_0 = 0,62$$

α=0,142 tra bảng đợc A≈0.13

$$M_{gh} = AR_n bh_0^2 = 0,13.90.20.37,2^2 = 323818daNcm = 32,38KNm$$

Kiểm tra khả năng chịu lực:

$$M_{max}=\frac{ql^2}{8}=\frac{15.4^2}{8}=30KNm<M_{gh}=32,38KNm$$

Vậy dầm có đủ khả năng chịu lực.

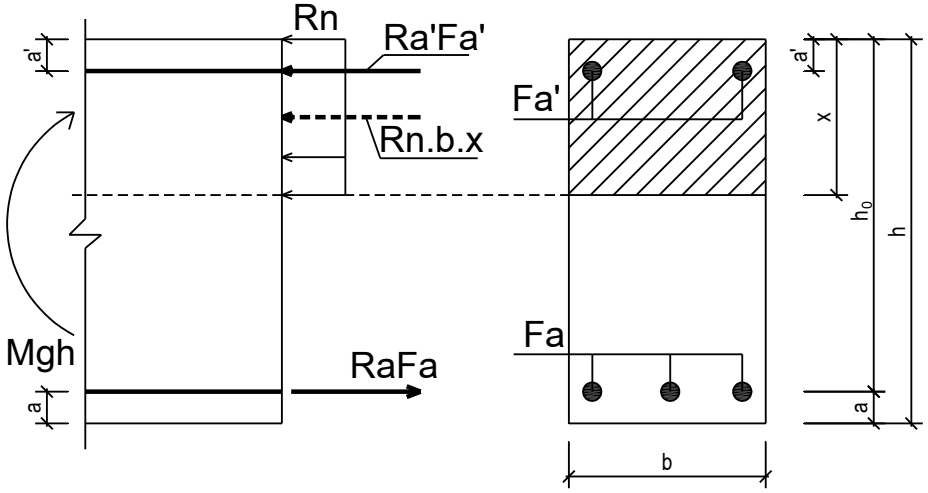
2. Trờng hợp tiết diện chữ nhật đặt cốt kép

Khi $A=\frac{M}{R_n bh_0^2} > A_0$ điều kiện hạn chế để tính cốt đơn không thoả mãn ta có thể xử lý theo hai cách: Cách thứ nhất là tăng các thông số kích thớc tiết diện b×h, mác bê tông để có $A \le A_0$. Cách thứ hai là tăng cờng khả năng chịu lực vùng nén của bê tông bằng cách đặt cốt thép vào đó. Nh vậy trong tiết diện có thép chịu lực ở vùng kéo F_a và cốt thép chịu lực vùng nén F'_a nên gọi là cốt kép.

Tuy nhiên nếu $A_0>0,5$ nếu cứ tiến hành đặt cốt kép thì lợng F_a và F_a' khá lớn, không kinh tế nên ta chỉ nên tính cốt kép khi:

$$A_0 \le A=\frac{M}{R_n bh_0^2} \le 0,5 \qquad (9.10)$$

2.1. Sơ đồ ứng suất- phơng trình cân bằng.



Hình 9.7. Sơ đồ ứng suất của tiết diện có cốt kép

Cũng nh trờng hợp đặt cốt đơn, lấy sơ đồ ứng suất phá hoại dẻo (hình

9.5e) làm cơ sở và coi ứng suất trong bêtông vùng nén là phân bố đều sơ đồ ứng suất tính toán cho trờng hợp cốt kép nh hình 9.7: *Trên sơ đồ ta thấy ứng suất nén trong bê tông đạt tới cờng độ bê tông R_n, ứng suất kéo trong thép F_a đạt tới cờng độ chịu kéo R_a của thép, ứng suất nén trong thép F_a' đạt tới R_a' của thép.*

2.2. Công thức cơ bản - Điều kiện sử dụng

2.2.1 Công thức cơ bản

Lập các phơng trình cân bằng tĩnh học:

ΣZ=0 ta có:

$$R_a F_a = R_n bx + R_a' F_a' \qquad (c)$$

Lấy mômen với điểm tại tâm F_a: ΣM=0 ta có:

$$M_{gh} = R_n bx\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + R_a' F_a' (h_0 - a') \qquad (d)$$

Áp dụng điều kiện cờng độ ta có:

$$M \le R_n bx\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + R_a' F_a' (h_0 - a')$$

Nếu đặt $\alpha = x/h_0$ và $A=\alpha(1-0.5\alpha)$ thì (c) và (d) có dạng:

$$R_a F_a = \alpha R_n b h_0 + R_a' F_a' \qquad (9.11)$$

$$M \le A R_n b h_0^2 + R_a' F_a' (h_0 - a') \qquad (9.12)$$

Trong đó: a' là khoảng cách từ mép chịu nén của tiết diện đến trọng tâm cốt thép chịu nén Fa'. Quan hệ giữa A, α tra ở phụ lục 24.

2.2.3. Điều kiện sử dụng

Để không xảy ra phá hoại giòn: $\alpha \le \alpha_0$ hoặc $A \le A_0$ (5)

Để ứng suất trong F_a' đạt tới R_a': $x \ge 2a'$ hay $\alpha \ge \frac{2a'}{h_0}$ (6)

2.3. Các trờng hợp tính toán

2.3.1. Bài toán tính F_a và F_a'

Bài toán yêu cầu tính F_a, $F_a^{'}$ khi đã biết tất cả các yếu tố khác M,b×h, mác bê tông, nhóm thép.

Trớc tiên phải giả thiết a, a' = 3-6 và kiểm tra điều kiện cần thiết phải đặt cốt kép.

$$A_0<A=\frac{M}{R_n bh_0^2}\leq 0.5 \qquad (9.13)$$

Để tận dụng hết khả năng chịu nén của bê tông lấy $\alpha=\alpha_0$, $A=A_0$

$$F_a^{'} = \frac{M - A_0 R_n bh_0^2}{R_a^{'}(h_0 - a')} \qquad (9.14)$$

Thay Fa' tính đợc F_a:

$$F_a = \frac{\alpha_0 R_n bh_0}{R_a} + \frac{R_a^{'}}{R_a}F_a^{'} \qquad (9.15)$$

Sau khi có F_a, F_a' chọn thép, sau đó bố trí cốt thép và kiểm tra các điều kiện về cấu tạo: $a\leq a_{gt}$, khe hở giữa các cốt thép e, khoảng cách giữa các trục cốt thép t.

2.3.2. Bài toán tính Fa khi biết F_a'

Biết M, b, h, Fa', Ra, Ra', Rn.

Các số liệu tính nh mục 2.3.1

$$A = \frac{M - R_a^{'}F_a^{'}(h_0 - a')}{R_n bh_0^2} \qquad (9.16)$$

- Nếu $A > A_0$ điều kiện hạn chế không thoả mãn: nghĩa là F_a' còn quá ít, cha đủ điều kiện cờng độ cho vùng nén. Lúc này xem nh F_a' cha biết để trở về bài toán một.

- Nếu $A \leq A_0$: điều kiện hạn chế thoả mãn

Từ A tra phụ lục 24 đợc α

+Khi $\alpha \geq \frac{2a'}{h_0}$:

$$F_a = \frac{\alpha R_n b h_0}{R_a} + \frac{R_a'}{R_a}.F_a' \qquad (9.17)$$

+Khi $\alpha < \frac{2a'}{h_0}$:

Khi đó lấy x=2a' để công thức tính đơn giản ta lập phương trình cân bằng mômen đối với trọng tâm cốt thép F_a' ta đợc.

$$M_{gh} = R_a F_a (h_0 - a') \qquad (9.18)$$

Rút ra :

$$F_a = \frac{M}{R_a (h_0 - a')} \qquad (9.19)$$

2.3.3. Bài toán xác định khả năng chịu lực của tiết diện

Biết b, h, R_a, R_a', F_a, F_a', tính Mgh

Các số liệu tính xem 2.3.1

$$\alpha = \frac{R_a F_a - R_a' F_a'}{R_n b h_0} \qquad (9.20)$$

- Nếu $\alpha > \alpha_0$ lấy $A = A_0$

$$M_{gh} = A_0 R_n b h_0^2 + R_a' F_a' (h_0 - a') \qquad (9.21)$$

- Nếu $\frac{2a'}{h_0} < \alpha \leq \alpha_0$ thì từ α tra bảng ra A

$$M_{gh} = A R_n b h_0^2 + R_a' F_a' (h_0 - a') \qquad (9.22)$$

- Nếu $\alpha < \frac{2a'}{h_0}$ tính M_{gh} theo 9.18

2.5. Ví dụ tính toán

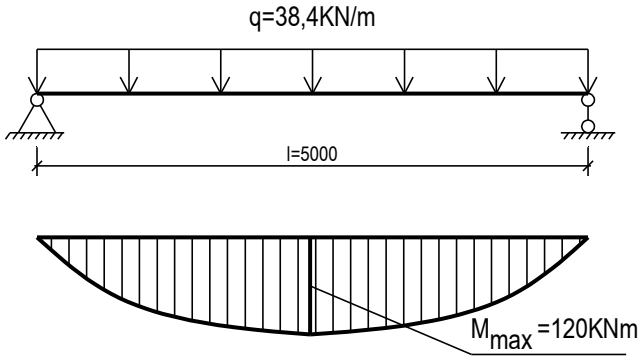
2.5.1.Ví dụ 9.4:

Một dầm bêtông cốt thép tiết diện 20x40 (cm^2) chịu lực nh hình vẽ, dầm

dùng bêtông mác 250, thép loại CII. Yêu cầu thiết kế cốt dọc cho dầm. Giả thiết a=5cm.

Bài giải

Bước 1: Số liệu tính toán



Bêtông M250 tra phụ lục 20 có R_n=110 $\frac{daN}{cm^2}$

Thép CII có R_a=R_a'=2600 $\frac{daN}{cm^2}$

Từ M250 và thép CII tra bảng đợc α_0=0,58 và A_0=0,412

$M=\frac{ql^2}{8}=\frac{38,4.5^2}{8}=120KNcm=120.10^4$ daNcm.

Chiều cao tính toán dầm: h_0=h-a=40-5=35cm

Bước 2: Thiết kế cốt thép

Kiểm tra trờng hợp tính:

$A_0=0,412<A=\frac{M}{R_n bh_0^2}=\frac{120.10^4}{110.20.35^2}=0,445<0.5$

Thoả mãn bài toán đặt cốt kép.

Chọn $\alpha=\alpha_0=0,58$. Khi đó $A_0=0,412$.

$F_a^{'}=\frac{M-A_0R_nbh_0^2}{R_a^{'}(h_0-a')}=\frac{120.10^4-0,412.110.20.35^2}{2600(35-3)}=1,084cm^2$

$$F_a = \frac{\alpha_0 R_n b h_0}{R_a} + \frac{R'_a}{R_a} F'_a = \frac{0,58.110.20.35}{2600} + \frac{2600}{2600}.1,084 = 18,26cm^2$$

Chọn cốt thép cho :

- Vùng nén: chọn 2Φ10 có $F'_{ach}=1,57cm^2$, $\Delta F_a \approx 45\%$ nhng là cách chọn tốt nhất.
- Vùng kéo: 3ϕ28 có $F_{ach}=18,47cm^2$.

$$-3\% < \Delta F_a = \frac{18,47 - 18,26}{18,26}100\% = 1,15\% < 5\%$$

Lợng thép chọn là hợp lí.

Xác định lớp bê tông bảo vệ cốt thép vùng kéo:

$$C_b \le \begin{cases} \phi = 28 \\ C_{0b} = 20 \end{cases}$$ Chọn C_b=28mm=2,8cm.

Dự định bố trí thép một lớp.

Khe hở giữa các cốt thép:

$$e = \frac{200 - (2.28 + 3.28)}{3 - 1} = 40mm = 4cm$$

$$e_{ct} \ge \begin{cases} \phi_{max} = 28mm \\ 25mm \end{cases} \rightarrow e_{ct} = 2,8cm$$

$e=40mm > e_{ct} = 28mm$

Kiểm tra a và a'

$$a = C_b + \frac{\phi_{max}}{2} = 2,8 + \frac{2,8}{2} = 4,4cm$$

$a = 4,4cm < a_{gt} = 5cm.$

Vậy a đảm bảo

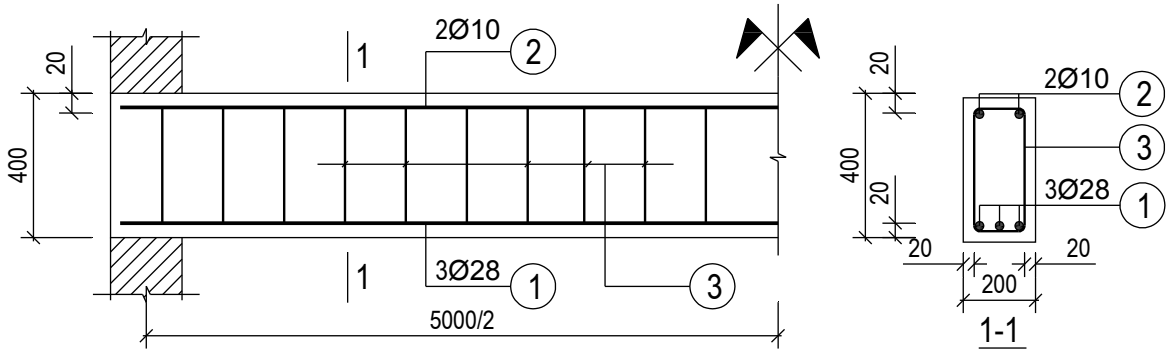
Cốt dọc chịu lực vùng nén ϕ10 nên lớp bê tông bảo vệ thép này có thể chọn C_b=20mm.

$$a' = C'_b + \frac{\phi'_{max}}{2} = 2 + \frac{10}{2} = 2{,}5cm$$

$$a' = 2{,}5cm < a'_{gt} = 3cm.$$

Vậy a' đảm bảo.

Vậy cốt thép thiết kế đạt yêu cầu. Thép trong dầm đợc bố trí nh hình vẽ.



2.5.2 ví dụ 9.5:

Cho một dầm bêtông cốt thép tiết diện 25x55(cm2), chịu lực nh hình vẽ. Dầm dùng bêtông mác 250, thép nhóm CII. Vùng nén đặt 2Φ14 với a'=3cm. Giả thiết a=6,5cm. Yêu cầu thiết kế cốt dọc chịu kéo cho dầm

Bài giải

Bớc 1: Số liệu tính toán

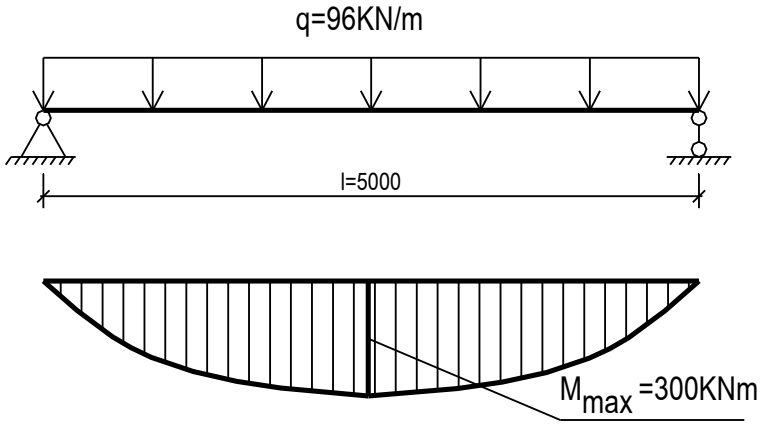
- Bêtông mác 250 tra phụ lục 21 có R_n=110 $\frac{daN}{cm^2}$

- Thép nhóm CII có Ra=Ra'=2600 $\frac{daN}{cm^2}$

- Bêtông mác 250, Ra<3000 $\frac{daN}{cm^2}$ $\rightarrow \alpha_0$=0,58; A_0=0,412.

- Vùng nén có 2Φ14: Tra phụ lục 25 ta đợc Fa'=3,08cm^2.

- Chiều cao tính toán : h_0=h-a=55-6,5=48,5 cm.



- $M=\frac{ql^2}{8}=\frac{96.5^2}{8}=300\,KNm=300.10^4 daNcm.$

Bước 2: Tiến hành tính theo bài toán cốt kép khi đã biết F_a'

$$A=\frac{M-R_a^{'}F_a^{'}(h_0-a')}{R_n bh_0^2}=\frac{300.10^4-2600.3,08(48,5-3)}{110.25.48,5^2}=0,408$$

Ta thấy thoả mãn điều kiện hạn chế $A \le A_0$. Diện tích Fa' đã đủ.

Bước 3: Thiết kế cốt thép F_a.

A=0,408 tra phụ lục 24 đợc α=0,57

$\frac{2a'}{h_0}=\frac{2.3}{50}=0,12$ ta thấy $\alpha > \frac{2a'}{h_0}$

Tính Fa theo công thức :

$$F_a=\frac{\alpha R_n bh_0}{R_a}+\frac{R_a^{'}}{R_a}F_a^{'}=\frac{0,57.110.25.48,5}{2600}+\frac{2600}{2600}.3,08=32,32cm^2$$

Theo phụ lục 25 chọn 4Φ20+4Φ25 có F_{ach}=32,2cm^2

Kiểm tra $-3\% \le \Delta F \le 5\%$ thấy thoả mãn.

Bước 4: Kiểm tra điều kiện cấu tạo.

Lớp bê tông bảo vệ cốt thép :

$$C_b \geq \begin{cases} \phi_{max} \\ 20 \end{cases} = \begin{cases} 25 \\ 20 \end{cases}$$ Chọn C_b=25mm

Dự kiến bố trí thép thành hai lớp.

Kiểm tra a và a':

$$a \approx c_b + \phi_{max} + \frac{\phi_{max}}{2} = 25 + 25 + \frac{25}{2} = 6{,}25 < a_{gt} = 6{,}5cm.$$

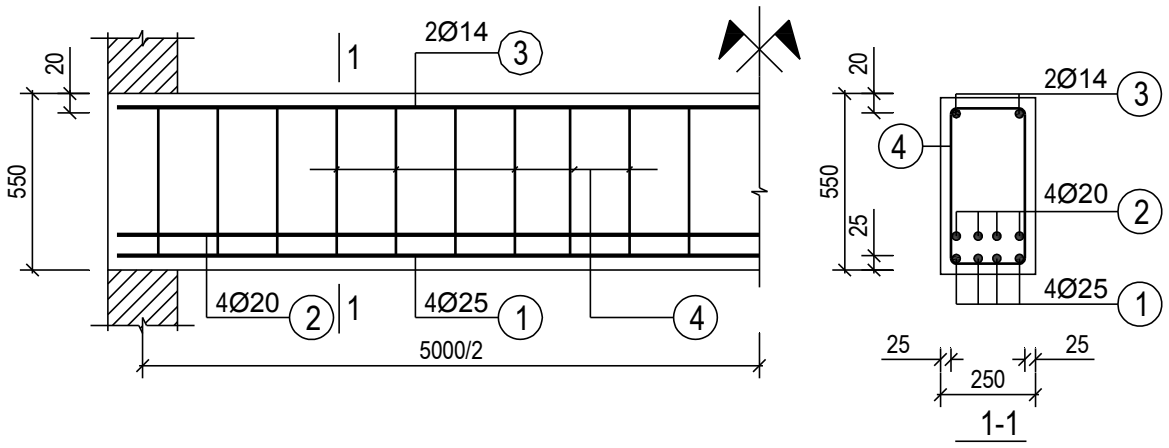
Vậy a đảm bảo quy định

Kiểm tra e

$$e = \frac{250 - (2.25 + 4.25)}{4 - 1} = 33{,}3mm$$

$$e_{ct} \geq \begin{cases} \phi \\ 25 \end{cases} \rightarrow e_{ct} = 25mm$$

e=33,3mm>e_{ct}=25 vậy e đảm bảo.



Ta cũng thấy khoảng cách giữa các trục cốt thép đảm bảo nhỏ hơn 400.

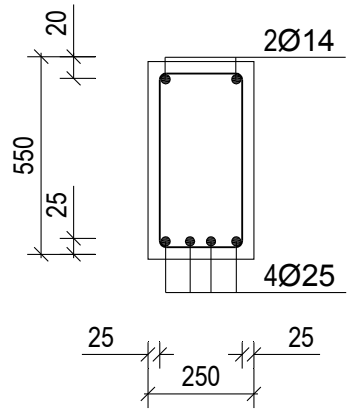
Kiểm tra hàm lợng cốt thép

$h_0 = h - a = 55 - 6{,}25 = 48{,}75cm$

Vậy cốt thép thiết kế đạt yêu cầu và đợc thể hiện qua hình vẽ.

2.5.3. Ví dụ 9. 6

Xác định khả năng chịu lực mômnen của dầm tiết diện chữ nhật bxh=25×50 (cm^2), cốt thép trên tiết diện bố trí nh hình vẽ (vùng kéo có 4Φ25, vùng nén có 2Φ14). Dầm dùng bê tông M250, thép CII.



Bài giải

Bớc 1: Số liệu tính.

Vùng kéo và vùng nén đều có cốt thép chịu lực nên kiểm tra theo trờng hợp cốt kép.

Tra phụ lục 25:

- 2ϕ14: F_a'=3,08cm^2
- 4ϕ25 :F_a=24,63cm^2

Căn cứ trên mặt cắt ta có:

- C_b=2,5cm.
- a=C_b+ϕ/2=2,5+2,5/2=3,75cm.
- h_0=h-a=55-3,75=51,25 cm
- $a' = 2 + \frac{1,4}{2} = 2,7$cm
- Bêtông mác M250 có Rn =110 daN/cm^2
- Thép CII có Ra=Ra'=2600 daN/cm^2

- M250, R_a=2600 tra phụ lục α_0=0,58 và A_0=0,412.

Bước 2: Xác định khả năng chịu lực của tiết diện.

Xác định hệ số α

$$\alpha = \frac{R_a F_a - R_a^{'} F_a^{'}}{R_n b h_0} = \frac{2600(24,63 - 3,08)}{110.25.51,25} = 0,397$$

α=0,397<α_0=0,58: thoả mãn điều kiện hạn chế.

$$\text{Do } \frac{2a'}{h_0} = \frac{2.2,7}{51,25} = 0,105 \rightarrow \alpha > \frac{2a'}{h_0}$$

Từ α=0,397 tra phụ lục đợc A=0,32

$$M_{gh} = A_0 R_n b h_0^2 + R_a^{'} F_a^{'} (h_0 - a')$$

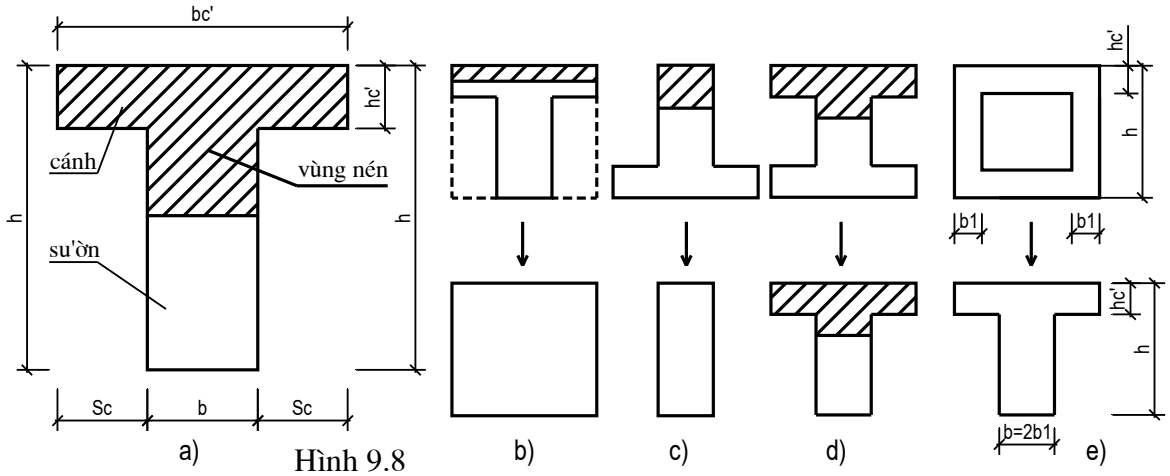
$$M_{gh} = 0,32.110.25.51,25^2 + 2600.3,08(51,25 - 2,7) = 2700163 daNcm$$

$$M_{gh} = 270 KNm$$

3. Trờng hợp tiết diện chữ T đặt cốt đơn

3.1. Đặc điểm cấu tạo tiết diện chữ T

Đặc điểm của tiết diện chữ T xem hình 9.8a. Cánh có thể nằm trong vùng nén, có thể nằm trong vùng kéo. Khi cánh nằm trong vùng nén, diện tích vùng bê tông chịu nén đợc tăng thêm so với tiết diện chữ nhật b×h nên tiết kiệm đợc vật liệu hơn tiết diện chữ nhật. Khi cánh nằm trong vùng kéo, vì bê tông không đợc tính cho vùng kéo nên khi tính theo điều kiện cờng độ nó chỉ có giá trị nh tiết diện chữ nhật b×h (hình 9.8c). Do đó tiết diện chữ I chỉ có giá trị nh tiết diện chữ T có cánh ở vùng nén (hình 9.8c). Tiết diện hộp rỗng cũng đợc đa thành dạng chữ T (hình 9.8e).



Hình 9.8

Để đảm bảo cánh cùng tham gia chịu lực với sờn, bề rộng bên sải cánh tính từ mép sờn kí hiệu S_c phải thoả mãn các yêu cầu sau:

Với dầm gồm sờn đổ liền khối với bản:

S_c phải thoả mãn tất cả các điều kiện sau:

$S_c \le \frac{1}{6} l$; với l là nhịp của dầm.

$S_c \le \frac{B_0}{2}$; B_0 là khoảng cách giữa hai mép trong các sờn dọc (hình 9.9).

Nếu không có các sờn ngang thì cần thêm điều kiện:

$S_c \le 9h_c'$ khi $h_c' \ge 0{,}1h$

$S_c \le 6h_c'$ khi $h_c' < 0{,}1h$

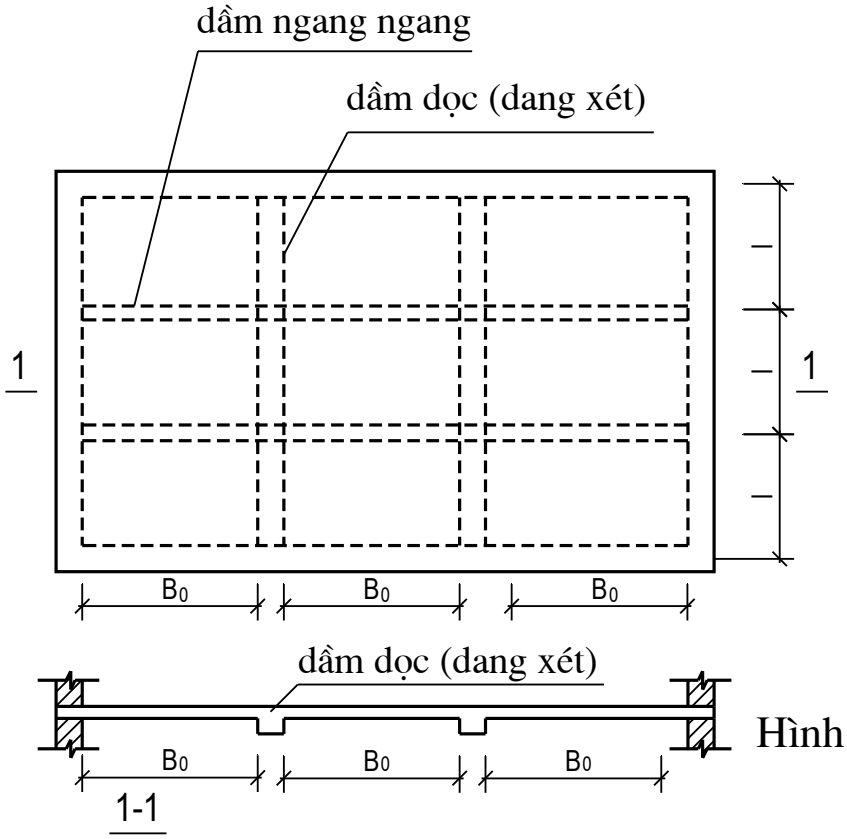
Với dầm chữ T độc lập, cánh có dạng công xon

S_c phải thoả mãn tất cả các điều kiện sau:

- $S_c \le \frac{1}{6} l$; với l là nhịp của dầm.
- Khi $h_c' \ge 0{,}1$ h lấy $S_c \le 6h_c'$
- Khi $0{,}05h \le h_c' \le 0{,}1h$ lấy $S_c \le 3h_c'$
- Khi $h_c' < 0{,}05h$ lấy $S_c = 0$ (bỏ qua phần cánh vì quá mỏng)

Do cánh tiết diện chữ T tăng cờng khả năng chịu nén của tiết diện, nó có vai trò nh đặt thêm cốt kép vào vùng nén của tiết diện chữ nhật, nên khả

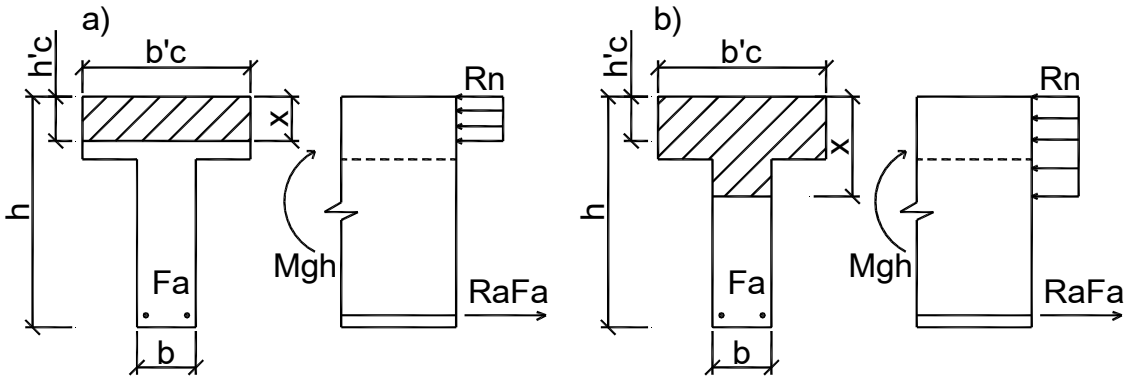
năng chịu lực đợc tăng đáng kể. Trong hầu hết các trờng hợp tính toán tiết diện chữ T là đặt cốt đơn.



Hình 9.9

3.2. Sơ đồ ứng suất

Cũng nh tiết diện chữ nhật, lấy trờng hợp phá hoại dẻo làm cơ sở ta lập đợc sơ đồ ứng suất dùng để tính toán tiết diện chữ T cốt đơn với trục trung hòa đi qua cánh (hình 9.10a) và trục trung hòa đi qua sờn (hình 9.10b).



Hình 9.10. Sơ đồ ứng suất dùng để tính tiết diện chữ T

Để phân biệt trờng hợp trục trung hòa đi qua cánh với qua sờn ta tính

mômen của phần cánh M_c ứng với trờng hợp trục trung hòa đi qua nơi tiếp giáp giữa phần cánh và phần sờn rồi so sánh với mômen ngoại lực M.

$$Mc = R_n b'_c h'_c \left(h_0 - \frac{h'_c}{2} \right) \quad (9.23)$$

- *Nếu $M \le M_c$ thì trục trung hòa đi qua cánh. Việc tính toán đợc tiến hành nh đối với tiết diện chữ nhật $b_c' \times h$.*
- *Nếu $M > M_c$ thì trục trung hòa qua sờn.*

3.3. Trờng hợp trục trung hòa đi qua cánh

Tính toán nh tiết diện chữ nhật, có kích thớc $b_c' \times h$

3.4. Trờng hợp trục trung hoà qua sờn

Từ sơ đồ ứng suất trên H9.10b ta có 2 phơng trình cân bằng sau:

$$R_a F_a = R_n bx + R_n (b'_c - b) h'_c \quad (a)$$

$$M_{gh} = R_n bx(h_0 - \frac{x}{2}) + R_n (b'_c - b).h'_c (h_0 - \frac{h'_c}{2}) \quad (b)$$

Điều kiện cờng độ $M \le M_{gh}$ sẽ là

$$M \le R_n bx(h_0 - \frac{x}{2}) + R_n (b'_c - b).h'_c (h_0 - \frac{h'_c}{2}) \quad (c)$$

Đặt $\alpha = \frac{x}{h_0}$ và $A = \alpha(1-0{,}5\alpha)$ tơng tự nh tiết diện đặt cốt đơn:

$$R_a F_a = \alpha R_n bh_0 + R_n (b'_c - b) h'_c \quad (9.24)$$

$$M \le AR_n bh_0^2 + R_n (b'_c - b) h'_c (h_0 - \frac{h'_c}{2}) \quad (9.25)$$

b'_c và h'_c: chiều rộng và chiều dày của cánh, các đại lợng khác xem giải thích ở trờng hợp tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn.

Điều kiện hạn chế

Điều kiện để đảm bảo không xảy ra phá hoại giòn: $\alpha \le \alpha_0$ hoặc $A \le A_0$

3.5. Tính toán tiết diện

Các công thức tính toán đợc lập với trờng hợp tiết diện làm việc đạt khả năng lớn nhất M_{gh} nghĩa là:

3.5.1 Bài toán 1:

Thiết kế cốt thép

Biết kích thước tiết diện b,h, b_c', h_c', R_n,R_a,M tính F_a?

Giải

Tính toán, tra các số liệu tính...

Tính M_c theo 9.23 và xác định trục trung hoà qua cánh hay sờn.

Nếu trục trung hoà qua cánh, tiến hành tính nh tiết diện chữ nhật b_c'×h.

Nếu trục trung hoà qua sờn thì:

$$A = \frac{M - R_n(b_c' - b)h_c'\left(h_0 - \frac{h_c'}{2}\right)}{R_n b h_0^2} \qquad (9.26)$$

Nếu $A \le A_0$: tra phụ lục có α. Tính F_a theo công thức

$$F_a = \frac{\alpha R_n b h_0}{R_a} + \frac{R_n(b_c' - b)h_c'}{R_a} \qquad (9.27)$$

Hoặc có thể viết

$$F_a = \frac{R_n}{R_a}\left[\alpha b h_0 + (b_c' - b)h_c'\right]$$

Nếu $A > A_0$: Điều kiện hạn chế không thoả mãn. Ta có thể tăng mác bê tông, mác thép để đảm bảo điều kiện hạn chế rồi tính lại. Hoặc có thể đặt cốt kép, ở đây không đề cập đến bài toán này, nếu quan tâm xin xem điều 3.4 TCVN 5574 : 1991.

3.5.2. Bài toán 2

Xác định khả năng chịu mômen của tiết diện

Biết kích thước tiết diện, R_n,R_a,F_a. Tính khả năng chịu lực (chịu mômen) M_{gh} của tiết diện.

$$\alpha = \frac{R_a F_a - R_n(b_c' - b)h_c'}{R_n b h_0} \qquad (9.30)$$

Nếu $\alpha < \alpha_0$: tra bảng đợc A, tính M_{gh} theo:

$$M_{gh} = AR_n bh_0^2 + R_n(b_c' - b)h_c'(h_0 - \frac{h_c'}{2}) \quad (9.31)$$

Nếu $\alpha > \alpha_0$ lấy $A=A_0$, tính M_{gh} theo:

$$M_{gh} = A_0 R_n bh_0^2 + R_n(b_c' - b)h_c'(h_0 - \frac{h_c'}{2}) \quad (9.32)$$

3.6 Ví dụ tính toán tiết diện chữ T

Ví dụ 9.7

Một dầm bêtông cốt thép tiết diện chữ T có cánh ở miền chịu nén. Kích thước tiết diện b=22cm; h=50cm; b_c'=150cm; h_c'=7cm chịu mômen uốn lớn nhất M=160KNm. Dầm dùng bêtông mác M200, thép nhóm CII. Giả thiết a=4cm. Thiết kế cốt dọc chịu kéo cho dầm.

Bài giải

Bớc 1: Số liệu tính

Bêtông mác 200 có R_n=90daN/cm^2.

Thép C-II có R_a =2600 daN/cm^2.

Từ bêtông mác 200 và thép có R<3000 $\frac{daN}{cm^2}$.

Tra phụ lục có α_0=0.62. Và từ α_0 tra ra A_0=0.428

h_0=h-a=50-4=46cm.

M=160KNm=160.10^4 daNcm.

Bớc 2: Xác định vị trí trục trung hoà.

$$M_c = R_n b_c' h_c'(h_0 - \frac{h_c'}{2}) = 90.150.7(46 - \frac{7}{2}) = 4016250daNcm$$

$M_c > M = 160.0000daNcm$

Vậy trục trung hoà qua cánh, ta tính với tiết diện chữ nhật b_c' x h

Bớc 3: Thiết kế cốt thép

Đây là bài toán 1 của trờng hợp tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn.

$$A = \frac{M}{R_n b_c' h_0^2} = \frac{160.10^4}{90.150.46^2} = 0.056$$

A=0.056<A_0=0.428. Vậy điều kiện đặt cốt đơn thoả mãn.

A=0.056 tra bảng đợc α=0.06

$$F_a = \frac{\alpha R_n b_c' h_0}{R_a} = \frac{0,06.90.150.46}{2600} = 14,331cm^2$$

Chọn 3Φ25. Có F_{ach}=14,73cm^2.

$$\Delta F_a = \frac{F_{ach} - F_{at}}{F_{at}}.100\% = \frac{14,73 - 14,331}{14,331}.100\% \approx 2,8$$

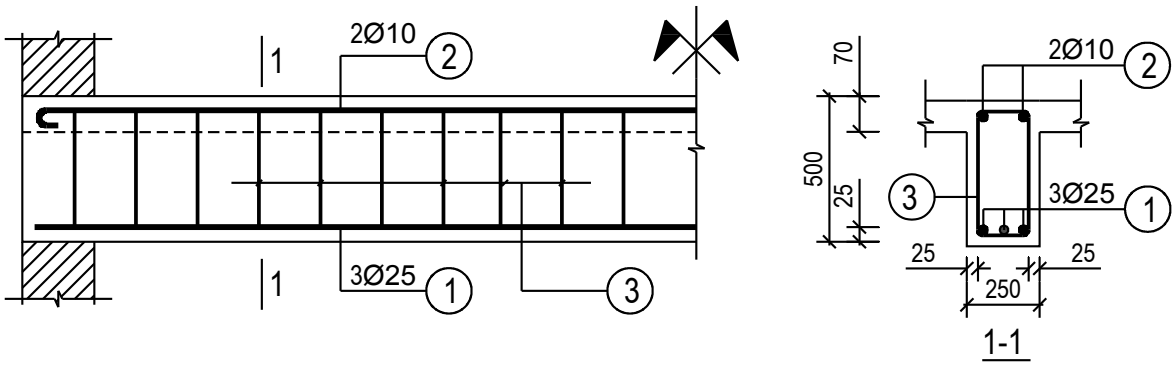
-3%<ΔF_a=2.8%<5%. Lợng thép chênh lệch hợp lí.

Cốt dọc cấu tạo chọn 2Φ10.

Bớc 4: Kiểm tra điều kiện cấu tạo

Chọn C_b=2.5cm.

$$a = C_b + \frac{\phi}{2} = 2,5 + \frac{2,5}{2} = 3,75cm < a_{gt} = 4cm.$$ Đảm bảo cấu tạo.



Kiểm tra hàm lợng cốt thép tối thiểu.

$$\mu = \frac{F_{ach}}{bh_0}100\% = \frac{14,73}{25.46}100\% = 1,28\%$$

$$\mu = 1,3\% > \mu_{min} = 0,1\%$$

Hàm lợng cốt thép hợp lí.

Kiểm tra về e, và t cũng đảm bảo.

Vậy cốt thép thiết kế đạt yêu cầu và đợc bố trí ở hình sau

Ví dụ 9.8

Cho dầm bêtông cốt thép tiết diện chữ T có cảnh ở vùng nén. Kích thớc tiết diện b=20 cm, h=50 cm, b_c'=40 cm, h_c'=10 cm, giả thiết a=4cm. Dầm dùng bêtông mác 200, thép nhóm A-II. Chịu môment tính toán M=165 KNm.

Thiết kế cốt dọc cho dầm.

Bài giải

<u>Bớc 1:</u> Số liệu tính

h_0=h-a'=50-4=46cm

$R_n=90\frac{daN}{cm^2}$; $R_a=2800\frac{daN}{cm^2}$.

α_0=0.62 và A_0=0.428

M=170KNm=170.10^4 daNcm.

<u>Bớc 2:</u> Xác định vị trí trục trung hoà

$$M_c = 90.40.10\left(46 - \frac{10}{2}\right) = 1476000daNcm < M = 1650000daNcm$$

Vậy trục trung hoà đi qua sờn.

<u>Bớc 3:</u> Thiết kế cốt thép

$$A = \frac{M - R_n\left(b_c' - b\right)h_c'\left(h_0 - \frac{h_c'}{2}\right)}{R_n b h_0^2}$$

$$A = \frac{1650000 - 90(40 - 20).10.(46 - \frac{10}{2})}{90.20.46^2} = 0.239 < A_0 = 0.428$$

Thoả mãn điều kiện tính.

Từ A=0.239 tra bảng ra α=0,27

$$F_a = \frac{\alpha R_n b h_0 + R_n (b_c^{'} - b) h_c^{'}}{R_a}$$

$$F_a = \frac{90}{280}\left[0{,}27.20.46 + (40 - 20).10\right] = 14{,}65 cm^2$$

Chọn 3ϕ25 có F_{ach}=14,73 cm^2.

-3%<ΔF_a=0,6%<5%: hợp lí.

Chọn 2ϕ10 làm cốt dọc thi công.

<u>Bớc 4:</u> Kiểm tra điều kiện cấu tạo

Chọn C_b=2,5cm vì ϕ_{max}=2,5cm

$$a = c_1 + \frac{\phi_{max}}{2} = 2{,}5 + \frac{2{,}5}{2} = 3{,}75 cm$$

$$a = 3{,}75 cm < a_{gh} = 4 cm$$

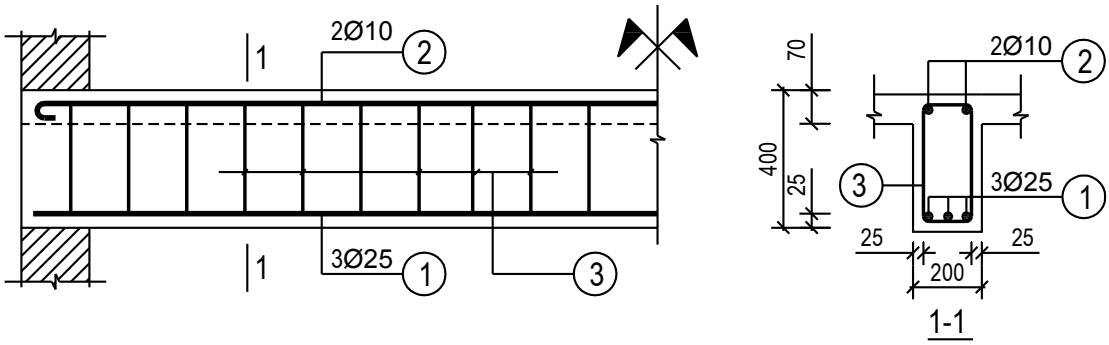
a đảm bảo.

Kiểm tra về t và e cũng đảm bảo.

$$\mu = \frac{15{,}98}{20.46}.100\% = 1{,}7\% > \mu_{min} = 0{,}1\%$$

Hàm lợng cốt thép đảm bảo.

Cốt thép thiết kế đạt yêu cầu và đợc bố trí nh hình vẽ



IV. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU UỐN THEO KHẢ NĂNG CHỊU LỰC TRÊN TIẾT DIỆN NGHIÊNG

Tại các vị trí có lực cắt và mômen lớn dầm có thể xuất hiện các vết nứt nghiêng. Vết nứt nghiêng xuất hiện do tác dụng đồng thời của Q và M, tại đó

ta bố trí cốt đai và cốt xiên, cốt dọc cũng có chức năng chống nứt nghiêng nh-ng thông thờng không kể tới trong tính toán. Theo TCVN 5574 : 1991 cho phép tính cốt ngang (đai, xiên) theo lực cắt Q.

1. Cấu tạo cốt ngang

1.1. Cốt đai

Cốt đai thờng dùng thép nhóm CI (AI), với những dầm có thép chịu lực lớn có thể cho phép lấy CII (AII).

Đờng kính đai thông thờng lấy ϕ5-ϕ12, theo TCVN 5574 : 1991

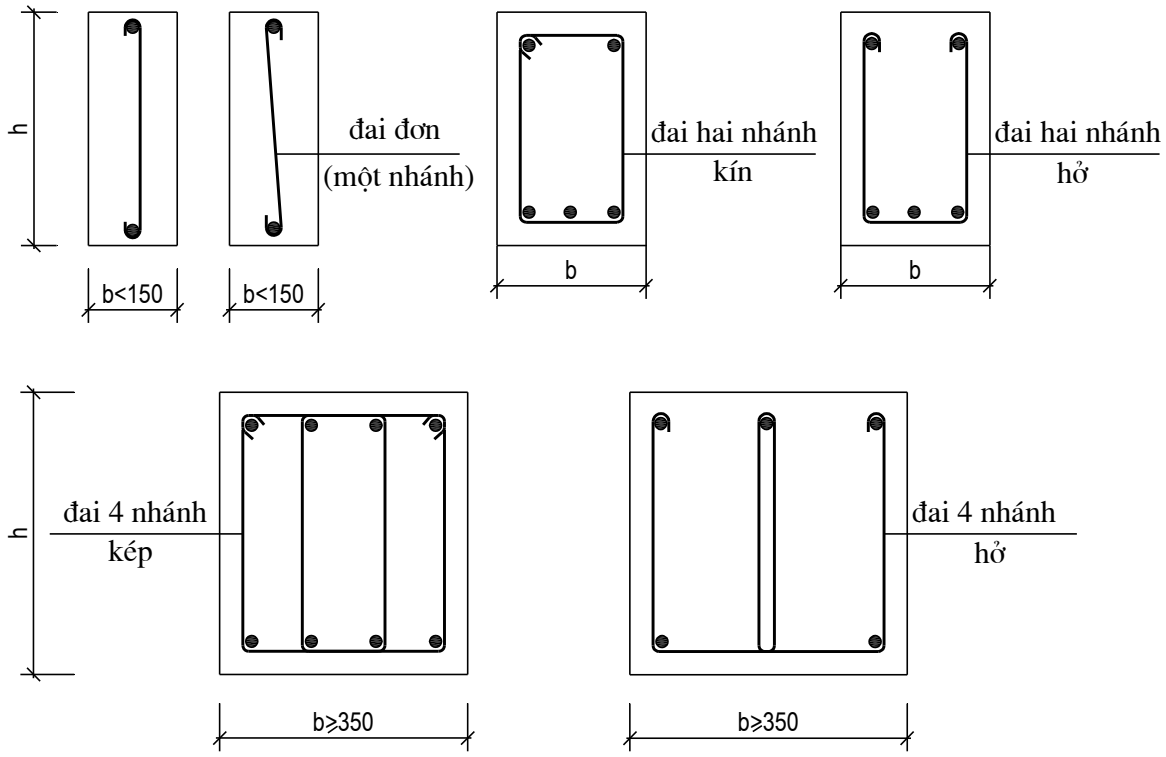
- *Chiều cao dầm h ≤ 800 nên chọn đai ϕ6.*

- *Chiều cao dầm h > 800 nên chọn đai ϕ8.*

- Dầm lớn, thép chịu lực lớn có thể chọn đai ϕ10, ϕ12.

Nhằm tăng cờng độ cứng cho dầm, cốt đai thờng chọn và bố trí với cốt dọc sao cho cốt đai đợc bao quanh cốt dọc để cùng chúng tạo thanh khung thép. Do vậy, thực tế thấy có nhiều loại đai : đai hai nhánh kín, đai hai nhánh hở, đai một nhánh, đai ba nhánh, bốn nhánh...(xem hình 9.11)

Khoảng cách giữa các cốt đai u cần đợc tính toán, tuy nhiên nó cần đảm bảo theo yêu cầu cấu tạo đợc nêu ra trong điều 5.17 của TCVN 5574 : 1991.



Hình 9.11

Theo đó u phụ thuộc vào chiều cao dầm và đoạn bố trí đai gần gối tựa (l_g) hay đoạn giữa dầm (Xem hình 9.12).

Đoạn dầm gần gối tựa:

$$u_{ct} \le \begin{cases} \dfrac{h}{2} \\ 150mm \end{cases} \qquad h \le 450mm$$

$$u_{ct} \le \begin{cases} \dfrac{h}{3} \\ 300mm \end{cases} \qquad h > 450mm$$

Đoạn giữa dầm

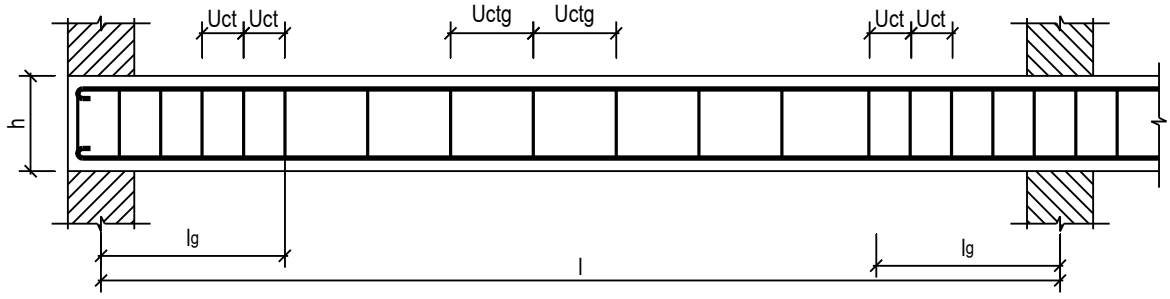
$$u_{ctg} \le \begin{cases} \dfrac{3}{4}h \\ 500mm \end{cases} \qquad h > 300mm$$

Khi h≤300 và thoả mãn điều kiện $Q \le k_1 R_k b h_0$ đợc trình bày ở phần sau thì không cần bố trí cốt đai.

Đoạn gần gối l_g xác định nh sau:

- Dầm chịu tải phân bố đều: $l_g = \frac{1}{4}$ nhịp dầm.

- Dầm chịu tải tập trung: l_g= khoảng cách từ mép gối tới lực tập trung đầu tiên, tuy nhiên l_g cũng không nhỏ hơn $\frac{1}{4}$ nhịp dầm.



Hình 9.12

1.2. Cốt xiên

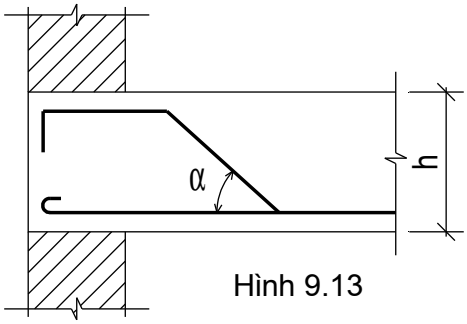
Cùng với cốt đai, có thể bố trí cốt xiên để chịu lực cắt, cốt xiên có thể đợc uốn lên từ cốt dọc chịu mômen hoặc có thể đặt riêng với mục đích chịu lực cắt.

Góc nghiêng α của cốt xiên với phơng của trục dầm thờng lấy:

- $\alpha=60^0$ khi chiều cao tiết diện h>800mm.

- $\alpha=45^0$ khi chiều cao tiết diện h≤800mm.

- $\alpha=30^0$ khi chiều cao tiết diện h<400.

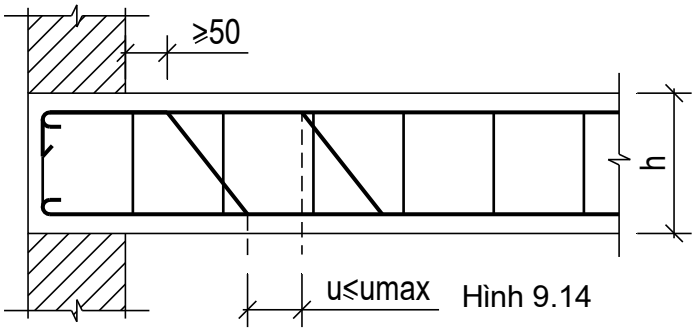


Hình 9.13

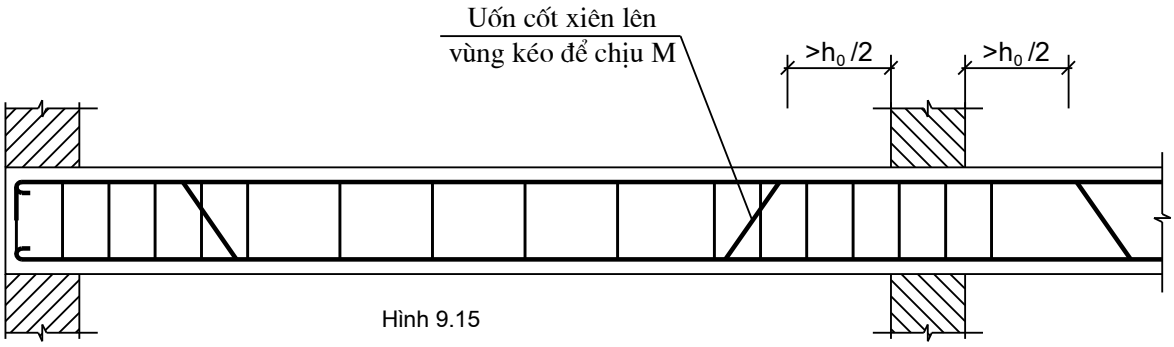
Thanh cốt dọc đợc uốn làm cốt xiên phải đảm bảo nằm trong mặt phẳng

thẳng đứng. Không đợc uốn 2 thanh nằm ở hai góc cốt đai. Tại một tiết diện không đợc uốn quá 50% diện tích cốt dọc.

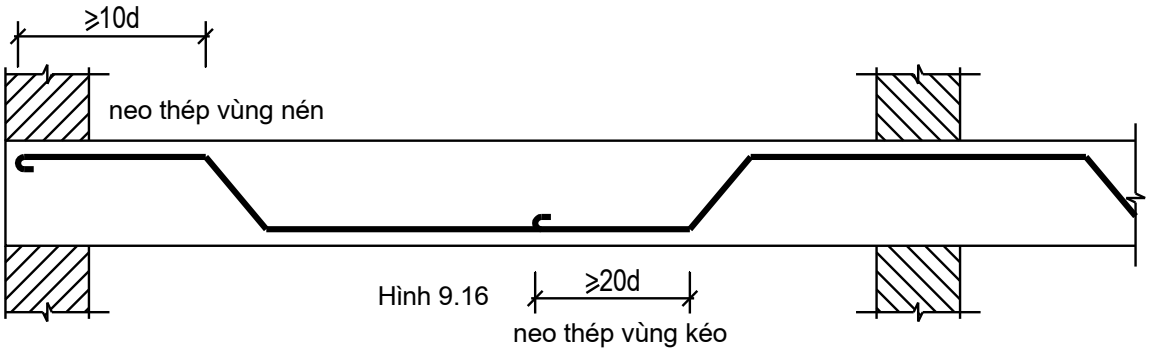
Để uốn cốt xiên chịu lực cắt Q, điểm cuối của thép xiên đầu tiên cách mép gối tựa tự do ≥50mm để chịu lực cắt. Khoảng cách giữa các lớp cốt xiên không lớn hơn $U_{max} = \frac{1{,}5R_k bh_0^2}{Q}$. Xem hình 9.14



Hình 9.14



Hình 9.15



Hình 9.16

Cốt dọc chịu lực cũng có thể đợc uốn xiên để chịu mômen uốn tại gối, khi đó khoảng cách từ mép gối tới điểm cuối của cốt xiên lấy không nhỏ hơn $h_0/2$ với h_0=h-a. Khoảng cách giữa các lớp cốt xiên đợc lấy nh trên, tuy

nhiên để hợp lý cần cắt theo biểu đồ bao mômen và bao vật liệu .

Neo cốt xiên (hình 9.16): tại vùng nén cần kéo khỏi điểm kết thúc và $l_a \geq 10d$, tại vùng kéo cần kéo dài đoạn $l_a \geq 20d$. Tại một tiết diện cốt xiên phải đảm bảo đối xứng qua trục thẳng đứng đi qua trọng tâm của tiết diện.

2. Điều kiện tính toán cốt ngang

Cốt ngang gồm cốt đai và cốt xiên.

Khi bản thân tiết diện bê tông đã đủ chịu lực cắt Q, thì không cần tính toán cốt ngang, khi đó cốt ngang sẽ đợc đặt theo cấu tạo (xem cấu tạo cốt đai). Kiểm tra khả năng chịu lực cắt của tiết diện bê tông theo điều kiện:

$$Q \leq k_1 R_k b h_0 \qquad (9.33)$$

Khi 9.33 không thoả mãn, cần phải tính cốt ngang, tuy nhiên để đợc phép tính cốt ngang nó cần thoả mãn điều kiện hạn chế (9.34).

$$Q > k_0 R_n b h_0 \qquad (9.34)$$

Tóm lại, ta tính cốt ngang khi:

$$k_1 R_k b h_0 < Q \leq K_0 R_n b h_0 \qquad (9.35)$$

Trong đó:

Q: Lực cắt tính tính toán tại tiết diện đang xét.

R_n, R_k: Cờng độ chịu nén và chịu kéo tính toán của bêtông.

b, h_0: chiều rộng và chiều cao làm việc của tiết diện thẳng góc tại điểm đầu của khe nứt nghiêng. Nếu là tiết diện chữ T,I, b là chiều rộng sờn

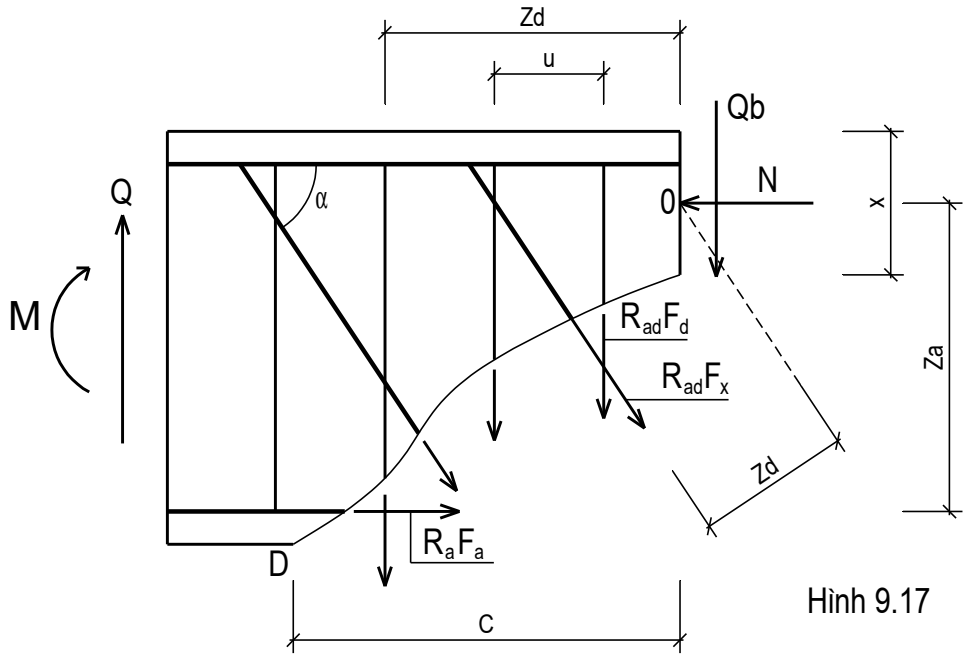
k_1: Hệ số lấy bằng 0,6 với dầm và 0,8 với bản.

k_0: Hệ số phụ thuộc mác bêtông:

- Bêtông mác $\leq 400, k_0 = 0.35$
- Bêtông mác $500, k_0 = 0.3$
- Bêtông mác $600, k_0 = 0.25$

3.Sơ đồ ứng suất-Công thức cơ bản

3.1. Sơ đồ ứng suất



Hình 9.17

Trên hình 9.17 thể hiện trạng thái ứng suất trên tiết diện nghiêng:

- *Ứng suất kéo trong cốt đai đạt giá trị R_{ad}*
- *Ứng suất kéo trong cốt xiên đạt giá trị R_{ad}*
- *Ứng suất kéo trong cốt dọc vùng kéo đạt giá trị R_a*
- *Vùng nén chiều cao x, bê tông có khả năng chịu cắt là Q_b*

Bằng cách chiếu hệ lực xuống trục y ta có:

$$Q \le Q_b + \sum R_{ad}F_{ad} + \sum R_{ax}F_x \sin\alpha \qquad (9.36)$$

Lấy mômen với tâm vùng nén (điểm O) ta có

$$M \le R_aF_aZ_a + \sum R_{ad}F_dZ_d + \sum R_{ad}F_xZ_x \qquad (9.37)$$

Trong (3.36) và (3.37):

Q: Lực cắt tính toán tại tiết diện đi qua điểm đầu của khe nứt nghiêng.

R_{ad} : Cờng độ tính toán khi tính cốt ngang, tra phụ lục 21.

F_d, F_x : Diện tích của một thanh cốt đai và một lớp cốt xiên

$F_d = n.f_d$

n: Số nhánh của một thanh cốt đai

f_d: diện tích tiết diện ngang của một nhánh cốt đai

α: Góc ngiêng của cốt xiên với phơng của trục dầm

Q_b: Khả năng chịu lực cắt của bêtông vùng nén tại tiết diện nghiêng, tính theo công thức thực nghiệm, với bê tông nặng thì:

$$Q_b = \frac{2R_k b h_0^2}{c}$$

c: Chiều dài hình chiếu tiết diên nghiêng lên phơng trục dầm.

Công thức (9.36) dùng để tính toán khả năng chịu cắt trên tiết diện nghiêng. Khi tính cốt đai, cốt xiên ta chỉ cần dùng (9.36). Công thức (9.37) để tính toán, kiểm tra khả năng chịu môмen trên tiết diện nghiêng. Ta không phân tích sâu (9.37), nó sẽ đợc thoả mãn bằng các yêu cầu cấu tạo (neo, cắt, uốn thép hợp lý).

3.3. Công thức cơ bản

Nếu gọi hình chiếu của mặt cắt nghiêng lên phơng trục dầm là C. Điều kiện (8) có dạng. các cốt đai đợc dải đều trên c, nh vậy số thanh sẽ là C/u.

$$\sum R_{ad} F_d = \frac{C}{u} R_{ad} F_d$$

Điều kiện (9.36) có dạng:

$$Q \le Q_{TD} = \frac{2R_k b h_0^2}{C} + \frac{C}{u} R_{ad} n f_d + \sum R_{ax} F_x \sin\alpha$$

Đặt $q_d = \frac{R_{ad} F_d}{u} = \frac{R_{ad} n f_d}{u}$

Ta có: $Q_{TD} = \frac{2R_k bh_0^2}{C} + q_d C + \sum R_{ax} F_x \sin\alpha$

Qua một điểm đầu của tiết diệng nghiêng (điểm D) trên hình 9.17 có nhiều tiết diện ta cần tìm tiết diện nghiêng (chính là tìm C) sao cho khả năng chịu lực tại tiết diện đó là nhỏ nhất (tiết diện nguy hiểm). Q_{TD} là một hàm số của C, Q_{TD} nhỏ nhất chính là cực tiểu của hàm Q_{TD}.

Bằng cách giải phơng trình vi phân:

$$\frac{dQ_{DB}}{dC} = -\frac{2R_k bh_0^2}{C^2} + q_d = 0$$

Tìm đợc giá trị C_0 tại đó Q_{TD} đạt cực tiểu.

$$C_0 = \sqrt{\frac{2R_k bh_0^2}{q_d}}$$

Khi đó khả năng chịu cắt trên tiết diện nghiêng là:

$$Q_{TD} = \sqrt{8R_k bh_0^2 q_d} + \sum R_{ax} F_x \sin\alpha \qquad (9.38)$$

Lúc này (9.36) có thể viết

$$Q \le \sqrt{8R_k bh_0^2 q_d} + \sum R_{ax} F_x \sin\alpha \qquad (9.39)$$

Khả năng chịu cắt của cốt đai và bê tông là:

$$Q_{db} = \sqrt{8R_k bh_0^2 q_d} \qquad (9.40)$$

4. Các trờng hợp tính toán

4.1. Bài toán 1:

Thiết kế cốt đai khi không bố trí cốt xiên (F_x=0)

Với bài toán này, thờng dựa vào cấu tạo chọn trớc đờng kính cốt đai (tính ra f_d), số nhánh đai n, rồi chọn khoảng cách đai u theo tính toán.

F_x=0 nên điều kiện (9.39) còn lại là: $Q \le \sqrt{8R_k bh_0^2 q_d}$

Từ đó tính khả năng chịu lực cốt đai trên đơn vị chiều dài:

$$q_d = \frac{Q^2}{8R_k bh_0^2} \qquad (9.41)$$

Thay $q_d = \frac{R_{ad} n f_d}{u}$ vào (9.41) ta tính đợc u, gọi là khoảng cách tính toán của cốt đai u_{tt}

$$u_{tt} = R_{ad} n f_d \frac{8R_k bh_0^2}{Q^2} \qquad (9.41)$$

Tiết diện nghiêng nguy hiểm có thể nằm giữa hai cốt đai, lúc đó đai không chịu lực cắt, chỉ có bê tông chịu cắt. Để tránh hiện tợng đó, cần thoả mãn điều kiện:

$$Q \le Q_b = \frac{2R_k bh_0^2}{u}$$

Từ đó rút ra: $u \le \frac{2R_k bh_0^2}{Q}$

Để tăng mức độ an toàn tiêu chuẩn thiết kế lấy giảm đi:

$$u_{max} = \frac{1{,}5R_k bh_0^2}{Q} \qquad (9.42)$$

Cuối cùng, khoảng cách đai thiết kế đợc chọn theo điều kiện:

$$u \le \begin{cases} u_{tt} \\ u_{ct} \\ u_{max} \end{cases}$$

Để tiện thi công u cần lấy tròn đến đơn vị cm.

4.2. Bài toán 2:

Thiết kế cốt xiên khi đã biết cốt đai

Với bài toán này, thờng không tính toán cốt đai, cốt đai đợc bố trí vào dầm hợp lý theo cấu tạo (chọn không tính toán n, f_d, u). Rồi tính Q_{db}, nếu tại điểm kiểm tra có $Q>Q_{db}$ thì cần tính toán và bố trí cốt xiên để chịu lực cắt.

Để đơn giản tiêu chuẩn cho phép trên tiết diện nguy hiểm C_0 có một lớp cốt xiên, lúc đó bằng cách biến đổi điều kiện 9.39 ta thu đợc công thức tổng quát để tính diện tích lớp cốt xiên thứ i:

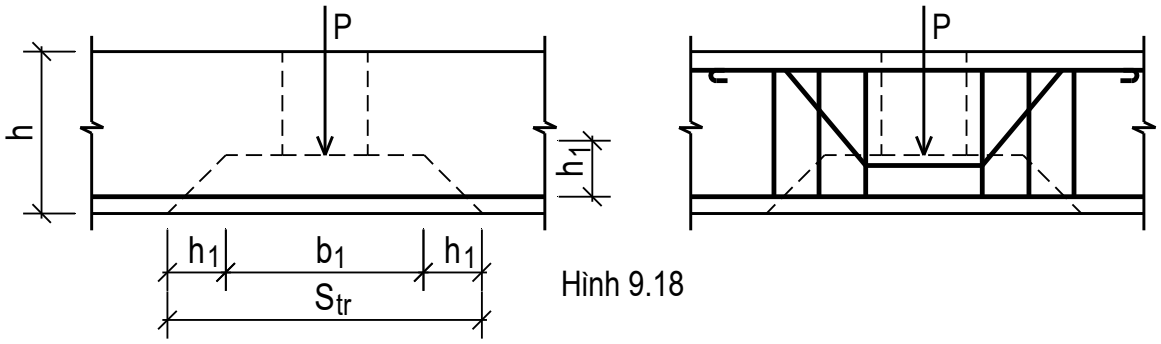
$$F_{xi} = \frac{Q_i - Q_{db}}{R_{ad} \sin\alpha} \qquad (9.43)$$

Cần tính số lớp cốt xiên cho đến khi gặp $Q_i \le Q_{db}$. Khoảng cách giữa các lớp cốt xiên, góc α xem phần cấu tạo cốt xiên ở mục IV.1.

4.3. Dật đứt - tính cốt treo

4.3.1. Tính toán cốt treo

Dật đứt là một trờng hợp chịu lực cục bộ, nó xuất hiện khi vùng kéo của cấu kiện có lực tập trung (dầm phụ kê vào dầm chính...) đặt trong khoảng giữa chiều cao tiết diện hoặc có lực kéo đặt trên bề mặt cấu kiện (xem hình 9.18).



Hình 9.18

Để tránh dật đứt ta bố trí cốt treo (dới hình thức cốt đai, cốt xiên).

Diện tích cốt treo đợc tính theo công thức :

$$F_{tr} \ge \frac{P}{R_a} \qquad (9.44)$$

R_a: Cờng độ chịu kéo tính toán của thép làm cốt treo.

P : Lực tập trung từ dầm phụ truyền vào dầm chính.

Nếu cốt treo chỉ đặt dới hình thức cốt đai thì số đai cần đặt vào tính theo công thức:

$$m \geq \frac{F_{tr}}{nf_d} = \frac{P}{R_a.n.f_d}$$

n và f_d: số nhánh và diện tích tiết diện ngang của 1 nhánh đai.

4.3.2. Bố trí cốt treo

Cốt treo cần đợc bố trí trong đoạn $S_{tr} = b_1 + 2h_1$

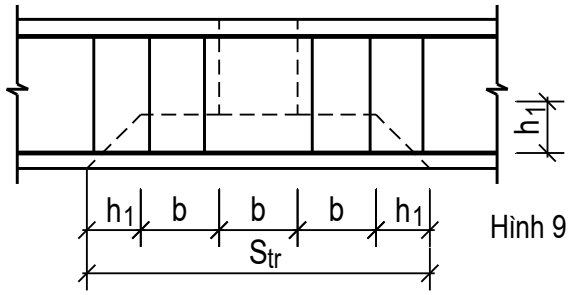
b_1: là bề rộng phân bố lực (bề rộng dầm phụ).

h_1: là khoảng cách từ tâm vùng truyền lực P tới trọng tâm thép chịu kéo.

Tính S_{tr} một số sơ đồ:

Dầm có lực tập trung đặt trong khoảng chiều cao tiết diện (hình 9.19)

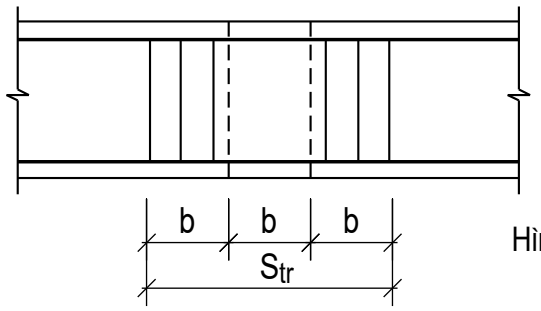
Trong đó dầm phụ có chiều rộng b thì: $S_{tr} = 3b + 2h_1$



Hình 9.19

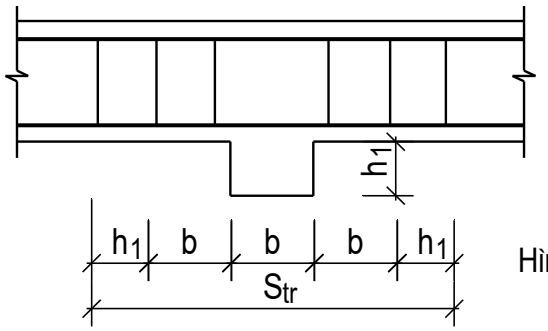
Dầm có tiết diện nh nhau: (hình 9.20)

Trong đó dầm phụ có chiều rộng b thì: $S_{tr} = 3b$



Hình 9.20

Dầm có lực tập trung đặt phía dới dầm: (hình 9.21) $S_{tr} = 3b + 2h_1$



Hình 9.21

Khoảng cách giữa các thanh cốt đai treo (U_{tr}) trong ba trờng hợp trên đ-ợc tính theo công thức đợc tính nh sau:

$$u_{tr} \le \frac{S_{tr} - b}{m - 1} \qquad (9.45)$$

Cốt treo đợc bố trí từ sát mép dầm phụ, nếu u_{tr} quá nhỏ tức là h_1 quá hẹp, không đủ đặt cốt đai thì phải dùng cốt xiên có dạng cốt vai bò lật ngợc, đoạn neo lấy theo cốt cấu tạo cốt xiên.

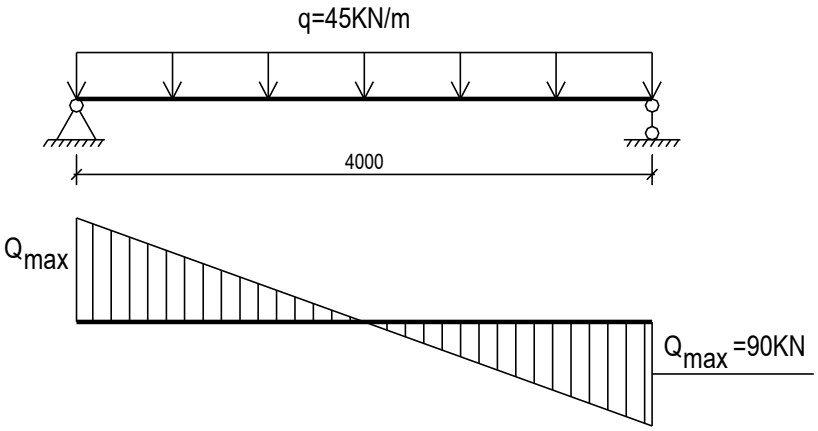
5. Ví dụ tính toán

5.1. Ví dụ 9.9:

Cho một dầm đơn bêtông cốt thép có tiết diện chữ nhật bxh=20x40(cm^2). Giả thiết a=3cm. Dầm dùng bêtông mác 200, thép đai CI. Yêu cầu thiết kế cốt đai khi không đặt cốt xiên.

Bài giải

Bớc 1: Số liệu tính



Bêtông mác 200 $R_n=90\frac{daN}{cm^2}$; $R_k=7,5\frac{daN}{cm^2}$

Thép CI có $R_{ad}=1600\frac{daN}{cm^2}$

Từ bêtông M200 tra đợc $k_0=0,35$;

Dầm có $k_1=0.6$

$Q=\frac{ql}{2}=\frac{45.4}{2}=90KN=9000daN$

Bớc 2 Thiết kế đai

- Chọn đờng kính đai : ϕ6 (dầm h<800), tra phụ lục 25 có $f_d=0,283cm^2$
- Chọn số nhánh đai : n = 2 (đai hai nhánh, do 150<b<340).
- Kiểm tra điều kiện tính :

$$k_1R_kbh_0 = 0,6.7,5.20.37 = 3330daN$$

$$k_0R_nbh_0 = 0,3.90.20.37 = 23310daN$$

Điều kiện $k_1R_kbh_0 = 3330daN < Q = 9000 < k_0R_nbh_0 = 23310$

Thoả mãn điều kiện tính cốt ngang.

Khoảng cách tính toán:

$$u_{tt} = R_{ad}nf_d\frac{8R_kbh_0^2}{Q^2} = 1600.2.0,283.\frac{8.7,5.20.37^2}{9000^2} = 18,35cm$$

Khoảng cách lớn nhất:

$$U_{max} = \frac{1,5R_kbh_0^2}{Q} = \frac{1,5.7,5.20.37^2}{9000} = 34,2cm$$

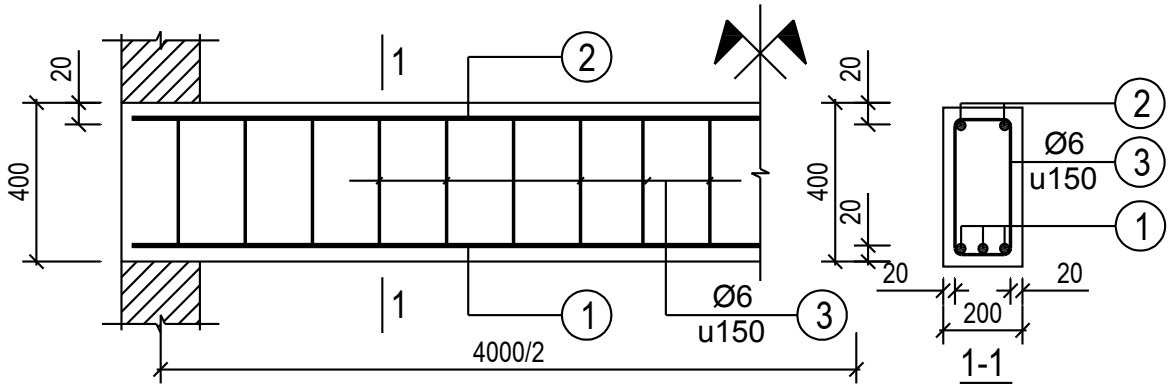
Khoảng cách cấu tạo:

h=400mm<450mm nên $u_{ct} \le \begin{cases} h/2 = 400/2 = 200 \\ 150mm \end{cases}$ chọn u_{ct}=15cm.

Chọn khoảng cách thiết kế: $u \le \begin{cases} u_{tt} \\ u_{max} \\ u_{ct} \end{cases} = \begin{cases} 18,35 \\ 34,20 \\ 15 \end{cases}$

Chọn u=150mm. Vậy đai thiết kế ***ϕ6u150***.

Đai đợc bố trí đều trên dầm nh hình vẽ.

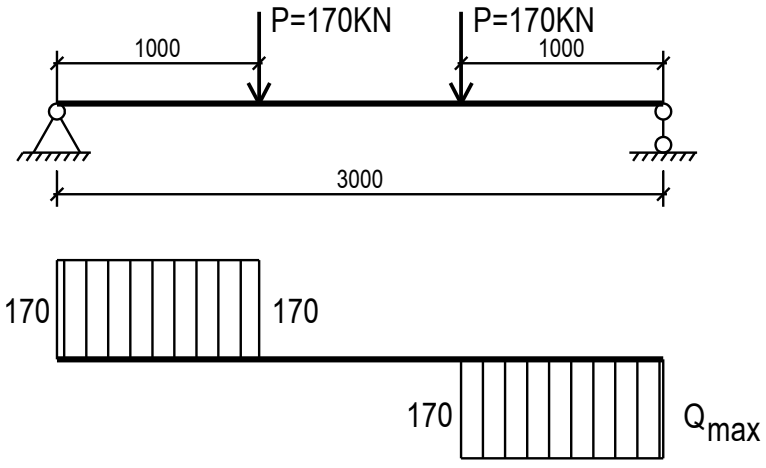


3.Ví dụ 9.10:

Cho dầm bêtông cốt thép tiết diện chữ nhật b=22 cm; h=45cm, tại biên dới đã tính có 5ϕ25 làm cốt chịu lực, biên trên có 2ϕ16, a=5cm, a'=3cm. Dầm chịu lực nh hình vẽ, bê tông M200, thép dọc CII, đai CI. Yêu cầu tính cốt ngang (cốt đai, cốt xiên nếu cần thiết).

Bài giải

Bớc 1: Số liệu tính



Bêtông mác 200: tra đợc $R_n=90\frac{daN}{cm^2}$; $R_k=7,5\frac{daN}{cm^2}$.

Thép CII tra bảng đợc $R_{ad}=2100\frac{daN}{cm^2}$

Thép CI tra bảng đợc $R_{ad}=1600\frac{daN}{cm^2}$

$Q=170KN=170.10^2daN$

Kết cấu dầm nên $k_1=0,6$.

Bêtông mác 200 (<M400) $k_0=0,35$

$h_0 = h - a = 45 - 5 = 40cm$

$k_1R_kbh_0 = 0,6.7,5.22.40 = 3960daN$

$k_0R_nbh_0 = 0,35.90.22.40 = 27720daN$

Điều kiện $k_1R_kbh_0 = 3330daN < Q = 17000 < k_0R_nbh_0 = 23499daN$

Bớc 2: Chọn cốt đai

Ta bố trí cốt đai theo cấu tạo rồi kiểm tra lại.

Chọn đai hai nhánh n =2 (b>150), đai ϕ 6 (h<800).

Khoảng cách đai u chọn theo cấu tạo $u_{ct}\begin{cases}\frac{h}{2}=225\\150\end{cases}$ chọn u=15cm.

Nh vậy bố trí đai $\phi 6u150$

Kiểm tra lại khả năng chịu lực cốt đai:

$$q_d = \frac{R_{ad}.n.f_d}{u} = \frac{1600.2.0,283}{15} = 60,92\frac{daN}{cm}$$

$$Q_{db} = \sqrt{8R_kbh_0^2q_d} = \sqrt{8.7,5.22.40^2.60,92} = 11343daN = 113,4KN$$

$Q = 170KN > Q_{db}$

Vậy cốt đai không đủ chịu lực cắt, ta bố trí thêm cốt xiên.

Bớc 2: Thiết kế cốt xiên

Chọn góc uốn thép xiên: h=450mm<800mm: cốt xiên đợc uốn góc α của cốt xiên là 45^0 với $\sin 45^0=0,707$

Tính diện tích lớp cốt xiên theo công thức: $F_{xi} = \dfrac{Q_i - Q_{db}}{R_{ad} \sin \alpha}$

Các lớp cốt xiên bố trí cách nhau

$$\leq u_{max} = \frac{1,5R_k bh_0}{Q} = \frac{1,5.0,75.22.40}{17000} = 23,3cm .$$

Tính diện tích lớp cốt xiên thứ nhất:

Q_1=17000daN

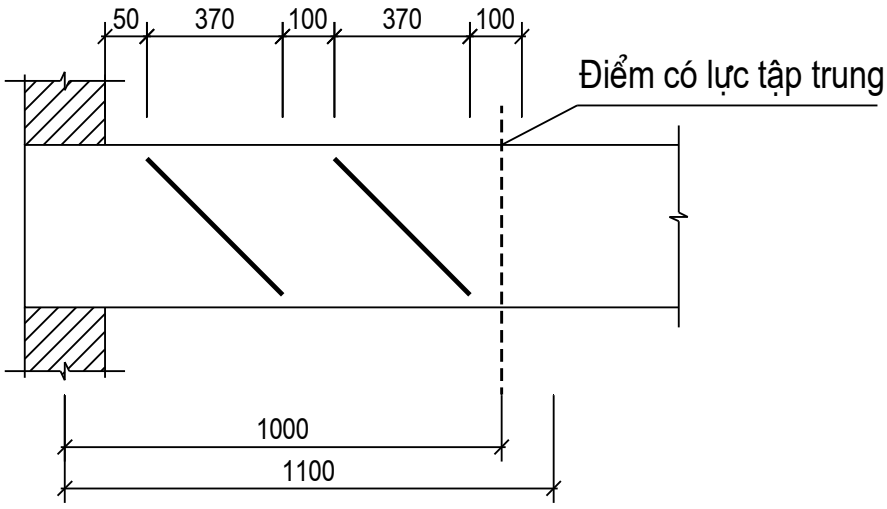
$$F_{x1} = \frac{17000 - 11343}{2100.0,707} = 3,8cm^2$$

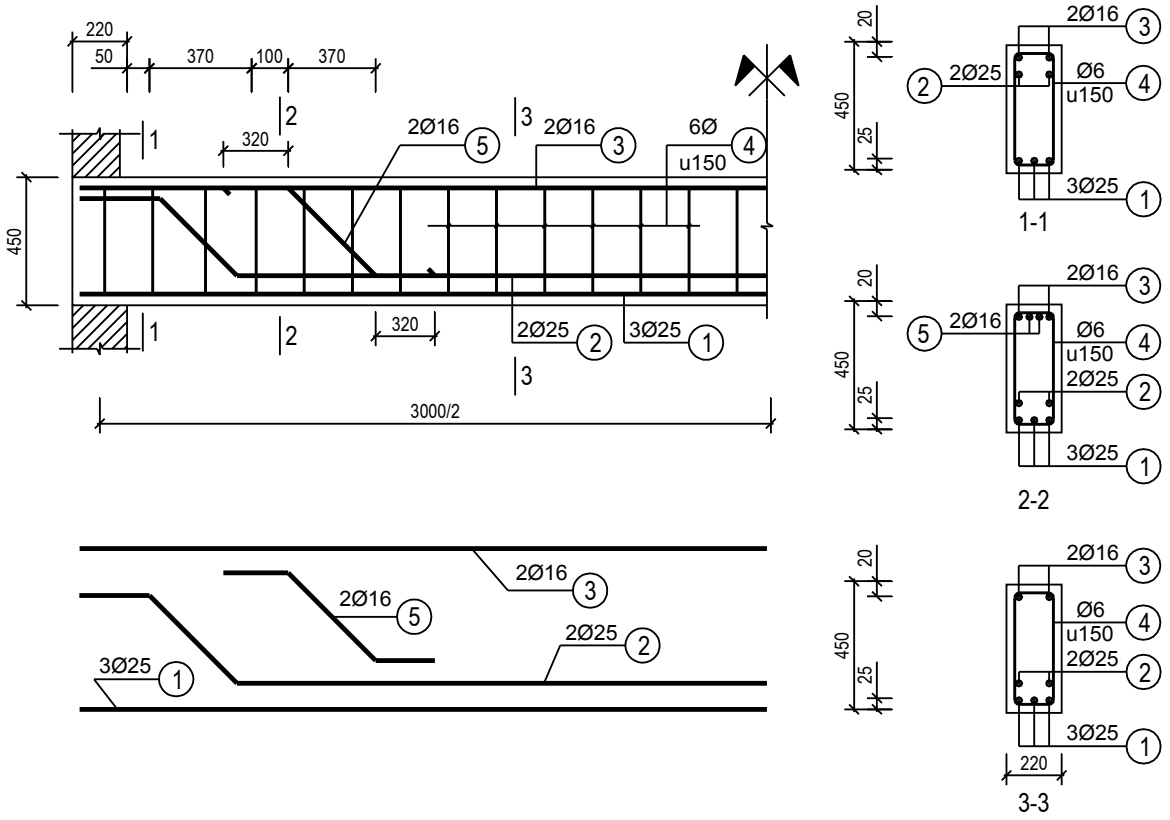
Lớp cốt xiên thứ hai $Q_2=Q_1$ nên $F_{x2}=3,8cm^2$.

Tiến hành bố trí cốt xiên, chú ý hình chiếu đoạn xiên bằng :

$(h_0-a').tg\alpha=(40-3).1=37cm.$

Bố trí hai lớp cốt xiên nh hình vẽ, ta thấy đã tới tiết diện có Q=0, do đó không cần tới lớp cốt xiên thứ 3.





Lớp cốt xiên thứ nhất ta uốn hai thép chịu lực 2ϕ25 làm cốt xiên.

Lớp cốt xiên thứ hai đặt thêm 2ϕ16 làm cốt xiên.

Cốt thép dầm đợc bố trí nh hình vẽ.

Uốn cốt dọc làm cốt xiên tuy tận dụng thép, tiết kiệm nhng khá phức tạp trong tính toán và bố trí. Để hợp lý còn cần uốn theo biểu đồ bao mômen.

4.Ví dụ 9.11

Cho một dàm bêtông cốt thép có chiều cao tiết diện h=600mm, chịu tải trọng do dầm phụ truyền vào P=130KN. Dầm phụ có chiều rộng là 20cm, chiều cao h=300 mm, a=4cm. Thiết kế cốt treo.

Bài giải

Chọn cốt treo loại AI ta có R_a=2300 $\frac{daN}{cm^2}$

$$F_{tr} = \frac{P}{R_a} = \frac{1300}{2300} = 5{,}652\text{cm}^2$$

Dùng đai hai nhánh làm cốt treo, ta có số thanh cốt treo:

$$m \geq \frac{F_{tr}}{F_d} = \frac{5{,}652}{2.0{,}283} = 9{,}99 = 10 \text{ thanh.}$$

Khoảng bố trí cốt treo: $S_{tr}=3b+2h_1$

với $h_1=600-300-a=296$.

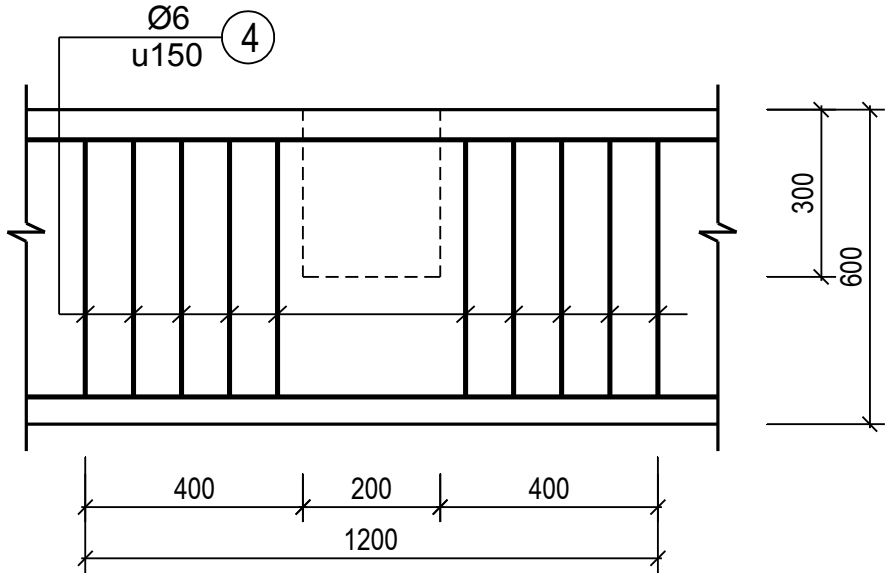
$S_{tr}=3.200+2.296=1192$.

Đoạn hai bên mép dầm là: $\frac{S_{tr} - b}{2} = 496\text{mm}$

Khoảng cách giữa các thanh cốt treo U_{tr}

$U_{tr} \leq \frac{496}{2} = 124\text{mm}$. Chọn $U_{tr}=120$.

Cốt treo đợc bố trí nh hình vẽ.



Câu hỏi và bài tập

1) Kể tên các loại thép trong dầm, sàn. Qui định về cấu tạo cốt thép trong dầm và trong bản sàn.

2) Thiết kế cốt dọc chịu lực cho dầm đơn giản một nhịp, chịu tải trọng phân bố đều q=15KN/m, nhịp dầm 4m . Biết dầm có tiết diện chữ nhật bxh=22×40cm^2. Vật liệu dùng là bêtông M200, thép nhóm AI.

3) Một dầm bêtông cốt thép tiết diện chữ T có cánh ở miền chịu nén. Kích thước tiết diện b=22cm; h=45cm; b_c'=120cm; h_c'=9cm chịu mômen uốn lớn nhất M=180KNm. Dầm dùng bêtông mác M250, thép nhóm CII. Giả thiết a=5cm. Thiết kế cốt dọc chịu kéo cho dầm.

4) Cho một dầm đơn bêtông cốt thép có tiết diện chữ nhật bxh=22x45(cm^2). Giả thiết a=4cm. Dầm dùng bêtông mác 200, thép đai AI. Yêu cầu thiết kế cốt đai khi không đặt cốt xiên, biết tại tiết diện nguy hiểm Q=100KN.

Chơng 10

CẤU KIỆN CHỊU NÉN

Mục tiêu: *sau khi học học sinh:*

- Tính toán đợc các cột chịu nén đúng tâm.

- Hiểu cách bố trí cốt thép trong cột

Trọng tâm

- Tính toán đợc tiết diện chữ nhật chịu nén đúng tâm.

- Bố trí cốt thép cho cột nén đúng tâm và lệch tâm.

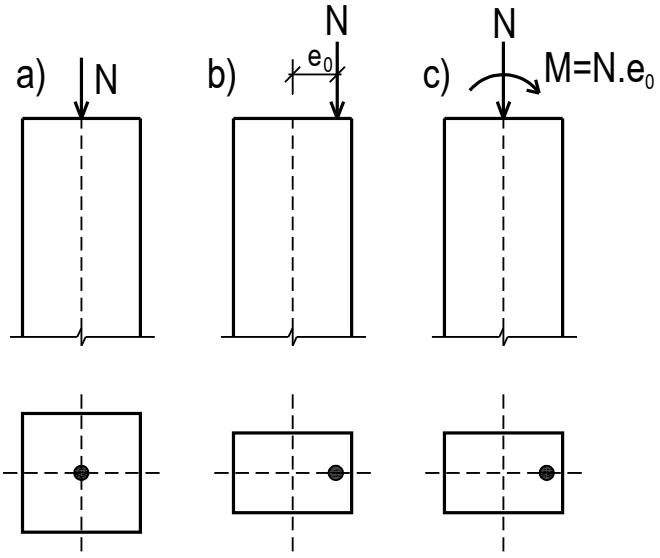
Các cấu kiện chịu lực nén, lực nén N tác dụng dọc theo trục của cấu kiện. Lực nén trùng với trục ta có trờng hợp chịu nén trung tâm, lực nén đặt lệch tâm với trục một độ lệch tâm e_0 ta có trờng hợp chịu nén lệch tâm. Nén lệch tâm tơng đơng với trờng hợp N tác dụng trùng với trục và có thêm

mômen $M=N.e_0$ (xem hình 10.1). Cấu kiện chịu nén hay gặp nhất đó là các cột trong của công trình và giáo trình cũng chỉ đề cập đến cấu kiện này.

I. CẤU TẠO CỘT CHỊU NÉN

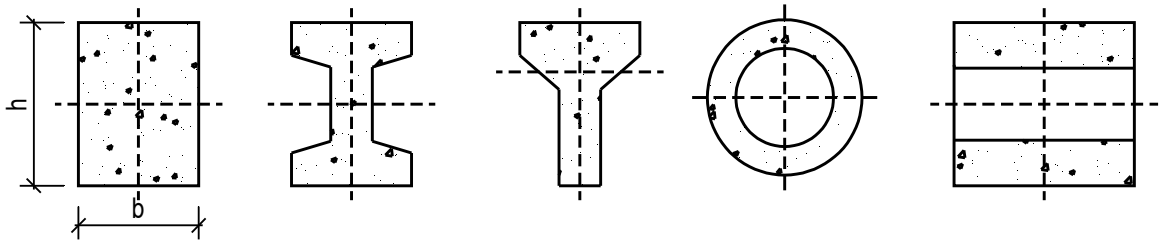
1. Chọn kích thước cột

Cấu kiện chịu nén trung tâm thường có tiết diện vuông, tròn. Cấu kiện chịu nén lệch tâm thường có tiết diện chữ nhật (cạnh dài đặt theo phương mặt phẳng uốn), chữ T, chữ I và vòng khuyên. Chữ nhật dùng phổ biến trong khung nhà, chữ I chủ yếu dùng với cấu kiện lắp ghép (xem hình 10.2).



Hình 10.1 Cấu kiện chịu nén
a) Nén đúng tâm ; b,c) Nén lệch tâm

Các cột có tiết diện chữ nhật thường có tỉ số: $\frac{h}{b} = 1,5 - 3$. Cạnh b nên lấy theo bội số 5cm khi h<80cm, và bội số 10cm khi h>80cm.



Hình 10.2 Một số tiết diện cấu kiện chịu nén

Khi chọn tiết diện các cột cũng không nên chọn quá mảnh nhằm đảm bảo điều kiện ổn định. Với tiết diện bất kỳ có bán kính quán tính r thì điều kiện về độ mảnh λ đảm bảo không vượt quá độ mảnh giới hạn theo điều kiện sau:

$$\lambda = \frac{l_0}{r} \le \lambda_{gh}$$

Với tiết diện chữ nhật:

$$\lambda_b = \frac{l_0}{b} \le \lambda_{bgh}$$

Cột nhà $\lambda_{gh} = 120, \lambda_{bgh} = 31$, với các cấu kiện khác $\lambda_{gh} = 200; \lambda_{bgh} = 52$

Trong đó: l_0 là chiều dài tính toán của cột tính theo công thức $l=\mu l$, μ được tra theo phụ lục 5. Trong TCVN 5574 : 1991 qui định khi khung nhà nhiều tầng, có hai nhịp trở lên và liên kết xà và cột là cứng thì lấy $\mu=0,7H$ (H là chiều cao tầng nhà).

Diện tích sơ bộ của tiết diện ngang có thể xác định gần đúng theo:

$$F_b = \frac{k.N}{R_n}$$

Trong đó:

N: Lực nén tính toán tại tiết diện.

R_n: Cờng độ chịu nén tính toán của bêtông (chú ý khi dùng dùng cờng độ tính toán gốc theo phụ lục 20 thì cần nhân với hệ số điều kiện làm việc – xem chơng 8).

k: k=0,9-1,1 Với cấu kiện nén đúng tâm

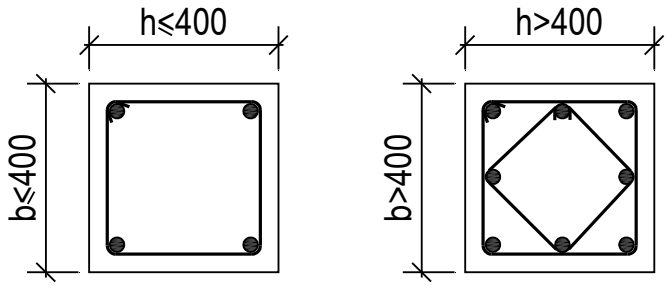
k=1,2-1,5 Với cấu kiện chịu nén lệch tâm

2. Cấu tạo cốt thép

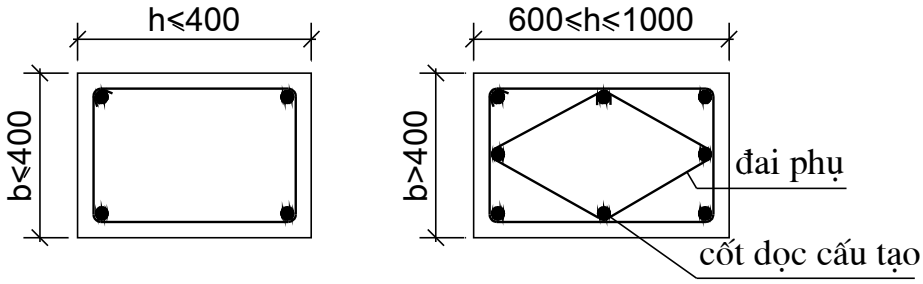
Cốt dọc

Cốt dọc chịu lực có d=ϕ12-ϕ40. Khi cạnh b≥20cm nên đặt ≥ϕ16.

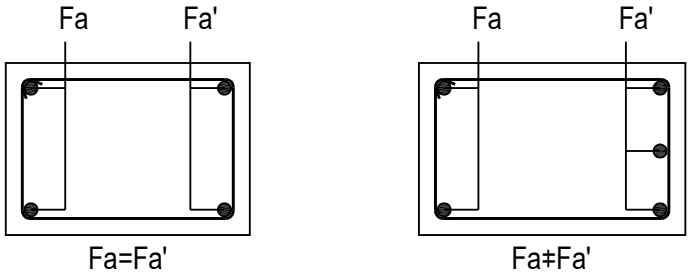
Trong cấu kiện chịu nén đúng tâm cốt dọc đợc đặt đối xứng qua hai trục đối xứng x,y của tiết diện và đợc rải đều quanh chu vi tiết diện (H10.3).



Hình 10.3. Bố trí cốt dọc chịu nén đúng tấm



Hình 10.4. Bố trí cốt dọc chịu nén đúng tâm



Hình 10.5 a) bố trí thép đối xứng, b) không đối xứng

Cấu kiện chịu nén lệch tâm có thép chịu lực vùng kéo F_a và vùng nén F_a', khi bố trí cốt thép chọn $F_a=F_a$' ta có bố trí đối xứng, khi chọn $F_a \neq F_a$' ta bố trí thép không đối xứng.

Hàm lợng thép:

- Với cấu kiện chịu nén đúng tâm đặt thép đều theo chu vi tiết diện:

$$\mu_t = \frac{F_{at}}{F}.100\%$$

Cần đảm bảo điều kiện: $\mu_{min} \leq \mu_t \leq 3\%$

- Với cấu kiện chịu nén lệch tâm, tính riêng cho F_a và F_a'

$$\mu = \frac{F_a}{F_b}.100\% \text{ và } \mu' = \frac{F_a'}{F_b}.100\%$$

$$\mu_t = \mu + \mu'$$

Cần đảm bảo các điều kiện: $\mu \geq \mu_{min}; \mu' \geq \mu_{min}$ và $\mu_t \leq 3{,}5\%$

Hàm lợng cốt thép tối thiểu lấy theo λ theo bảng 10.1:

Bảng 10.1 Hàm lợng cốt thép tối thiểu μ_{min} trong cấu kiện chịu nén

$\lambda = \frac{l_0}{r}$ Tiết diện bất kì	$\lambda_h = \frac{l_0}{h}$ Cấu kiện lệch tâm $\lambda_b = \frac{l_0}{b}$ Cấu kiện trung tâm	μ_{min} (%) *cấu kiện lệch tâm*	μ_{min} (%) *Cấu kiện trung tâm*
$\lambda \leq 17$	$\lambda_h, \lambda_b \leq 5$	0.05	0.1
$17 \leq \lambda < 35$	$5 \leq \lambda_h, \lambda_b < 10$	0.10	0.2
$35 \leq \lambda \leq 83$	$10 \leq \lambda_h, \lambda_b \leq 24$	0.20	0.4
$\lambda > 83$	$\lambda_h, \lambda_b > 24$	0.25	0.5

Theo qui định về cấu tạo, khoảng cách giữa các cốt dọc không đợc vợt quá 400. Nên tại những cạnh cốt dọc chịu lực không đảm bảo khoảng cách này cần đặt thêm các cốt dọc cấu tạo $\geq \phi 12$ để đảm bảo khoảng cách này (xem hình 10.4).

Nối – neo cốt dọc

Khi cần nối cốt thép, liên kết thép giữa các cột ở các tầng cũng nh neo thép cần tuân theo qui định: đoạn chồng lên nhau giữa hai thép liên kết và chiều dài đoạn neo cần $\geq l_{neo}$.

l_{neo} đợc lấy nh sau:

- Với cột chịu nén trung tâm và lệch tâm bé ($e_0 = \frac{M}{N} \leq 0{,}2h_0$)

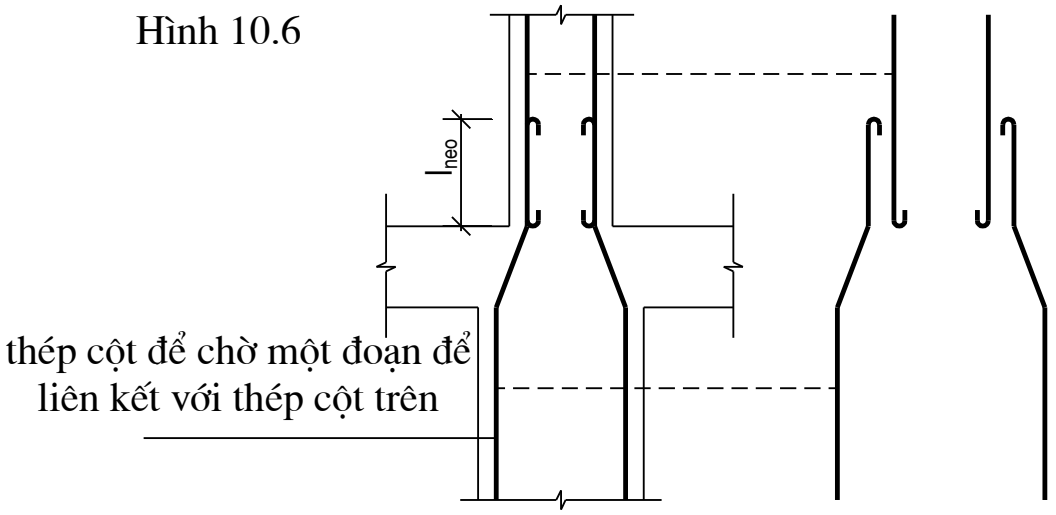
Khi neo và nối chồng thép : $l_{neo} \geq \begin{cases} 15d \\ 200 \end{cases}$

- Với cột chịu nén lệch tâm lớn ($e_0 = \frac{M}{N} > 0{,}2h_0$)

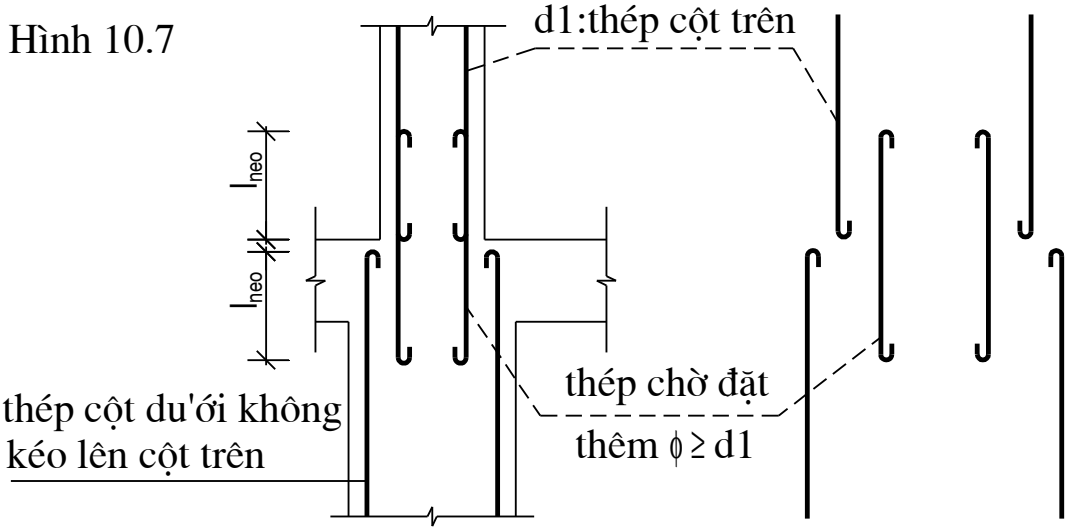
Khi neo $l_{neo} \geq \begin{cases} 25d \\ 250 \end{cases}$ và khi buộc $l_{neo} \geq \begin{cases} 30d \\ 250 \end{cases}$

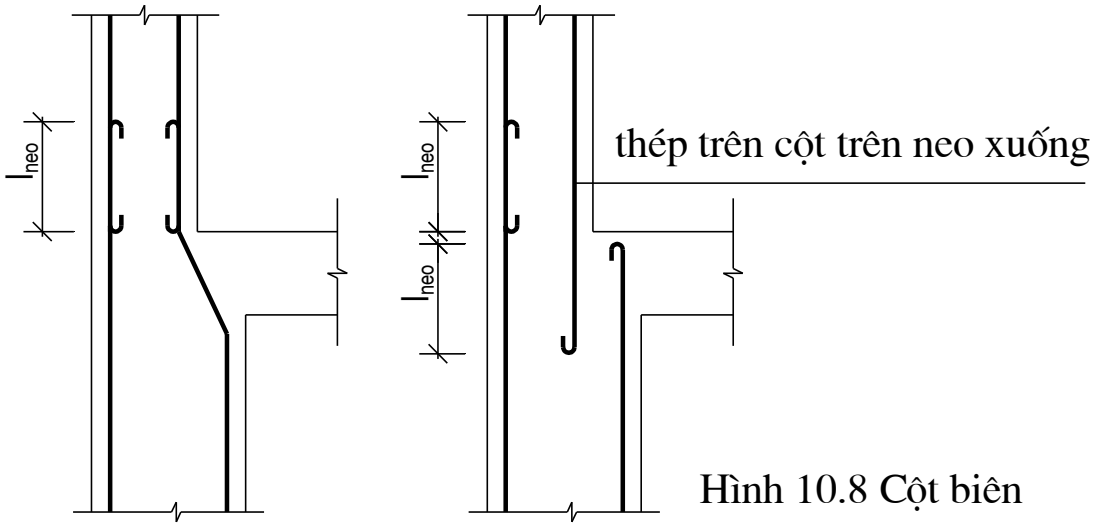
Hình 10.6,10.7 và 10.8 (cột biên) mô tả hình thức neo buộc thép cột.

Hình 10.6



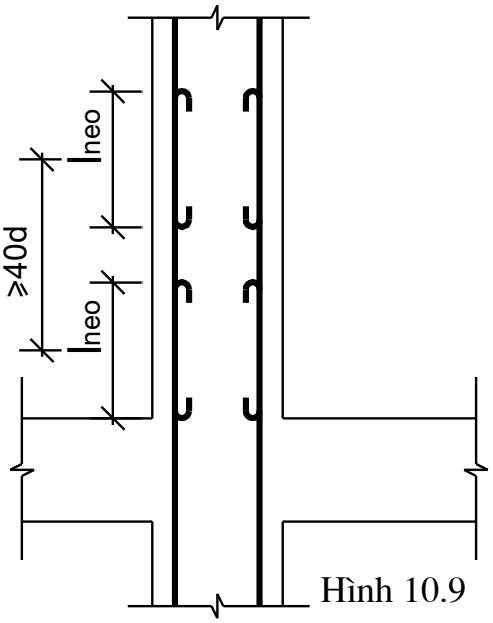
Hình 10.7





Hình 10.8 Cột biên

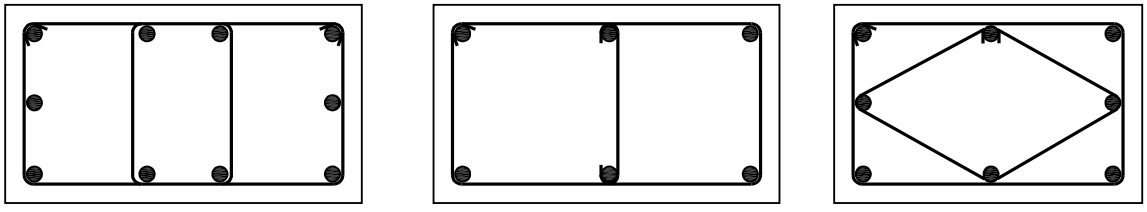
Khi nối thép không nối vợt quá 50% diện tích cốt chịu lực trên một tiết diện (trong khoảng l_{neo}) mà cần bố trí so le nhau, khoảng (mục 5.29 TCVN 5574 :1991), khoảng cách mối nối ≥40d (hình 10.9).



Hình 10.9

Cấu tạo đai cột

Cốt đai cần đảm bảo liên kết chắc chắn với cốt dọc, nó có tác dụng chống lực cắt, giữ ổn định, chịu các ứng suất do bê tông co ngót... giúp cho cốt thép dọc không bị cong, phình khi chịu nén, khi thi công. *Các cốt dọc càn đặt tại chỗ uốn cốt đai*(tối thiểu cách một thanh cốt dọc lại đến một thanh nằm tại chỗ uốn). Do đó, nhiều trờng hợp cần đặt thêm đai phụ hoặc các dạng đai khác để đảm bảo yêu cầu xem hình 10.10.



Hình 10.10. Một số dạng bố trí cốt đai trong cột

Đường kính $\phi_d \geq \begin{cases} 6mm \\ 0{,}25\phi_{max} \end{cases}$

Khoảng cách $u \leq \begin{cases} b \\ 15\phi_{min} \end{cases}$

Tại vị trí mối nối buộc cốt dọc $u \leq 10\phi_{min}$

Với ϕ_{max}: đường kính cốt dọc chịu nén lớn nhất.

ϕ_{min}: đường kính cốt dọc nhỏ nhất.

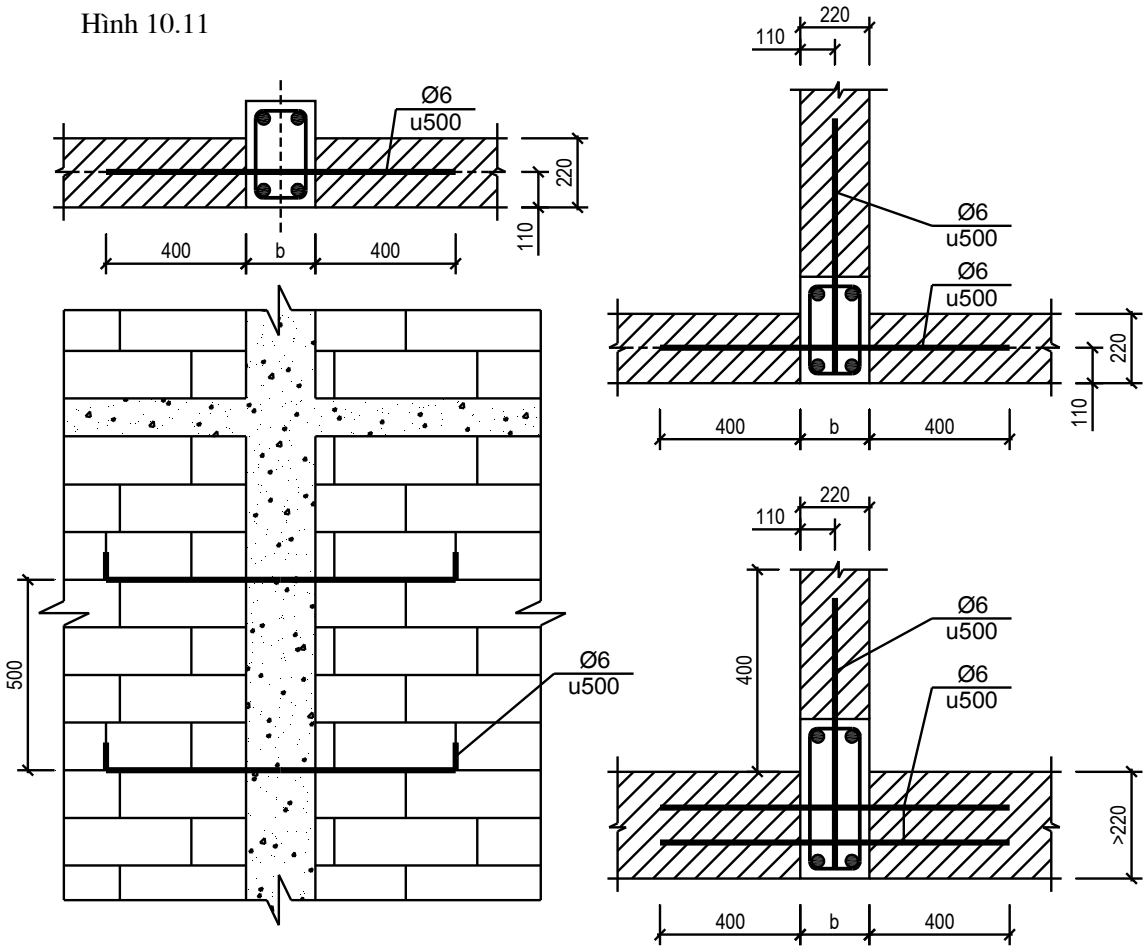
b : cạnh nhỏ tiết diện

Đặt thép liên kết cột với tường gạch đá

Thép đặt liên kết giữa tường và cột thường chọn đường kính ϕ6, đoạn kéo dài khỏi mép cột lấy ≥400. Số lượng thép liên kết này tuỳ thuộc vào bề dày tường với tường t≤ 220 đặt một thanh, tường t>220 đặt hai thanh. Khoảng cách theo chiều cao lấy u≤ 500.

Thép liên kết này để thẳng, sau khi đổ xong bê tông cột cần uốn móc vuông. Các hình vẽ chỉ dẫn cách bố trí thép liên kết cột với tường.

Hình 10.11



II. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM

1. Công thức cơ bản

Xét đoạn cột trên hình 10.11, chịu lực nén N, vật liệu làm việc tới giới hạn cờng độ của nó (ứng suất nén trong bê tông đạt tới R_n trong cốt thép đạt tới R_a'). Cụ thể hoá trạng thái giới hạn về cờng độ ta có: $N \le R_n F_b + R_a' F_{at}$

Do xét đến ảnh hởng của uốn dọc, điều kiện trên đợc viết lại:

$$N \le \varphi \left(R_n F_b + R_a' F_{at} \right) \qquad (10.11)$$

Trong đó:

N: Lực nén tính toán.

F_b: Diện tích làm việc của tiết diện bêtông. $F_b=F-F_a$ Khi hàm lợng thép $\mu \le 3\%$ thì lấy $F_b=F$ với F là diện tích tiết diện, với tiết diện chữ nhật $F=b\times h$.

R_n: Cờng độ tính toán (tính bằng cờng độ tính toán gốc ở phụ lục 20, nhân với các hệ số điều kiện làm việc ở phụ lục 19).

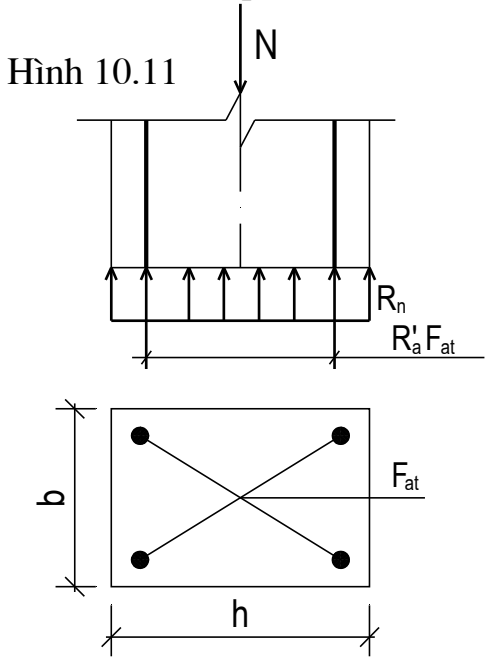
F_{at}: Diện tích tính toán thép chịu lực.

R'_a: Cờng độ chịu nén tính toán của thép.

φ: Hệ số uốn dọc, phụ thuộc độ mảnh λ_b tra ở phụ lục 27.

Các cấu kiện có độ lệch tâm của lực dọc $e=\frac{M}{N}$ không vợt quá độ lệch tâm ngẫu nhiên và độ mảnh $\lambda_b = \frac{l_0}{b} \le 20$ thì cho phép tính toán theo cấu kiện chịu nén trung tâm.

Hình 10.11



2. Các trờng hợp tính toán

2.1. Bài toán thiết kế cốt thép cột tiết diện chữ nhật

Biết: b,h,l_0,N, mác bê tông, nhóm thép.

Yêu cầu: Thiết kết cốt thép cho cột

Giải

$\lambda_b = \frac{l_0}{b}$ phụ lục 27 có hệ số uốn dọc φ

Tính F_b=b×h, rồi tính diện tích thép:

$$F_{at} \ge \frac{\frac{N}{\varphi} - R_n F}{R'_a} \qquad (10.12)$$

Tra phụ lục 25 chọn thép: số thanh, đờng kính các thành và có F_{ach}

Kiểm tra điều kiện: $\mu_{min} \le \mu = \frac{F_{anch}}{F} 100\% \le 3\%$

$\mu \le \mu_{min}$: nên giảm b×h để tính lại F_{at} hoặc phải lấy $\mu = \mu_{min}$ để chọn F_{at}

Chọn cốt đai theo cấu tạo.

2.2. Bài toán kiểm tra tiết diện

Biết: b, h, l_0, N, mác bê tông, nhóm thép, diện tích thép F_{at}.

Yêu cầu: kiểm tra khả năng của tiết diện.

Giải

Xác định $\lambda_b = \frac{l_0}{b}$, tra phụ lục 27 đợc φ.

Xác định hàm lợng thép $\mu = \frac{F_{at}}{F}100\%$ từ đó tính F_b.

Nếu $\mu \le 3\%$ thì $F_b = b \times h$. Nếu $\mu > 3\%$ thì $F_b = b \times h - F_{at}$

Gọi khả năng chịu lực của tiết diện là N_{gh} thì: $N_{gh} = \varphi\left(R_n F_b + R_a^{'} F_{at}\right)$

So sánh N với N_{gh} để kết luận về khả năng chịu lực.

3. Ví dụ

Ví dụ 10.1:

Thiết kế cốt thép cho cột đổ tại chỗ có tiết diện vuông cạnh 25cm. Biết chiều cao cột l=3,3m. Cột một đầu liên kết cứng, một đầu liên kết khớp, chịu lực nén tính toán N=600KN. Cột dùng bêtông M200, thép nhóm CII.

Giải

Bớc 1: Xác định số liệu tính

Thép CII tra phụ lục 21 $R_a^{'} = 2600 daN/cm^2$.

Bê tông cột M200, tra phụ lục có cờng độ tính toán gốc : 90 daN/cm^2.

Xác định hệ số điều kiện làm việc theo phụ lục 19 :

$m_{n1}=1$; $m_{n2}=1$; $m_{n3}=0,85$; $m_{n5}=0,85$

$m_{bn}=m_{n1}m_{n2}m_{n3}m_{n5}=1.1.0,85.0,85=0,7225$

Cờng độ chịu nén tính toán của bê tông là $R_n=0,7225.90=65,03 \frac{daN}{cm^2}$

Chiều dài tính toán $l_0=\mu.l$ với $\mu=0,7$ (phụ lục 5): $l_0=0,7.330=231cm$.

$\lambda_b = \frac{l_0}{b} = \frac{231}{25} = 9,24$. Tra phụ lục 27 có $\varphi=0,98$.

Tra bảng 10.1 có $\mu_{min}=0,4\%$.

Giả sử $F_b=25^2=625cm^2$.

N=600KN=60000daN.

Bớc 2: Thiết kế cốt dọc chịu lực

$$F_{at} \geq \frac{\frac{N}{\varphi} - R_n F_b}{R_a'} = \frac{\frac{60000}{0,98} - 65,03.625}{2600} = 7,92cm^2$$

Theo phụ lục 25 chọn 4ϕ16 có $F_{anch}=8,04cm^2$.

Kiểm tra hàm lợng cốt thép

$$\mu = \frac{F_{ach}}{25^2}100\% = \frac{8,04}{625}100\% = 1,29\%$$

$$\mu > \mu_{min} = 0,4\%$$

$$\mu < 3\%$$

Vậy F_b=F phù hợp với giả thiết.

Chọn đai :

- Đờng kính $\phi \geq \begin{cases} 6 \\ 0,25\phi_{max} \end{cases} = \begin{cases} 6 \\ 4 \end{cases}$ chọn đai ϕ6.

- Khoảng cách đai : $u \leq \begin{cases} 6 \\ 15\phi_{max} \end{cases} \begin{cases} 250 \\ 240 \end{cases}$ chọn u=240.

Cốt thép đợc bố trí nh trên hình vẽ.

Ví dụ 10.2:

Thiết kế cốt thép cho cột đổ tại chỗ có tiết diện vuông cạnh 22cm. Biết chiều cao cột l=3m. Cột một đầu liên kết cứng với móng, một đầu liên kết khớp với sàn, chịu lực nén tính toán N=400KN. Cột dùng bêtông M200, thép

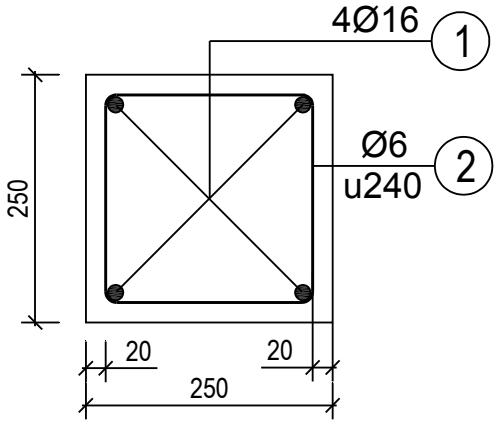
nhóm CII, lực nén tính toán, yêu cầu kiểm tra khả năng chịu lực của dầm khi trong tiết diện đặt 4ϕ14 làm cốt dọc chịu lực.

Giải

Bước 1: Xác định số liệu tính

Thép CII tra phụ lục 21

$R_a^{'} = 2600 daN/cm^2$.



Bê tông cột M200, tra phụ lục có c-ờng độ tính toán gốc : 90 daN/cm^2.

Xác định hệ số điều kiện làm việc theo phụ lục 19 :

$m_{n1}=1$; $m_{n2}=1$; $m_{n3}=0,85$; $m_{n5}=0,85$

$m_{bn}=m_{n1}m_{n2}m_{n3}m_{n5}=1.1.0,85.0,85=0,7225$

Cờng độ chịu nén tính toán của bê tông là $R_n=0,7225.90=65,03 \frac{daN}{cm^2}$

Chiều dài tính toán $l_0=\mu.l$ với $\mu=0,7$ (phụ lục 5): $l_0=0,7.300=210cm$.

$\lambda_b = \frac{l_0}{b} = \frac{210}{22} = 9,55$. Tra phụ lục 27 có $\varphi=0,98$.

4ϕ14: $F_{at}=6,16cm^2$. Hàm lợng thép $\mu=\frac{6,16}{22.22}.100\% = 1,27\%$

$\mu<3\%$ do đó $F_b=b\times h=22.22=484cm^2$

Bước 2: Kiểm tra

$N_{gh} = \varphi\left(R_nF_b + R_a^{'}F_{at}\right) = 0,98.\left(65,03.484 + 2600.6,16\right) = 46540daN$

Lực dọc tính toán $N=400KN=40000daN<N_{gh}$

Cột đủ khả năng chịu lực nén.

III. CẤU KIỆN CHỮ NHẬT CHỊU NÉN LỆCH TÂM

1. Độ lệch tâm

Khi cột chịu lực mà ta có thể chuyển các lực tác dụng về tâm tiết diện gồm lực dọc N và mômen uốn M thì sẽ tiến hành tính toán theo cấu kiện nén lệch tâm. Khi đó độ lệch tâm ban đầu là $e_{01} = \frac{M}{N}$. Tuy nhiên do xét đến sự sai khác về kích thớc hình học độ lệch tâm tính toán sẽ bằng độ lệch tâm ban đầu cộng với độ lệch tâm ngẫu nhiên.

Độ lệch tâm tính toán: $e_0 = e_{01} + e_{ng}$

Độ lệch tâm ngẫu nhiên lấy nh sau: *Với cột có sơ đồ tĩnh định hoặc bộ phận kết cấu siêu tĩnh nhng chịu lực nén trực tiếp đặt nên nó thì e_{ng} lấy không nhỏ hơn 1/25 chiều cao của tiết diện và không nhỏ hơn 2cm.*

Khi xét đến ảnh hởng của uốn dọc độ lệch tâm tăng lên thành ηe_0. Hệ số η (êta) đợc tính theo kết quả bài toán ổn định:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{th}}} \qquad (10.13)$$

Trong đó : N_{th} là lực dọc tới hạn xác định theo công thức

$$N_{th} = \frac{6{,}4\left[\left(\frac{S}{K_{dh}}\right)E_b J_b + E_a J_a\right]}{l_0^2} \qquad (10.14)$$

Trong đó: $J_b = \frac{bh^3}{12}$, $J_a = \mu_t b h_0 (0{,}5h - a)^2$ lần lợt là mômen quán tính của tiết diện bê tông và toàn bộ thép dọc lấy với trục trung tâm tiết diện và vuông góc với mặt phẳng uốn.

S là hệ số kể đến ảnh hởng của độ lệch tâm lực dọc e_0:

$e_0 < 0{,}05h \quad \rightarrow S = 0{,}84$

$e_0 > 5h \quad \rightarrow S = 0{,}122$

$$0{,}05h \le e_0 \le 5h \rightarrow \; S = \frac{0{,}11}{0{,}1 + \dfrac{e_0}{h}} + 0{,}1$$

K_{dh} hệ số kể đến ảnh hởng tác dụng dài hạn của tải trọng:

$$K_{dh} = 1 + \frac{M_{dh} + N_{dh}y}{M + Ny}$$

M_{dh}, N_{dh} mômen và lực dọc tác dụng dài hạn (tĩnh tải), y là khoảng cách từ trong tâm tới mép chịu kéo (chịu nén ít) của tiết diện, nếu $K_{dh}<1$ lấy $K_{dh}=1$.

2. Phân biệt lệch tâm lớn, lệch tâm bé

Khi mômen khá lớn, nói cách khác độ lệch tâm ban đầu e_{01} lớn, tiết diện cột có vùng kéo khá lớn, lúc này cột có thể bị phá huỷ bắt đầu từ vùng kéo, trờng hợp này là lệch tâm lớn, xảy ra khi $x \le \alpha_0 h_0$. Khi e_{01} nhỏ, thì vùng kéo nhỏ trên tiết diện hầu hết chịu nén, trờng hợp này là lệch tâm bé, xảy ra khi $x > \alpha_0 h_0$.

Ban đầu, ta có thể phân biệt theo điều kiện:

$e_0 \ge e_{0gh}$ lệch tâm lớn.

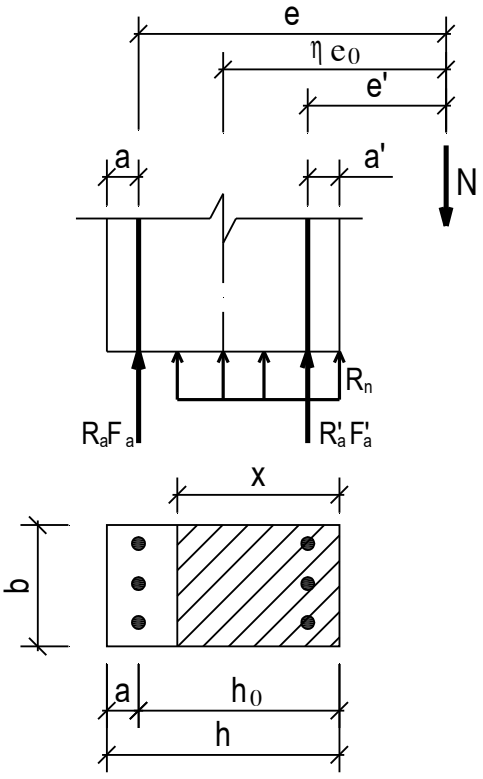
$e_0 < e_{0gh}$ lệch tâm bé.

Trong đó: $e_{0gh} = 0{,}4(1{,}25h - \alpha_0 h_0)$

3. Trờng hợp lệch tâm lớn

3.1. Công thức cơ bản

Sơ đồ ứng suất trên tiết diện cho nh hình 11.12. Viết phơng trình mômen với tâm thép vùng kéo và hình chiếu hệ lực xuống trục.



Hình 10.12

$$Ne \le R_n bx(h_0 - a) + R_a^{'}F_a^{'}(h_0 - a') \qquad (10.15)$$

$$N = R_n bx + R_a' F_a' - R_a F_a \quad (10.16)$$

Đặt $\alpha = x/h_0$ và $A = \alpha(1-0,5\alpha)$ thu đợc hai công thức:

$$Ne \le AR_n bh_0^2 + R_a' F_a' (h_0 - a') \quad (10.17)$$

$$N = \alpha R_n bh_0 + R_a' F_a' - R_a F_a \quad (10.18)$$

Điều kiện hạn chế:

+ Để ứng suất trong F_a đạt tới R_a: $\alpha \le \alpha_0$ hoặc $A \le A_0$

+ Để ứng suất trong F_a' đạt tới R_a' : $\alpha \ge \dfrac{2a'}{h_0}$

Từ đó ta có ba bài toán điển hình sau:

3.2. Thiết kế thép đặt không đối xứng

Cho biết: b, h, M, N, R_n, R_a', R_a, l_0

Tìm: F_a, F_a'

Giải

Bớc 1: Số liệu tính

Tìm các số liệu tính toán: $\alpha_0, A_0, \lambda_h, \lambda_b, \mu_{min}, \varphi$

Giả thiết a, a'

Tính $e_0 = \dfrac{M}{N}$; $e_{0gh} = 0,4(1,125h - \alpha_0 h_0)$

Xác định lệch tâm lớn hay bé

$e_0 \ge e_{0gh}$ lệch tâm lớn.

$e_0 < e_{0gh}$ lệch tâm bé.

Nếu lệch tâm lớn:

Giả thiết hàm lợng thép: $\mu_t = \dfrac{F_a + F_a'}{bh_0}.100 = 0,8 - 1,2\%$

Xác định hệ số ảnh hởng của độ lệch tâm e_0: S

Xác định hệ số ảnh hởng của tải trọng dài hạn: K_{dh}

Tính η theo công thức (10.14).

Tính $e=\eta e_0 + 0{,}5h - a$

Bớc 2: Tính thép

Lấy $A=A_0$:

$$F_a^{'} = \frac{Ne - A_0 R_n b h_0^2}{R_a^{'}(h_0 - a')} \qquad (10.19)$$

Khi $F_a^{'}>0$:

$$F_a = \frac{\alpha_0 R_n b h_0 - N}{R_a} + \frac{R_a^{'} F_a^{'}}{R_a} \qquad (10.20)$$

Sau khi chọn thép cần kiểm tra lại hàm lơng cốt thép so với hàm lợng đã giả thiết, cũng nh hàm lợng tối thiểu cùng các điều kiện cấu tạo khác.

3.3. Thiết kế thép vùng kéo F_a khi biết thép vùng nén

Cho biết: b, h, M, N, R_n, R_a', R_a,F_a', l_0

Tìm: F_a

Giải

Bớc 1: Số liệu tính Giống 3.2

Bớc 2: Tính thép

$$A = \frac{Ne - R_a F_a^{'}(h_0 - a')}{R_n b h_0^2} \qquad (10.21)$$

Nếu $\frac{2a'}{h_0} < \alpha \le \alpha_0$: $F_a = \frac{\alpha R_n b h_0 - N}{R_a} + \frac{R_a^{'}}{R_a} F_a^{'}$

Nếu $\alpha > \alpha_0$: F_a' không đủ, quay trở lại bài toán thứ nhất.

Nếu $\alpha < \frac{2a'}{h_0}$: Tính $e' = e - h_0 + a'$

$$F_a = \frac{Ne'}{R_a(h_0 - a')}$$

Sau khi chọn thép cần kiểm tra lại hàm lợng cốt thép so với hàm lợng đã giả thiết, cũng nh hàm lợng tối thiểu cùng các điều kiện cấu tạo khác.

3.4. Thiết kế thép đối xứng

Cho biết: b, h, M, N, R_n, R_a', R_a, l_0

Tìm: F_a, F_a'

Giải

Bớc 1: Số liệu tính giống 3.2

Bớc 2: Tính thép

Tính chiều cao vùng nén:

$$x = \frac{N}{R_n b} \qquad (10.22)$$

Nếu $2a' < x < \alpha_0 h_0$ thì :

$$F_a = F_a' = \frac{N(e - h_0 + 0{,}5x)}{R_a'(h_0 - a')} \qquad (10.23)$$

Nếu $x < 2a'$ thì : $F_a = \dfrac{Ne'}{R_a(h_0 - a')}$

Nếu $x > \alpha_0 h_0$ xảy ra lệch tâm bé, tính theo lệch tâm bé.

Sau khi chọn thép cần kiểm tra lại hàm lơng cốt thép so với hàm lợng đã giả thiết, cũng nh hàm lợng tối thiểu cùng các điều kiện cấu tạo khác.

4. Trờng hợp lệch tâm bé

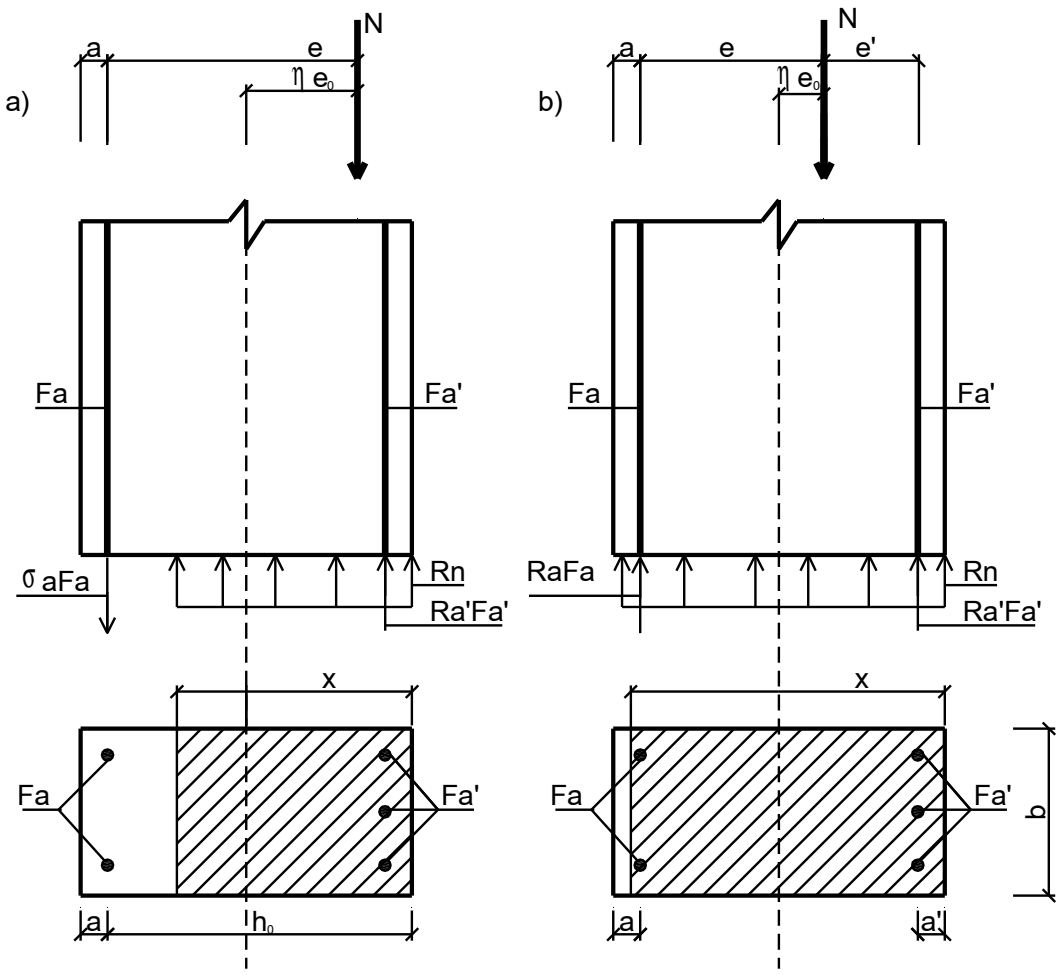
4.1. Công thức cơ bản

Khi $x \geq \alpha_0 h_0$ ta có lệch tâm bé. Sơ đồ ứng suất trên tiết diện cho nh hình 11.13. Viết phơng trình mômen với tâm thép vùng kéo và nén

$$Ne \leq R_n b x(h_0 - a) + R_a' F_a'(h_0 - a') \qquad (10.24)$$

$$Ne' \leq R_n b x(0{,}5x - a) \pm \sigma_a F_a(h_0 - a') \qquad (10.25)$$

Trong đó: $e' = 0{,}5h - \eta e_0 - a'$



Hình 10.13 Sơ đồ ứng suất để tính cấu kiện nén lệch tâm bé

a)Một phần tiết diện bị keo; b)Toàn bộ tiết diện bị nén

4.2. Thiết kế thép không đối xứng

Cho biết: b, h, M, N, R_n, R_a', R_a, l_0

Tìm: F_a, F_a'

Bước 1: Số liệu tính Giống mục 3.2, cần thoả mãn bài toán lệch tâm bé.

Tính chiều cao vùng nén:

Khi $\eta e_0 \le 0{,}2h_0$ thì $x = h - \left(1{,}8 + \dfrac{0{,}5h}{h_0} - 1{,}4\alpha\right)\eta e_0$

Khi $\eta e_0 > 0{,}2h_0$ thì $x = 1{,}8\left(e_{ogh} - \eta e_0\right) + \alpha_0 h_0$

Nhng không lấy x bé hơn $\alpha_0 h_0$

Bước 2: Tính thép

Thép vùng nén: $F_a^{'} = \dfrac{Ne - R_n bx(h_0 - 0{,}5x)}{R_a^{'}(h_0 - a')}$

Thép vùng kéo F_a:

- Nếu $e_0 \geq 0{,}15h_0$ thép F_a đặt cấu tạo.
- Nếu $e_0 < 0{,}15h_0$ thép F_a đặt theo tính toán.

$$F_a = \frac{Ne' - R_n bx(0{,}5x - a)}{\sigma_a(h_0 - a')} \text{ với } \sigma_a = \left(1 - \frac{\eta e_0}{h_0}\right)R_a^{'}$$

4.3. Thiết kế thép đối xứng

Cho biết: b, h, M, N, R_n, R_a', R_a, l_0

Tìm: $F_a = F_a$'

Bước 1: Số liệu tính Giống mục 3.2, cần thoả mãn bài toán lệch tâm bé.

Tính chiều cao vùng nén: $x = \dfrac{N}{R_n b}$

Nếu $x > \alpha_0 h_0$ thì tính lại x theo:

Khi $\eta e_0 \leq 0{,}2h_0$ thì $x = h - \left(1{,}8 + \dfrac{0{,}5h}{h_0} - 1{,}4\alpha\right)\eta e_0$

Khi $\eta e_0 > 0{,}2h_0$ thì $x = 1{,}8(e_{ogh} - \eta e_0) + \alpha_0 h_0$

Khi $\eta e_0 > 0{,}2h_0$ thì lấy $x = \alpha_0 h_0$

Bước 2: Tính thép

$$F_a = F_a^{'} = \frac{Ne - R_n bx(h_0 - 0{,}5x)}{R_a^{'}(h_0 - a')}$$

Câu hỏi và bài tập

1) Nêu đặc điểm cấu tạo cốt thép trong cột chịu nén?
2) *Thiết kế cốt thép cho cột đổ tại chỗ có tiết diện vuông cạnh 30cm. Biết chiều cao cột l=3m.Cột hai đầu liên kết ngàm, chịu lực nén tính toán N=700KN. Cột dùng bêtông M200, thép nhóm CII.*
3) *Thiết kế cốt thép cho cột đổ tại chỗ có tiết diện vuông cạnh 22cm. Biết chiều cao cột l=3,6m. Cột một đầu liên kết cứng với móng, một đầu liên kết khớp với sàn, chịu lực nén tính toán N=500KN. Cột dùng bêtông M200, thép nhóm AII, yêu cầu kiểm tra khả năng chịu lực của dầm khi trong tiết diện đặt 4ϕ16 làm cốt dọc chịu lực.*

Chơng 11

TÍNH TOÁN VÀ CẤU TẠO MỘT SỐ BỘ PHẬN CÔNG TRÌNH NHÀ

Mục tiêu: *sau khi học học sinh:*

Chọn đợc các thép cấu tạo của các kết cấu cơ bản trong công trình, tính toán đợc cốt thép chịu lực.

Trọng tâm

Bố trí thép vào các loại bản đơn, bản liên tục.

Trong chơng này sẽ vận dụng kiến thức ở các chơng trớc vào phân tích một số bộ phận hay gặp trong công trình nhà. Ngoài các yêu cầu chung về cấu tạo cho từng loại cấu kiện đã đợc xem xét (uốn, nén) chơng này cũng chỉ ra những đặc điểm cấu tạo riêng cho từng bộ phận.

I. SÀN PHẲNG CÓ CÁC Ô BẢN HÌNH CHỮ NHẬT

1. Liên kết của các cạnh của một ô bản

Cạnh các ô bản liên kết với (kê – ngàm vào) tờng, dầm có thể coi là ngàm hoặc khớp, ngoài ra còn có loại kê tự do (hẫng). Đợc kí hiệu nh sau:

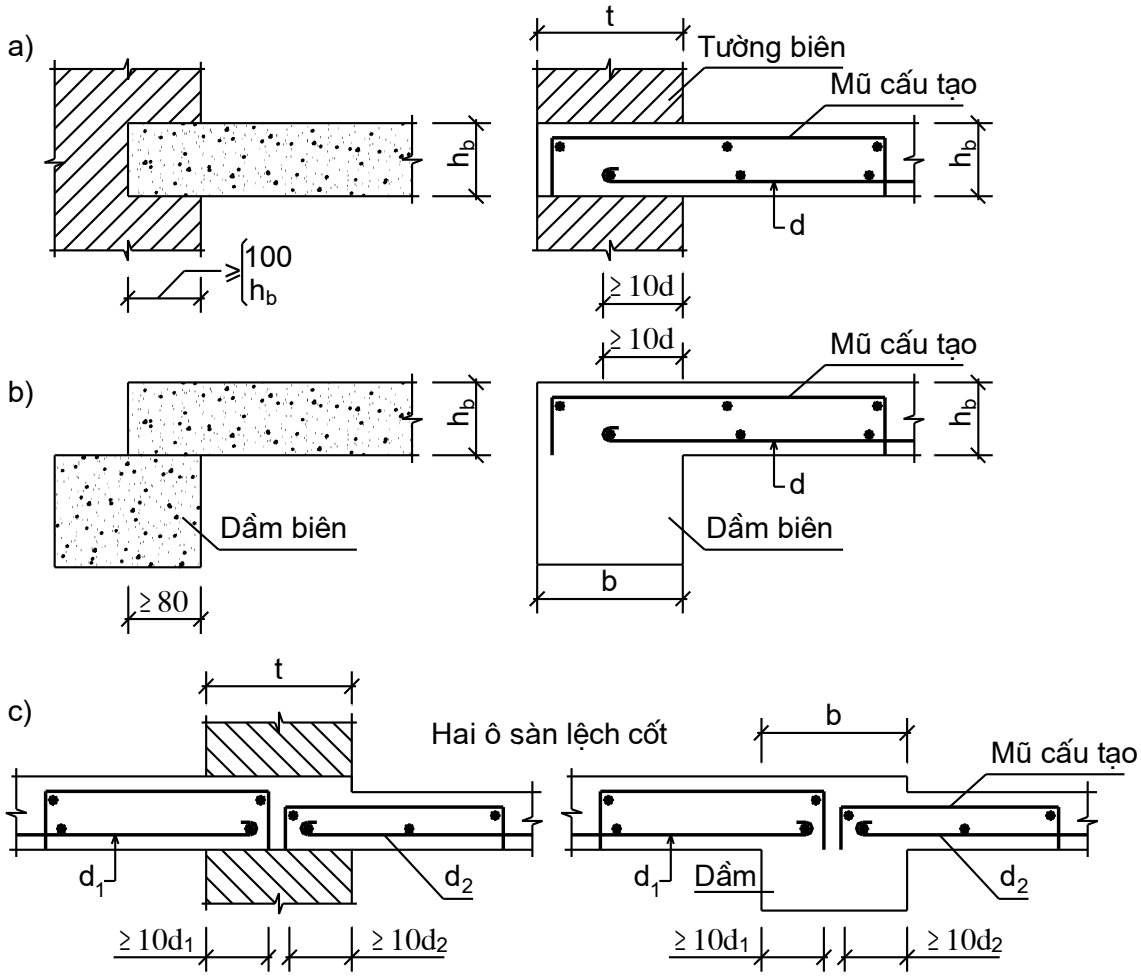
1.1.Cạnh bản có liên kết khớp

- Thông thờng tại các vị trí bản kê lên tờng coi là khớp (hình 11.1a)
- Bản kê lên dầm cũng coi là khớp khi nó có cấu tạo nh hình 11.1b
- Tại các gối giữa có sự lệch cốt của bản sàn coi là ngàm khi cấu tạo nh hình vẽ 11.1c

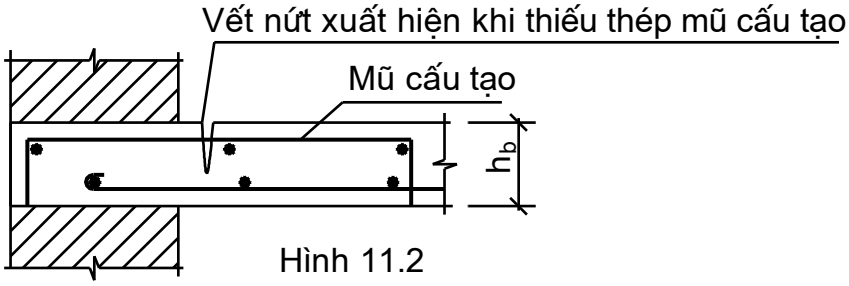
Khi cạnh bản coi là khớp thì tại đó mômen uốn bằng không (sàn không bị uốn hay quay tự do) tuy nhiên hầu hết các trờng hợp vẫn cần đặt thép mũ cấu tạo đề phòng sàn bị nứt do chuyển vị xoay vẫn bị cản trở (Hình 11.2). Trong trờng hợp sàn đợc quay tự do (gối khớp, trên không có tờng xây thì có thể không cần đặt loại thép này).

1.2. Cạnh bản có liên kết ngàm

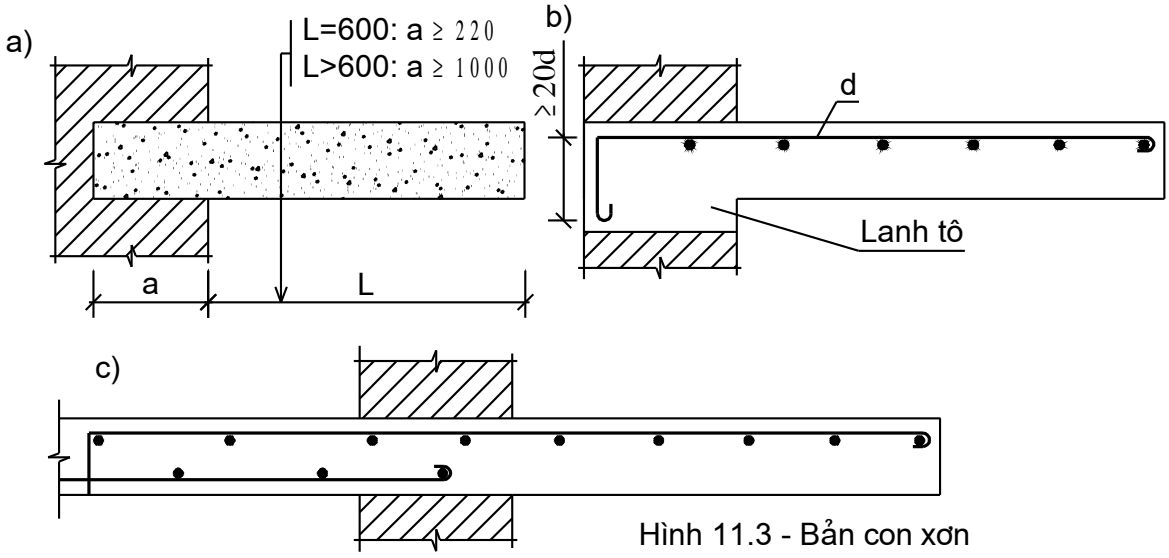
- Bản dạng con xơn liên kết với tờng (dầm) coi là ngàm, cần có cấu tạo nh hình vẽ 11.3. Trên hình 11.3a nếu không đảm bảo a bắt buộc phải đổ liền bản con xơn với sàn trong hoặc có biện pháp liên kết với dầm (thờng là lanh tô).
- Bản kê vào dầm có cấu tạo nh hình 11.4a đợc coi là ngàm.
- Tại các gối các ô bản đổ liên tục và cấu tạo nh hình 11.4b coi là ngàm.



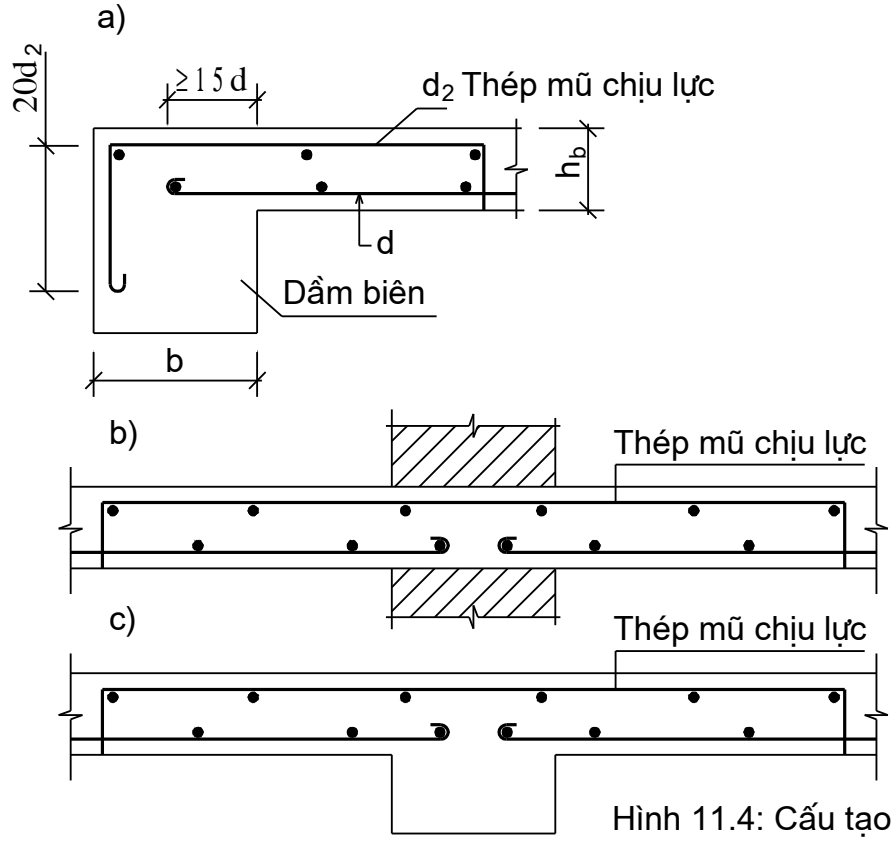
Hình 11.1 Cấu tạo thép tại các gối khớp



Hình 11.2



Hình 11.3 - Bản con xơn



Hình 11.4: Cấu tạo liên kết ngàm

2. Xác định tải trọng trên bản sàn

Tải trọng tác dụng trên bản sàn thuộc loại tải phân bố đều trên diện tích kí hiệu là q(kN/m^2, daN/m^2...) gồm hai thành phần tĩnh tải q và hoạt tải p:

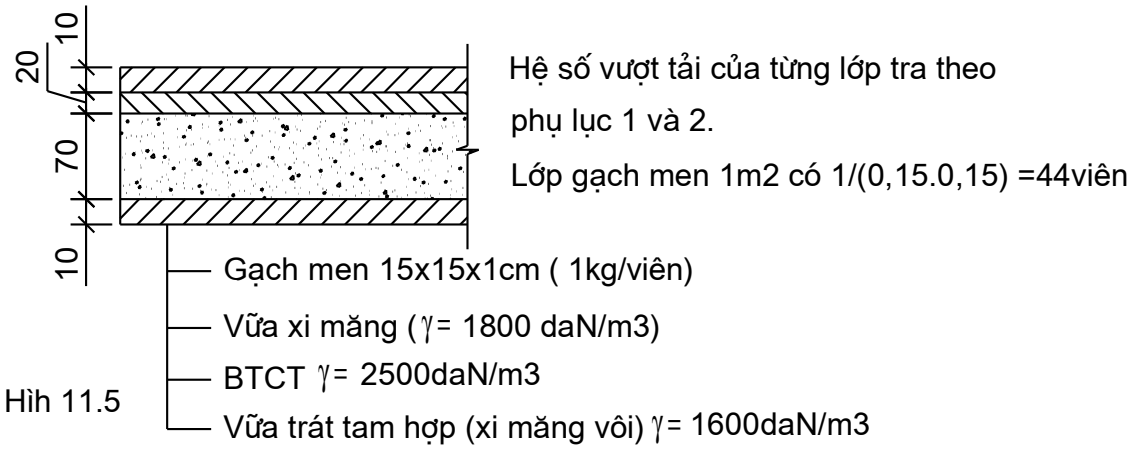
$$q=g+p$$

2.1. Tĩnh tải

Đợc xác định theo cấu tạo của các lớp sàn, loại vật liệu của từng lớp sàn từ đó tính ra đợc tải trọng trên 1m^2. Chú ý cần tính theo mục II của chơng I.

Với một lớp sàn có chiều dày δ (m), vật liệu lớp sàn đó có khối lợng riêng γ (daN/m^3) thì tải trọng tiêu chuẩn trên 1m^2 của lớp đó là: $g_{tc}=\gamma.\delta$ và tĩnh tải tính toán của lớp đó là $g=n.g_{tc}$; với n là hệ số vợt tải, tra theo phụ lục 1 và 2. Tính toán nh vậy với tất cả các lớp, rồi cộng lại sẽ đợc tĩnh tải tính toán trên sàn. Để xúc tích thờng lập theo bảng để tính (xem ví dụ).

2.2. Hoạt tải



Hình 11.5

Với kết cấu sàn phẳng hoạt tải đợc tính theo chức năng của nó (sàn phòng ngủ, sàn lớp học, sàn cầu thang, sàn khu phụ...) rồi tra theo bảng 3 TCVN 2737: 1995 đợc tải trọng tiêu chuẩn q_{tc} (bảng này cho ở phụ lục...). Ngoài ra hoạt tải sàn cũng cần tính khi trên sàn có các loại tải đợc phân vào nhóm tải trọng tạm thời đã nói ở chơng 1. Hoạt tải tính toán đợc tính theo $p=n.p_{tc}$.

Ví dụ: Tính tải trọng tính toán trên sàn trờng học, sàn có cấu tạo các lớp sàn nh hình vẽ 11.5.

Bảng tính tĩnh tải tính toán

Các lớp sàn	n	γ (daN/m^2)	δ (m)	$g_{tc}=\gamma.\delta$ (daN/m^2)	$g_{tt}=n.g_{tc}$ (daN/m^2)
Gạch men 15x15x1cm	1,2	..	..	44	52,8
Vữa xi măng	1,3	1800	0,02	36	46,8
BTCT	1,2	2500	0,07	175	210
Vữa trát tam hợp	1,3	1600	0,01	16	20,8
g (daN/m^2)					330,4

*Hoạt tải tính toán :*Với phòng học tra phụ lục .... có p_{tc}=200 daN/m^2. p_{tc}=200 daN/cm^2 tra phụ lục 1 đợc n=1,2. Vậy $p=p_{tc}.n=200.1,2=240$daN/m^2.

Tải trọng tính toán trên sàn: $q_s=g+p=330,4+240=$ ***570,4****daN/m^2.*

q_s vừa tính chính là tải trọng dùng để tính toán, thiết kế sàn.

3. Bản hai phơng, một phơng, xác định mômen M, thiết kế thép.

Để nghiên cứu sự làm việc của bản (tìm nội lực, biến dạng) trong bản

sàn về mặt lí thuyết phải giải theo lý thuyết về bản mỏng trong lý thuyết đàn hồi, cụ thể là giải phơng trình vi phân bậc IV độ võng w do Xôphi–Giecmanh lần đầu thiết lập $\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p}{D}$. Vớp p là tải trọng, $D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}$. Giải phơng trình này rất phức tạp. Trong thực hành kết cấu khi tính bản ta thờng tính gần đúng độ võng và nội lực theo cách của Markux và Galerkin. Theo đó, tởng tợng bản gồm các lới ngang và dọc có độ rộng nh nhau các cấu kiện này bị uốn dới tác dụng của tải trọng sàn q. Bằng cách tính độ võng của từng dải và độ võng bằng nhau tại những điểm giao nhau của lới ($f_1=f_2$) sẽ tìm đợc tải trọng truyền lên từng dải bản đó q_1, q_2 với $\mathbf{q=q_1+q_2}$,và tìm đợc môмen uốn của dải bản. Cụ thể với bản bốn cạnh khớp (hình 11.6):

$$f_1 = \frac{5}{384}.\frac{q_1 l_1^2}{EJ};\ f_2 = \frac{5}{384}.\frac{q_2 l_2^2}{EJ} \rightarrow q_1 = \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4} q; q_2 = \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} q$$

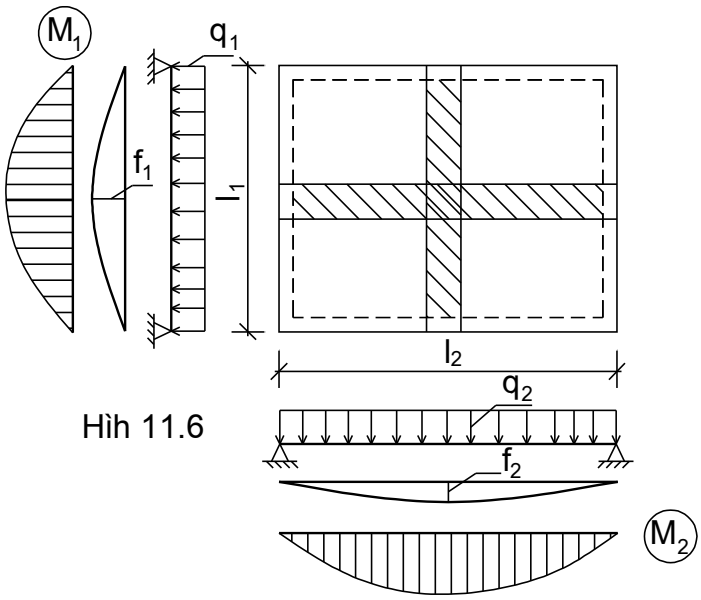
Trong đó l_1,l_2 là cạnh ngắn và cạnh dài của bản. Nếu đặt $\alpha = \frac{l_2}{l_1}$ thì ta thấy $q_1 = \alpha^4 q_2$. Ta thấy tải trọng chủ yếu truyền theo phơng cạnh ngắn (l_1).

Khi $\frac{l_2}{l_1} \geq 2$ ($q_1>16q_2$) thì xem nh bản chỉ truyền lực theo phơng cạnh ngắn $q_1=q$, cạnh dài lực rất nhỏ hơn 16 lần cạnh ngắn,do vậy thép cạnh dài không cần tính, chỉ cần đặt theo các yêu cầu cấu tạo. Khi $\frac{l_2}{l_1} < 2$ nội lực theo cạnh ngắn và cạnh dài đều khá lớn, do vậy phải tính toán thép theo cả hai phơng.

Tóm lại:

- Khi sàn có $l_2/l_1 \geq 2$ sàn làm việc một phơng (phơng l_1).

- Khi sàn có $l_2/l_1 < 2$ sàn làm việc hai phơng (bản kê bốn cạnh).



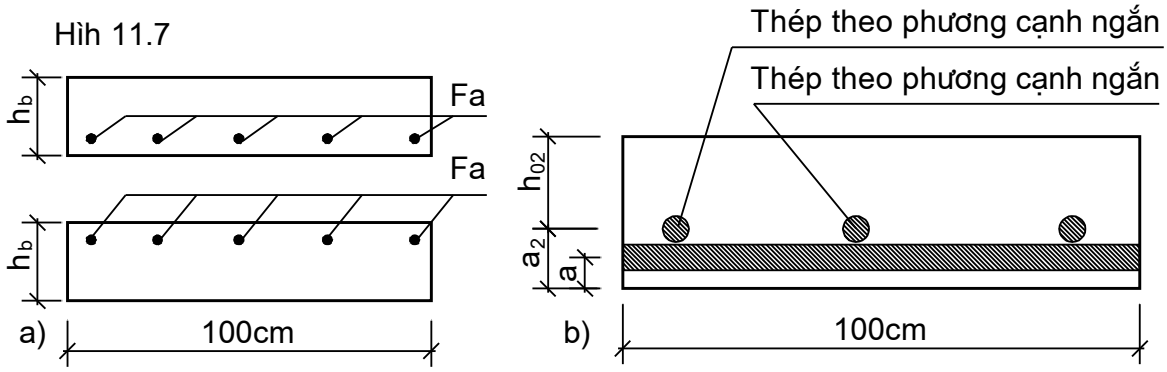
Hình 11.6

Bằng cách cắt giải bản nh vậy, ta có thể tính toán đợc mômen trong sàn theo các phơng pháp đã học trong cơ học xây dựng.

Tính thép

Trong thực tế tính toán các dải bản đợc cắt với bề rộng 1m. Nên sau khi tìm đợc mômen nguy hiểm thì tính thép theo bài toán thiết kế F_a của tiết diện chữ nhật chịu uốn (Chơng 9, mục III.1.3.1). Với tiết diện b×h=100.h_b (xem hình 11.7) ở đây giả thiết a=1,2-2cm. Chú ý, khi sàn làm việc hai phơng cần giả thiết a_2 theo a.

Hình 11.7

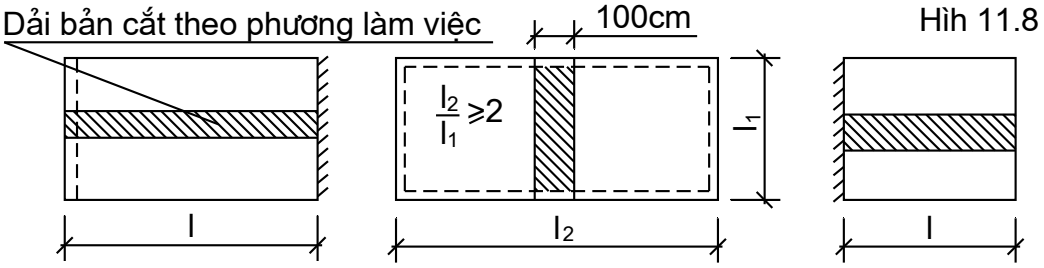


4. Bản đơn chịu lực một phơng

4.1. Tính toán

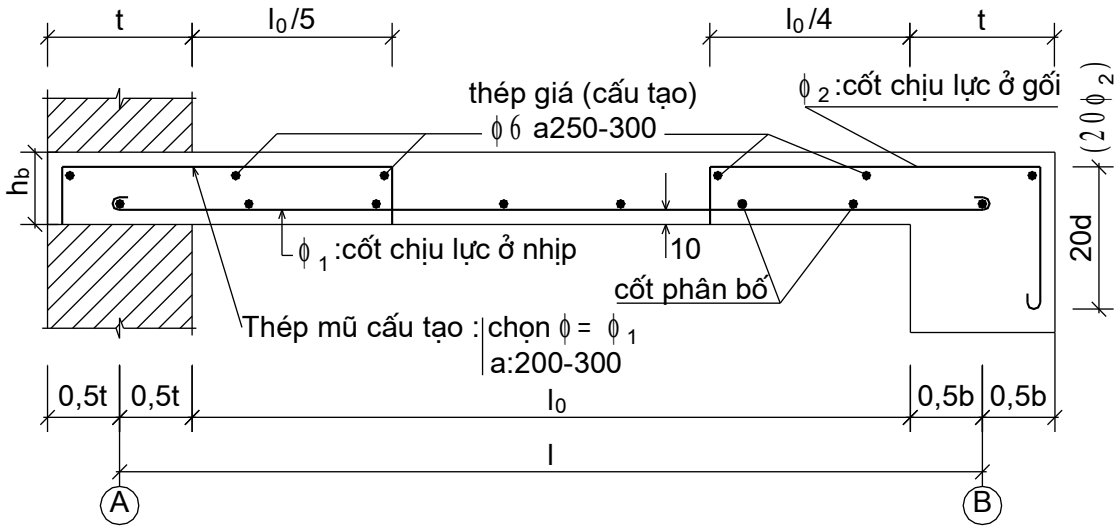
Đây là loại là bản chỉ có mômen theo một phơng (gọi là phơng làm việc). Những loại bản sau làm việc một phơng:

- Bản có liên kết ở 4 cạnh và $l_2/l_1 > 2$ (l_2 là cạnh dài) hình 11.8a
- Bảng dạng con xơn (1 cạnh ngàm, 3 cạnh tự do) hình 11.8c
- Hai cạnh đối diện có liên kết hai cạnh còn lại tự do hình 11.b



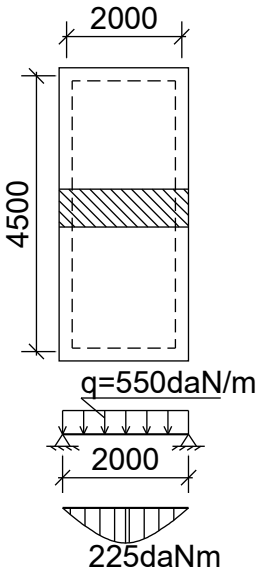
Để tìm mômen nguy hiểm, cắt dải bản rộng 1m theo phơng làm việc, lúc này dải bản làm việc nh dầm chịu tải phân bố q(daN/m- bằng giá trị tải trọng sàn), gối của dầm (ngàm, khớp, tự do) lấy theo liên kết cạnh bản. Sau khi có các mômen nguy hiểm, tính ra thép chịu lực F_a (theo bài toán cốt đơn) rồi chọn thép theo phụ lục 26. Ngoài thép chịu lực, cần chọn thép vuông góc với nó là thép phân bố, thép tại các gối khớp, gối không phải phơng làm việc là thép mũ cấu tạo cách chọn thép này đã trình bày một phần ở chơng 9.

4.2. Cấu tạo cốt thép



Hình 11.9: Cấu tạo sàn đơn 1 phương (mặt cắt theo phương làm việc)
Trục A: cạnh liên kết khớp; trục B cạnh liên kết ngàm

4.3.Ví dụ 11.1



Cho sàn đơn nh hình vẽ, thiết kế cốt thép biết h_b=7cm, thép CI,bê tông M200, tải trọng tính toán trên sàn q=550 daN/m^2.

B1)Số liệu tính

Sàn có 4 liên kết, $l_2/l_1 = 2{,}25 > 2$ sàn làm việc một phơng. Phơng làm việc l_1. Để tính mômen cắt dải bản rộng 1m. Thu đợc sơ đồ tính nh hình vẽ: $M_{max}= ql^2/8 = 550.2^2/8 = 225\text{daNm} = 22500\text{daNcm}$..

$$\text{M200, CI} \rightarrow \begin{cases} R_n = 90\text{daN/cm}^2; R_a = 2000\text{daN/cm}^2 \\ \alpha_0 = 0{,}62; A_0 = 0{,}428 \end{cases}$$

Tiết diện tính toán : 100×h_b=100×7(cm^2).

Giả thiết a=1,5cm; h_0=h-a=5,5cm.

B2)Thiết kế thép

$$A = \frac{M}{R_n b h_0^2} = \frac{22500}{90.100.5{,}5^2} = 0.083 < A_0$$: Cốt đơn, từ A=0,083→α=0,09

$F_a = \frac{\alpha R_n b h_0}{R_a} = \frac{0,09.90.100.5,5}{2000} = 2,23cm^2$ theo phụ lục 26 ta chọn

ϕ6a125 có $F_{ach}=2,26cm^2$: $-35 < \Delta F_a = \frac{2,26-2,23}{2,23}.100 = 1,34\% < 5\%$

Kiểm tra điều kiện cấu tạo : chọn C_b=1cm (xem chơng 9).

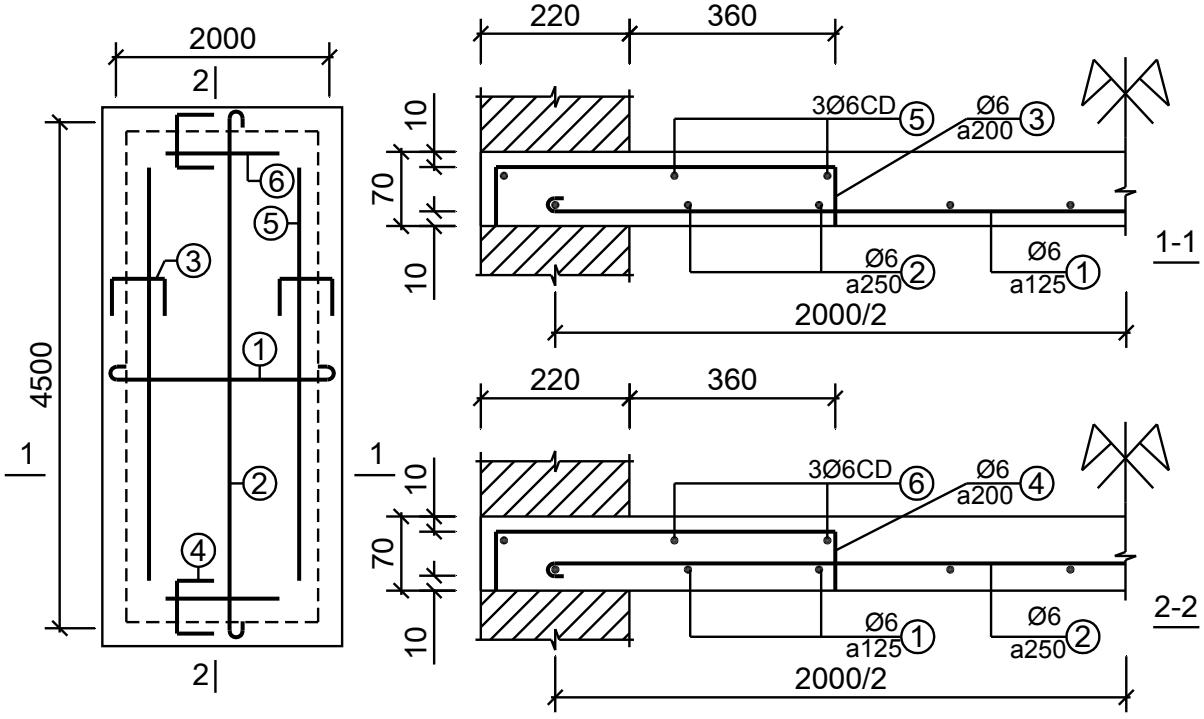
a_0=1+0,3=1,3<a_{gt}=1,5 : đảm bảo ; h_0=h-a=7-1,3=5,7cm.

$\mu = F_{ach}/h_0 = 2,26/5,7 = 0,396\%; \mu_{max} = 2,79\%; \mu_{min} = 0,05\%$

Đảm bảo $\mu_{min} = 0,1 \le \mu = 0,396 \le \mu_{max} = 2,79$

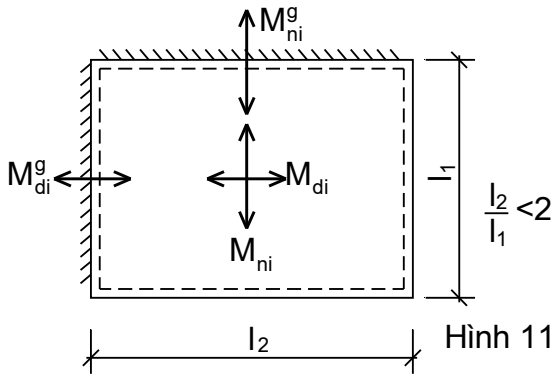
Chọn cốt phân bố ϕ6a250. Cốt mũ cấu tạo ϕ6a200 ; Cốt giá ϕ6a300.

B3) Bố trí thép



5. Bản đơn chịu lực hai phong

Các ô bản đơn 4 cạnh có liên kết và có tỉ số $l_2/l_1 < 2$ thuộc bản làm việc hai phong. Về đặc điểm cấu tạo giống với bản chịu lực một phong, nhng thép ở nhịp đặt theo phong cạnh dài là thép chịu lực và nó đặt trên thép chịu lực theo phong cạnh ngắn. Tùy theo liên kết của các cạnh ô bản mà bản tính toán thuộc sơ đồ i (i=1..9) theo phụ lục.... Trong một ô bản loại này có thể có 4 loại mômen khác nhau đó là: Mômen nhịp ngắn M_{ni}, mômen nhịp dài M_{di}; mômen gối ngắn M^g_{ni}; mômen gối dài M^g_{di}, với i là số kí hiệu của ô bản (theo phụ lục...) xem hình 11.10. Các mômen nhịp để thiết kế thép chịu lực ở nhịp, các mômen gối để thiết kế thép mũ chịu lực ở gối.



Hình 11.10

Chú ý : *khi cạnh ô bản là khớp thì mômen gối theo phong vuông góc cạnh đó bằng không (tại đó chỉ cần bố trí mũ cấu tạo).*

Để tính các mômen này dùng các công thức sau :

$$M_{ni} = \alpha_{ni} P \quad (11.1)$$

$$M_{di} = \alpha_{di} P \quad (11.2)$$

$$M^g_{ni} = -\beta_{ni} P \quad (11.3)$$

$$M^g_{ni} = -\beta_{di} P \quad (11.4)$$

$$P = q l_1 l_2 \quad (11.5)$$

Khi các góc của ô bản có thể vênh lên đợc (điểm giao của hai liên kết khớp và trên cạnh bản không có khối xây) thì mômen sẽ đợc tính theo công thức :

$$M_{ni} = \varphi_n C_{ni} q l_n^2 \quad (11.6)$$

$$M_{di} = \varphi_d C_{di} q l_d^2 \quad (11.7)$$

Trong các công thức trên thì :

i : kí hiệu ô bản (theo phụ lục...)

α_{ni}, α_{di}, β_{ni}, β_{di}, C_{ni}, C_{di} : là các hệ số tơng ứng với sơ đồ bản i, tra theo phụ lục ..., phụ thuộc vào l_2/l_1

φ_{ni}, φ_{di} : Đối diện với liên kết khớp đang xét có một liên kết khớp nữa lấy φ=0.125

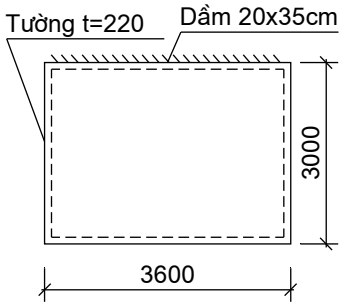
Đối diện với liên kết khớp đang xét có một liên kết ngàm φ=0.07

Sau khi có các mômen trên (tối đa là 4 loại) thiết kế các thép chịu lực cho sàn theo từng loại mômen. Để thuận tiện có thể lập bảng tính nh sau :

Tiết diện	M daNcm	a	h_0	A $\frac{M}{R_n b h_0^2}$	α	F_a= $\frac{\alpha R_n b h_0}{R_a}$	Chọn thép	F_{ach}	ΔF_a	μ %
Nhịp ngắn	M_{ni}									
Nhịp dài	M_{di}									
Gối ngắn	M^g_{ni}									
Gối dài	M^g_{di}									

Ví dụ 11.2

Thiết kế thép cho sàn, tải trọng tính toán trên sàn q=560 daN/m^2. Sàn dùng bê tông M200, thép CI, chiều dày bê tông sàn h_b=8cm, tại trên các gối có khối xây.



Giải

Tra các thông số:R_n=90daN/cm^2; R_a=2000daN/cm^2; α_0=0,62; A_0=0,428.

Xác định loại sàn: bốn cạnh sàn có liên kết, $l_2/l_1 = 3{,}6/3 = 1{,}2 < 2$ sàn làm việc hai phơng. Theo phụ lục...sàn thuộc sơ đồ i=2.

Với l_2/l_1 =1,2 thuộc sơ đồ 2 trong phụ luc ta có:

α_{n2}=0,0357; α_{d2}=0,0196; β_{n2}=0,0872; P=ql_1l_2=560.3.3,6=6048 daN.

Xác định đợc các mômen:

$M_{n2} = \alpha_{n2} P = 0{,}0357.6048 = 215{,}9\text{daNm} = 21590\text{daNcm}.$

$M_{d2} = \alpha_{d2} P = 0{,}0196.6048 = 118{,}54\text{daNm} = 11854\text{daNcm}.$

$M^{g}_{n2} = -\beta_{n2}P = -0{,}0872.6048 = -527{,}5daNm = -52750daNcm.$

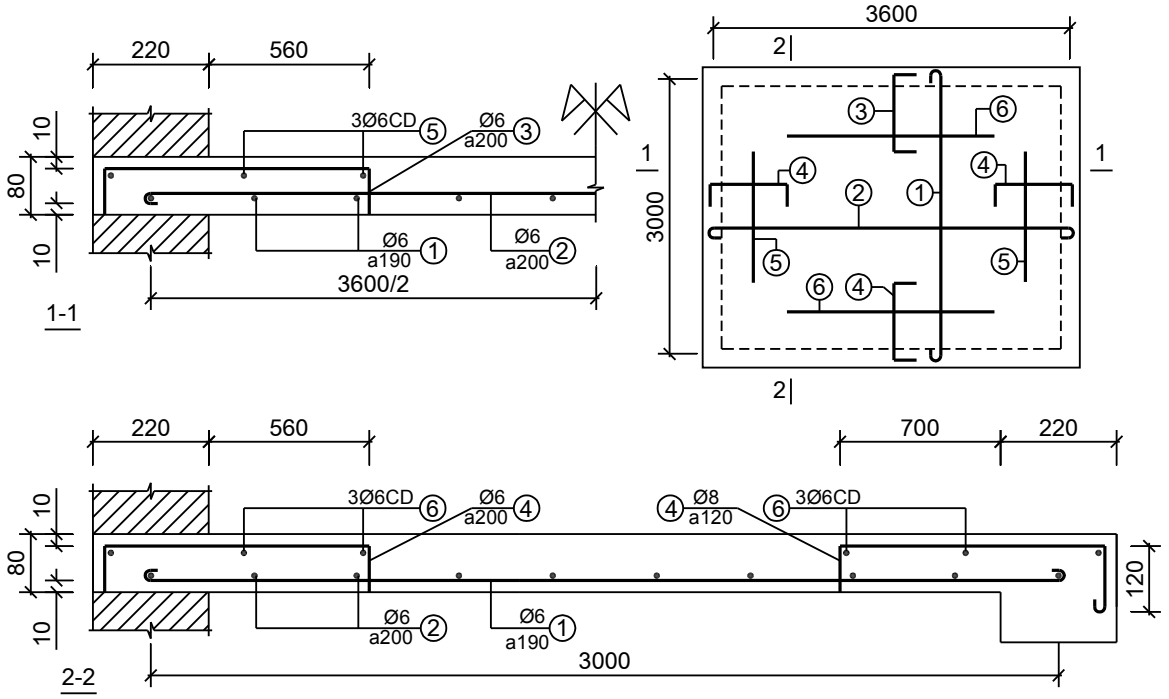
Giả thiết a khi tính theo phơng cạnh ngắn và gối: a=1,4cm; h_0=6,6cm.

Giả thiết a khi tính theo phơng cạnh dài: a=1,7cm; h_0=6,3 cm.

Tính toán $A = \dfrac{M}{R_n 100 h_0^2}$; tra phụ lục đợc α, tính $F_a = \dfrac{\alpha R_n 100 h_0}{R_a}$ rồi chọn thép cũng nh kiểm tra các điều kiện cấu tạo. Kết quả cho theo bảng sau:

Tiết diện	M daNcm	h_0	A	α	F_a=	Chọn thép	F_{ach}	ΔF_a (%)	μ%
Nhịp ngắn	21590	6,6	0,055	0,05	1,485	ϕ6a190	1,49	0,3	0,22
Nhịp dài	11854	6,3	0,033	0,03	0,85	ϕ6a200	CTạo	...	...
Gối ngắn	52750	6,6	0,134	0,14	4,158	ϕ6a120	4,19	0,76	0,63

Lớp bê tông bảo vệ thép C_b=1cm ; kiểm tra lại các điều kiện cấu tạo đều thoả mãn ; các gối khớp bố trí thép mũ cấu tạo ϕ6a200 ; thép giá ϕ6a25



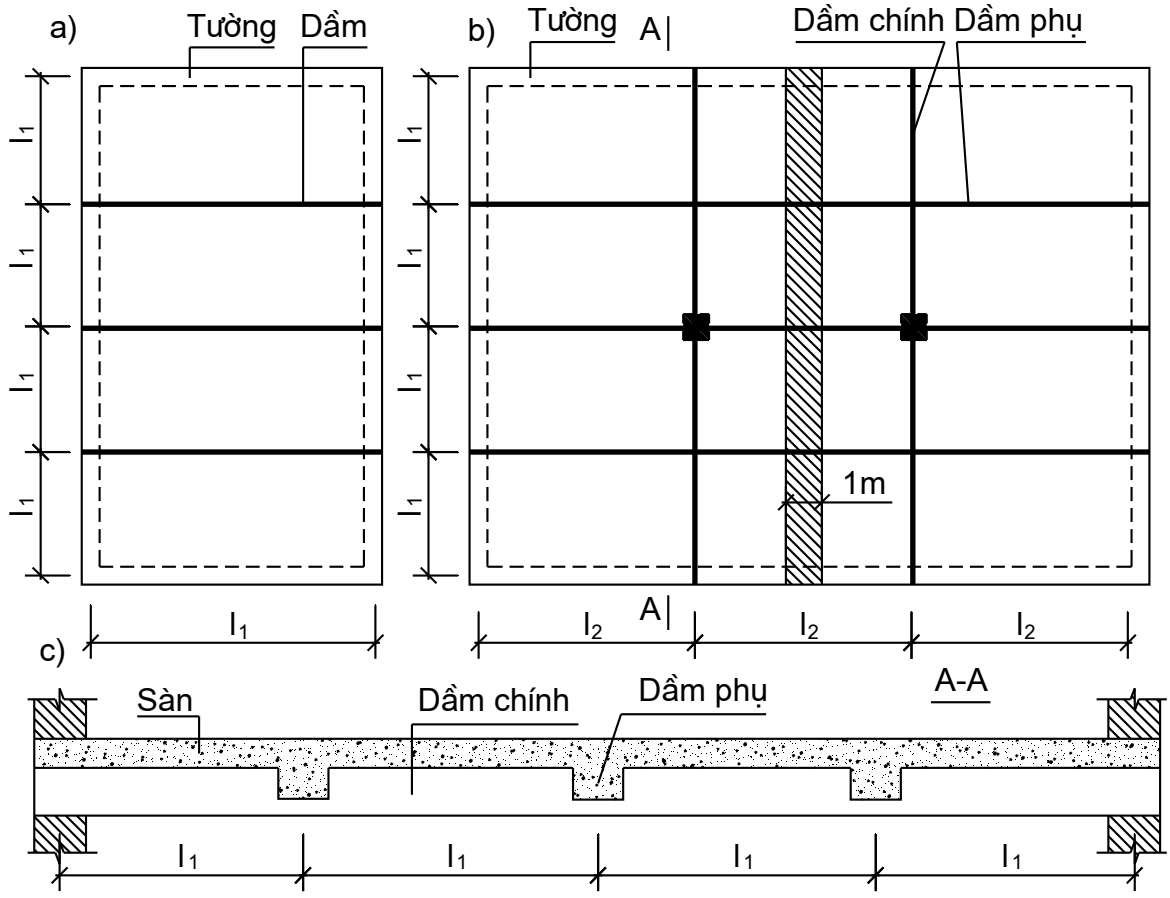
6. Sàn liên tục chịu lực một phơng (*sàn sờn toàn khối bản kiểu dầm*)

6.1. Sơ đồ kết cấu

Là sàn phẳng đổ toàn khối với hệ dầm, sàn đợc chia thành các ô bản nhỏ bởi các dầm (tờng). Mỗi ô bản nhỏ này có $l_2/l_1 \geq 2$ nói cách khác các ô bản này chịu lực một phơng. Trên hình 11.10 cho sơ đồ kết cấu điển hình của

sàn sờn toàn khối có bản kiểu dầm.

Theo đó (hình 11.10) kết cấu gồm các bộ phận : các ô bản, dầm phụ (dầm này song song cạnh dài ô bản), dầm chính (song song cạnh ngắn ô bản). Sàn kê lên dầm phụ, dầm phụ kê vào dầm chính (tờng), dầm chính kê vào các cột (tờng), đây là sơ đồ truyền lực khi sàn chịu lực.



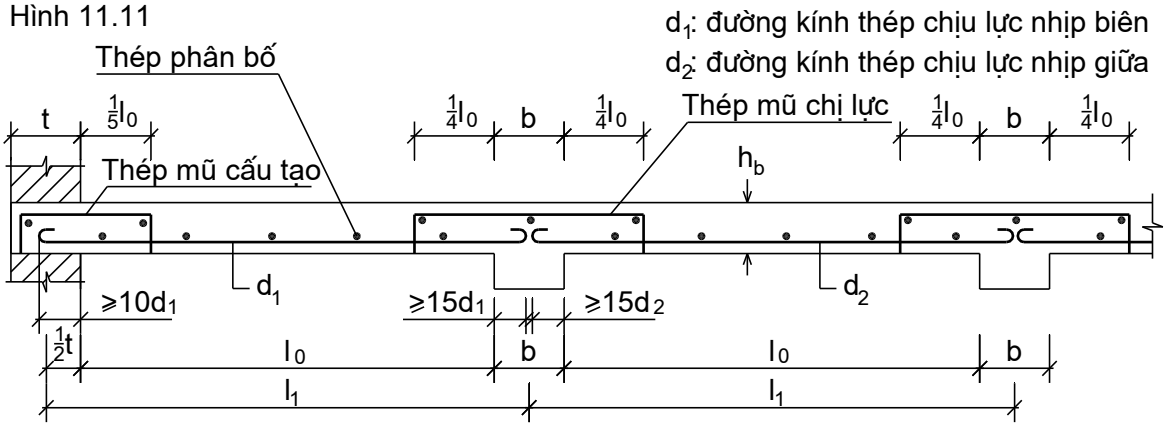
Hình 11.10

Cấu tạo và bố trí thép tơng tự bản đơn làm việc một phơng. Do sàn làm việc một phơng (cạnh ngắn ô bản) nên thép chịu lực (mũ chịu lực, thép nhịp chịu lực) chỉ có theo một phơng là phơng cạnh ngắn, các thép theo phơng cạnh dài chọn theo cấu tạo.

6.2. Bố trí cốt thép sàn

Trên hình vẽ 11.11 thể hiện mặt cắt theo phơng làm việc (cạnh ngắn) của sàn, giới thiệu khái quát cách bố trí cốt thép ở dạng thông dụng nhất.

Hình 11.11



6.3. Tính toán thép sàn

6.3.1. Xác định nội lực bản theo sơ đồ khớp dẻo

Cắt dải bản rộng 1m theo phương cạnh ngắn l_1 (hình 11.10b) và xem dải bản như dầm liên tục gối lên các gối là dầm phụ và tường (hình ...). Trong đó nhịp tính toán được tính như sau:

Nhịp biên: $l_b = l_1 - \frac{b_{df}}{2} - \frac{t}{2} - \frac{h_b}{2}$; Các nhịp giữa: $l = l_1 - b$

Dầm chịu tải phân bố đều có giá trị bằng tải trọng tính toán q trên sàn.

Qua đó thu được sơ đồ tính như hình .... . Bằng cách tính toán nội lực dầm có xét đến xuất hiện khớp dẻo thu được biểu đồ mômen với các giá trị nguy hiểm tại nhịp và gối như hình ...

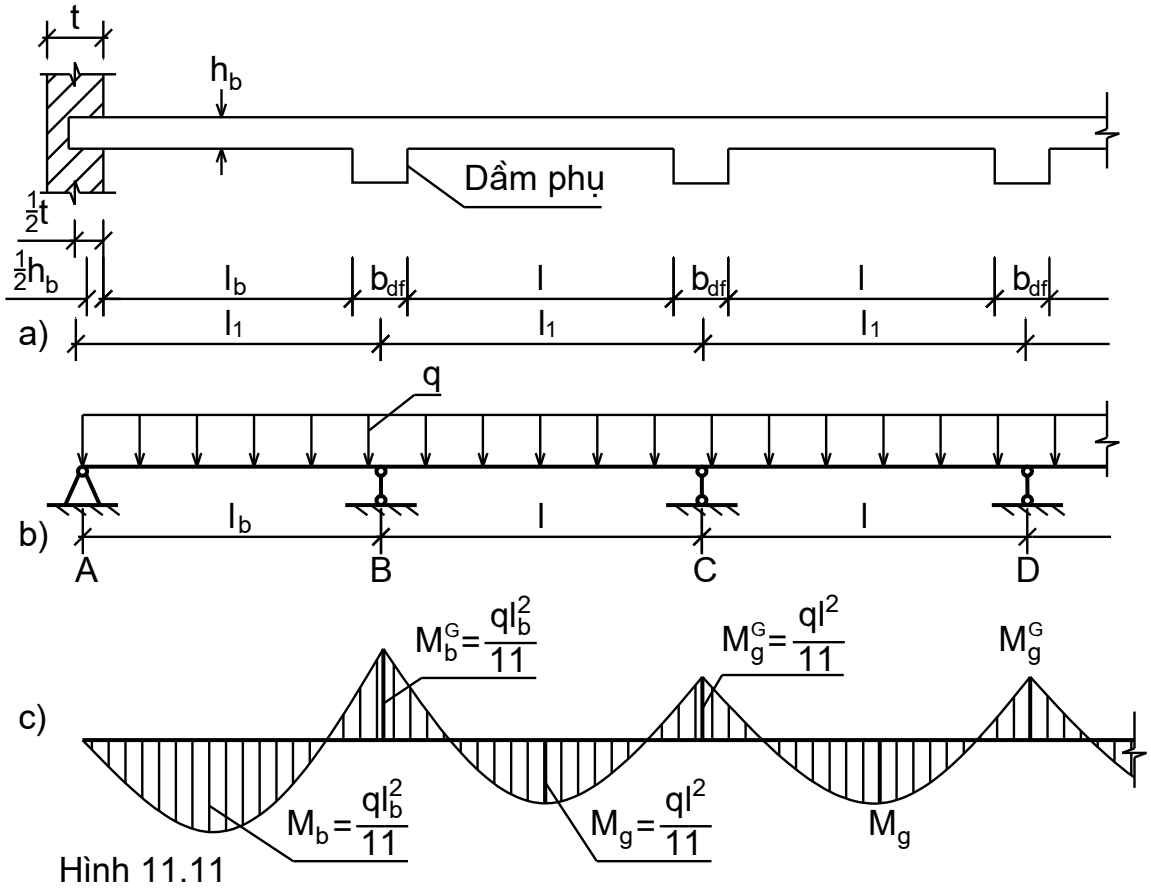
Tại nhịp biên và gối B (M_b, M_b^G): $$M = \pm \frac{ql_b^2}{11} \qquad (11.8)$$

Tại nhịp giữa và gối giữa (M_g, M_g^G): $$M = \pm \frac{ql^2}{16} \qquad (11.9)$$

6.3.2. Thiết kế thép

Nhìn chung sàn liên tục một phương được tính toán với bốn loại mômen như trên: Mômen M_b: dùng để thiết kế thép nhịp biên. Mômen M_b^G: dùng để thiết kế thép gối B. Mômen M_g: dùng để thiết kế thép các nhịp giữa.Mômen M_g^G: dùng để thiết kế thép các gối giữa khác. Tất cả các thép chịu lực tính ra đều bố

trí theo phơng l_1. Các thép khác đều chọn theo cấu tạo. Việc tính thép cho mỗi loại mômen tiến hành nh bản đơn (tính thép chịu lực cho tiết diện chữ nhật b × h = 100 × h_b). Và cũng nên lập thành bảng (xem mục 5):



Hình 11.11

Tiết diện	M	h_0	A	α	F_a	Chọn thép	F_{ach}	ΔF_a	μ%
Nhịp biên									
Gối b									
Nhịp giữa									
Gối giữa									

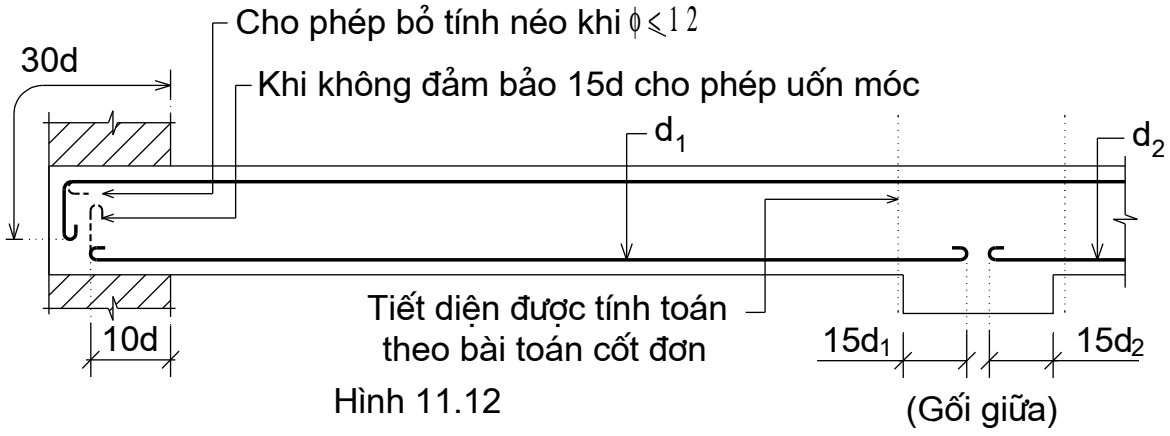
6.4. Tính toán dầm phụ

Dầm phụ đỡ sàn đợc xem nh dầm liên tục các gối kê lên dầm chính và tờng. Trớc khi đi vào tính toán, ngoài các yêu cầu cấu tạo chung của cấu kiện chịu uốn (dầm) đã xét ở chơng 9 ta *xét cụ thể hơn cấu tạo cốt thép cấu kiện chịu uốn* vận dụng với dầm, nhất là dầm liên tục.

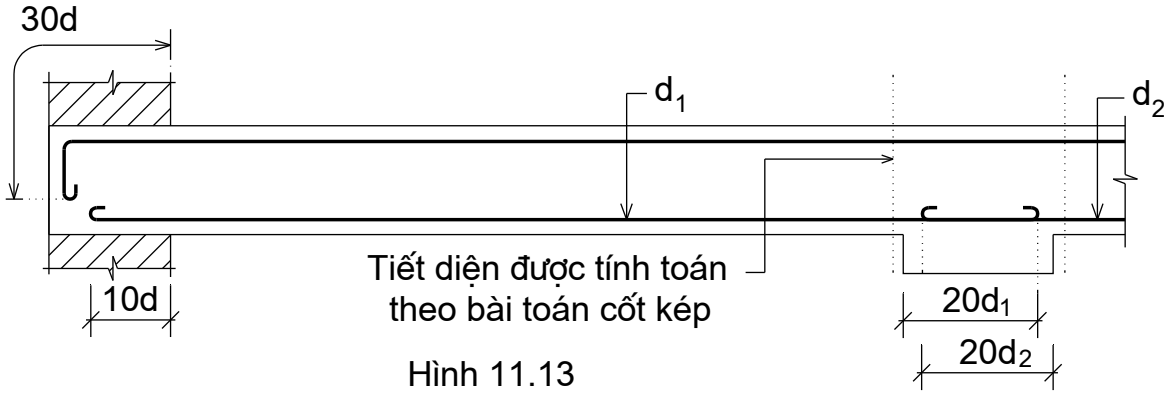
6.4.1. Neo cốt thép tại gối

Cốt thép cần neo chắc chắn vào gối. Thép chịu lực ở nhịp đi vào gối

biên ≥10d, với gối giữa cùng neo vào ≥15d (hình 11.12) khi tính toán tại tiết diện gối thuộc bài toán cốt đơn, nếu thuộc bài toán cốt kép thì đoạn neo cần xác định theo l_{neo} trình bày ở chong 8 (hình 11.13). Ngoài ra, tại điểm gối tựa vào tòng của dầm luôn đảm bảo ≥220, với dầm chịu lực ≥h/2 và 500; các dầm giằng ≥h/2 và 250 nếu không thoả mãn cần tính toán và đặt các đệm đầu dầm.



Hình 11.12

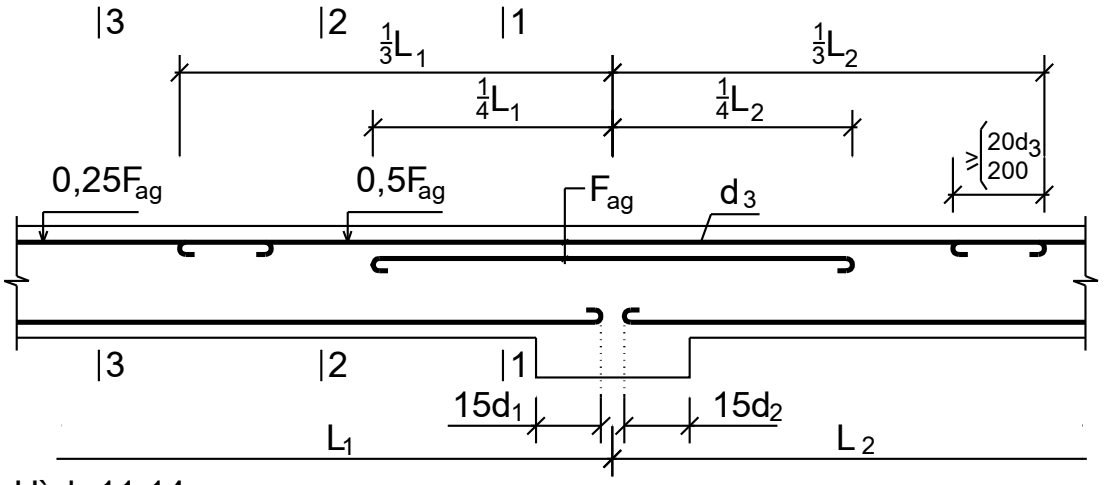


Hình 11.13

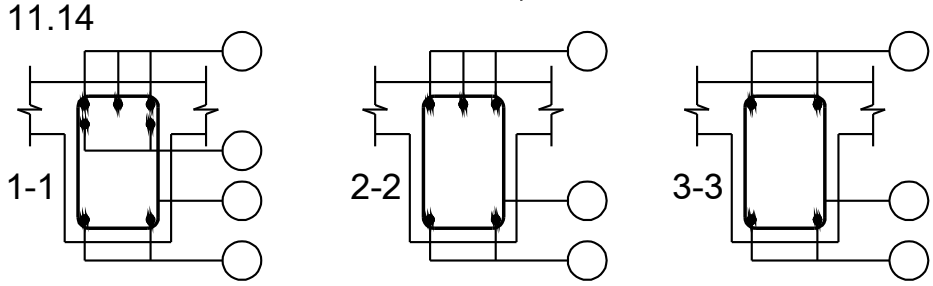
6.4.2. Cắt giảm thép gối

Để tiết kiệm thép, thép chịu mômen âm tại gối khi kéo dài khỏi gối có thể cắt giảm hoặc uốn làm cốt xiên , việc cắt giảm thép cần đọc tính toán dựa théo biểu đồ bao mômen và biểu đồ bao vật liệu, áp dụng với dầm chính, dầm khung chịu lực phức tạp. Tuy nhiên với dầm liên tục có các nhịp chênh nhau không quá 10% có thể cắt thép theo chỉ dẫn hình 11.14. Trong hình 11.14 F_{ag} là diện tích thép chịu lực tính toán tại gối. Tại mỗi tiết diện cắt thép, không đ-ợc cắt quá 50% lợng thép. Trong nhiều trờng hợp thép chỉ cắt tại một tiết diện

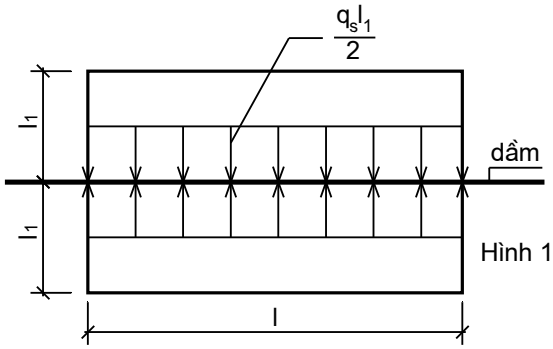
cách gối 1/3l lợng thép còn kéo dài (hoặc nối thêm) cần đảm bảo ≥0,25F_{ag}.



Hình 11.14



6.4.3. Xác định nội lực, thiết kế thép cho dầm phụ



Hình 11.15

<u>*Tải trọng*</u>: Dầm phụ đợc tính theo sơ đồ khớp dẻo, trên dầm chịu lực phân bố đều q_{df} gồm các thành phần tải trọng do bản thân và do sàn truyền vào. Tải trọng do ô sàn truyền vào đợc tính theo:

$q_d^{san} = q_{san}\dfrac{l_1}{2}$ (l_1 cạnh ngắn của ô bản làm việc một phơng).

Qua đó ta tính đợc tải trọng tác dụng vào dầm phụ gồm:

Trọng lợng bản thân:	$g_{df}^1 = n\gamma_b b_{df}(h_{df} - h_b)$
Trọng lợng vữa trát:	$g_{df}^2 = n\gamma_v\delta_v[b_{df} + 2(h_{df} - h_b)]$
Tĩnh tải do bản sàn truyền vào:	$g_{df}^3 = gl_n$
Hoạt tải do sàn truyền vào:	$p_{df} = pl_n$

- g,p tĩnh tải và hoạt tải sàn; γ_b, γ_v trọng lợng riêng của bê tông và vữa, n hệ số vợt tải. Nh vậy có:

- Tĩnh tải dầm phụ: $g_{df} = g_{df}^1 + g_{df}^2 + g_{df}^3$
- Hoạt tải dầm phụ: $p_{df} = pl_n$
- Tải trọng toàn phần trên dầm phụ : $q_{df} = g_{df} + p_{df}$

Sơ đồ tính (xem hình vẽ 1.15):

Nhịp tính toán của dầm, với nhịp biên: $l_b = l_2 - \frac{t}{2} - \frac{b_{dc}}{2} + \frac{a}{2}$

Với các nhịp giữa: $l_0 = l_2 - b_{dc}$

Bằng cách bố trí tải trọng bất lợi của hoạt tải, kết quả thu đợc biểu đồ bao mômen và lực cắt nh hình 11.15c,d. Trên biểu đồ các tiết diện từ 1-15 cách nhau 0,2l.

Mômen nhánh dơng tính theo: $M^+ = \beta_1 q_{df} l^2$

Mômen nhánh âm tính theo: $M^- = \beta_2 q_{df} l^2$

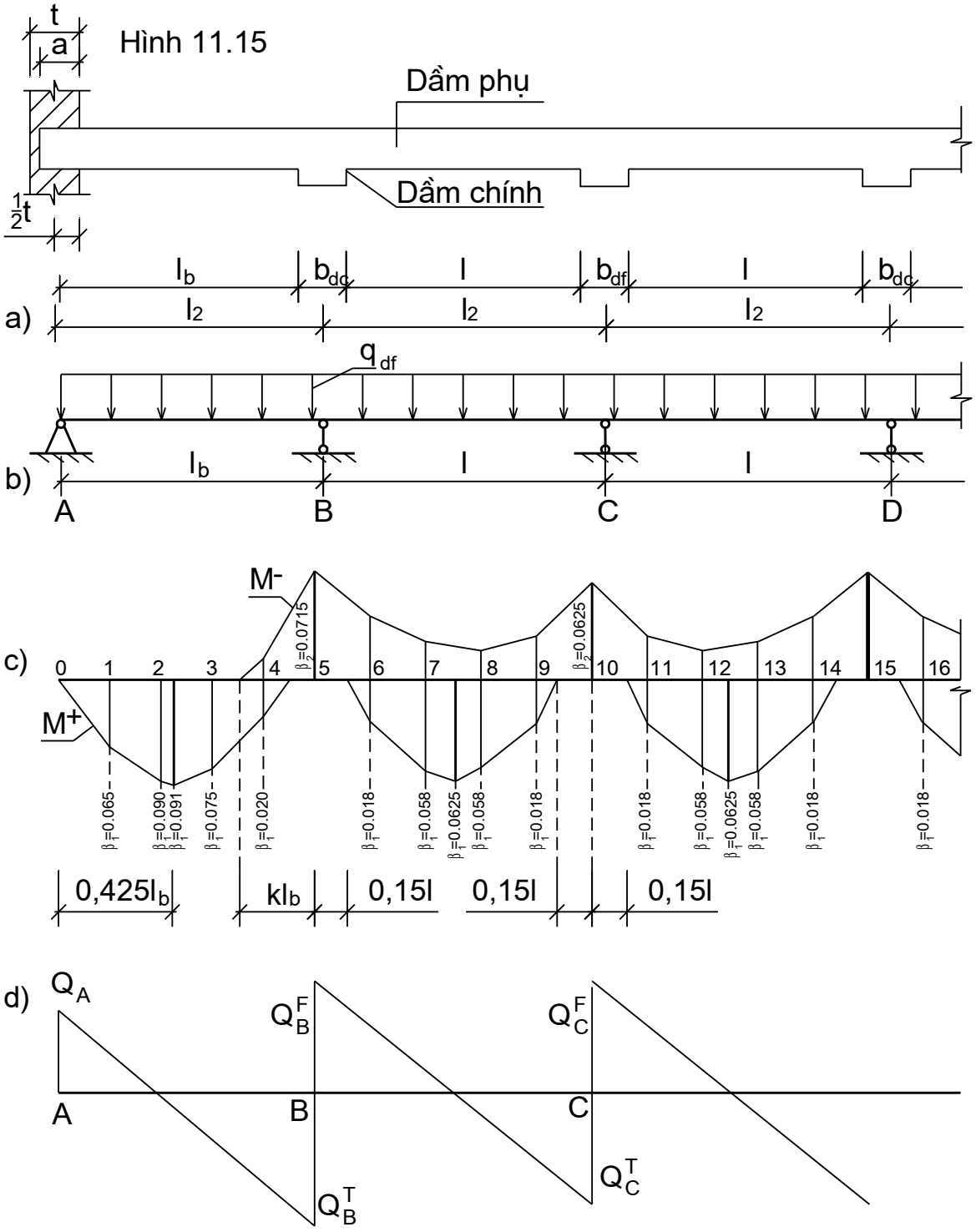
Lực cắt tại gối A: $Q_A = 0{,}4 q_{df} l_b$

Lực cắt mép trái gối B: $Q_B^T = 0{,}6 q_{df} l_b$

Lực cắt mép phải gối B và các gối giữa: $Q_C^{T(F)} = 0{,}5 q_{df} l$

β_2, klấy theo phụ lục 28 và phụ thuộc vào p_{df}/g_{df}.

Sau khi có biểu đồ bao mômen và lực cắt, xác định đợc mômen nguy hiểm tại các nhịp để thiết kế thép nhịp, mômen nguy hiểm tại các gối để thiết kế thép gối và lực cắt nguy hiểm tại gối để thiết kế cốt ngang (đai).



Tiết diện tính toán dầm:

Dầm đổ liền bản, do đó tiết diện tính toán tại nhịp giữa tính theo tiết diện chữ T, kích thước sờn $b_{df}h_{df}$ và kích thước cánh $h_c'=h_b$, chiều rộng cánh b_c' tính theo chơng 8 mục III.3. Sau đó tính thép chịu lực theo bài toán tiết diện

chữ T đặt cốt đơn. Khi tính đai và thép chịu lực tại gối (vùng kéo ở cánh) tính toán theo tiết diện chữ nhật $b_{df}h_{df}$.

Trên cơ sơ biểu đồ bao mômen, bao lực cắt xác định các mômen nguy hiểm, lực cắt nguy hiểm rồi tính toán và bố trí cốt thép theo cấu kiện chịu uốn đã trình bày ở chơng 8.

6.5. Tính toán dầm chính

Dầm chính cũng đợc tính toán theo dầm liên tục, tuy nhiên do dầm chính chịu lực lớn, độ cứng dầm cần đảm bảo độ an toàn cao hơn dầm phụ nên nó đợc tính theo sơ đồ đàn hồi, số nhịp phụ thuộc vào số gối dầm kê vào cột (tờng). Dầm chính chịu các lực tập trung do dầm phụ truyền vào và lực qui về lực tập trung do bản thân dầm chính. Nó cũng có hai thành phần: tĩnh tải G_{dc} và hoạt tải P_{dc}.

Tĩnh tải do dầm phụ truyền vào:	$G_1 = g_{df}l_2$
Tĩnh tải do trọng lợng bản thân :	$G_2 = n\gamma_b b_{dc}(h_{dc} - h_b)l_1$
Tĩnh tải do lớp trát dầm:	$G_3 = n\gamma_v[b_{dc} + 2(h_{dc} - h_b)]l_1$
Hoạt tải do sàn truyền vào:	$P_{dc} = p_{df}l_2$

Nh vậy có:

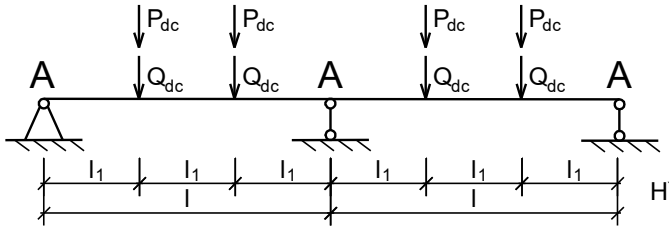
- Tĩnh tải dầm chính: $G_{dc} = G_1 + G_2 + G_3$
- Hoạt tải dầm chính: $P_{dc} = p_{df}l_2$

Sau khi có tải trọng lập sơ đồ tính (hình vẽ 11.16 cho ví dụ dầm chính hai nhịp, mỗi nhịp có hai dầm phụ kê vào), rồi tính vẽ biểu đồ mômen biểu đồ lực cắt cho tĩnh tải và các phơng án bố trí hoạt tải bất lợi (theo các phơng pháp trong cơ học kết cấu). Cuối cùng vẽ biểu đồ bao mômen và bao lực cắt trên cơ sở tổ hợp nội lực.

Nếu các dầm chính có nhịp lệch nhau không quá 10% biểu đồ bao mômen và bao lực đã đợc tính sẵn thành bảng để vẽ trực tiếp thông qua các hệ số và công thức cho sẵn ở phụ lục...

Sau khi có biểu đồ bao mômen và bao lực cắt thiết kế thép dầm chính t-

ơng tự dầm phụ, chú ý tại vị trí có dầm phụ đặt vào cần tính thêm cốt treo (xem chơng 9) với lực tập trung $P=q_{df}l_2$



Hình 11.16

7. Sàn liên tục chịu lực hai phơng(*sàn toàn khối có bản kê 4 cạnh*)

7.1. Tính toán bản sàn

Khác với sàn liên tục kiểu dầm, sàn hai liên tục hai phơng có các ô bản có điều kiện $l_2/l_1 < 2$. Tính toán bàn sàn đợc tính toán trên cơ sơ bản đơn làm việc hai phơng ở mục 5, trong đó có xét đến các tổ hợp bất lợi của tải trọng. Theo đó, để xác định nội lực sàn ta trích từng ô bản của sàn ra để tính toán (hình), liên kết của các ô bản này đã trình bày ở mục 1. Nếu ô bản đang xét thuộc sơ đồ i thì ta tính theo các công thức sau:

$$M_{ni} = \alpha_{ni} q l_1 l_2 \qquad (11.10)$$

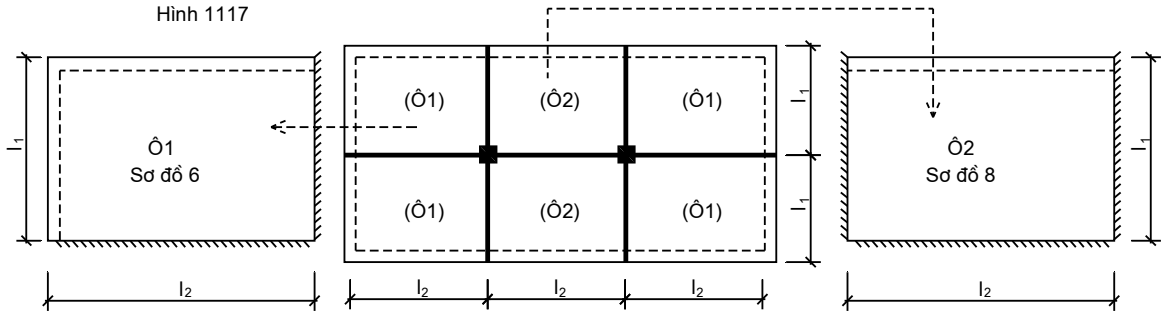
$$M_{di} = \alpha_{di} q l_1 l_2 \qquad (11.12)$$

$$M^g_{ni} = \alpha_{n1} \frac{p}{2} l_1 l_2 + \alpha_{ni} \left(g + \frac{p}{2} \right) l_1 l_2 \qquad (11.13)$$

$$M^g_{di} = \alpha_{d1} \frac{p}{2} l_1 l_2 + \alpha_{di} \left(g + \frac{p}{2} \right) l_1 l_2 \qquad (11.14)$$

Các hệ số α, β tra phụ lục :

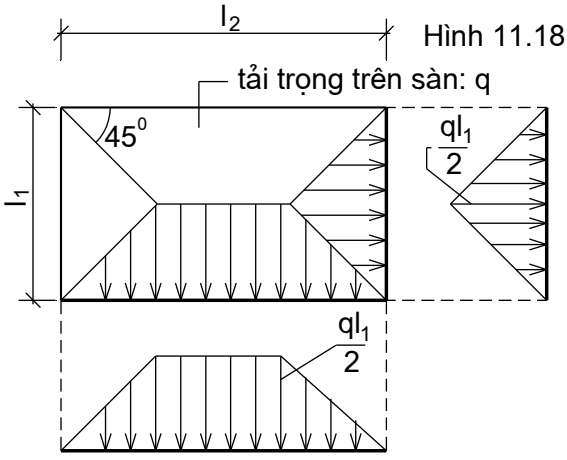
Các ô bản có chung gối, mômen gối tại đó đợc lấy bằng giá trị trung bình hoặc giá trị nào lớn hơn để tính thép. Sau khi có nội lực của tất cả các ô bản tính toán và bố trí cốt thép tơng tự nh tính bản đơn hai phơng (tham khảo thêm sàn liên tục một phơng về cách bố trí thép).



7.2. Tính dầm của sàn làm việc hai phơng

7.2.1. Truyền tải trọng tới cạnh bản

Để xác định tải trọng truyền từ ô bản lên các cạnh (dầm – tờng đỡ sàn) từ các góc bản kẻ các đờng xiên 45^0 chia bản thành bốn phần (2 tam giác, hai hình thang) mỗi phần này chính là diện tích sàn mà tải trọng trên đó truyền tới cạnh tơng ứng.



Hình 11.18

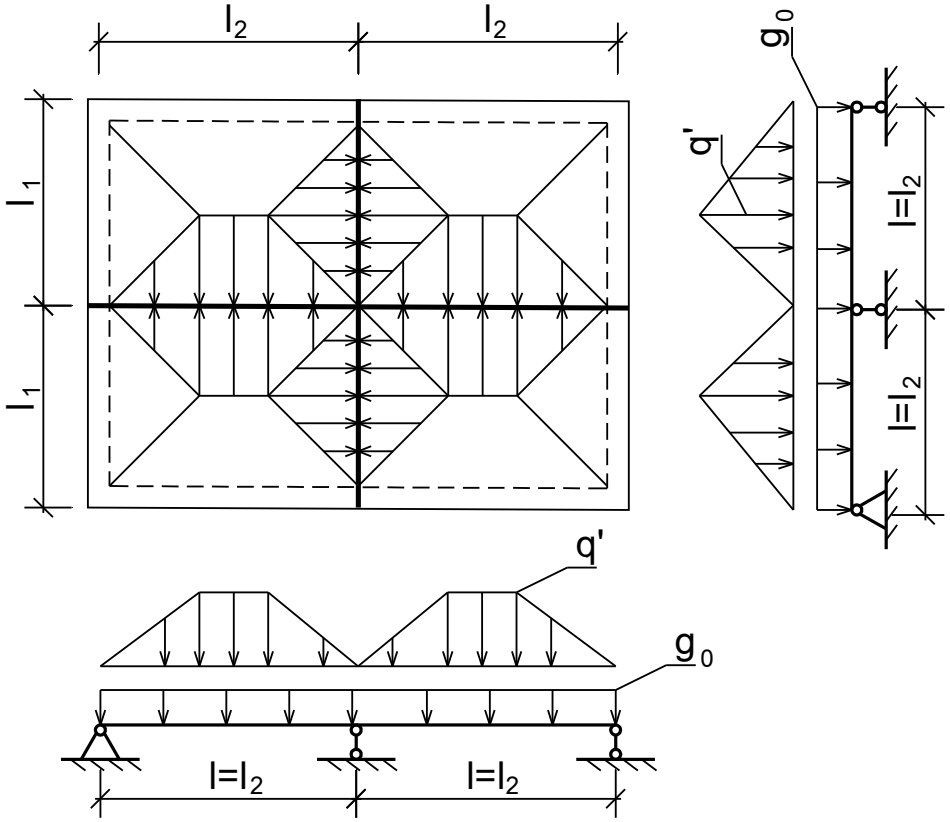
Theo phơng cạnh ngắn dầm chịu tác dụng của tải trọng hình tam giác, theo phơng cạnh dài dầm chịu tác dụng của tải hình thang và các giá trị lớn nhất lấy theo hình 11.18. Nếu hai bên dầm đều có sàn thì các giá trị trên đợc nhân với 2.

7.2.2. Xác định tải trọng trên dầm (tiết dầm dầm bxh)

Ta xét dầm đỡ sàn bản kê bốn cạnh (*không xét dầm biên nếu có*):

Tĩnh tải do trọng lợng bản thân :	$g_1 = n\gamma_b b(h - h_b)$
Tĩnh tải do lớp trát dầm:	$g_2 = n\gamma_v[b + 2(h - h_b)]$
Tải trọng sàn truyền vào:	$q' = ql_1$

Tĩnh tải phân bố đều : $q_0=g_1+g_2$



Xác định mômen, lực cắt theo sơ đồ khớp dẻo:

Mômen uốn tại nhịp biên: $$M_1 = \left(0{,}7M_0 + \frac{g_0 l^2}{11}\right) \quad (11.15)$$

Mômen uốn tại gối thứ hai: $$M_B = -\left(0{,}7M_0 + \frac{g_0 l^2}{11}\right) \quad (11.16)$$

Mômen uốn tại các nhịp giữa: $$M_2 = M_3 = \left(0{,}5M_0 + \frac{g_0 l^2}{16}\right) \quad (11.17)$$

Mômen uốn các gối giữa: $$M_C = M_D = -\left(0{,}5M_0 + \frac{g_0 l^2}{16}\right) \quad (11.18)$$

Lực cắt tại gối A: $$Q_A = Q_0 - \frac{M_B}{l} \quad (11.19)$$

Lực cắt tại mép trái gối B: $$Q_B^T = Q_0 + \frac{M_B}{l} \quad (11.20)$$

Lực cắt tại các vị trí gối khác : $Q_B^P = Q_C^T = Q_C^F ... = Q_0$

Trong đó :

$M_0 = q'\frac{l^2}{12}$; $Q_0 = \frac{q'l_1}{4} + \frac{g_0 l_1}{2}$: khi tải phân bố hình tam giác.

$M_0 = q'\left(\frac{3l_2^2 - l_1^2}{24}\right)$; $Q_0 = q'\left(\frac{2l_2 - l_1}{4}\right) + \frac{g_0 l_2}{2}$;khi tải phân bố hình thang.

Khi có các mômen và lực cắt nguy hiêm, thiết kế thép tơng tự nh đối với dầm trong bản làm việc một phơng.

Khi tính nội lực theo sơ đồ đàn hồi, thì tải trọng tĩnh tải và hoạt tải xác định tơng tự nh trên. Sau đó tải trọng tam giác (hình thang) đợc chuyển về dạng phân bố đều (chữ nhật) tơng đơng. Sau đó dầm đợc tính toán và tổ hợp để vẽ biểu đồ bao mômen và biểu đồ bao lực cắt.

Chuyển tải trọng về dạng phân bố đều dùng công thức sau

$q_{td} = \frac{5}{8}q'$: nếu tải trọng tam giác.

$q_{td} = \left(1 - 2\beta^2 + \beta^3\right)q'$: nếu tải trọng hình thang. Với $\beta = l_1/2l_2$

II. LANH TÔ - Ô VĂNG

1. Lanh tô

Lanh tô là kết cấu chịu lực trên ô trống của tờng xây (trên cửa đi, cửă sổ...) nó đỡ khối xây phía trên. Lanh tô BTCT có tiết diện chữ nhật chiều rộng b lấy bằng chiều dày tờng. Chiều cao lanh tô nên lấy theo bội số của hàng gạch xây.

Chiều dài lanh tô l_{lt}=l+2c.

Trong đó : l là chiều rộng cửa (ô trống), c đoạn ngàm vào tờng.

Lanh tô đợc tính toán theo dầm đơn giản, với nhịp tính toán l_0=l+c. Giả sử khi không có lanh tô khối xây sẽ nứt theo đờng xiên có dạng tam giác vuông nh hình vẽ.... Đây chính là kích thớc khối xây lanh tô chịu.

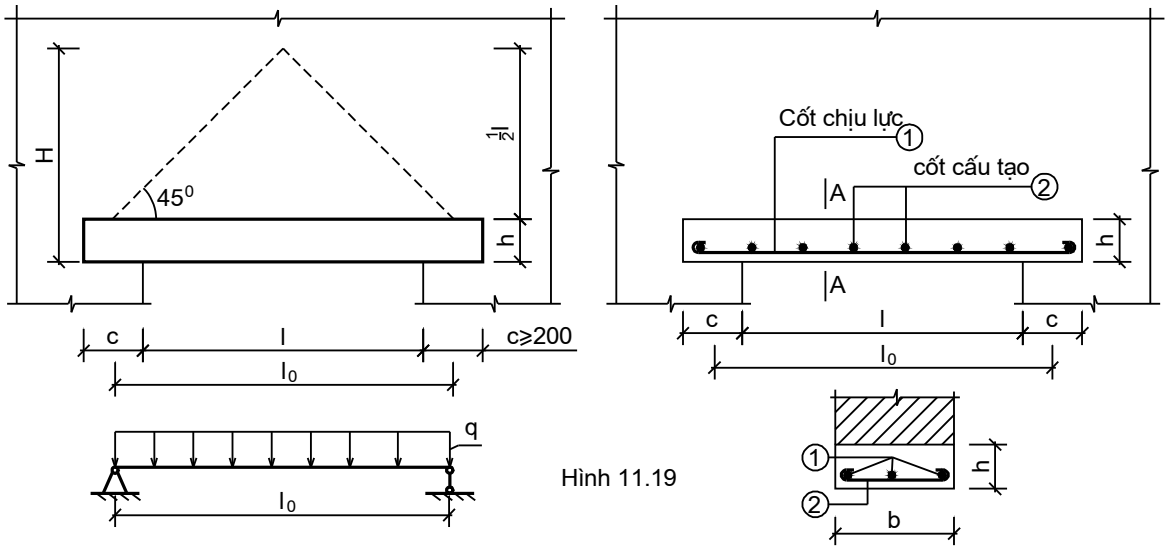
Tải trọng

- Do trọng lợng bản thân : $g_1 = n.\gamma.b.h$

- Do lớp vữa trát quanh lanh tô: $g_2 = n.\gamma_v.\delta_v(b + 2h)$
- Do mảng tường bên trên (dạng tam giác): $g_{max1} = n.\gamma_G.b.l_0/2$
- Do lớp vữa trát khối xây (dạng tam giác): $g_{max2} = n.\gamma_v \frac{l_0}{2}(\delta_{vtr} + \delta_{vng})$

Trong đó: γ_G, γ_v, γ_b trọng lượng riêng của gạch, vữa, bê tông.

Tổng cộng tải trọng tam giác là: $g_{max} = g_{max1} + g_{max2}$



Hình 11.19

Tải trọng này đợc chuyển về thành dạng phân bố đều: $g_3 = 5/8\, g_{max}$

Tổng tải trọng tác dụng vào dầm: $q = (5/8)g_3 + g_1 + g_2$

- Nếu khối tường trên lanh tô có chiều cao $H \le l_0/2$ thì tải trọng lấy với toàn bộ khối xây: $q = n.\gamma_g.b.H + n\gamma_v(\delta_1 + \delta_2).H + g_1 + g_2$
- Nếu sàn kê lên tường cách lanh tô $< \frac{l_0}{2}$ thì phải kể đến tải trọng do sàn truyền vào lanh tô (tính giống với sàn truyền tải trọng vào dầm).

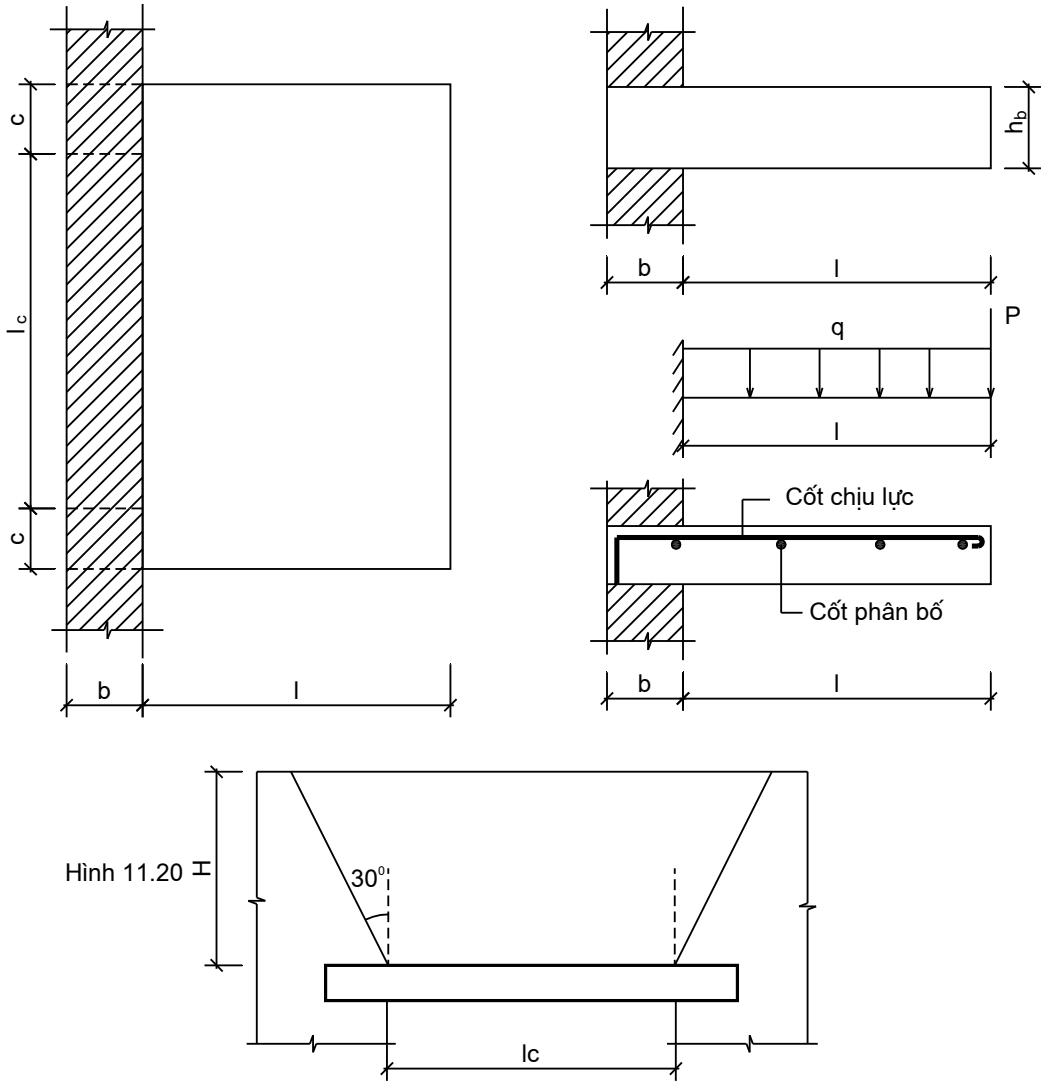
Từ đó tính và vẽ biểu đồ mômen, lực cắt cắt : $M_{max} = \frac{ql_0^2}{8}; Q_{max} = \frac{ql_0}{2}$

Cốt thép đợc tính toán theo bài toán cấu kiện chữ nhật chịu uốn.

2. Ô văng (hình 11.20)

Ô văng (mái hắt) thường đặt trên cửa sổ, cửa đi ngoài. Nó chính là một

loại bản BTCT ngàm một cạnh vào tường cho nên đợc tính toán theo bản làm việc một phơng đã trình bày ở mục I.4. Theo đó cắt dải bản rộng 1m để tính, tải trọng tác dụng lên ô văng gồm tải trọng phân bố đều q và hoạt tại tập trung do ngời và dụng cụ.



Hình 11.20

Xác định q theo mục I.2.1; hoạt tải tập trung lấy theo tiêu chuẩn cứ 1 m dài có 1 ngời đứng, tải trọng tiêu chuẩn của ngời là 75daN, trờng hợp này hệ số vợt tải lấy n=1,4.

Sau đó tính mômen nguy hiểm $M_{max}=\frac{ql^2}{2}+PL$ rồi thiết kế thép nh cho sàn. Chú ý mômen âm căng thớ trên, nên thép đợc bố trí phía trên.

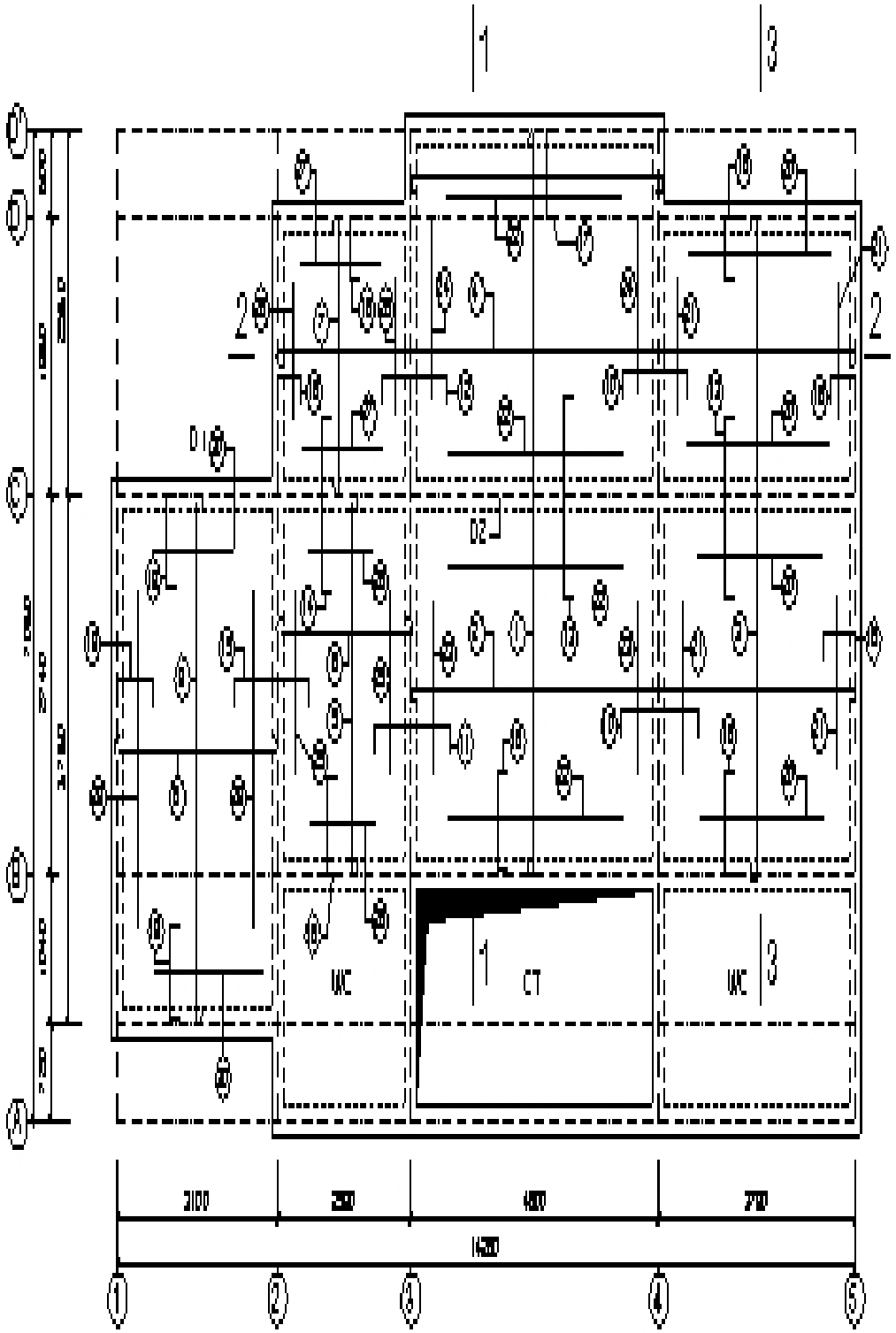
Ngoài ra cần *kiểm tra chống lật cho ô văng* theo điều kiện :

$M_{cl}/M_l = 1,3 - 1,5$, điểm lật tính với mép ngoài của tờng. $M_l = M_{max}$

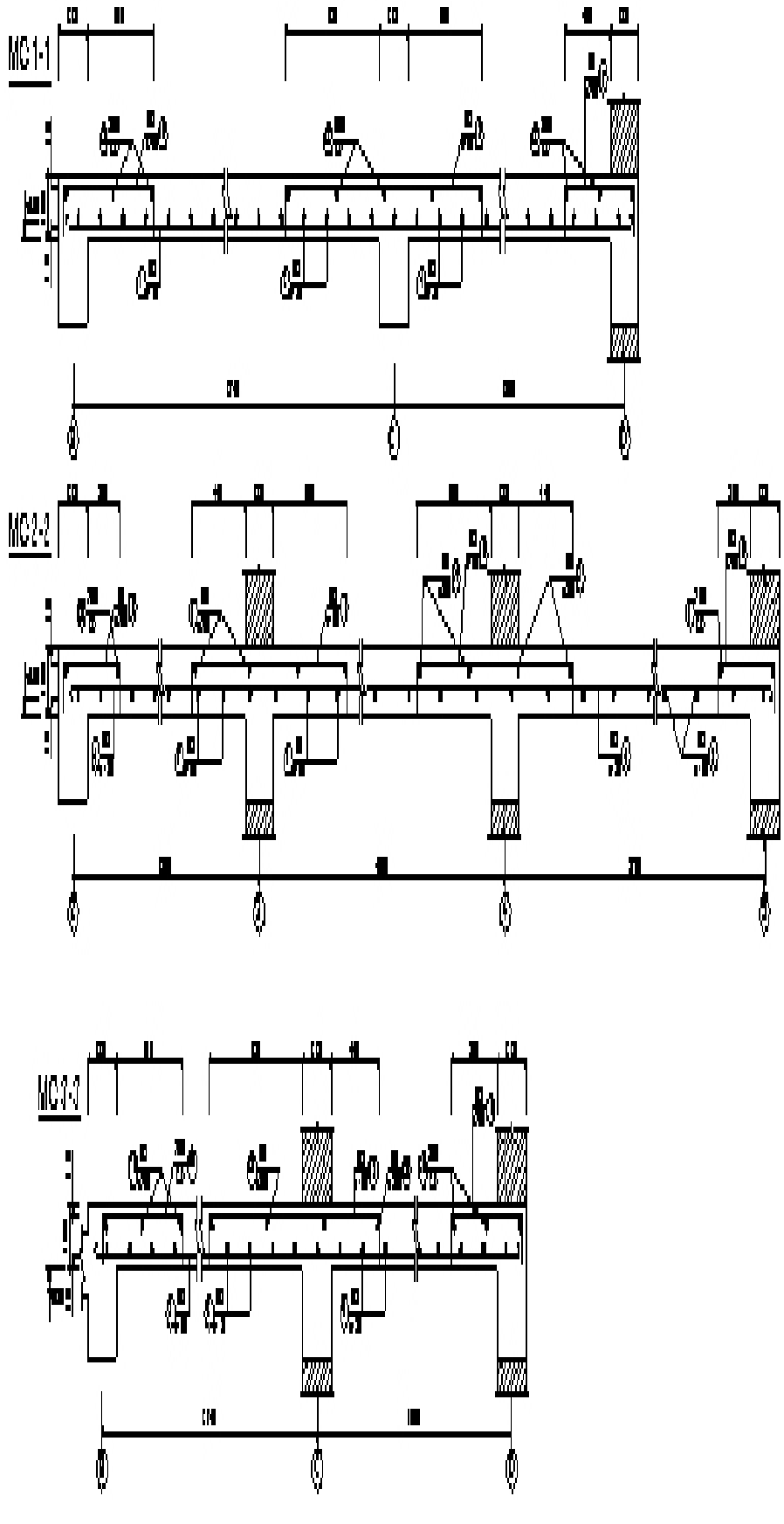
Mômen chống lật tính với trọng lợng khối xây dạng hình thang cạnh đáy bằng bề rộng ô cửa, cạnh bên mở rộng 30^0, cạnh đáy ở mép trên tờng, tính mômen này lấy hệ số vợt tải 0,9.

$$M_{cl} = \frac{n.\gamma_G.\left(H.tg30^0 + b\right)b^2H}{2} = 0,45\gamma_G.\left(H.tg30^0 + b\right)b^2H$$

Ví dụ bản vẽ bố trí cốt thép sàn

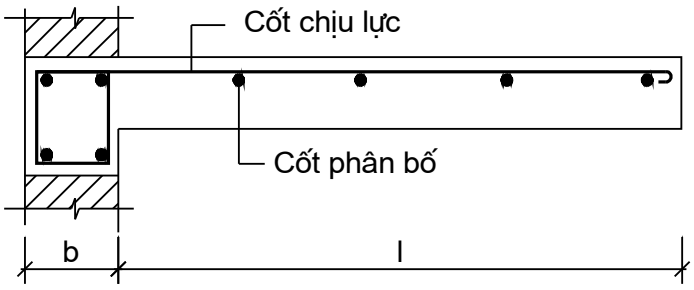


MẶT BẰNG BỐ TRÍ THÉP SÀN TẦNG 2



3. Lanh tô - ô văng kết hợp

Tính riêng từng bộ phận nh trên, tính ô văng trớc. Chú ý khi tính lanh tô thì có thêm tải trọng do ô văng truyền vào lanh tô. Chú ý lanh tô trong trờng hợp này chọn h lớn hơn lanh tô độc lập.



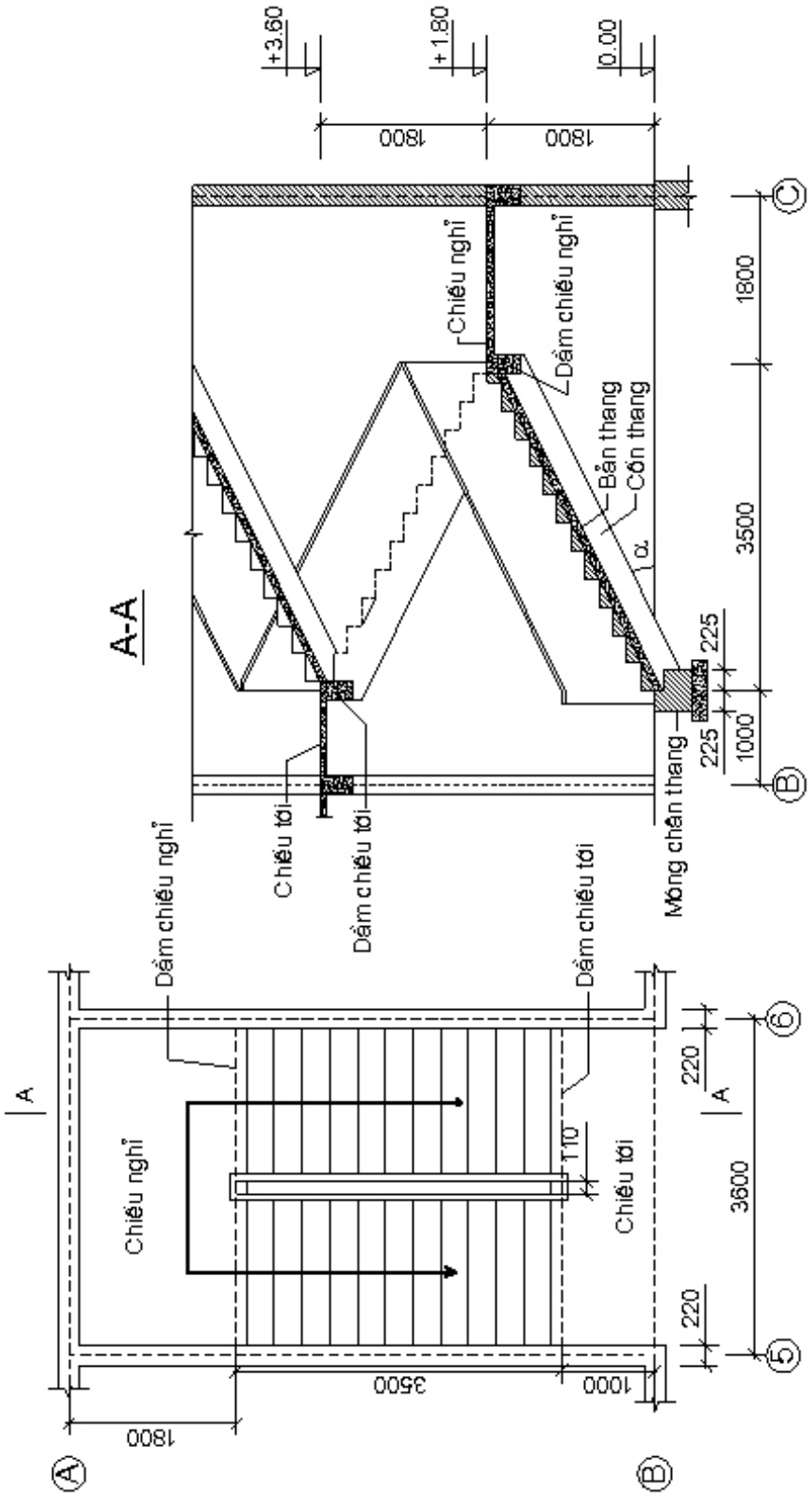
Hình 11.21

III. CẦU THANG

1. Cầu thang hai đợt có cốn

Cầu thang là bộ phận đảm bảo giao thông theo phơng đứng cho công trình, nhìn chung về cấu tạo cầu thang có thể gồm các bộ phận: *bậc thang, đan thang, cốn thang, chiếu nghỉ, chiếu tới, các dầm đỡ, lan can tay vịn*. Để xét kĩ hơn về nguyên lí tính toán và cấu tạo ta xét cầu thang hai đợt có cốn có mặt bằng và mặt cắt nh hình vẽ 11.22.

Các bộ phận cầu thang trên đều đợc tính toán theo cấu kiện chịu uốn. *Bản thang, bản chiếu nghỉ, bản chiếu tới tính toán và cấu tạo theo bản sàn làm việc một phơng hoặc hai phơng*. Chỉ riêng bản thang khi xác định tải trọng cũng nh tìm nội lực cần chú ý phơng nghiêng của tải trọng.



Hình 11.22

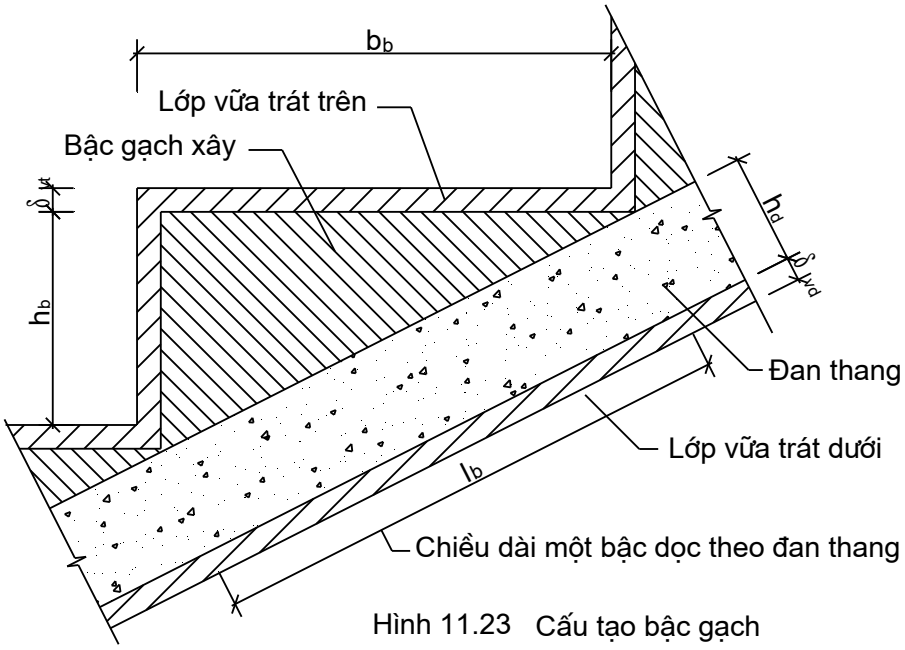
Nên tiến hành tính kết cấu cầu thang theo thứ tự: *tính đan thang, tính*

dầm cốn thang, tính chiếu tới, tính dầm chiếu tới, tính chiếu nghỉ, dầm chiếu nghỉ.

1.1. Tính đan thang (bản đan thang)

Tải trọng tác dụng lên bản thang hoạt tải và tĩnh tải đợc tính toán theo mục I.2 nhng tĩnh tải ngoài tính toán các lớp còn phải kể đến tĩnh tải theo cấu tạo của bậc gạch (tức kể thêm khối xây bậc gạch vữa trát bậc và cổ bậc thang) xem hình vẽ 11.23.

- Tải trọng lớp vữa trát trên: $g_{vt} = n\gamma_v(b_b + h_b)\delta_{vt}/l_b$
- Trọng lợng bậc gạch qui ra phân bố đều : $g_b = n\gamma_G b_b h_b / 2l_b$
- Các lớp tải trọng khác tính tơng tự mục I.2 (chơng 11)



Hình 11.23 Cấu tạo bậc gạch

Sau khi có tổng tải trọng với giá trị q_{bt} (phân bố đều trên diện tích) nội lực bản đợc tính toán với thành phần vuông góc với bản có giá trị $q_b' = q_{bt}\cos\alpha$.

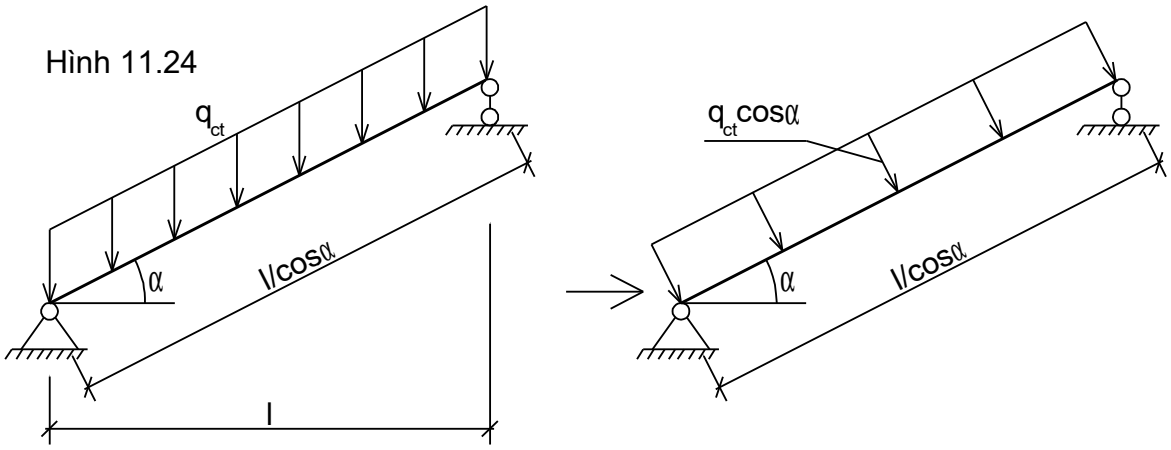
Với α là góc nghiêng của bản thang $\cos\alpha = \dfrac{b_b}{\sqrt{h_b^2 + b_b^2}}$. Khi có q_b' tuỳ vào sự làm việc (một phơng, hai phơng của bản thang) để thiết kế thép.

1.2. Dầm cốn thang

Do yêu cầu kiến trúc và chịu lực, dầm cốn thang có chiều rộng b thờng khá nhỏ b=8,10,15 cm. Dầm cốn thang đợc *tính toán và cấu tạo theo dầm đơn giản*, với tải trọng tính toán gồm tải trọng bản thân và tải trọng do đan thang truyền vào (xem hình 11.15 và 11.18) và tổng tải trọng là q_{ct} (phân bố trên chiều dài), để tính nội lực M, Q tải trọng đó cũng xét với thành phần vuông góc trục dầm $q_{ct}^{'}=q_{ct}\cos\alpha$. (Hình 11.24).

$$M_{max} = \frac{q_{ct}(1/\cos\alpha)^2}{8} = \frac{q_{ct}l^2}{8\cos\alpha}; \qquad Q_{max} = \frac{q_{ct}l}{2}$$

Hình 11.24

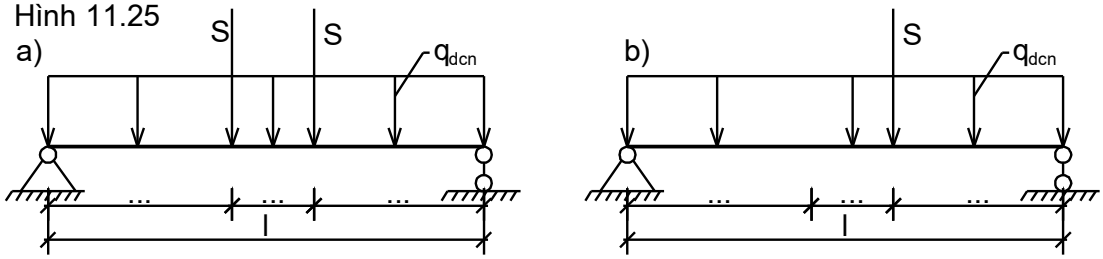


1.2. Dầm chiếu tới, chiếu nghỉ

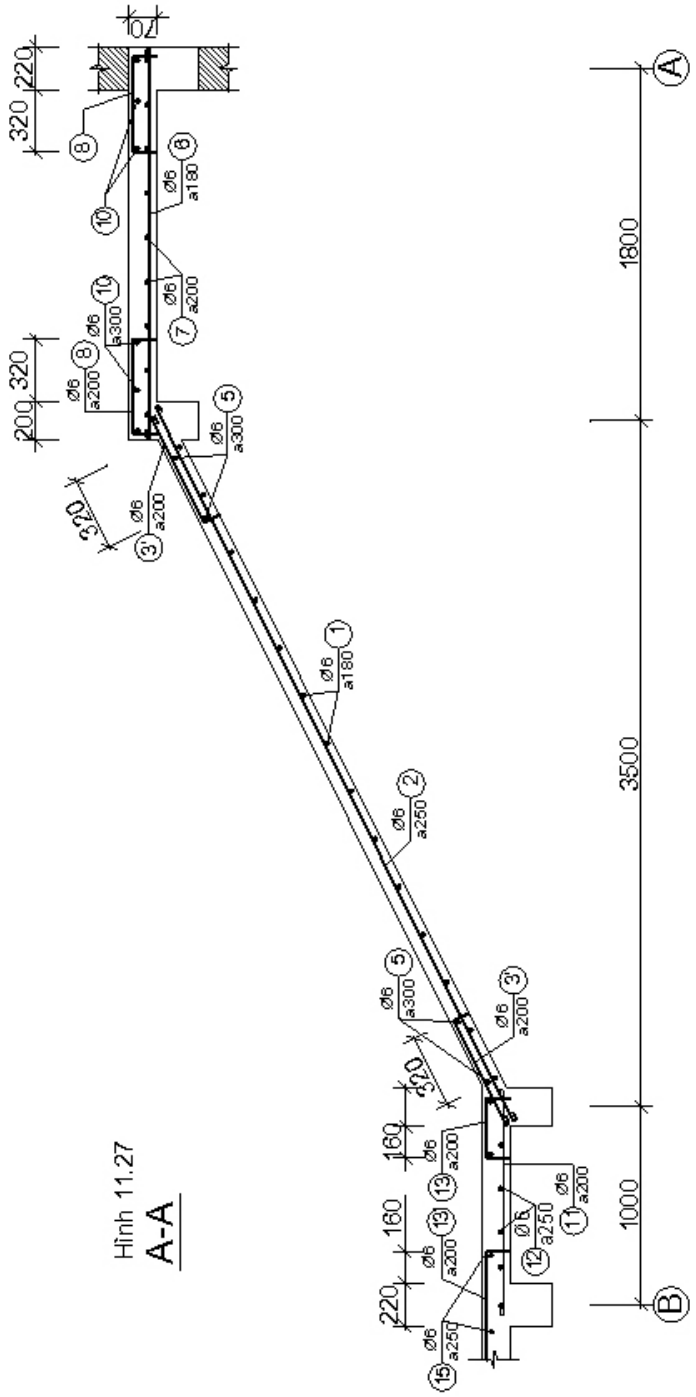
Tính toán và cấu tạo theo dầm đơn giản, với tải trọng gồm có tải trọng bản thân, tải trọng do sàn chiếu tới (chiếu nghỉ) truyền vào đó là các tải trọng phân bố trên chiều dài kí hiệu q_{dcn} hoặc q_{dct}, ngoài ra tại điểm đặt cốn thang nó còn chịu lực tập trung, giá trị lực tập trụng bằng phản lực tại gối S (tính phản lực tại gối của sơ đồ hình 11.24): $S=Q_{max}=q_{ct}l/2$.

Chú ý dầm chiếu nghỉ trên cùng chỉ có một cốn nến chỉ có một lực tập trung (hình 11.25b). Từ đó có sơ đồ tính nh hình 11.25, tiến hành tính M, Q và thiết kế thép theo cấu kiện chịu uốn.

Hình 11.25

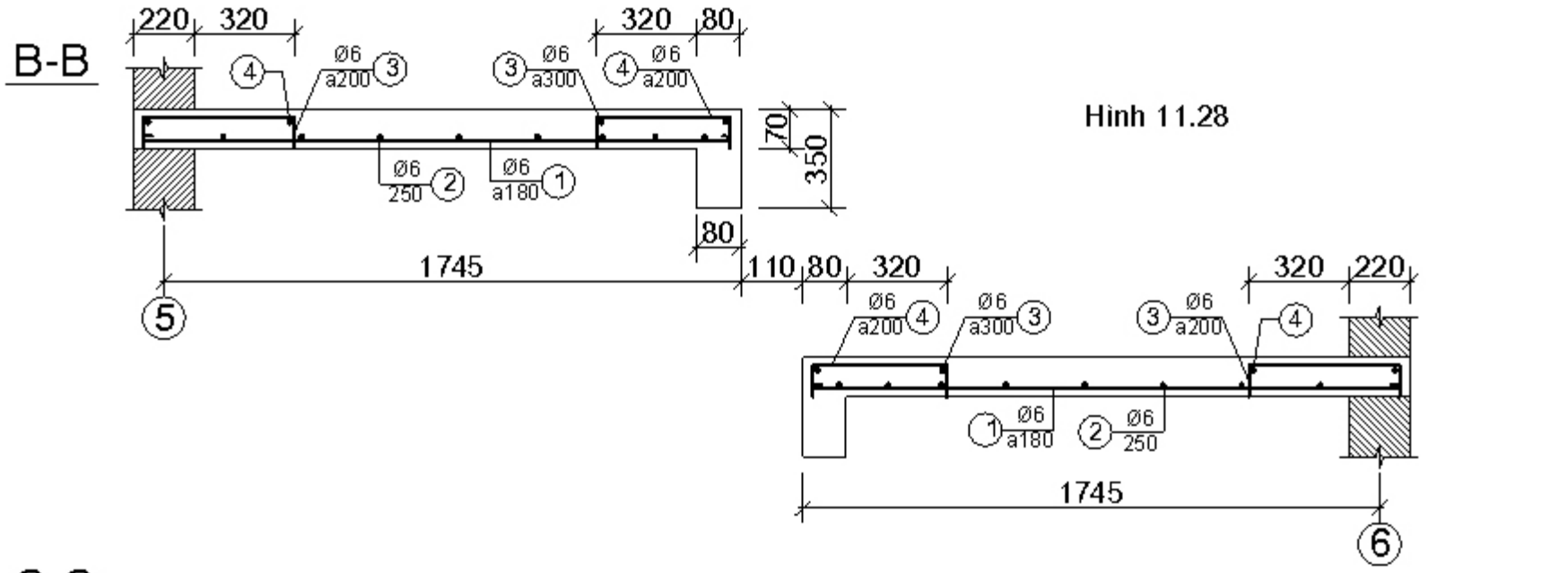


Hình vẽ 11.27, 11.28, 11.29 mô tả cấu tạo cho cầu thang hình 11.22.

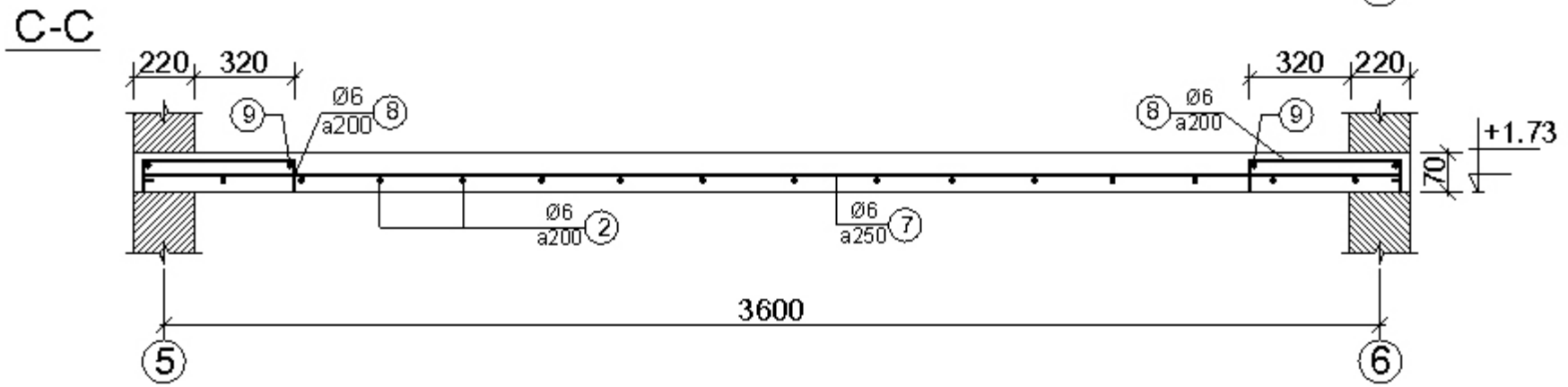


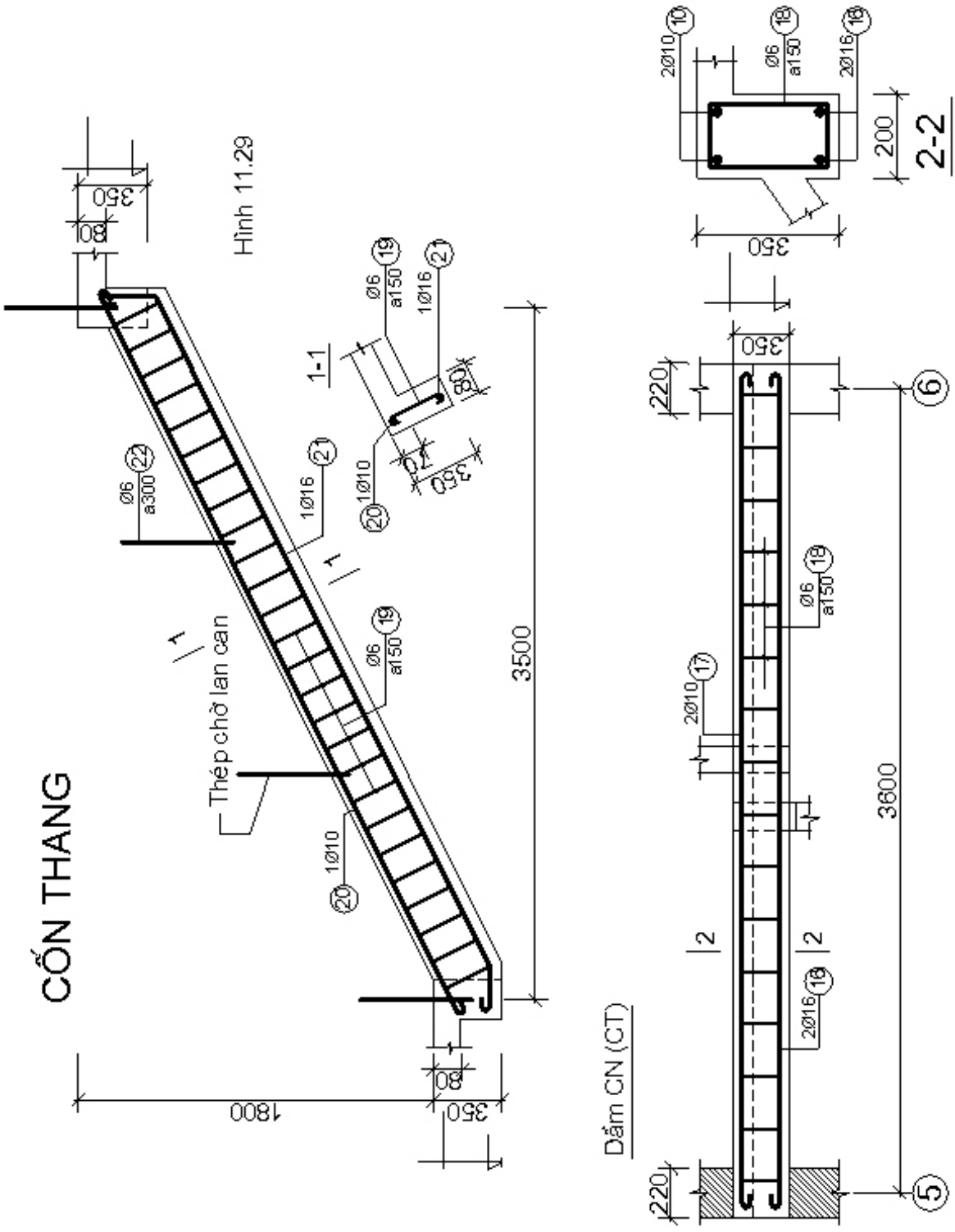
Hình 11.27

A-A


B-B
220
320
320
80
Ø6 a200
Ø6 a300
Ø6 a200
Ø6 250
Ø6 a180
70
350
80
1745
110
80
320
320
220
Ø6 a200
Ø6 a300
Ø6 a200
Ø6 a180
Ø6 250
1745
5
6

Hình 11.28

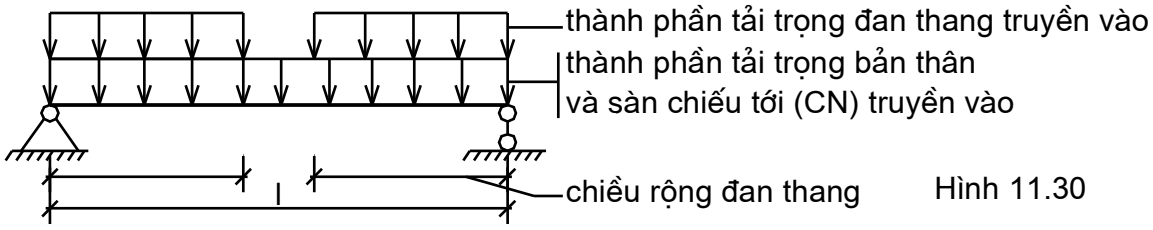

C-C
220
320
320
220
Ø6 a200
Ø6 a200
Ø6 a200
Ø6 a250
70
+1.73
3600
5
6



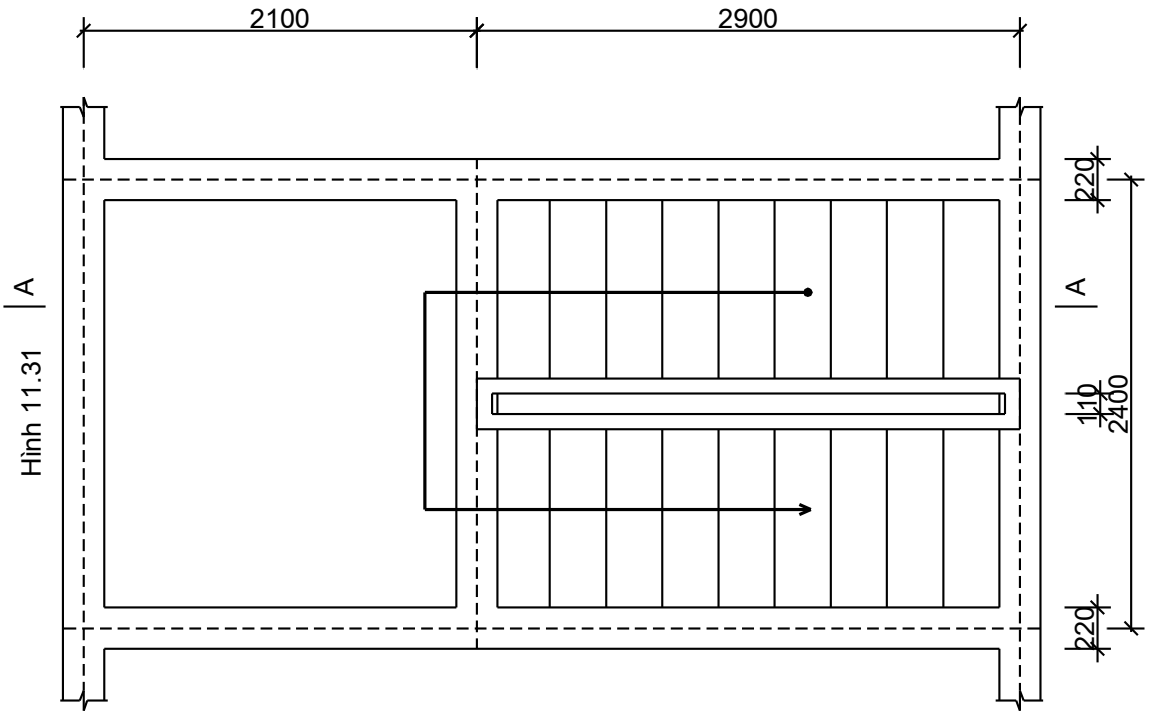
2. Cầu thang hai đợt không cốn

Ngoài những vấn đề cơ bản đã trình bày ở cầu thang hai đợt có cốn khi tính toán và cấu tạo ta cần chú ý: *Đan thang* tính nh bản một phơng có liên kết

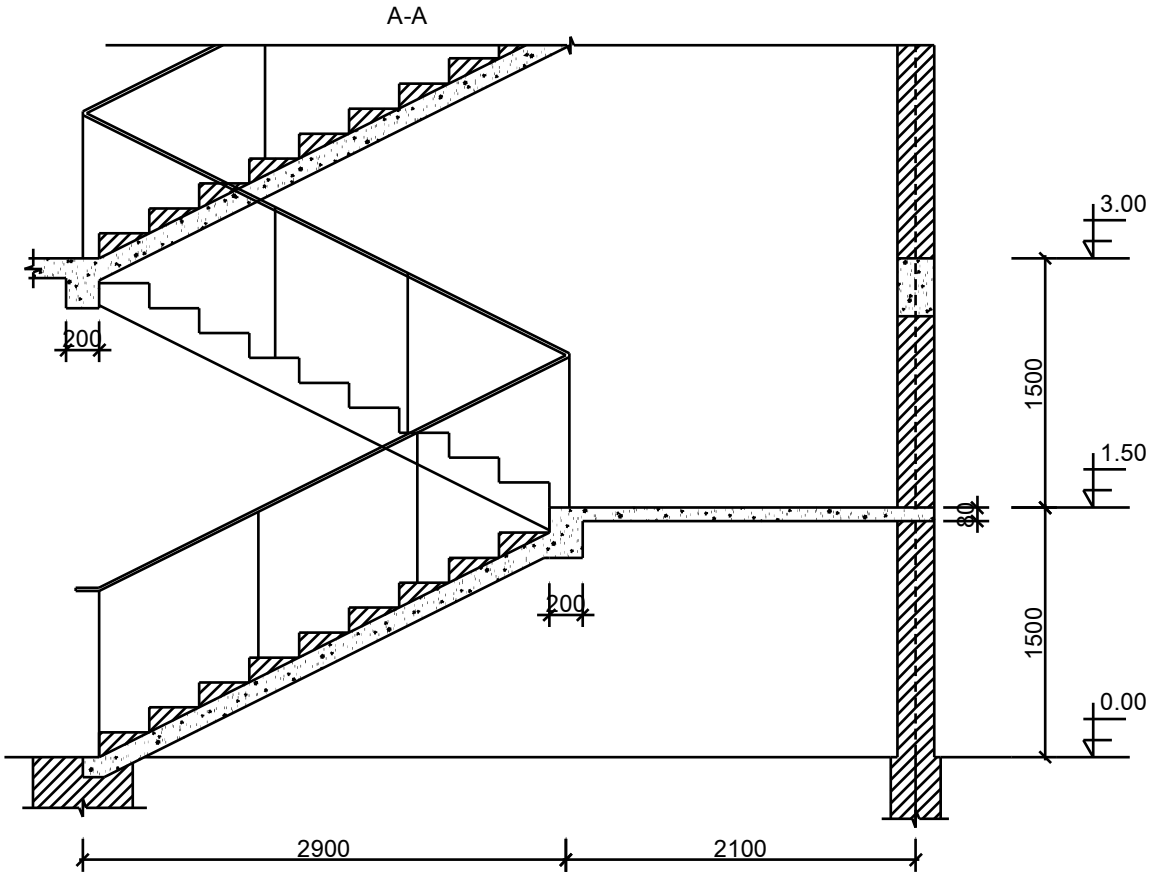
với dầm chiếu tới dầm chiếu nghỉ (các cạnh khác coi nh tự do – nh vậy phơng làm việc là phơng dọc theo đan thang). *Dầm chiếu tới, chiếu nghỉ* chỉ chịu tải trọng phân bố, trong đó thành phần truyền từ đan thang vào dầm cũng là dạng phân bố (hình 11.30). Các bộ phận khác tính nh thông thờng. Các hình .... minh hoạ một cầu thang hai đợt không cốn.

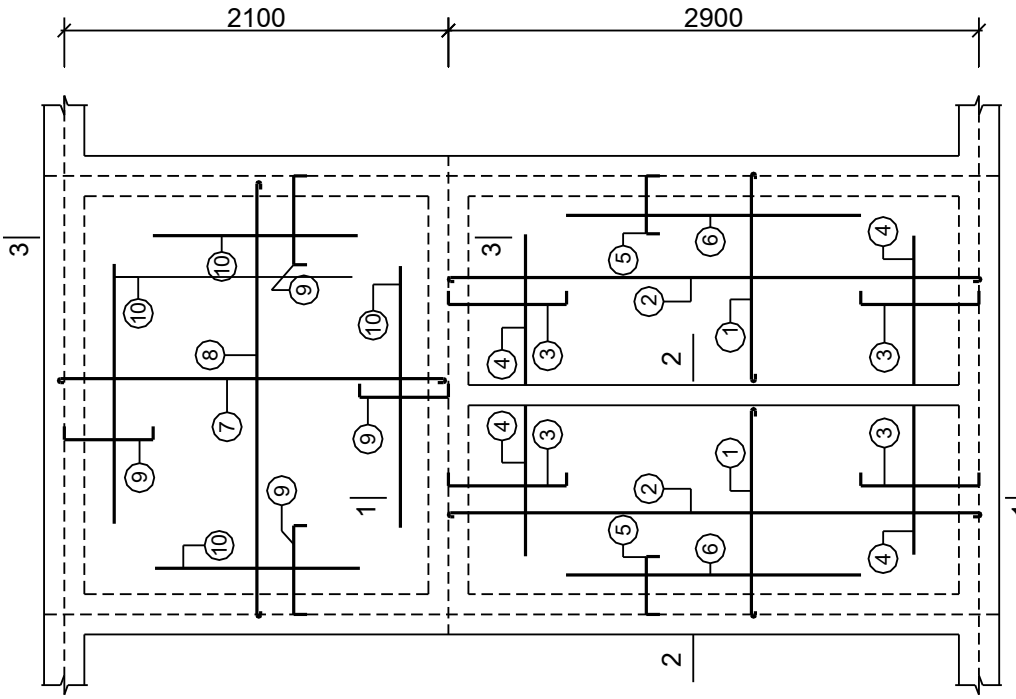


Hình 11.30

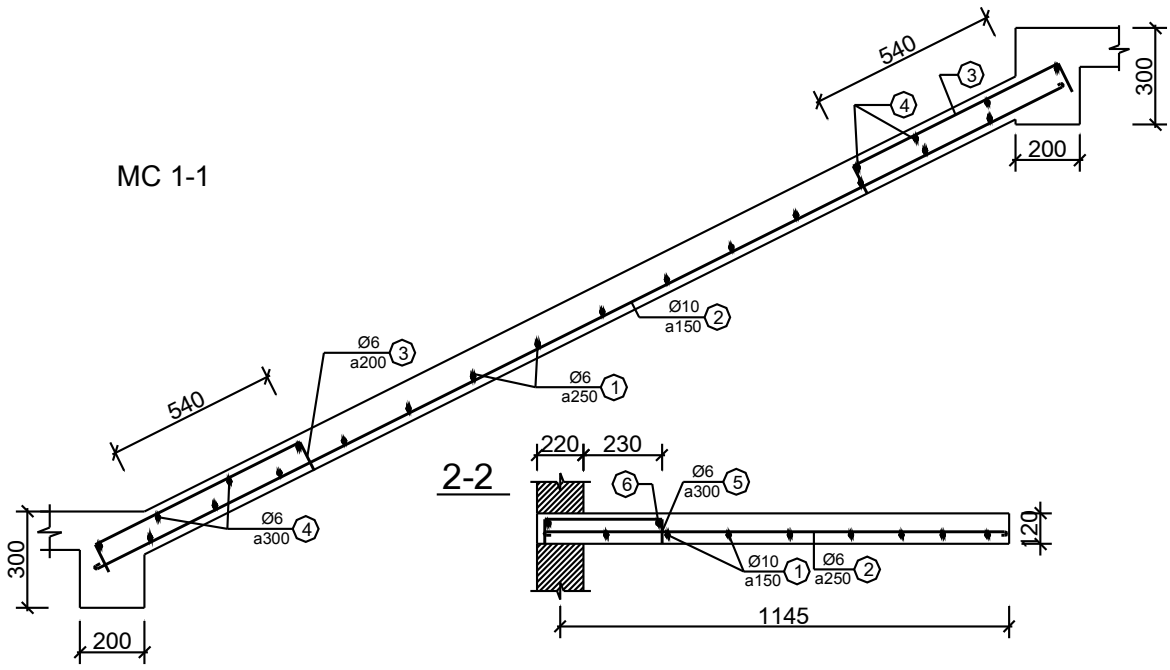


Hình 11.31

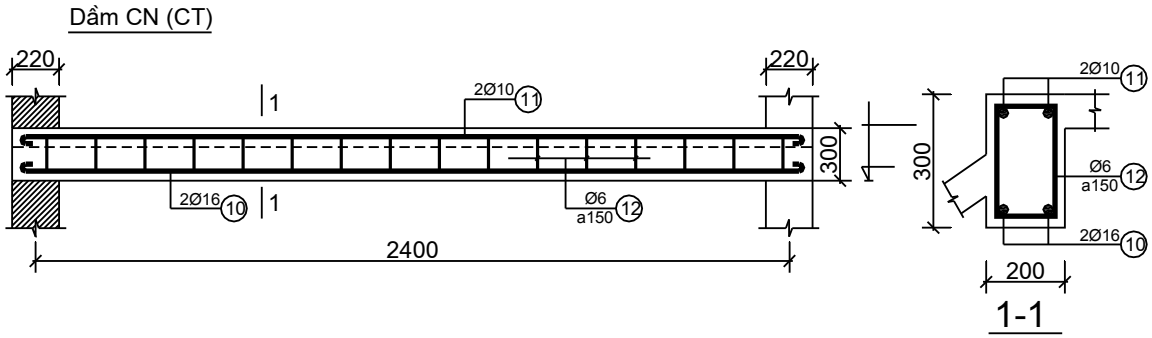




HÌNH 11.31MẶT BẰNG BỐ TRÍ THÉP


MC 1-1
540
300
200
Ø10
a150
Ø6
a200
Ø6
a250
Ø6
a300
2-2
220
230
120
1145
3-3
200
320
80
2100

Hình 11.32


Dầm CN (CT)
220
2Ø10
2Ø16
Ø6
a150
300
2400
200
1-1

IV. KHUNG PHẲNG BTCT TRONG NHÀ DÂN DỤNG

1. Tính toán cơ bản

Khung phẳng BTCT gồm nhiều loại: một nhịp, nhiều nhịp nó là kết cấu siêu tĩnh đợc cấu tạo từ các dầm khung và các cột liên kết cứng với nhau (thông thờng nên chọn độ cứng của cột –EJ- lớn hơn độ cứng của dầm).

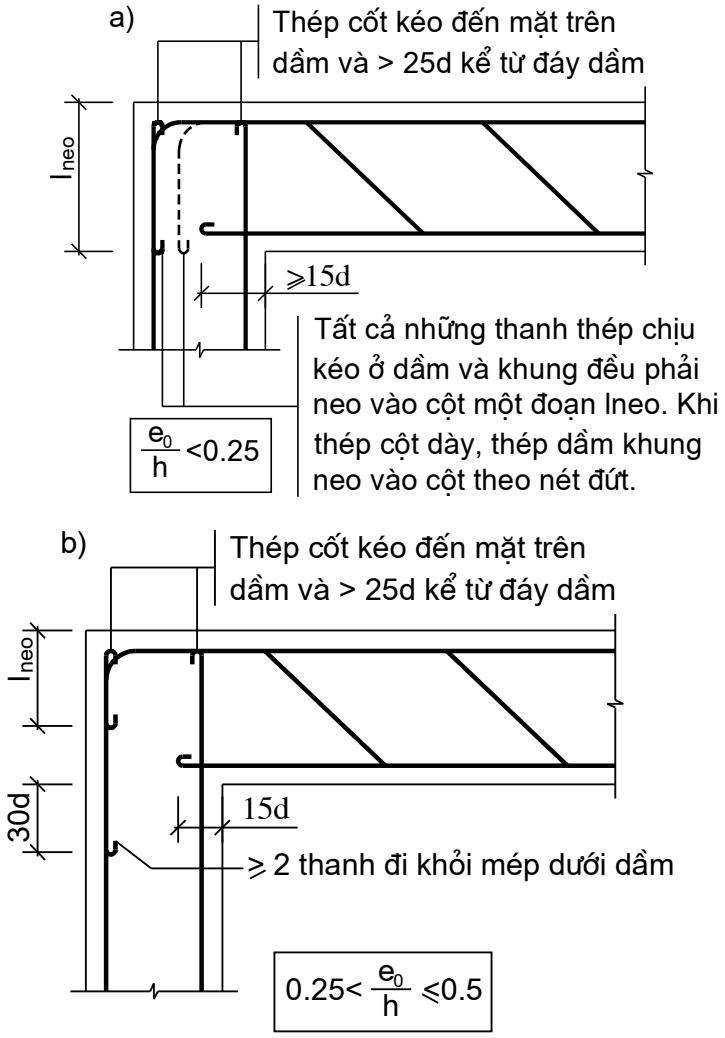
Thông thờng tải trọng tác dụng vào khung gồm các thành phần tĩnh tải, hoạt tải (hai phơng án tải) và tải trọng gió (hai phơng án tải). Sau khi xác định tải trọng tiến hành tính toán nội lực từng phơng án tải và tổ hợp nội lực khung theo các công cụ đã học trong cơ học kết cấu. Hiện nay, tính toán và tổ hợp nội lực cho khung thờng sử dụng các phần mềm phân tích kết cấu nh SAP, nó cho kết quả nhanh chóng và chính xác.

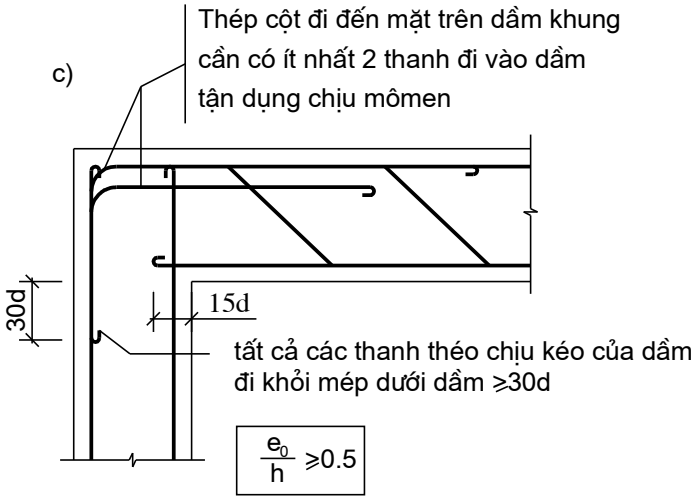
Sau khi có nội lực tuỳ thuộc vào loại cấu kiện (dầm, cột) tiến hành thiết kế thép theo cấu kiện chịu uốn hay chịu nén trình bày trong các chơng trớc.

2. Cấu tạo khung

Hình thức bố trí cốt thép trong khung tuân theo các yêu cầu cấu tạo trong dầm và cột đã trình bày ở các chơng trớc. Tuy nhiên, với khung cấu tạo mắt khung (chỗ giao nhau giữa dầm khung và cột) là rất quan trọng:

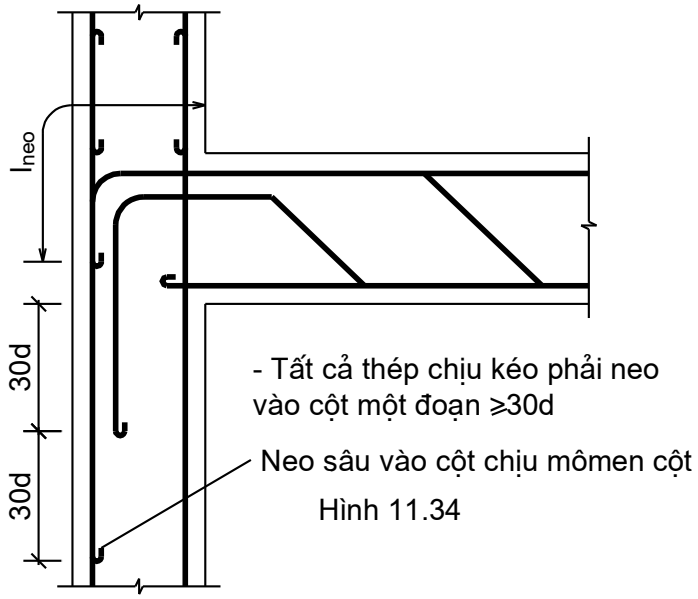
Với mắt khung trên cùng cấu tạo cốt thép phụ thuộc và trị số e_0/h với $e_0=\frac{M}{N}$ (Xem hình 11.33).


a)
Thép cốt kéo đến mặt trên dầm và > 25d kể từ đáy dầm
l_{neo}
≥15d
Tất cả những thanh thép chịu kéo ở dầm và khung đều phải neo vào cột một đoạn lneo. Khi thép cột dày, thép dầm khung neo vào cột theo nét đứt.
$\frac{e_0}{h}$<0.25
b)
Thép cốt kéo đến mặt trên dầm và > 25d kể từ đáy dầm
l_{neo}
30d
15d
≥ 2 thanh đi khỏi mép dưới dầm
0.25< $\frac{e_0}{h}$ ≤0.5

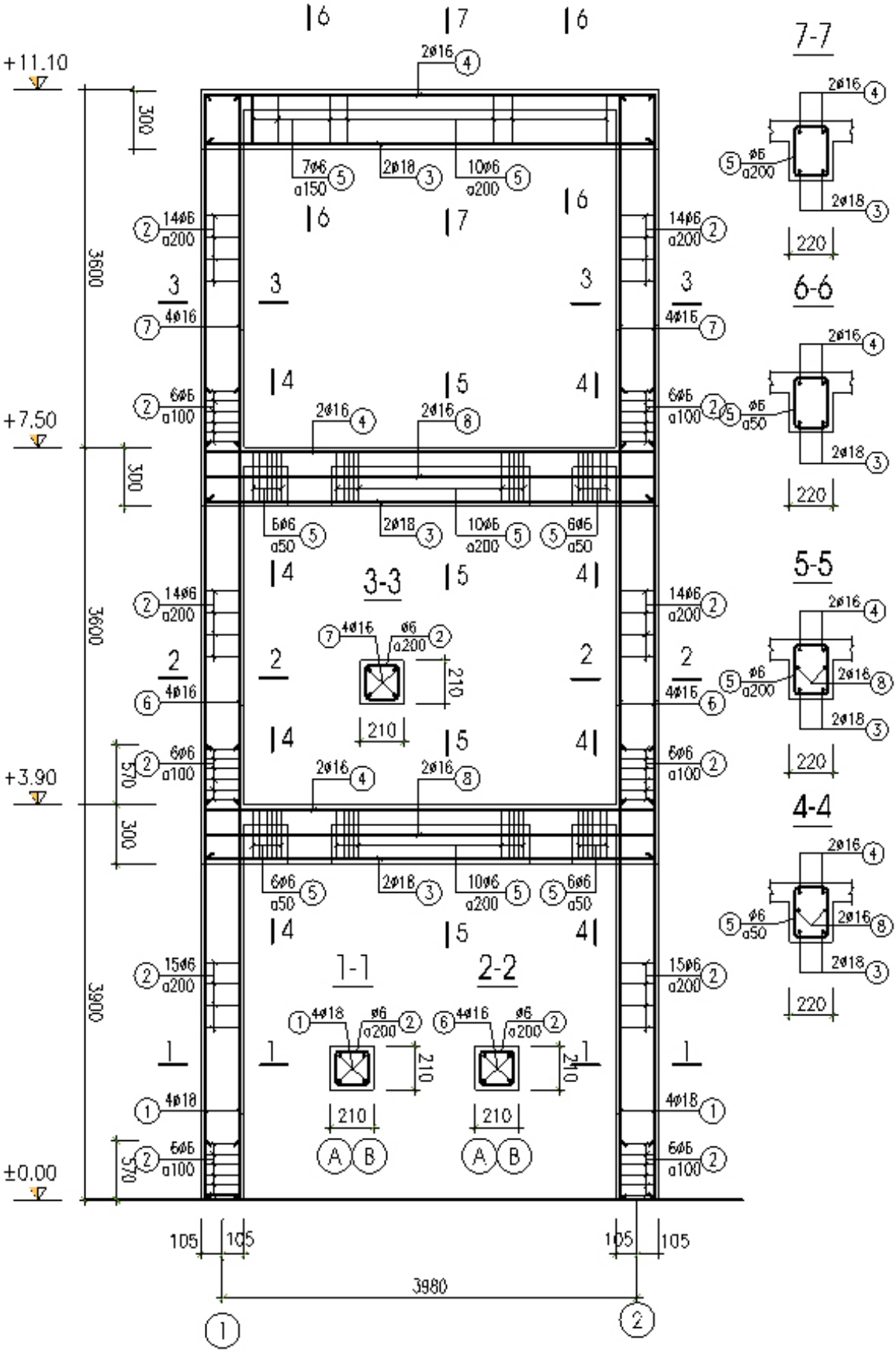


Hình 11.33

Cấu tạo mắt khung tầng trung gian xem hình 11.34



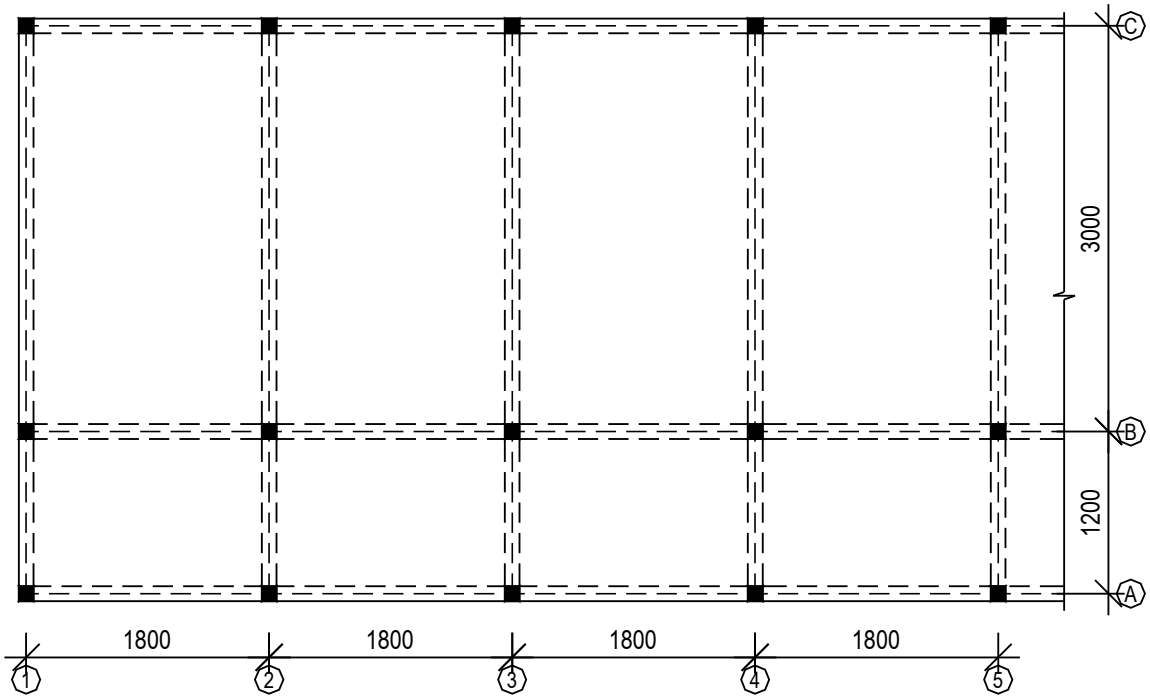
Hình 11.34



+11.10
+7.50
+3.90
±0.00
3600
3600
3900
300
300
300
570
570
3-3
1-1
2-2
7-7
6-6
5-5
4-4
2ø16
7ø6 a150
2ø18
10ø6 a200
14ø6 a200
4ø16
6ø6 a100
6ø6 a50
15ø6 a200
4ø18
ø6 a200
ø6 a50
210
220
105
3980

Câu hỏi và bài tập

1) Đặc điểm cấu tạo về cách bố trí thép tại các gối coi là ngàm và khớp của các ô bản.
2) Thế nào là ô bản chịu lực một phơng, chịu lực hai phơng?
3) So sánh sự giống nhau và khác nhau trong cách bố trí cốt thép của bản hai phơng và một phơng.
4) Cho mặt bằng kết cấu sàn của một công trình trờng học (sàn phòng học), các lớp sàn có cấu tạo nh hình 11.5, yêu cầu tính toán cốt thép sàn, và dầm trục 2. Biết dầm trục 2 có bxh=20x40cm^2. Thép sàn và cốt đai dùng loại CI, cốt dọc trong dầm dùng loại CII.



PHỤ LỤC

Phụ lục 1. Hệ số độ tin cậy (vợt tải) đối với các tải trọng do khối lợng kết cấu xây dựng và đất.

Các kết cấu và đất	Hệ số vợt tải
Thép	1,05
Bê tông có khối lợng thể tích lớn hơn 1600 kg/m^3, bê tông cốt thép, gạch đá, gạch đá có cốt thép, gỗ	1,1
Bê tông có khối lợng thể tích không lớn hơn 1600 kg/m^3, các vật liệu ngăn cắch, các lớp trát và hoàn thiện (tấm, vỏ, các vật liệu cuộn, lớp phủ, lớp vữa lót...) tuỳ theo điều kiện sản xuất: - Tại nhà máy - Tại công trờng	 1,2 1,3
Đất nguyên thổ	1,1
Đất đắp	1,15

Chú thích: Khi kiểm tra ổn định chống lật, phần khối lợng tính chống lật giảm xuống làm cho kết cấu bất lợi hơn lấy n=0,9.

Hệ số tin cậy với tải trọng phân bố đều trên sàn và cấu thang lấy bằng 1,3 khi tải trọng tiêu chuẩn nhỏ hơn 200 daN/m^2; bằng 1,2 khi tải trọng tiêu chuẩn lớn hơn hoặc bằng 200 daN/m^2.

Phụ lục 2. Hệ số tin cậy của các tải trọng do khối lợng thiết bị

Loại tải trọng	Hệ số vợt tải
1.Trọng lợng thiết bị cố định	1,05
2.Trọng lợng lớp ngăn cách của thiết bị đặt cố định	1,2
3.Trọng lợng vật chứa trong thiết bị, bể chứa và ống dẫn	
a) Chất lỏng	1,0
b) Chất huyền phù, chất cặn và chất rời	1,1
4.Tải trọng do khối lợng máy bốc dỡ và xe cộ	1,2
5. Tải trọng do vật liệu có khả năng hút ẩm ngấm nớc (bông, vải, sợi, thực phẩm...)	1,3

Phụ lục 3. Cờng độ tính toán của gỗ Việt Nam (KN/cm^2)

STT	Trạng thái ứng suất	Ký hiệu	Nhóm gỗ	Độ ẩm W	
				15%	18%
1	Nén dọc thớ và ép mặt dọc thớ	R_n R_{em}	IV V VI VII	1,5 1,55 1,2 1,15	1,35 1,35 1,15 1,00
2	Kéo dọc thớ	R_k	IV	1,15	1,1

			V VI VII	1,25 1,00 0,85	1,2 0,95 0,8
3	Uốn	R_u	IV V VI VII	1,7 1,85 1,35 1,20	1,5 1,65 1,2 1,05
4	Nén ngang thớ và ép ngang mặt	R_n^{90} R_{em}^{90}	IV V VI VII	0,25 0,28 0,2 0,15	0,24 0,25 0,18 0,13
5	Trợt dọc thớ	R_c	IV V VI VII	0,29 0,3 0,24 0,22	0,25 0,25 0,21 0,19

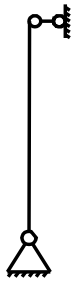
$$R_{tr}^{90} = \frac{1}{2} R_{tr}; \qquad R_c^{\alpha} = \frac{R_c}{1 + \sin^3 \alpha}; \qquad R_{em}^{\alpha} = \frac{R_{em}}{1 + \left(\frac{R_{em}}{R_{em}^{90}} \right) \sin^3 \alpha}$$

$$R_W = \frac{R_{18}}{1 + \alpha (W - 18)}; \qquad R_T = R_{20} - \beta (T - 20)$$

Phụ lục 4: Độ mảnh cho phép [λ] (kết cấu gỗ)

Cấu kiện chịu nén chủ yếu	*Cấu kiện phụ*	*Giằng liên kết*	*Cấu kiện chịu nén chủ yếu (công trình cầu)*	*Giằng (công trình cầu)*
120	150	200	100	150

Phụ lục 5: Hệ số μ tính chiều dài tính toán của cấu kiện chịu nén

Liên kết hai đầu thanh				
μ (kc gỗ)	0,5	0,8	1	2
μ (kc thép)	0,5	0,7	1	2
μ (kc BTCT)	0,5	0,7	1	2

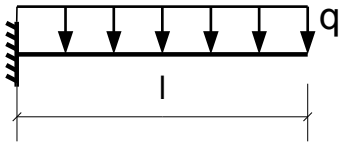
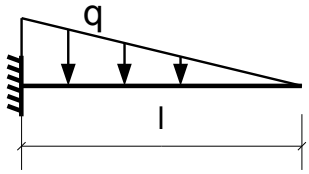
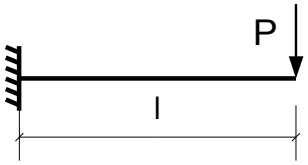
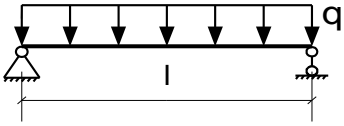
Phụ lục 6: Hệ số điều kiện làm việc m tính cờng độ gỗ chịu uốn

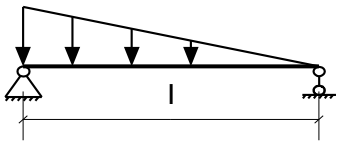
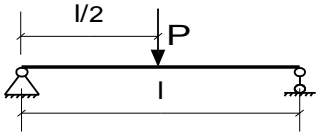
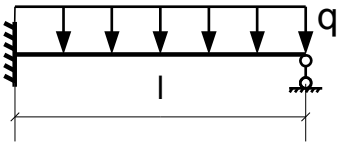
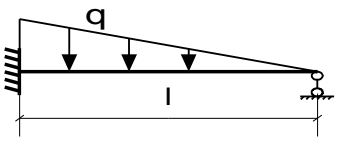
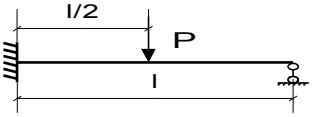
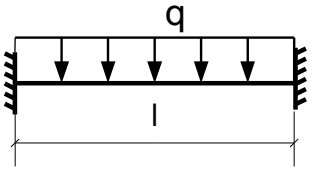
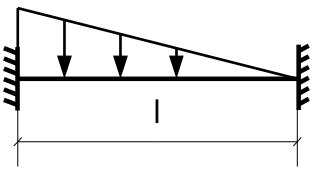
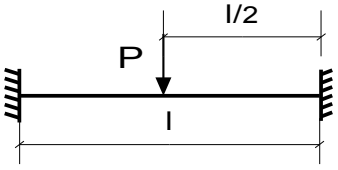
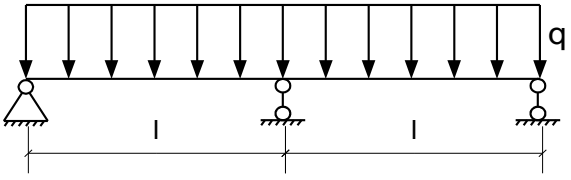
Loại gỗ	*Gỗ hộp*		*Gỗ tròn*
	h < 15 cm	*h≥15 cm*	
m	1	1,15	1,2

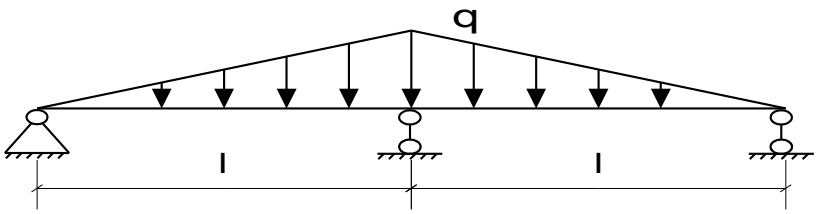
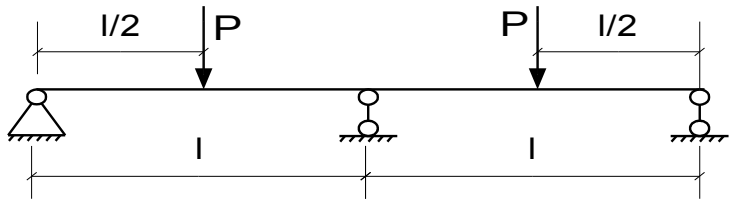
Phụ lục 7: Độ võng tơng đối cho phép của cấu kiện gỗ chịu uốn

Cấu kiện	$\left[\frac{f}{l}\right]$
1. Trong kết cấu nhà cửa	
- Sàn tầng	1/250
- Sàn mái	1/200
- Các cấu kiện mái	
a) Xà gồ, kèo	1/200
b) Cầu phong, ván mái	1/150
2. Trong kết cấu cầu	
- Cầu trên đờng thành phố và đờng ô tô cấp I, II, III, IV, V	1/180

Phụ lục 8: Hệ số tính độ võng tơng đối cấu kiện chịu uốn theo công thức: $\frac{f_{max}}{l} = k\frac{q_{tc}l^2}{EJ}$

Sơ đồ tải trọng	*k*	q_{tc}
	$k = \frac{1}{8}$	$q_{tc} = ql$
	$k = \frac{1}{15}$	$q_{tc} = \frac{ql}{2}$
	$k = \frac{1}{3}$	$q_{tc} = P$
	$k = \frac{5}{384}$	$q_{tc} = q.l$

	$k = \frac{5,05}{384}$	$q_{tc} = \frac{ql}{2}$
	$k = \frac{1}{48}$	$q_{tc} = P$
	$k = \frac{2,076}{384}$	$q_{tc} = ql$
	$k = \frac{1,832}{384}$	$q_{tc} = \frac{ql}{2}$
	$k = \frac{0,448}{48}$	$q_{tc} = P$
	$k = \frac{1}{384}$	$q_{tc} = ql$
	$k = \frac{1,004}{384}$	$q_{tc} = \frac{ql}{2}$
	$k = \frac{1}{192}$	$q_{tc} = \frac{ql}{2}$
	$k = \frac{2,076}{384}$	$q_{tc} = ql$

	$k = \frac{1,83}{584}$	$q_{tc} = \frac{ql}{2}$
	$k = \frac{0,894}{96}$	$q_{tc} = P$

Phụ lục 9: Hệ số giảm cờng độ k_{tr} để tính liên kết cấu gỗ khi trợt

Tỉ số		***Hệ số k_{tr} khi tính***	
$\frac{l_{tr}}{h}$	$\frac{l_{tr}}{e}$	Cấu kiện chịu kéo	Cấu kiện chịu nén và tính chêm
1,5	3,0	0,57	0,73
2,0	4,0	0,50	0,67
2,5	5,0	0,44	0,62
3,0	6,0	0,40	0,57
4,0	8,0	0,33	0,50
5,0	10,0	0,20	0,44

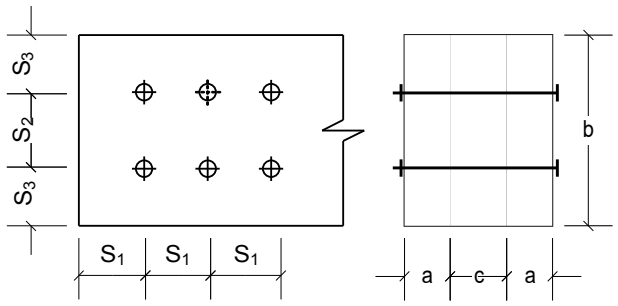
$$R_{tr}^{tb} = \frac{R_{tr}}{1 + \beta \frac{l_{tr}}{e}} = k_{tr} R_{tr}$$

Phụ lục 10: Khả năng chịu lực của một mặt cắt chốt (daN)

Sơ đồ chịu lực của liên kết	***Điều kiện tính toán***	***Khả năng chịu lực của một mặt cắt***		
		Đinh	*Chốt thép*	*Chốt gỗ*
Đối xứng	T_{em}^{a} T_{em}^{c}	80ad 50cd		
Không đối xứng	T_{em}^{a} T_{em}^{c}	80ad 35cd		

Đối xứng và không đối xứng	T_u	$250d^2 + a^2 \leq 400d^2$	$180d^2 + 2a^2 \leq 250d^2$	$45d^2 + 2a^2 \leq 65d^2$

Phụ lục 11: Khoảng cách tiêu chuẩn giữa các tim chốt liên kết kết cấu gỗ



Loại chốt	***S_1***		***S_2***		***S_3***	
	b≤10d	***b>10d***	***b≤10d***	***b>10d***	***b≤10d***	***b>10d***
Bulon	6d	7d	3d	3,5d	2,5d	3d
Chốt gỗ	4d	5d	2,5d	3d	2,5	2,5d
Đinh	c≥10d	c=4d	Bố trí thẳng hàng	Bố trí ô cờ	4d	4d
	15d	25d	4d	3d		

Phụ lục 12: Hệ số uốn dọc φ của cấu kiện thép chịu nén đúng tâm

Độ mảnh λ	Hệ số φ đối với các cấu kiện bằng thép có cờng độ tính toán R (N/mm^2)											
	200	**240**	**280**	**320**	**360**	**400**	**440**	**480**	**520**	**560**	**600**	**640**
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	846	849	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	746	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	628	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	518	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	522	483	447	413	380	349	326	305	287
100	599	542	493	448	408	369	335	309	286	267	250	235
110	537	478	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	719	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	276	247	223	204	189	175	163	153	145
140	376	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	126
150	328	276	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057

GHI CHÚ: Giá trị của hệ số φ trong bảng đã đợc tăng lên 1000 lần.

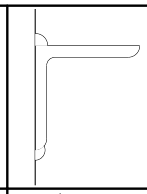
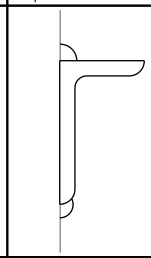
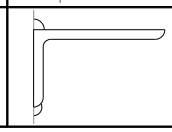
Phụ lục 13: Que hàn dùng ứng với mác thép (Tham khảo)

Mác thép	**Loại que hàn có thuốc bọc**	
	TCVN 3223 : 1994	**ГОСТ 9467-75 (Nga)**
XCT34; XCT38; XCT42; XCT52	N42; N46	Э42; Э46
09Mn2; 14Mn2; 09Mn2Si; 10Mn2Si1	N46; N50	Э46; Э50

Phụ lục 14: Hệ số β_h và β_t (TCXD 388: 1995)

Phương pháp hàn, đường kính que (dây) hàn d, mm	Vị trí đường hàn	Hệ số	Giá trị β_h và β_t của khi chiều cao đường hàn h_h, mm			
			3 ÷ 8	9 ÷ 12	14 ÷ 16	≥ 18
Hàn tự động khi d = 3 ÷ 5	Trong máng	β_h	1,1			0,7
		β_t	1,15			1,0
	Nằm	β_h	1,1	0,9		0,7
		β_t	1,15	1,05		1,0
Hàn tự động, bán tự động khi d = 1,4 ÷ 2	Trong máng	β_h	0,9		0,8	0,7
		β_t	1,05		1,0	
	Nằm, ngang, đứng	β_h	0,9	0,8	0,7	
		β_t	1,05	1,0		
Hàn tay, bán tự động với dây hàn đặc d <1,4 hoặc dây hàn có lõi thuốc	Trong máng, ngang, đứng, ngọc	β_h	0,7			
		β_t	1,0			
GHI CHÚ: Giá trị của các hệ số ứng với chế độ hàn tiêu chuẩn.						

Phụ lục 15: Phân phối nội lực trong đờng hàn

Hình thức liên kết			N_1	N_2
Thép góc đều cạnh			0,7N	0,3N
Thép góc không đều cạnh	Cạnh dài đợc hàn với thép bản		0,6N	0,4N
	Hàn cạnh ngắn với thép bản		0,75N	0,25N

Phụ lục 16: Cờng độ tiêu chuẩn Rtc ,Ru và cờng độ tính toán R của thép các bon (TCVN 5709 : 1993)

Đơn vị tính : N/mm^2

Mác thép	Cờng độ tiêu chuẩn R_y và cờng độ tính toán f của thép với độ dày t (mm)						Cờng độ kéo đứt tiêu chuẩn R_u không phụ thuộc bề dày t (mm)
	$t \le 20$		$20 < t \le 40$		$40 < t \le 100$		
	R_{tc}	R	R_{tc}	R	R_{tc}	R	
CCT34 CCT38 CCT42	220 240 260	210 230 245	210 230 250	200 220 240	200 220 240	190 210 230	340 380 420

Phụ lục 17: Hệ số ψ đối với dầm chữ I bằng thép CT38, CT42

α	*Hệ số với dầm không có cố kết trong nhịp*			
	Khi tải trọng tập trung đặt ở		Khi tải trọng phân bố đều đặt ở	
	Cánh trên	Cánh dới	Cánh trên	Cánh dới
0.1	1.73	5.0	1.57	3.81
0.4	1.77	5.03	1.60	3.85
1	1.85	5.11	1.67	3.90
4	2.21	5.47	1.98	4.23
8	2.63	5.91	2.35	4.59
16	3.37	6.65	2.99	5.24
24	4.03	7.31	3.55	5.59
32	4.59	7.92	4.04	6.25
48	5.6	8.88	4.9	7.13
64	6.52	9.80	5.65	7.92
80	7.31	10.59	6.3	8.58
96	8.05	11.29	6.93	9.21
128	9.4	12.67	8.05	10.59
160	10.59	13.83	9.04	11.30
240	13.2	16.36	11.21	13.48
320	15.31	18.55	13.04	15.29
400	17.24	20.48	14.57	16.80

Phụ lục 18: Mômen quán tính khi tính xoắn (J_k) của thép cán

N^{0}I	J_k (cm^2)	N^{0}I	J_k (cm^2)	N^{0}I	J_k (cm^2)
10	2.28	24	11.1	50	75.4
12	2.88	24a	12.8	55	100
14	3.59	27	13.6	60	135
16	4.46	27a	16.7	65	180
18	5.60	30	17.4	70	244
18a	6.54	30a	20.3	70a	352
20	6.92	33	23.8	70b	534
20a	7.94	36	31.4		
22	9.60	40	40.6		
22a	9.77	45	54.7		

Phụ lục 19: Hệ số điều kiện làm việc m_{bn} và m_{bk} xác định cờng độ tính toán của bê tông (Bảng 5, TCVN 5574: 1991)

Nhân tố cần kể đến điều kiện làm việc	Kí hiệu hệ số	Giá trị
1. Điều kiện môi trờng a) Bảo đảm cho bê tông đợc tiếp tục tăng cờng độ theo thời gian (môi trờng nớc, đất ẩm, không khí có độ ẩm trên 75%). b) Không đảm bảo cho bê tông tăng cờng độ theo thời gian (khô hanh)	m_{n1} và m_{k1}	1 0,85
2. Điều kiện sử dụng kết cấu a) Kết cấu nằm trong vùng thờng xuyên khô nóng và chịu trực tiếp bức xạ của mặt trời (không che phủ) b) Các kết cấu khác vói các loại ở mục a	m_{n2} và m_{k2}	0,90 1,0
3. Đổ bê tông theo phơng đứng, mới lớp đổ dày trên 1,5m (cột)	m_{n3} và m_k	0,85
4. Khi dùng biện pháp chng cất hấp ở nhiệt độ và áp lực cao để tăng nhanh cờng độ bê tông	m_{n4} và m_{k4}	0,9
5. Cột đợc đổ bê tông theo phơng đứng có cạnh lớn của tiết diện dới 30cm.	m_{n5}	0,85

Ghi chú: m_n, m_k: lấy bằng tích số các hệ số điều kiện làm việc riêng biệt có kể đến ở phụ lục 19. Ví dụ: Môi trờng đảm bảo cho bê tông tiếp tục tăng cờng độ, đổ bê tông cột có cạnh lớn của tiết diện dới 30cm, đổ theo phơng đứng, kết cấu đợc che phủ. $m_n=m_{n1}. m_{n2}. m_{n3}. m_{n5}= 1.1. 0,85.0,85=0.7225$.

Phụ lục 20: Cờng độ tính toán gốc của bê tông

Cờng độ tính toán gốc	Giá trị cờng độ (daN/cm^2) theo mác bê tông về nén									
	75	100	150	200	250	300	350	400	500	600
nén R_n	35	45	65	90	110	130	155	170	215	250
kéo R_n	3,8	4,8	6	7,5	8,8	10	11	12	13,4	14,5

Phụ lục 21: Cờng độ tính toán của cốt thép (Tổng hợp từ TCVN 5574:1991)

Nhóm thép	Cờng độ tính toán (daN/cm^2)			Môđun đàn hồi E_a (daN/cm^2)
	Về kéo R_a	Về nén R'_a	Khi tính cốt đai và cốt xiên R_{ad}	
CI	2000	2000	1600	2.100.000
CII	2600	2600	2100	2.100.000
CIII	3400	3400	2700	2.000.000
CIV	5000	3600	4000	2.000.000
AI	2300	2300	1800	2.100.000
AII	2800	2800	2200	2.100.000
AIII	3600	3600	2800	2.100.000
AIV	5000	4000	4000	2.000.000

Phụ lục 22: Bảng chọn sơ bộ chiều dày bản phụ thuộc vào nhịp và tải trọng

q (daN/m^2)	*Bản nhiều nhịp (L : m)*											*Bản một nhịp (L:m)*										
	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6
250																						
300																						
350								**8 – 9**				**6 – 7**										
400		**6 – 7**																				
450														**7 –8**								
500									**9 –10**							**8 – 9**						
600				**6- 7**														**9 –10**				
700																				**11 –12**		
800																						
900																						
1000																						

Phụ lục 23: Hệ số α_0

Cờng độ tính toán về kéo cảu cốt thép R_a (daN/cm^2)	Hệ số α_0 ứng với mác chịu nén (M) của bê tông nặng				
	200	200-300	350-400	500	600
3000	0.62	0.58	0.55	0.52	0.48
4000	0.58	0.55	0.55	0.50	0.45
5000	0.55	0.55	0.52	0.45	0.42
6000	0.50	0.48	0.45	0.42	0.40

Ghi chú:

Với các giá trị R_a trung gian cho phép lấy α_0 theo giá trị R_a ở cận trên hoặc cũng có thể lấy theo nội suy đờng thẳng.

Phụ lục 24: Quan hệ giữa các hệ số α,β,γ và A

α	γ	A	α	γ	A	α	γ	A
0,01	0,995	0,010	0,21	0,895	0,188	0,42	0,790	0,332
0,02	0,990	0,020	0,22	0,890	0,196	0,43	0,785	0,337
0,03	0,985	0,030	0,23	0,885	0,204	0,44	0,780	0,343
0,04	0,981	0,039	0,24	0,880	0,211	0,45	0,775	0,349
0,05	0,975	0,048	0,25	0,875	0,219	0,46	0,747	0,354
0,06	0,970	0,058	0,26	0,870	0,226	0,47	0,765	0,359
0,07	0,965	0,068	0,27	0,865	0,235	0,48	0,760	0,365
0,08	0,960	0,077	0,28	0,860	0,241	0,49	0,755	0,370
0,09	0,955	0,085	0,29	0,855	0,248	0,50	0,750	0,375
0,10	0,950	0,095	0,30	0,850	0,255	0,51	0,745	0,380
0,11	0,945	0,104	0,31	0,845	0,262	0,52	0,740	0,385
0,12	0,940	0,113	0,32	0,840	0,269	0,53	0,735	0,390
0,13	0,935	0,122	0,33	0,835	0,275	0,54	0,730	0,394
0,14	0,930	0,130	0,34	0,840	0,282	0,55	0,725	0,399
0,15	0,925	0,139	0,35	0,825	0,289	0,56	0,720	0,403
0,16	0,920	0,147	0,36	0,820	0,295	0,57	0,715	0,408
0,17	0,915	0,156	0,37	0,815	0,301	0,58	0,710	0,412
0,18	0,910	0,164	0,38	0,810	0,309	0,59	0,705	0,416
0,19	0,905	0,172	0,39	0,805	0,314	0,60	0,700	0,420
0,20	0,900	0,180	0,40	0,80	0,320	0,61	0,695	0,424
			0,41	0,795	0,326	0,62	0,690	0,428

Phụ lục 25: **Diện tích và trọng lợng cốt thép tròn**

Đờng kính mm	diện tích tiết diện ngang, cm^2 ứng với số thanh									Trọng lợng 1 m dài, KG
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3	0,071	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,056
4	0,126	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,01	1,13	0,099
5	0,196	0,39	0,59	0,79	0,98	1,148	1,37	1,57	1,77	0,154
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,14	1,70	1,98	2,26	2,54	0,222
7	0,385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,48	0,302
8	0,502	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	0,395
9	0,636	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	0,499
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	0,167
12	1,1310	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	0,888
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	0,121
16	2,010	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	1,58
18	2,543	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	2,00
20	3,140	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	2,470
22	3,799	7,60	11,40	15,2	19,00	22,81	26,61	30,41	34,21	2,98
25	4,906	9,82	14,73	19,64	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	3,85
28	6,160	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55042	4,83
30	7,065	14,13	21,21	28,27	35,34	42,41	49,48	56,55	63,63	5,55
32	8,038	16,09	24,13	32,17	40,21	48,26	56,03	64,34	72,38	6,31
36	10,174	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	7,99
40	12,560	25,14	37,70	50,27	63,83	75,40	87,96	100,53	113,10	9,89

Phụ lục 26: Diện tích cốt thép qui đổi trên dải bạn rộng 1m

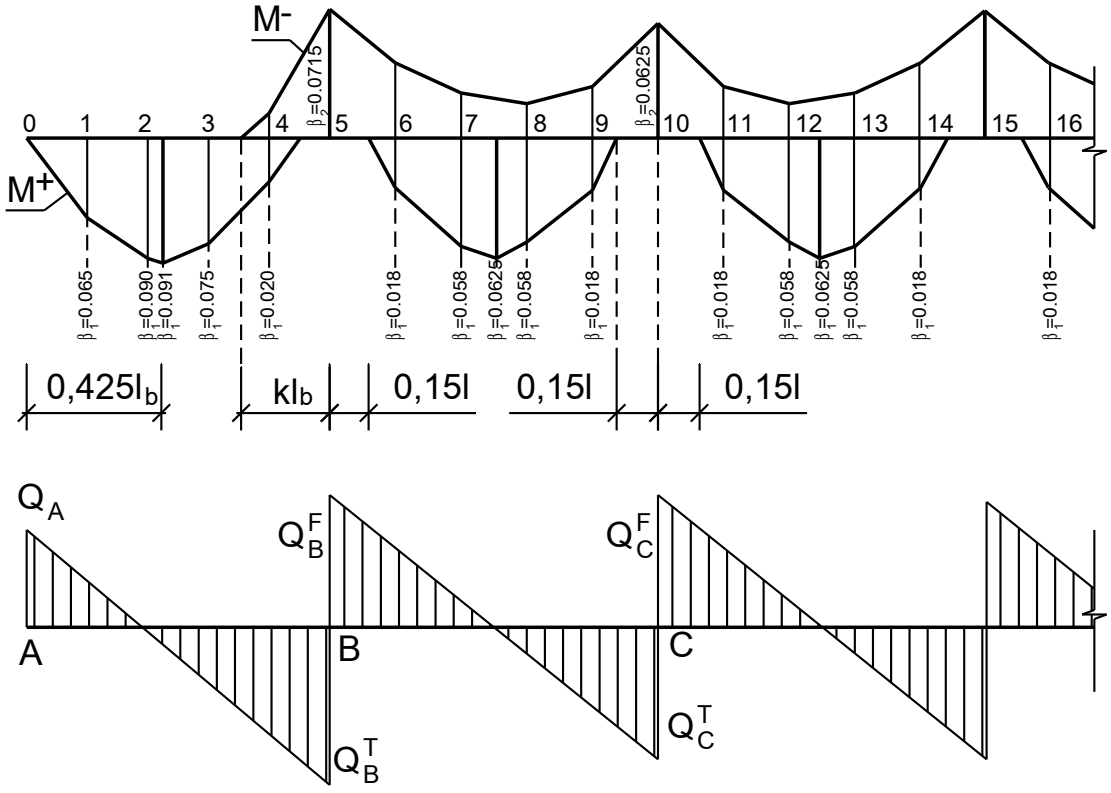
Khoảng cách giữa các thanh thép (mm)	Diện tích thép (cm^2) cho dải bản rộng 1m khi dùng lới thép có đờng kính (mm)			
	5	6	8	10
70	2.81	4.04	7.19	11.21
75	2.62	3.77	6.71	10.47
80	2.45	3.54	6.29	9.81
90	2.18	3.14	5.59	8.72
100	1.96	2.83	5.03	7.85
110	1.78	2.57	5.57	7.14
120	1.63	2.36	4.19	6.54
125	1.57	2.26	4.02	6.28
130	1.51	2.18	3.87	6.04
140	1.40	2.02	3.59	5.61
150	1.31	1.89	3.35	5.23
160	1.23	1.77	3.14	4.91
170	1.15	1.66	2.96	4.62
180	1.09	1.57	2.79	4.36
190	1.03	1.49	2.65	4.13
200	0.89	1.41	2.71	3.93

Phụ lục 27: Hệ số uốn dọc cấu kiện bê tông cốt thép (bê tông nặng)

Độ mảnh	Đối với tiết diện bất kỳ l_0/r	28	35	48	62	76	90	110	130
	Đối với tiết diện chữ nhật l_0/b	8	10	14	18	22	26	32	38
	Đối với tiết diện l_0/D	7	8,5	12	15,5	19	22,5	28	33
Hệ số uốn dọc φ		7	8,5	12	15,5	19	22,5	28	33
		1	0,98	0,93	0,85	0,77	0,68	0,54	0,4

Phụ lục 28: Hệ số β_2 và k vẽ biểu đồ bao mômen dầm phụ

p/g	Tiết diện											k
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0.5	-0.0715	-0.010	+0.022	+0.024	-0.004	-0.0625	-0.003	+0.028	+0.028	+0.003	-0.0625	0.167
1.0	-0.0715	-0.020	+0.016	+0.009	-0.014	-0.0625	-0.013	+0.013	+0.013	-0.013	-0.0625	0.200
1.5	-0.0715	-0.026	-0.003	0	-0.020	-0.0625	-0.019	+0.004	+0.004	-0.019	-0.0625	0.228
2.0	-0.0715	-0.030	-0.009	-0.006	-0.024	-0.0625	-0.023	-0.003	-0.003	-0.023	-0.0625	0.250
2.5	-0.0715	-0.033	-0.012	-0.009	-0.027	-0.0625	-0.025	-0.006	-0.006	-0.025	-0.0625	0.270
3.0	-0.0715	-0.035	-0.016	-0.014	-0.029	-0.0625	-0.028	-0.010	-0.010	-0.028	-0.0625	0.285
3.5	-0.0715	-0.037	-0.019	-0.017	-0.031	-0.0625	-0.029	-0.013	-0.013	-0.029	-0.0625	0.304
4.0	-0.0715	-0.038	-0.021	-0.018	-0.032	-0.0625	-0.030	-0.015	-0.015	-0.030	-0.0625	0.314
4.5	-0.0715	-0.039	-0.022	-0.020	-0.033	-0.0625	-0.032	-0.016	-0.016	-0.032	-0.0625	0.324
5.0	-0.0715	-0.040	-0.024	-0.021	-0.034	-0.0625	-0.033	-0.018	-0.018	-0.033	-0.0625	0.333

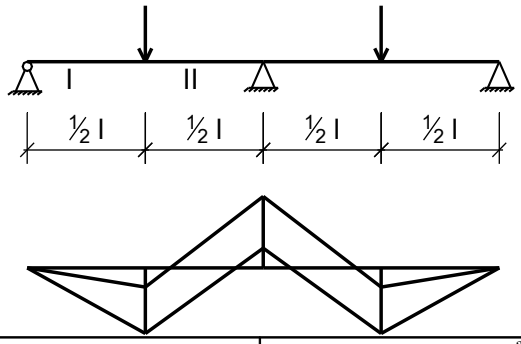


Phụ lục 29: Các hệ số để tính chiều dài lneo

Điều kiện làm việc của cốt thép	Hệ số m_{neo}		Hệ số λ	l_{neo} không đợc lấy nhỏ hơn
	Đối với cốt thép có gờ	Đối với cốt thép tròn nhẵn		
- Neo cốt thép chịu kéo trong vùng bê tông chịu kéo	0,7	1.2	11	25d và 250mm
- Neo cốt thép chịu kéo hoặc chịu nén vào vùng BT chịu kéo	0.5	0.8	8	15d và 200mm
- Nối chồng trong vùng BT chịu kéo	0.9	1.55	11	30d và 250mm
- Nối chồng trong vùng BT chịu nén	0.65	1	8	15d và 200mm

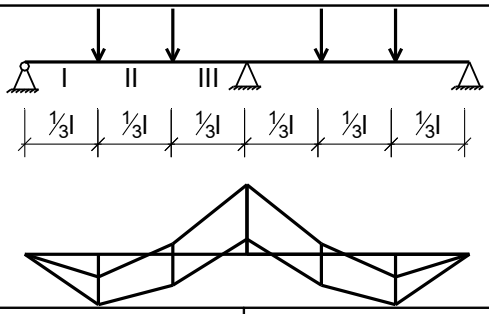
Phụ lục 30: Vẽ trực tiếp biểu đồ bao mômen và lực cắt cho dầm liên tục chịu tải trọng tập trung

Dầm 2 nhịp: 1 điểm đặt lực giữa nhịp



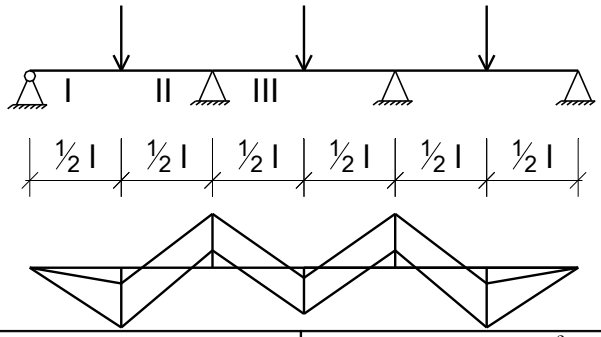
Vẽ biểu đồ mômen				Vẽ biểu đồ lực cắt			
Tiết diện x/l	α_0	α_1	α_2	Đoạn dầm	β_0	β_1	β_2
0	0	0	0				
0.5	1.1563	0.2031	0.0469	I	0.3125	0.4063	0.0938
0.842	-0.0789	0	0.0789	II	-0.6875	0	0.6875
1	-0.1875	0	0.1875				

Dầm 2 nhịp: 2 điểm đặt lực đối xứng trên nhịp



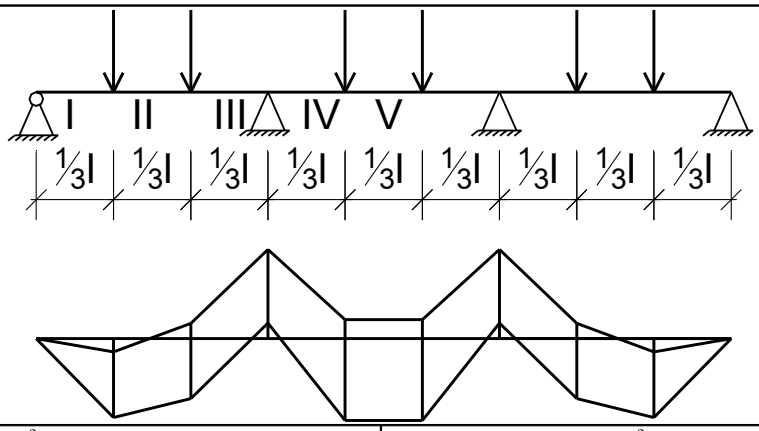
Vẽ biểu đồ mômen				Vẽ biểu đồ lực cắt			
Tiết diện x/l	α_0	α_1	α_2	Đoạn dầm	β_0	β_1	β_2
0	0	0	0				
0.333	0.2222	0.2778	0.0556	I	0.6667	0.8333	0.1667
0.667	0.1111	0.2222	0.1111	II	-0.3333	0.2407	0.5741
0.8572	-0.1430	0	0.1430	III	-1.3333	0	1.3333
1	-0.3333	0	0.3333				

Dầm 3 nhịp: 1 điểm đặt lực giữa nhịp



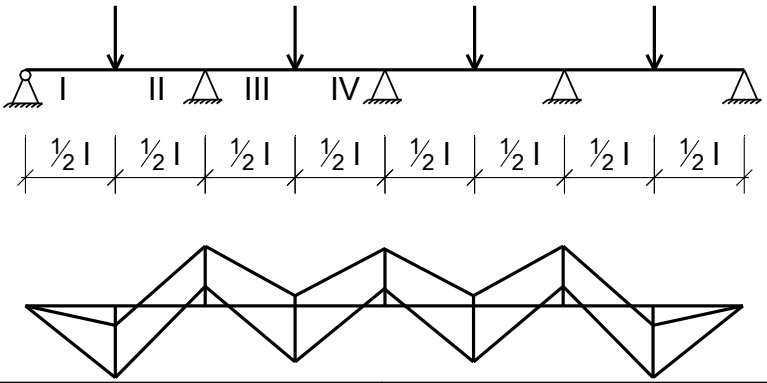
Vẽ biểu đồ mômen				Vẽ biểu đồ lực cắt			
Tiết diện x/l	α_0	α_1	α_2	Đoạn dầm	β_0	β_1	β_2
0	0	0	0				
0.5	1.175	0.2125	0.0375				
0.833	-0.0416	0.0208	0.0625	I	0.3500	0.425	0.0755
1	-0.150	0.0250	0.1750	II	-0.650	0.025	0.6750
1.15	-0.075	0.0063	0.0813	III	0.500	0.625	0.1250
1.2	-0.050	0.00250	0.0750				
1.5	0.1	0.1750	0.0750				

Dầm 3 nhịp: 2 điểm đặt lực đối xứng trên nhịp



Vẽ biểu đồ mômen				Vẽ biểu đồ lực cắt			
Tiết diện x/l	α_0	α_1	α_2	Đoạn dầm	β_0	β_1	β_2
0	0	0	0				
0.333	0.244	0.2889	0.0444				
0.667	0.1555	0.2444	0.0889	I	0.7333	0.8667	0.1333
0.849	-0.0750	0.0377	0.1127	II	-0.2667	0.2790	0.5457
1	-0.2667	0.0444	0.3111	III	-1.2667	0.0444	1.3111
1.133	-0.1333	0.0133	0.1467	IV	1	1.2222	0.2222
1.200	-0.0667	0.0667	0.1333	V	0	0.5333	0.5333
1.333	0.667	0.2000	0.1333				
1.500	0.667	0.2000	0.1333				

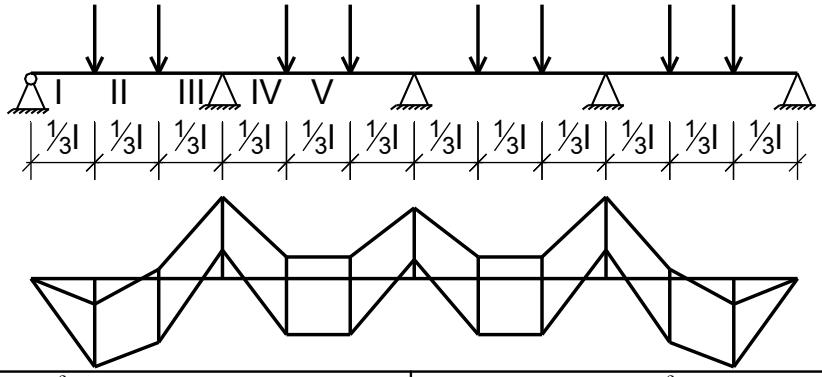
Dầm 4 nhịp: 1 điểm đặt lực giữa nhịp



Vẽ biểu đồ mômen	Vẽ biểu đồ lực cắt

Tiết diện x/l	α_0	α_1	α_2	Đoạn dầm	β_0	β_1	β_2
0	0	0	0				
0.500	1.1697	0.2098	0.0402				
0.833	-0.0503	0.0168	0.0670				
1.000	-0.1607	0.0201	1.180	I	0.3393	0.4196	0.8040
1.147	-0.0781	0.0048	0.0830	II	-0.6607	0.0201	0.7410
1.200	-0.0500	0.0250	0.0750	III	0.5536	0.6540	0.6000
1.500	0.1161	0.1830	0.0670	IV	-0.4464	0.1607	0.6071
1.790	0.0134	0.0458	0.0592				
1.835	-0.0362	0.0282	0.0644				
2	-0.1072	0.0536	0.1607				

Dầm 4 nhịp: 2 điểm đặt lực đối xứng trên nhịp



Vẽ biểu đồ mômen

Vẽ biểu đồ lực cắt

Tiết diện x/l	α_0	α_1	α_2	Đoạn dầm	β_0	β_1	β_2
0	0	0	0	I	0.7143	0.8571	0.1428
0.333	0.2381	0.2857	0.0476	II	-0.2857	0.2698	0.5555
0.667	0.1429	0.2381	0.0952	III	-1.2857	0.0357	1.3214
0.848	-0.0907	0.0303	0.1211	IV	1.0953	1.2738	0.1785
1	-0.2581	0.0357	0.3114	V	0.0953	0.5874	0.4921
1.133	-0.1400	0.0127	0.1528	VI	-0.9047	0.2858	1.1905
1.200	0.0667	0.0667	0.1333				

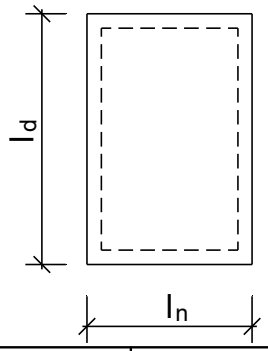
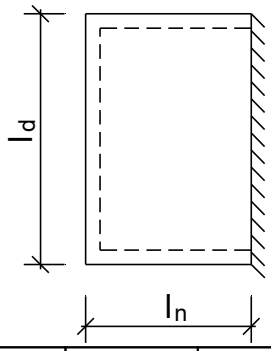
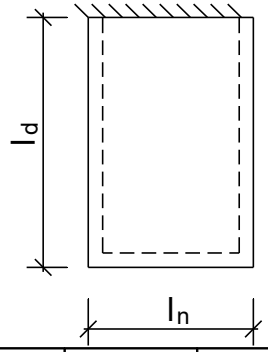
1.333	0.0794	0.2063	0.1270				
1.667	0.1111	0.2222	0.1111				
1.790	0.000	0.1053	0.1053				
1.858	-0.623	0.0547	0.1170				
2	-0.1905	0.0952	0.2857				

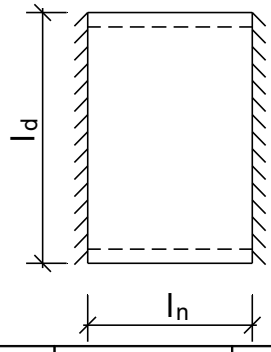
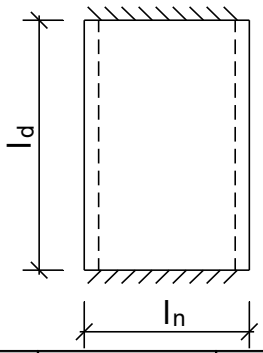
Phụ lục 31: Hệ số α, β tính mômen cho bản kê 4 cạnh chịu tải phân bố đều

$M_{ni} = \alpha_{ni} P$ $\quad M^g_{ni} = \beta_{ni} P$

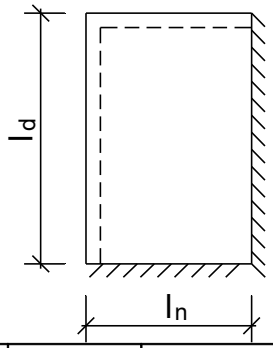
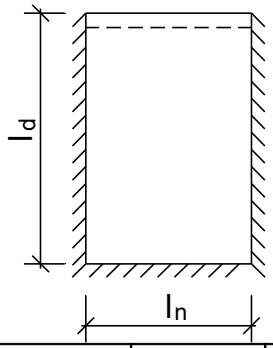
$M_{di} = \alpha_{di} P$ $\quad M^g_{di} = \beta_{di} P$

với $P = q l_1 l_2$

Tỉ số cạnh bản	Sơ đồ 1		Sơ đồ 2			Sơ đồ 3		
								
l_2/l_1	α_{n1}	α_{d1}	α_{n2}	α_{d2}	β_{n2}	α_{n3}	α_{d3}	β_{d3}
1.0	0.0365	0.0365	0.0334	0.0273	0.0892	0.0273	0.0344	0.0893
1.1	0.0399	0.0330	0.0349	0.0231	0.0892	0.0313	0.0313	0.0867
1.2	0.0428	0.0298	0.0357	0.0196	0.0872	0.0348	0.0292	0.0820
1.3	0.0452	0.0268	0.0359	0.0165	0.0843	0.0378	0.0269	0.0760
1.4	0.0469	0.0240	0.0357	0.0140	0.0808	0.0401	0.0248	0.0688
1.5	0.0480	0.0214	0.0350	0.0119	0.0772	0.0420	0.0228	0.0620
1.6	0.0485	0.0189	0.0341	0.0101	0.0735	0.0443	0.0208	0.0553
1.8	0.0485	0.0148	0.0326	0.0075	0.0668	0.0444	0.0172	0.0432
2.0	0.0473	0.0118	0.0303	0.0056	0.0610	0.0443	0.0142	0.0338

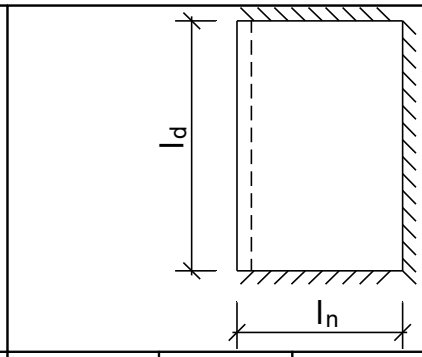
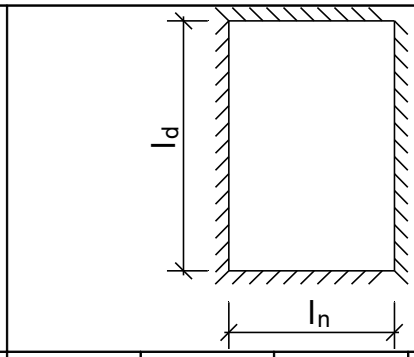
Tỉ số cạnh bản	Sơ đồ 4			Sơ đồ 5		
						
l_2/l_1	α_{n4}	α_{d4}	β_{n4}	α_{n5}	α_{d5}	β_{d5}

1.0	0.0267	0.0180	0.0694	0.0180	0.0267	0.0694
1.1	0.0266	0.0146	0.0667	0.0218	0.0262	0.0708
1.2	0.0261	0.0118	0.0633	0.0254	0.0254	0.0707
1.3	0.0254	0.0097	0.0559	0.0287	0.0242	0.0689
1.4	0.0245	0.0080	0.0565	0.0316	0.0229	0.0660
1.5	0.0235	0.0066	0.0534	0.0341	0.0214	0.0621
1.6	0.0226	0.0056	0.0506	0.0362	0.0200	0.0577
1.8	0.0208	0.0040	0.0454	0.0388	0.0172	0.0484
2.0	0.0193	0.0030	0.0412	0.0400	0.0146	0.0397

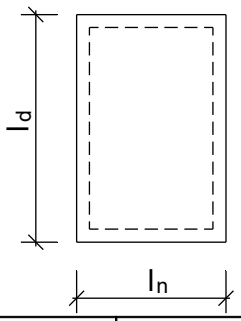
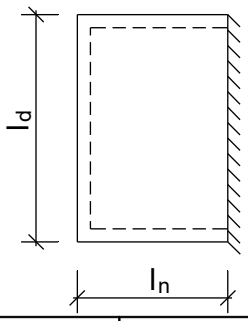
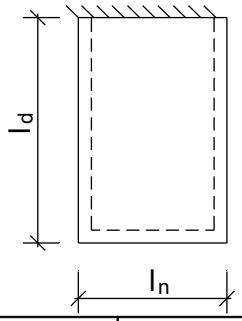
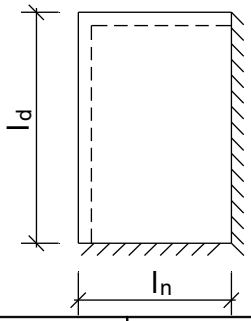
Tỉ số cạnh bản	Sơ đồ 6	Sơ đồ 7
		

l_2/l_1	α_{n6}	α_{d6}	β_{n6}	β_{d6}	α_{n7}	α_{d7}	β_{n7}	β_{d7}
1.0	0.0269	0.0269	0.0625	0.0625	0.0266	0.0198	0.0556	0.0417
1.1	0.0292	0.0242	0.0675	0.0558	0.0234	0.0169	0.0565	0.0350
1.2	0.0309	0.0214	0.0703	0.0488	0.0236	0.0142	0.560	0.0292
1.3	0.0319	0.0188	0.0711	0.0421	0.0235	0.0120	0.0545	0.0242
1.4	0.0323	0.0165	0.0709	0.0361	0.0230	0.0102	0.0526	0.0202
1.5	0.0324	0.0144	0.0695	0.0310	0.0225	0.0086	0.0505	0.0169
1.6	0.0321	0.0125	0.0675	0.0265	0.0218	0.0073	0.0485	0.0142
1.8	0.0308	0.0096	0.0635	0.0196	0.0203	0.0054	0.0442	0.0102
2.0	0.0294	0.0074	0.0588	0.0147	0.0189	0.0040	0.0404	0.0076

Tỉ số cạnh bản	Sơ đồ 8	Sơ đồ 9

								
l_2/l_1	α_{n8}	α_{d8}	β_{n8}	β_{d8}	α_{n9}	α_{d9}	β_{n9}	β_{d9}
1.0	0.0198	0.0226	0.0417	0.0566	0.0179	0.0179	0.0417	0.0417
1.1	0.226	0.0212	0.0481	0.0530	0.0134	0.0161	0.0450	0.0372
1.2	0.0249	0.0198	0.0530	0.0491	0.0204	0.0142	0.0468	0.0325
1.3	0.0266	0.0181	0.0565	0.0447	0.0209	0.0123	0.0475	0.0281
1.4	0.0279	0.0162	0.0588	0.0400	0.0210	0.0107	0.0473	0.0240
1.5	0.285	0.0146	0.0597	0.0354	0.0208	0.0093	0.0464	0.0206
1.6	0.0289	0.0130	0.0599	0.312	0.0205	0.0080	0.0452	0.0177
1.8	0.0288	0.0103	0.0583	0.0240	0.0195	0.0060	0.0423	0.0131
2.0	0.0280	0.0081	0.0555	0.0187	0.0183	0.0046	0.0392	0.0098

Phụ lục 32: Hệ số c_{ni} và c_{di} để tính bản kê bốn cạnh

$\frac{l_2}{l_1}$	Sơ đồ 1		Sơ đồ 2		Sơ đồ 3		Sơ đồ 6	
								
	C_{n1}	C_{d1}	C_{n2}	C_{d2}	C_{n3}	C_{d3}	C_{n6}	C_{d6}
1.0	0.500	0.500	0.714	0.286	0.714	0.286	0.500	0.500
1.1	0.594	0.406	0.785	0.215	0.671	0.329	0.597	0.406
1.2	0.675	0.325	0.835	0.162	0.621	0.379	0.675	0.325
1.3	0.741	0.259	0.877	0.123	0.556	0.434	0.471	0.259
1.4	0.793	0.207	0.906	0.094	0.506	0.494	0.793	0.207
1.5	0.835	0.165	0.926	0.074	0.433	0.567	0.835	0.165
1.6	0.868	0.132	0.942	0.058	0.375	0.625	0.868	0.13
1.7	0.893	0.107	0.954	0.046	0.311	0.689	0.893	0.107
1.8	0.913	0.087	0.986	0.037	0.245	0.755	0.913	0.087
1.9	0.920	0.071	0.970	0.030	0.187	0.813	0.929	0.071
2.0	0.941	0.059	0.976	0.024	0.135	0.865	0.941	0.059

Phụ lục 33: Trọng lợng đơn vị một số VLXD (tải trọng tiêu chuẩn)

STT	Tên vật liệu	Đơn vị đo	Trọng lợng (kg)
1	Gạch lá nem nung 20x20x2 cm	1 viên	1,2
2	Gạch hoa 20x20x2 cm	-	1,8
3	Gạch mem 15x15x1 cm	-	1,0
4	Ngói máy loại 13 v/m^2	-	3,1
5	Ngói máy loại 22 v/m^2	-	2,1
6	Khối xây gạch đặc	m^3	1800
7	Khối xây gạch có lỗ	-	1500
8	Khối xây đá hộc	-	2400
9	Khối xây gạch xỉ than	-	1300
10	Đất pha cát	-	2000
11	Đất pha sét	-	2200
12	Cát khô	-	1500
13	Bột xi măng	-	1700
14	BT không có cốt thép	-	2200
15	BTCT	-	25000
16	BT gạch vỡ	-	1600
17	Gỗ nhóm I-II	-	800-1600
18	Gỗ nhóm III, IV, V	-	600-800
19	Mái fibro xi măng đòn tay gỗ	m^2	25
20	Mái fibro xi măng đòn tay thép hình	-	30
21	Mái ngói đỏ đòn tay gỗ	-	60
22	Mái tôn thiếc đòn tay gỗ	-	15
23	Mái tôn thiếc đòn tay thép hình	-	20
24	Trần ván ép dầm gỗ	-	30
25	Trần gỗ dán dầm gỗ	-	20
26	Sàn lát gỗ, dầm gỗ	-	40
27	Trần lới thép trát vữa	-	90
28	Cửa panô gỗ	-	30
29	Cửa kinh khung gỗ	-	25

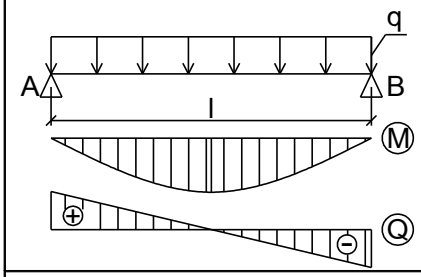
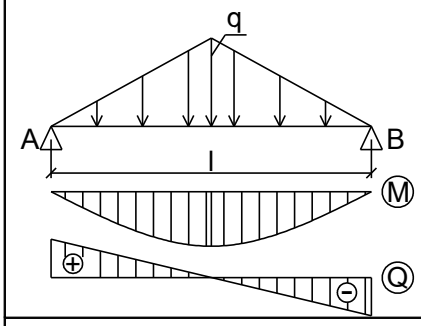
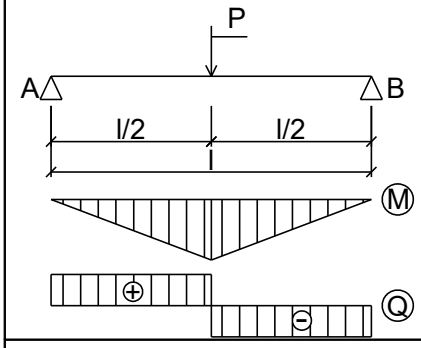
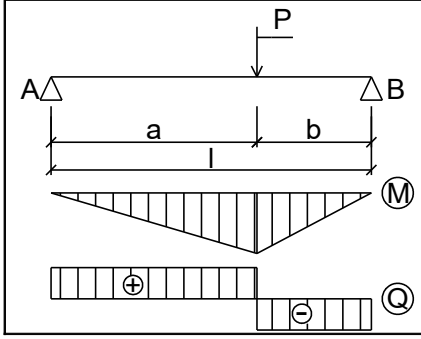
Phụ lục 34: Tải trọng sử dụng tiêu chuẩn phân bố đều trên sàn và cầu

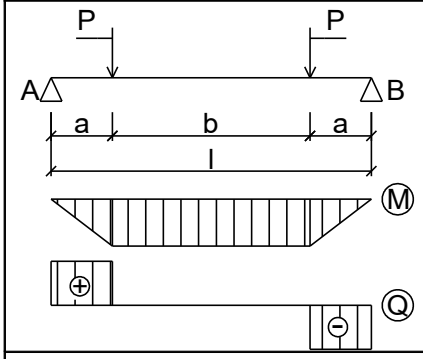
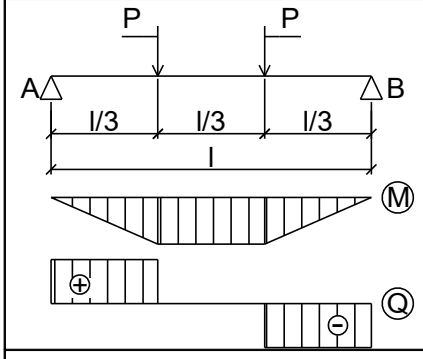
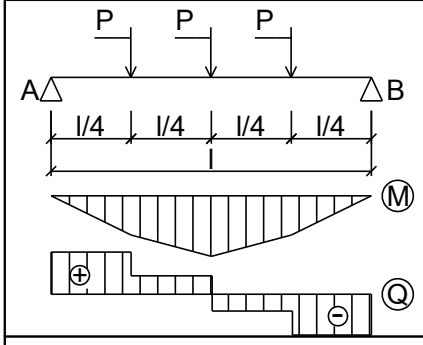
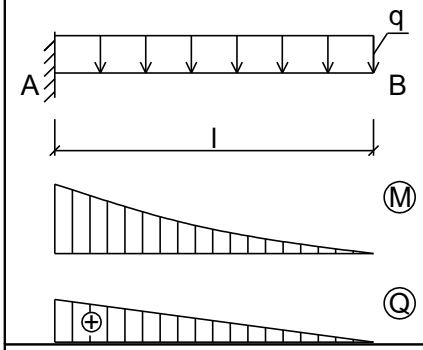
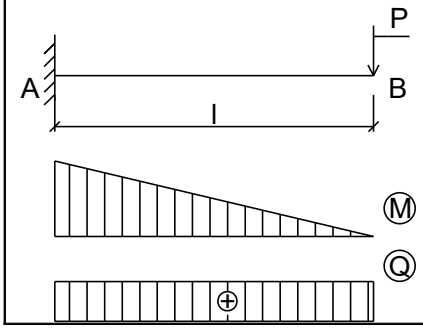
thang

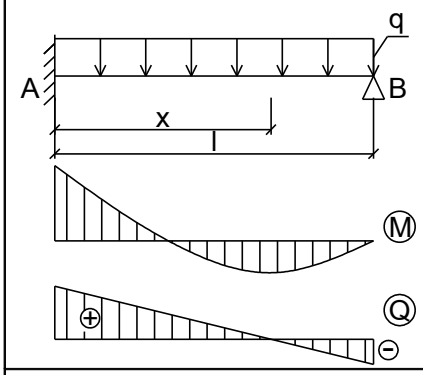
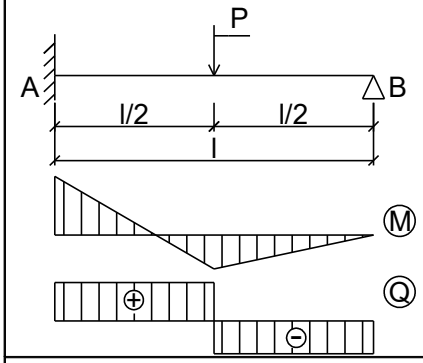
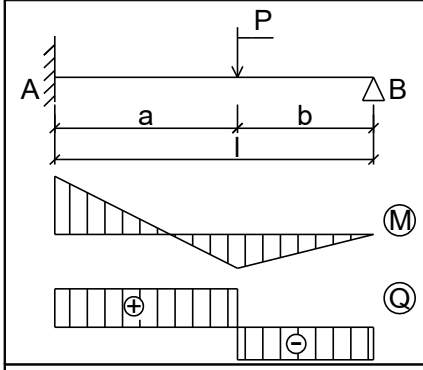
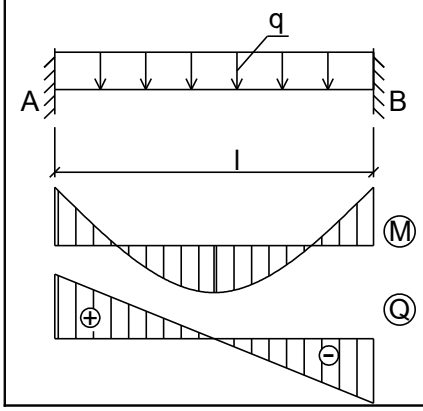
STT	Loại phòng	Loại nhà và công trình	Hoạt tải p (daN/m^2)
1	2	3	4
1	Phòng ngủ	a) Khách sạn, bệnh viện, trại giam b) Nhà ở kiểu căn hộ, nhà trẻ, mẫu giáo, trờng học nội trú, nhà nghỉ, nhà điều dỡng	200 150
2	Phòng ăn, phòng khách, buồng vệ sinh, phòng tắm	a) Nhà ở kiểu căn hộ b) Nhà trẻ, mẫu giáo, trờng học, nhà nghỉ, nhà điều dỡng, khách sạn, bệnh viện, trụ sở cơ quan	150 200
3	Bếp, phòng giặt	a) Nhà ở kiểu căn hộ b) Nhà trẻ, mẫu giáo, trờng học, nhà nghỉ, điều dỡng, khách sạn, bệnh viện, trại giam, nhà máy.	150 300
4	Văn phòng thí nghiệm	Trụ sở cơ quan, trờng học, bệnh viện, ngân hàng, cơ sở nghiên cứu khoa học.	300
5	Phòng đọc sách	a) Có đặt giá sách b) Không đặt giá sách	400 200
6	Nhà hàng	a) ăn uống, giải khát b) Triển lãm, trng bày, cửa hàng	300 400
7	Phòng họp, khiêu vũ, phòng đợi, phòng khán giả, hoà nhạc, khán đài, phòng thể thao	a) Có gắn ghế cố định b) Không có gắn ghế cố định	400 500
8	Sân khấu		750
9	Kho	Tải trọng cho 1 mét chiều cao vật liệu chất kho: a) Kho sách lu trữ(sách hoặc tài liệu xếp dày đặc) b) Kho sách ở th viện c) Kho giấy d) Kho lạnh e) Các loại kho khác	 480/1m 240/1m 400/1m 500/1m 240/1m
10	Phòng học	Trờng học	200
11	Phòng áp mái	Các loại nhà	70

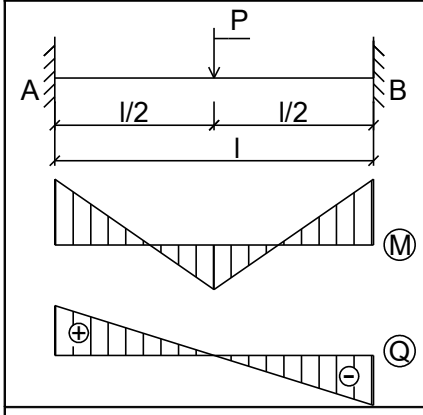
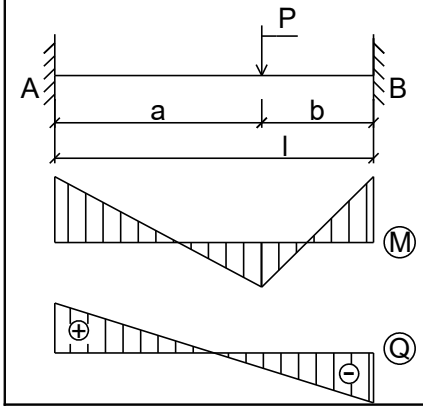
12	Ban công và lôgia	a) Tải trọng phân bố đều từng dải trên diện tích rộng 0,8m dọc theo lan can, ban công, lôgia b) Tải trọng phân bố đều trên toàn bộ diện tích ban công, lôgia đợc xét đến nếu tác dụng của nó bất lợi hơn khi lấy theo mục a	400 200
13	Sảnh, phòng giải lao, cầu tahng hành lang thông với phòng	a) Phòng ngủ, văn phòng, phòng thí nghiệm, bếp, phòng giặt, phòng vệ sinh, phòng kỹ thuật b) Phòng đọc, nàh hàng phòng đợi, phòng khán gải, phòng hoà nhạc, phòng thể thao, kho, ban công, lôgia	300 400
14	Mái bằng có sử dụng	a) Phần mái có thể tập trung đông ngời (đi ra từ phòng sản xuất, giảng đờng, các phòng lớn) b) Phần mái dùng để nghỉ ngơi c) Các phần khác	400 150 50
15	Mái không sử dụng	a) Mái ngói, mái fibro xi măng, mái tôn, trần vôi rơm, trần bêtông đổ tại chỗ không có ngời đi lại, chỉ có ngòi sửa chữa, cha kể cac thiết bị điện n-ớc, thông hơi nếu có b) Mái bằng, mái dốc bằng bêtông cốt thép, máng nớc mái hắt, trần bêtông cốt thép lắp ghép không có ngwoif đi lại, chỉ có ngwoif sửa chữa, cha kể các thiết bị điện nớc, thông hơi nếu có	30 75
16	Sàn nhà ga, bến tàu điện ngầm		400
17	Gara ôtô	Đờng cho xe chạy, dốc lên xuoóng dùng cho xe con, xe khách và xe tải nhẹ có tổng trọng lợng 2500Kg	150

Phụ lục 35: Trị số Q_{max}, M_{max} và f_{max} của dầm một nhịp.

Sơ đồ tải trọng	Q_{max}	M_{max}	f_{max}
	$Q_A = -Q_B = \frac{ql}{2}$	$M = \frac{ql^2}{8}$	$\frac{5ql^2}{384EJ}$
	$Q_A = -Q_B = \frac{ql}{4}$	$M = 0{,}038ql^2$	$\frac{ql^3}{120EJ}$
	$Q_A = -Q_B = 0{,}5$	$M = \frac{Pl}{4}$	$\frac{Pl^3}{48EJ}$
	$Q_A = \frac{P.b}{l}$ $Q_B = \frac{P.b}{l}$	$M = \frac{P.a.b}{l}$	$\frac{Pa^2b^2}{3.l.EJ}$

	$Q_A = -Q_B = P$	$M = Pa$	$Pl^3\left(\frac{3l^2}{a^2} - 4\right)$
	$Q_A = -Q_B = P$	$M = \frac{Pl}{3}$	$0{,}0355\frac{Pl^3}{EJ}$
	$Q_A = -Q_B = \frac{3P}{2}$	$M = \frac{PL}{2}$	$0{,}049\frac{Pl^3}{EJ}$
	$Q_A = pl$	$M_A = -0{,}5ql^2$	$0{,}125\frac{Pl^4}{EJ}$
	$Q_A = P$	$M_A = -Pl$	$0{,}333\frac{Pl^3}{EJ}$

	$Q_A = \frac{5ql}{8}$ $Q_B = -\frac{3ql}{8}$	$M_{max} = \frac{9ql^2}{128}$ $x = 0{,}625l$ $M_A = \frac{ql^2}{8}$	$0{,}0054\frac{ql^4}{EJ}$
	$Q_A = \frac{11P}{16}$ $Q_B = \frac{5P}{16}$	$M_{max} = \frac{5Pl}{32}$ $M_A = -\frac{3Pl}{16}$	$0{,}0093\frac{Pl^3}{EJ}$
	$Q_A = \frac{Pb}{2l}\left(3 - \frac{b^2}{l^2}\right)$ $Q_B = \frac{Pa^2}{2l^2}\left(2 + \frac{b}{l}\right)$	$M_{max} = 0{,}174PL$ $M_A = -\frac{Pab}{2l^2}(b + l)$	$0{,}0098\frac{Pl^3}{EJ}$
	$Q_A = -Q_B = \frac{ql}{2}$	$M_{max} = \frac{ql^2}{24}$ $M_A = M_B = -\frac{ql^2}{12}$	$\frac{ql^4}{384EJ}$

	$Q_A = -Q_B = 0{,}5$	$M_{max} = \frac{Pl}{8}$ $M_A = M_B = -\frac{Pl}{8}$	$\frac{Pl^3}{192EJ}$
	$Q_A = \frac{Pb^2}{l^3}(3a +$ $Q_B = -\frac{Pa^2}{l^3}(a +$	$M_{max} = \frac{2Pa^2b^2}{l^3}$ $M_A = -\frac{Pab^2}{l^2}$ $M_B = -\frac{Pba^2}{l^2}$	$\frac{Pa^3b^3}{3l^3EJ}$

Mục lục