



Giáo án

KẾT CẤU GỖ

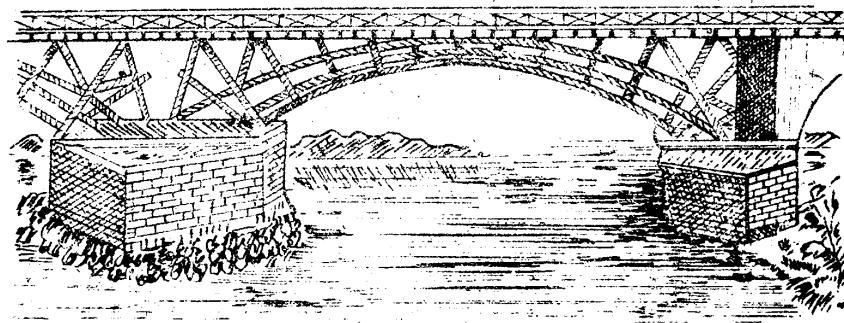
CHƯƠNG MỞ ĐẦU

ĐẠI CƯƠNG VỀ KẾT CẤU GỖ

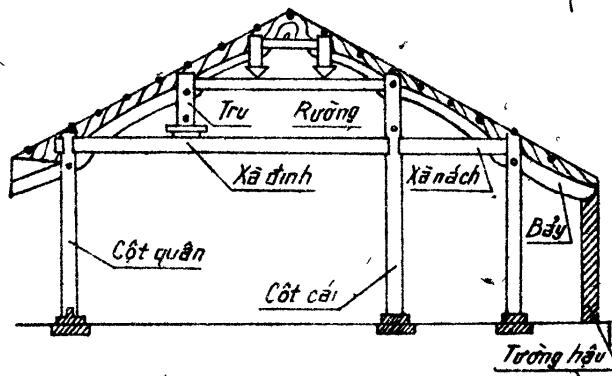
§1. Đặc điểm và phạm vi áp dụng của kết cấu gỗ

- Định nghĩa: kết cấu gỗ là kết cấu của công trình xây dựng hay một bộ phận công trình làm bằng vật liệu gỗ hay chủ yếu bằng vật liệu gỗ.

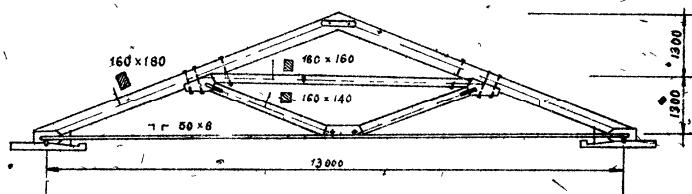
Cột nhà, kèo nhà, khung gỗ của nhà, cầu gỗ, đều là kết cấu gỗ.



Cầu gỗ bắc qua sông Đa nuýp(Châu Âu) dài 1000 m. nhịp 35m (104)



Sơ đồ kết cấu một nhà gỗ nông thôn.



Giàn thép có thanh căng

- **Đặc điểm:**

Vật liệu làm kết cấu gỗ không phải chỉ là toàn gỗ mà có thể có các vật liệu khác kết hợp như thép, tre, chất dẻo. dàn hỗn hợp thép - gỗ, trong đó đã lợi dụng tính chất của thép chịu kéo tốt, chịu nén kém, còn gỗ lại chịu kéo kém, chịu nén tốt, vì thế bố trí các thanh chịu kéo bằng thép, còn các thanh chịu nén làm bằng gỗ.

Tất cả các bộ phận, các cấu kiện bằng gỗ này của một công trình phải được thiết kế, tính toán để đảm bảo các yêu cầu về sử dụng và chịu lực. Kết cấu gỗ phải thích ứng được với các yêu cầu về sử dụng đề ra cho công trình, phải có đủ độ bền, độ cứng và tiết kiệm vật liệu. Ngoài ra còn phải xét đến các yêu cầu khác: tiết kiệm công chế tạo, dễ dựng lắp, dễ sửa chữa, đẹp, .

Ở Việt Nam cũng như trên thế giới, từ các nước ôn đới đến các nước nhiệt đới gỗ là vật liệu xây dựng tự nhiên, phổ biến khắp mọi nơi nên kết cấu gỗ là một loại kết cấu mang tính truyền thống, lịch sử, được dùng rộng rãi, lâu đời.

1. Ưu, khuyết điểm của kết cấu gỗ

Ưu khuyết điểm của kết cấu gỗ nằm trong ưu khuyết điểm của vật liệu gỗ. Gỗ thiên nhiên dùng làm vật liệu xây dựng có những ưu điểm sau:

- * **Ưu điểm:**

- Gỗ là vật liệu nhẹ và khoẻ, có tính chất cơ học khá cao so với khối lượng riêng nhỏ của nó. Để so sánh tính chất nhẹ khoẻ người ta dùng hệ số $c = \gamma/R$ (trọng lượng riêng chia cho cường độ tính toán). Với thép $c = 3,7 \cdot 10^{-4}$ (1/m), với bê tông $c = 24 \cdot 10^{-4}$ (1/m), với gỗ xoan $c = 4,3 \cdot 10^{-4}$ (1/m) . Ta thấy gỗ khoẻ gấp xấp xỉ thép và tốt gấp 6 lần bê tông.

Bảng so sánh cường độ của gỗ với một số loại vật liệu khác

	Nén (kG/cm ²)	Kéo (kG/cm ²)
Thép (BCT3)	2150	2150
Bê tông (#200)	90	7.5
Gỗ (nhóm IV)	150	115
Gạch (gạch #75, vữa #50)	13	

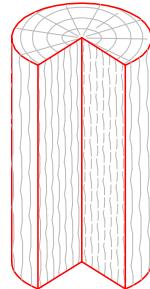
- Là vật liệu phổ biến mang tính chất địa phương, gỗ có mặt ở khắp nơi từ đồng bằng đến miền núi, có thể khai thác tại chỗ, ngay trong các vườn nhà (xoan, mít, bạch đàn, xà cừ, phi lao,). Trong khi đó thép cần phải luyện, cán; bê tông cần phải có cát, đá, sỏi

Gỗ dễ chế tạo: dễ xẻ, cưa, bào, đục, khoan, đóng đinh, đánh bóng bằng những dụng cụ thủ công đơn giản và cũng thích hợp với gia công cơ giới. Trong khi đó, với vật liệu thép thường phải chế tạo trong nhà máy, sử dụng các thiết bị chuyên dụng, phức tạp, công kềnh. Còn với bê tông cốt thép phải lắp dựng cốp pha, trộn, đổ, đầm, theo đúng các yêu cầu kỹ thuật chặt chẽ.

- Hình thức đẹp, sang trọng.

* Khuyết điểm:

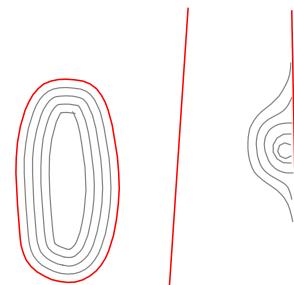
- Nói chung gỗ là vật liệu không bền, dễ bị hư hỏng do mục, mối, mọt. Do cấu trúc của gỗ gồm các tế bào, các chất protéin rất thích hợp cho thức ăn của vi trùng, mối, mọt. Là loại vật liệu dễ cháy, tuổi thọ không cao.



- Gỗ là vật liệu không đồng nhất, không đẳng hướng do cấu trúc tự nhiên của tế bào gỗ. Gỗ không phù hợp với các giả thuyết tính toán (coi vật liệu là đồng nhất, đẳng hướng) do đó để tính toán người ta sử dụng nhiều hệ số an toàn dẫn đến tính toán không chính xác. Do cấu tạo của gỗ gồm những thớ xếp theo phương dọc, gồm nhiều thành phần khác nhau từ trong ra ngoài, từ trên xuống dưới (sẽ tìm hiểu kĩ ở bài sau), do đó vật liệu gỗ là rất không đồng nhất và đẳng hướng.

Vì vậy, khi sử dụng các giả thuyết tính toán phải sử dụng các hệ số an toàn cao và phải lựa chọn gỗ cẩn thận thích hợp với yêu cầu thiết kế.

- Gỗ thường có nhiều khuyết tật làm giảm khả năng chịu lực và làm cho việc chế tạo khó khăn: mắt gỗ, khe nứt, thớ vẹo, lỗ mục, thân dẹt, thót ngọn, Mà thường yêu cầu tiết diện là đều do vậy muốn sử dụng phải bỏ rất nhiều phần gỗ có khuyết tật dẫn đến lãng phí gỗ.



- Gỗ là loại vật liệu ngâm nước; do vậy, khi thời tiết thay đổi dễ bị dãn nở hay co ngót không đều dẫn đến nứt nẻ, cong vênh, ảnh hưởng đến hình dáng, bề mặt và độ chặt của liên kết, khi lắp ráp sẽ không khít.

Để đề phòng các khuyết điểm trên, người ta thường dùng các biện pháp xử lý để cho gỗ không bị mục, mọt, không dùng gỗ tươi, gỗ ẩm quá mức độ quy định, sấy khô gỗ trước khi sử dụng. Đồng thời phải tăng mức độ an toàn của kết cấu bằng cách lựa chọn vật liệu sử dụng đúng chỗ, dùng phương pháp tính toán sát với thực tế làm việc của kết cấu.

Tất cả các khuyết điểm trên là của gỗ thiên nhiên chưa qua chế biến. Với các biện pháp hiện đại, người ta có thể loại trừ các khuyết điểm đó. Ngày nay ít sử dụng các thanh gỗ tròn mà dùng nhiều các thanh và các tấm gỗ dán. Loại vật liệu này có đủ các tính chất của một loại vật liệu xây dựng quý giá: nhẹ, khoẻ, chịu lực tốt mà đẹp mắt, dễ vận chuyển, dựng lắp, không bị mục, mối, mọt, khả năng chịu lửa cao.

2. Phạm vi áp dụng kết cấu gỗ

Kết cấu gỗ thường sử dụng cho các công trình sau:

- Nhà dân dụng: các nhà ở 1 tầng, 2 tầng, nhà hội trường, trụ sở, nhà văn hoá, .

- Nhà sản xuất: kho thóc gạo, chuồng trại chăn nuôi, xưởng chế biến thực phẩm, xưởng sản xuất, sửa chữa nhỏ, . Cũng có thể dùng cho các nhà máy lớn có cầu trục như nhà máy xẻ và chế biến gỗ, cơ khí nhẹ; cũng có thể dùng trong các xưởng hóa chất có các chất ăn mòn kim loại thay cho kết cấu thép.

- Giao thông vận tải: làm cầu cho ôtô, đường sắt , nhịp có thể tới vài chục mét.

- Thuỷ lợi: cầu tàu, bến cảng, cửa van, cửa âu thuyền, cống nhỏ, đập nhỏ .

- Xây dựng: làm đà giáo, ván khuôn, cọc ván, móng cọc, tường chấn, .

Tuy nhiên, nói chung, kết cấu gỗ chỉ thích hợp với các công trình loại vừa và nhỏ, không mang tính chất vĩnh cửu.

CHƯƠNG I

VẬT LIỆU GỖ XÂY DỰNG

§1. Rừng và gỗ ở Việt Nam

1. Rừng Việt Nam

Do điều kiện khí hậu nhiệt đới nắng ẩm, mưa nhiều nên hệ thực vật phát triển mạnh. Vì vậy nước ta có rất nhiều rừng, trong rừng có nhiều loại gỗ quý vào bậc nhất thế giới.

Nước ta là nước có nhiều rừng và đất rừng, chiếm khoảng 43,8% diện tích toàn quốc, diện tích rừng chiếm khoảng 10,5 triệu ha, trong đó rừng gỗ tốt 3,3 triệu ha. Hàng năm khai thác 6-8 triệu m³ gỗ và nhiều tre nứa.

Khu Tây Bắc có trai, đinh, lim, lát, mun.

Việt Bắc có lim, nghiến, vàng tâm.

Nghệ An có huê mộc, giáng hương.

Nam Trung Bộ có kiền kiền, trắc, mun, cẩm lai. Đà Lạt có thông.

Miền duyên hải Nam Bộ có: đước, tràm.

Miền Đông Nam Bộ có: mun, cẩm lai, bằng lăng.

Gỗ không chỉ có ở rừng núi mà còn có ở địa phương nông thôn, đồng bằng như: xoan, phi lao, mít.

Tuy nhiên rừng gỗ nước ta hầu hết là rừng thiên nhiên, lẩn gỗ tốt và gỗ xấu, năng suất khai thác không cao. Đồng thời, qua hàng bao nhiêu thế kỉ khai thác không khoa học, rừng bị tàn phá nghiêm trọng, chất lượng rừng và trữ lượng gỗ giảm sút rõ rệt. Do đó, việc phát triển khai thác gỗ phải đi đôi với việc bảo vệ, cải tạo và gây trồng rừng.

2. Gỗ Việt Nam

Nước ta có nhiều loại gỗ nhưng thường hay sử dụng trên 400 loại. Trước kia, theo tập quán lâu đời của nhân dân, các loại gỗ sử dụng được xếp vào 4 loại, căn cứ vào vẻ đẹp hay tính chất bền vững của gỗ khi làm nhà, đồ đạc.

a) Nhóm gỗ quý: gồm các loại gỗ có màu sắc đẹp, vân đẹp, hương vị đặc biệt, không bị mối, mọt, mục, chủ yếu dùng để đóng đồ gỗ quý giá, hàng mỹ nghệ, làm dược liệu. gụ, trắc, mun có vân đẹp, màu bóng thẩm tính chất cơ học cao, rất nặng chắc. Lát hoa, trai, ngọc am, trầm hương cũng là loại gỗ quý. Hiện nay gỗ quý ngày càng hiếm và nằm trong danh mục gỗ cấm khai thác bừa bãi.

b) Nhóm thiết mộc: gồm các loại gỗ nặng và cứng nhất, có tính chất cơ học rất cao, rất khó bị mục, mối, mọt.

đinh, lim, sến, táo (gỗ tứ thiết) và nghiến, trai, kiền kiền Đinh, lim trước

kia dùng làm cột nhà, cột đình, gỗ này rất nặng, chắc và chịu lực không khác bê tông và thép là mấy.

c) Nhóm gỗ hồng sắc: gồm những gỗ có màu sắc hồng, nâu, đỏ, nhẹ và kém cứng hơn tứ thiết.

Nhóm gỗ hồng sắc tốt: dễ gia công, tính chất cơ học khá cao, chịu được nước, ít bị mối, mọt, mục. mỡ, vàng tâm, giổi, tếch, gội nếp, gội tẻ, sảng lẻ.

Nhóm gỗ hồng sắc thường: không chịu được mối, mục, kém bền hơn, phẩm chất phức tạp. de, muồng, sâu sâu, sồi, ràng ràng.

d) Gỗ tạp: gỗ xấu, có màu trắng nhẹ, mềm dễ bị sâu, mục, tính chất cơ học thấp.

§2. Các quy định về phân loại và sử dụng gỗ

Như trên đã nói, nước ta có rất nhiều loại gỗ, có đặc điểm, tính chất khác nhau, do đó cần phải nghiên cứu sử dụng đúng chỗ và hợp lý, tiết kiệm. Ngoài ra việc cung cấp gỗ cho sử dụng luôn khan hiếm do việc khai thác khó khăn, phương tiện thiếu thốn, việc sử dụng và quản lý gỗ còn chưa tốt, gây lãng phí. Vì vậy nhà nước đã đưa ra một số quy định về quản lý, phân loại và sử dụng gỗ sao cho hợp lý và tiết kiệm.

1. Phân loại gỗ sử dụng

Gỗ sử dụng được chia làm 8 nhóm căn cứ vào tính chất cơ lý, màu sắc, cấu trúc, thích ứng với các phạm vi sử dụng nhất định.

Nhóm I: gồm những gỗ có màu sắc, mặt gỗ, hương vị đặc biệt, tức là các loại gỗ quý (trắc, gụ, lát, mun,).

Nhóm II: Gồm các loại gỗ có tính chất cơ học cao nhất. Nhóm thiết mộc (đinh, lim, sến, táo, trai, nghiến, kiền kiền,) nằm ở nhóm này.

Nhóm III: gồm các loại gỗ có tính dẻo, dai dùng để đóng tàu thuyền như chò chỉ, têch, sảng lẻ, .

Nhóm IV: gồm các loại gỗ có màu sắc, mặt gỗ và khả năng chẽ biến thích hợp cho công nghiệp gỗ lạng và đồ mộc như re, mõ, vàng tâm, giổi.

Từ nhóm V - VIII: xếp loại căn cứ vào sức chịu lực của gỗ, cụ thể là dựa vào tỉ trọng gỗ.

Nhóm V: gồm các loại gỗ hồng sắc tốt: giẻ, thông.

Nhóm VI: gồm các loại gỗ hồng sắc thường: sồi, ràng ràng, bạch đàn.

Nhóm VII - VIII: là nhóm gỗ tạp và xấu: gạo, núc nác, không dùng trong xây dựng được.

* Gỗ làm công trình xây dựng được quy định như sau:

- Nhà lâu năm quan trọng như nhà máy, hội trường được dùng gỗ nhóm II làm kết cấu chịu lực: trừ lim, táo, nghiến không được dùng. Cột cầu, dầm cầu, cửa cổng là những bộ phận thường xuyên chịu mưa nắng và tải trọng lớn được dùng mọi gỗ nhóm II.

- Nhà cửa thông dụng: Nhà ăn, ở, kho, dùng gỗ nhóm V làm kết cấu chịu lực. Các bộ phận không chịu lực như khung cửa, li tô, các kết cấu nhà tạm, cọc móng, ván khuôn, dùng gỗ nhóm VI trở xuống.

2. Các quy định về kích thước gỗ

Gỗ dùng trong xây dựng phải có đường kính từ 15 cm trở lên, dài hơn 1m và không quá 4,5 m.

Một số bộ phận kết cấu lớn và quan trọng, yêu cầu dài như dầm nhà, kèo nhà, cột nhà, dầm cầu có thể dùng gỗ lớn hơn 4,5 m.

Quy định này hạn chế sử dụng gỗ quá dài, không đáp ứng được, ngoài ra bắt buộc phải tận dụng các gỗ nhỏ và ngắn. Yêu cầu đường kính lớn hơn 15cm để cây gỗ có đủ khả năng chịu lực.

Kích thước gỗ xẻ phải tuân theo quy cách thống nhất:

- + Gỗ ván có chiều dày 1-6 cm.
- + Gỗ hộp tiết diện nhỏ nhất 3 x 1 cm đến lớn nhất 20 x 20 cm.

Ngoài ra phải bảo quản gỗ trước khi sử dụng, các loại gỗ dùng làm bộ phận chịu lực cho công trình phải được ngâm tẩm, sấy khô, bảo quản bằng hóa chất.

Ngoài ra còn có tiêu chuẩn TCVN 1072-71 quy định về phân nhóm gỗ theo tính chất cơ lý, tiêu chuẩn TCVN 1075-71 quy định về kích thước gỗ xẻ và các tiêu chuẩn khác quy định về kích thước gỗ tròn, khuyết tật gỗ tròn, các thuật ngữ thống nhất của gỗ xẻ, các phương pháp thử tính chất cơ lý của gỗ, .

§3. Cấu trúc và thành phần hóa học của gỗ

1. Cấu trúc

Gỗ Việt Nam hầu hết thuộc loại cây lá rộng, gỗ lá kim chỉ ít loại như thông, pơ mu, ngọc am, kim giao, phi lao . Gỗ cây lá rộng có cấu trúc phức tạp hơn gỗ cây lá kim.

Để quan sát cấu trúc của gỗ người ta có thể dùng mắt thường để quan sát cấu trúc thô đại và dùng kính hiển vi để quan sát cấu trúc vi mô.

Cắt ngang một thân cây gỗ, bằng mắt thường ta thấy từ ngoài vào trong gồm những lớp sau:

- Lớp vỏ cây: gồm lớp vỏ ngoài và vỏ trong để bảo vệ cho cây.

- Lớp gỗ giác: màu nhạt, ẩm, là lớp gỗ sống, chứa các chất dinh dưỡng, dễ bị mục, mối, mọt.

- Lớp gỗ lõi: màu thẫm và cứng hơn gỗ giác, là lớp gỗ chết, chứa ít nước, khó bị mục mọt hơn. Có nhiều loại gỗ mà giác lõi không phân biệt.

- Ở trung tâm là tuỷ (ruột): là bộ phận mềm yếu nhất trong cây gỗ, dễ bị mục nát. Khi xẻ gỗ, người ta thường xé sao cho tuỷ nằm ở trong lòng hộp gỗ (hộp bọc ruột) để tuỷ khỏi bị mục nát.

Ở nhiều loại gỗ, ta còn thấy các vòng tròn đồng tâm bao quanh tuỷ là các vòng tuổi, mỗi vòng ứng với 1 năm sinh trưởng của cây. Một vòng tuổi gồm 2 lớp: lớp thẫm là gỗ muộn, lớp nhạt là gỗ sớm. Nhìn kĩ còn thấy những tia hướng tâm nhỏ li ti gọi là các tia lõi, gỗ thường bị nứt theo các tia này.

Nếu quan sát kĩ bằng kính hiển vi ta thấy các thành phần như sau:

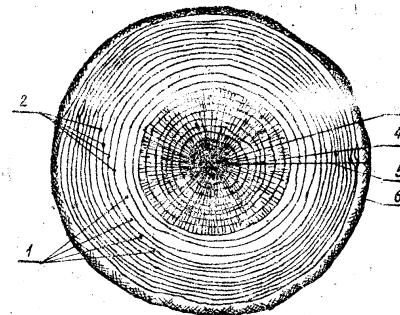
- Tế bào thớ gỗ: hình thoi nối tiếp nhau theo chiều dài thân cây, chiếm 76% thể tích gỗ, là bộ phận chính chịu lực của gỗ.

- Mạch gỗ: là các tế bào lớn hình ống dùng để dẫn chất dinh dưỡng theo chiều đứng.

- Tia lõi: là những tế bào nằm ngang dẫn nước và chất dinh dưỡng theo chiều ngang cây.

- Nhu tế bào: nằm xung quanh mạch gỗ và có lỗ thông với mạch, chứa chất dinh dưỡng nuôi cây.

Mỗi loại gỗ có đặc điểm, cách bố trí khác nhau. Căn cứ vào cách bố trí, hình dạng tia lõi, mạch, nhu tế bào có thể xác định được tên gỗ.



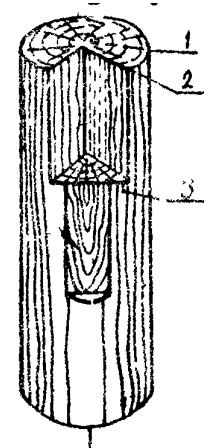
Hình I-1 — Mặt cắt ngang thân cây:
1. gỗ sớm ; 2. gỗ muộn ; 3. tủy ;
4. lõi ; 5. giác ; 6. vỏ cây

Quan sát cấu trúc của gỗ, ta thấy gỗ là vật liệu không đồng nhất, không thẳng hướng, gồm các thớ chỉ xếp theo phương dọc, mang tính chất xếp lớp rõ rệt theo các vòng tuổi. Vì vậy, tính chất của gỗ, sự chịu lực của gỗ là không giống nhau theo các phương khác nhau và tại các chỗ cũng khác nhau. Gỗ chịu lực khoẻ theo phương dọc thớ, kém theo phương ngang thớ (kém vài chục lần theo phương dọc).

Khi nghiên cứu cấu trúc gỗ, phải phân biệt 3 loại mặt cắt:

- Mặt cắt ngang: thẳng góc với trục thân cây (1).
- Mặt cắt xuyên tâm: Dọc theo trục thân cây, đi qua tâm (2).
- Mặt tiếp tuyến: dọc theo trục thân cây, không đi qua tâm (3).

Tương ứng với các vị trí mặt cắt, phân biệt ra 3 phương: phương dọc trực, phương xuyên tâm và phương tiếp tuyến.



2. Thành phần hóa học

Gỗ bao gồm các hợp chất hữu cơ: xenlulô, lignin, các hêmixenlulô, tananh, nhựa cây, sắc tố, , thành phần gồm các nguyên tố C, H, O, N, và một số muối khoáng Ca, Na, K, .

§4. Tính chất vật lý của gỗ

1. Độ ẩm của gỗ

1. Độ ẩm của gỗ:

Định nghĩa: độ ẩm của gỗ là lượng nước chứa trong gỗ, ảnh hưởng rất lớn đến tính chất vật lý và cơ học của gỗ.

Độ ẩm xác định theo công thức:

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \cdot 100\%$$

G_1 : trọng lượng gỗ ẩm.

G_2 : trọng lượng gỗ khô

Nước chứa trong gỗ gồm hai bộ phận:

+ Nước tự do: nằm trong các khoáng rỗng bên trong gỗ.

+ Nước hấp phụ (hay nước liên kết): chứa trong thành tế bào.

Độ ẩm thăng bằng của gỗ: là độ ẩm khi để gỗ tự nhiên trong không khí, dần dần hơi nước bốc đi, sau quá trình trao đổi hơi nước lâu dài với không khí, độ ẩm dần dần thăng bằng. Độ ẩm thăng bằng phụ thuộc nhiệt độ, độ ẩm không khí. Ở Việt Nam, độ ẩm thăng bằng khoảng 17÷20%.

Điểm bão hòa thó (hay độ ẩm hấp phụ): là độ ẩm của gỗ khi nước chứa đầy hết các thành tế bào. Điểm bão hòa thó vào khoảng 28÷32%, ít thay đổi theo các loại gỗ. Khi đó, nếu tăng độ ẩm của gỗ lên nữa chỉ làm cho lượng nước tự do tăng lên.

Sự thay đổi độ ẩm hấp phụ ảnh hưởng trực tiếp đến hình dạng và kích thước gỗ, đó là các hiện tượng co ngót, nở, cong, vênh, nứt. Co ngót theo phương ngang thó 6÷10%, theo phương tiếp tuyến 3÷5%, dọc thó 0,1%.

Để tránh các hiện tượng trên, trong xây dựng không dùng gỗ có độ ẩm > 25% đối với nhà, > 15% đối với gỗ dán.

2. Khối lượng thể tích của gỗ

Khối lượng riêng của gỗ: 1,54 T/m³ chung cho mọi loại gỗ.

Khối lượng thể tích: đặc trưng cho lượng chất gỗ chứa trong một đơn vị thể tích, khác nhau tùy theo từng loại gỗ. Gỗ càng nặng khối lượng thể tích càng lớn, khả năng chịu lực càng cao.

Khi chưa xác định được cường độ của gỗ, ta có thể dựa vào khối lượng thể tích để phán đoán khả năng chịu lực.

Gỗ nghiến có khối lượng thể tích 1,1 T/m³, sến là 1,08 T/m³, xoay là 1,15 T/m³.

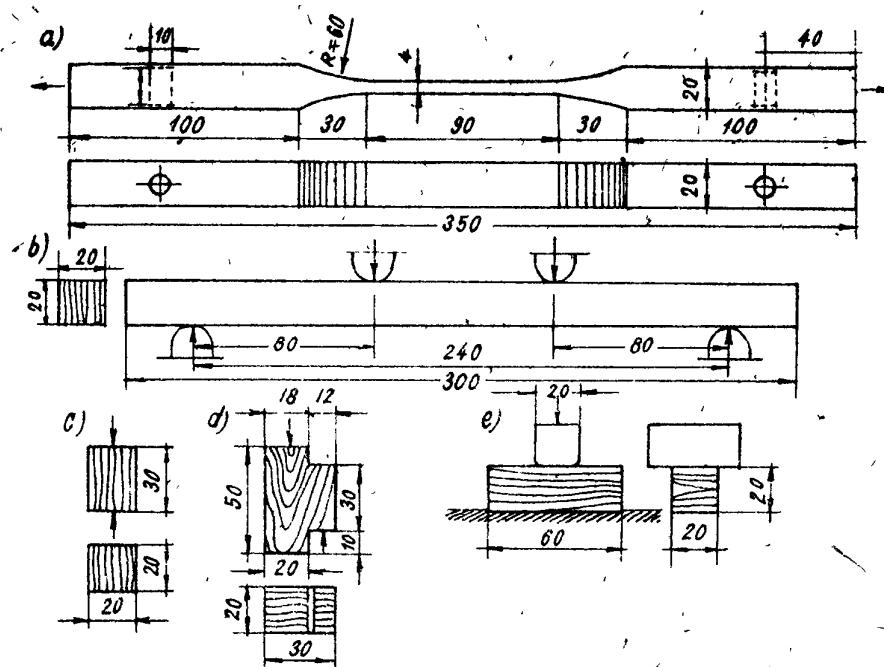
Gỗ nhẹ và xấu có khối lượng thể tích $< 0,45 \text{ T/m}^3$ không được dùng làm kết cấu chịu lực.

Các tính chất vật lí khác của gỗ như tính giãn nở nhiệt, dẫn nhiệt, ít liên quan đến kết cấu gỗ chịu lực nên ta không xét tới ở đây.

§5. Tính chất cơ học của gỗ

Tính chất cơ học của gỗ bao gồm các chỉ tiêu về độ bền, độ đàn hồi khi chịu kéo, nén, uốn, ép mặt và trượt.

Để xác định các chỉ tiêu này người ta chế tạo các mẫu gỗ nhỏ, không có tật bệnh và đem thí nghiệm trên máy với tốc độ tải nhất định.



a) Kéo dọc thớ; b) uốn; c) ép dọc thớ; d) trượt dọc thớ; e) ép ngang thớ

Cấu kiện gỗ thực tế thường có kích thước lớn và luôn có tật bệnh nên các trị số cường độ tìm được trên các mẫu thí nghiệm tiêu chuẩn chưa thể dùng để tính toán được mà phải điều chỉnh.

Một đặc điểm nữa ảnh hưởng rất lớn đến cường độ của gỗ là tốc độ gia tải và thời gian tác dụng của tải trọng mà ta xét sau đây:

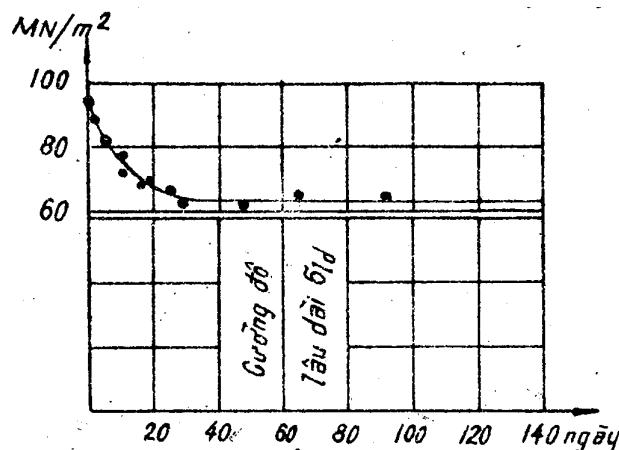
1. Ảnh hưởng của thời gian chịu lực. Cường độ lâu dài của gỗ

Cường độ của gỗ phụ thuộc rất rõ vào tốc độ tác dụng của tải trọng. Tải trọng đặt vào càng nhanh thì cường độ gỗ càng cao. Khi tải trọng đặt rất nhanh ($t \approx 0$) ta được cường độ lớn nhất σ_b (gọi là cường độ bền tức thời). Thời gian đặt

tải lâu vô hạn ta được cường độ nhỏ nhất σ_{ld} (gọi là cường độ lâu dài).

Với thời gian đặt tải lâu vô hạn ta được trị số cường độ nhỏ nhất σ_{ld} , cường độ lâu dài.

Mang thí nghiệm một loạt mẫu giống nhau chịu các tải trọng khác nhau thì thấy chúng phá hoại ở các thời gian khác nhau. Tải trọng càng lớn mẫu bị phá hoại càng nhanh; tải trọng nhỏ hơn, mẫu không bị phá hoại ngay nhưng cũng dần bị phá hoại; cũng có những tải trọng không bao giờ phá hoại mẫu dù tác dụng lâu bao nhiêu đi nữa. Vẽ quan hệ giữa cường độ phá hoại và thời gian tác dụng tải trọng cho đến lúc phá hoại ta được biểu đồ như hình vẽ:



Đường cong chịu lực lâu dài của gỗ

Ta thấy rằng σ_{ld} là ứng suất lớn nhất mà mẫu gỗ có thể chịu được mà không bao giờ bị phá hoại.

$\sigma > \sigma_{ld}$: sờm muộn gỗ sẽ bị phá hoại

$\sigma < \sigma_{ld}$: gỗ không bao giờ bị phá hoại dù tải trọng có tác dụng lâu dài đến đâu.

$\sigma_{ld} < \sigma_b$ và thực tế chúng ta chỉ thí nghiệm được σ_b . Vì thế để tính toán kết cấu thực tế, phải chuyển σ_b sang σ_{ld} bằng cách nhân với hệ số k_{ld} . Thường lấy $k_{ld} = 0,5 - 0,6$.

2. Sư làm việc của gỗ chịu kéo, nén, uốn

* Sư làm việc của gỗ khi chịu kéo

Cường độ chịu kéo dọc thớ của gỗ $800 - 1000 \text{ kG/cm}^2$, đường biểu diễn quan hệ ứng suất - biến dạng gần như thẳng, nhất là trong giai đoạn đầu, có thể coi như ứng suất tỉ lệ với biến dạng. Mẫu gỗ bị phá hoại đột ngột khi bị biến dạng nhỏ ϵ khoảng $0,8\%$. Như vậy, khi chịu kéo gỗ làm việc như vật liệu giòn. Tuy cường độ chịu kéo của gỗ khi thí nghiệm khá cao nhưng không sử dụng trị số này vì nó rất tản mạn, không ổn định và có rất nhiều những nhân tố làm giảm thấp cường độ kéo của gỗ.

Các bệnh tật như mốc gỗ, thớ chéo làm giảm khả năng chịu kéo của gỗ rất nhiều. Cả kích thước thanh gỗ cũng làm ảnh hưởng đến cường độ chịu kéo của gỗ.

Do tất cả các ảnh hưởng trên ta thấy gỗ không phải là vật liệu chịu kéo tốt. Để làm thanh kéo, phải lựa chọn thanh gỗ có phẩm chất tốt, ít bệnh tật.

Cường độ chịu kéo ngang thớ của gỗ rất nhỏ, bằng khoảng 1/15 - 1/20 cường độ chịu kéo dọc thớ. Do đó, trong kết cấu gỗ không bao giờ cho gỗ chịu kéo ngang thớ.

* Sự làm việc của gỗ khi chịu nén

Cường độ chịu nén dọc thớ $R_n = 300 \div 450 \text{ kG/cm}^2$, có thể đạt tới 700 kG/cm^2 .

Biểu đồ nén có dạng đường cong rõ rệt, gỗ bị phá hoại ở biến dạng $\epsilon = 0,6 \div 0,7\%$. Biểu đồ này chứng tỏ khi nén gỗ làm việc dẻo. Các yếu tố như bệnh tật, thớ chéo, giảm yếu tiết diện ít có ảnh hưởng đến R_n . Cường độ chịu nén là chỉ tiêu ổn định nhất trong các chỉ tiêu cường độ, được dùng để đánh giá, phân loại gỗ. Nén là hình thức chịu lực thích hợp nhất với gỗ.

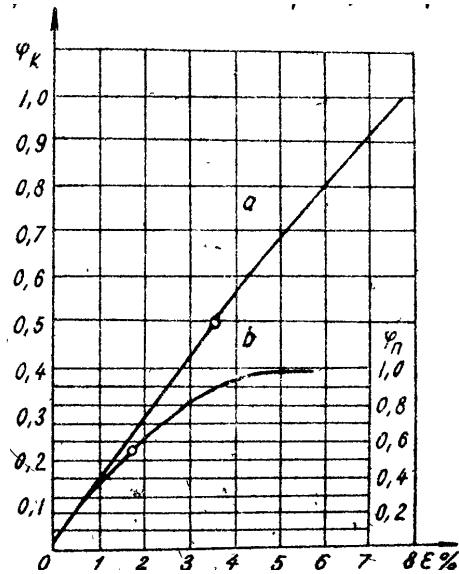
* Sự làm việc của gỗ khi chịu uốn

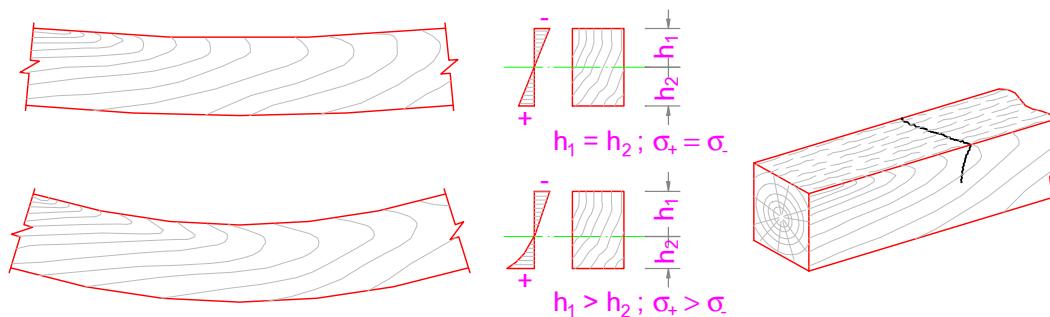
$R_u = 700 \div 900 \text{ kG/cm}^2$. Ảnh hưởng của mốc gỗ, giảm yếu, thớ chéo, kích thước ở mức trung gian giữa kéo và nén.

Khi mômen uốn nhỏ, ứng suất pháp phân bố dọc chiều cao tiết diện theo quy luật gần như đường thẳng, trị số ứng suất thớ biên có thể tính bằng công

thức $\sigma = \frac{M}{W}$. Tăng tải trọng lên, ứng suất nén phân bố theo đường cong và tăng

chậm, trong vùng nén xuất hiện biến dạng dẻo. Ứng suất kéo vẫn tiếp tục tăng nhanh theo quy luật gần như đường thẳng, trục trung hoà lui xuống phía dưới. Mẫu bắt đầu bị phá hoại khi ở vùng nén ứng suất đạt cường độ nén, các thớ nén bị gãy làm xuất hiện các đường gấp nếp trên mặt gỗ. Mẫu gỗ bị phá hoại hẳn khi ứng suất các thớ biên dưới đạt cường độ kéo.





Do sự phân bố như vậy, việc xác định ứng suất thớ biên bằng công thức sức bền vật liệu như trên không còn đúng nữa với giai đoạn tiếp sau, trị số $\sigma = \frac{M}{W}$ chỉ là cường độ quy ước.

Thí nghiệm thấy rằng R_u của gỗ phụ thuộc hình dạng tiết diện, tỉ số các cạnh của tiết diện thanh gỗ: thanh gỗ tròn có cường độ lớn hơn thanh gỗ hộp có cùng mômen chống uốn W ; thanh gỗ có chiều cao lớn hơn chiều rộng quá nhiều cường độ cũng giảm. Do vậy, khi chịu uốn phải có hệ số điều chỉnh m_u .

Môđun đàn hồi của gỗ khi kéo, nén và cả uốn xấp xỉ bằng nhau nên ta dùng chung một giá trị. Môđun đàn hồi của gỗ Việt Nam thay đổi trong phạm vi rộng, từ $6 \cdot 10^4$ đến $2 \cdot 10^5$ kG/cm², trong tính toán lấy chung $E_{tb} = 10^5$ kG/cm².

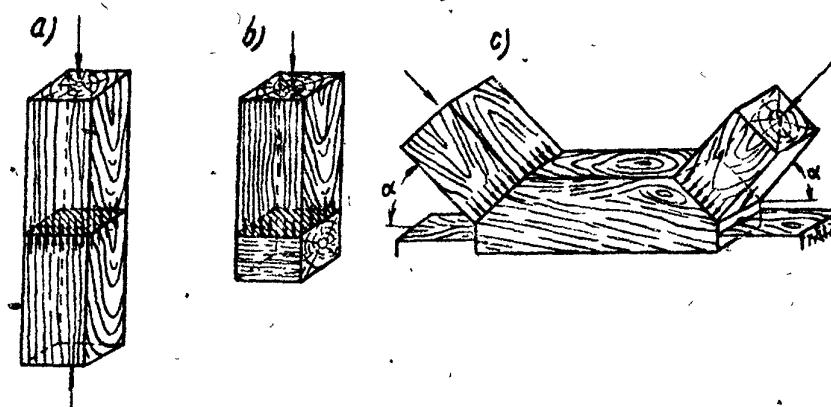
3. Sư làm việc của gỗ về ép mặt và trượt

a. Ép mặt

Ép mặt là sự truyền lực từ cấu kiện này sang cấu kiện khác qua mặt tiếp xúc:

$$\sigma_{em} = \frac{N}{F_{em}}$$

Với gỗ, tuỳ theo phương tác dụng của lực đối với thớ gỗ chia ra làm 3 loại: ép mặt dọc thớ, ngang thớ và xiên thớ.

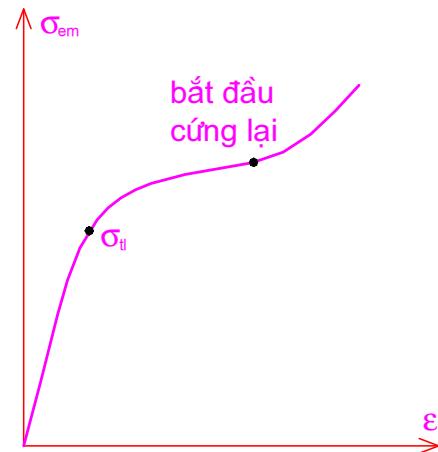


* Ép mặt dọc thớ

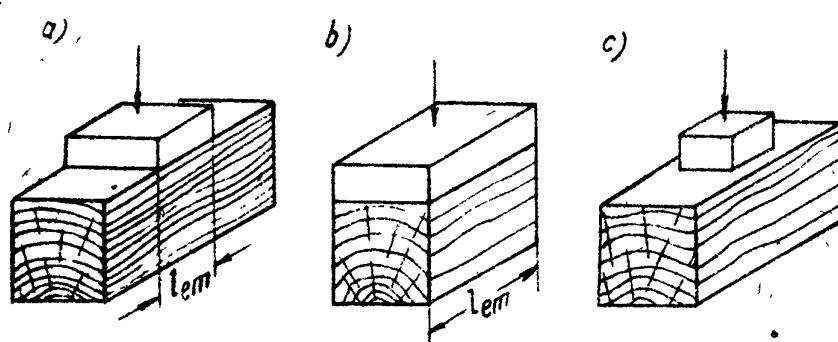
Ép mặt dọc thớ xảy ra khi truyền lực ép lên đầu mút của thanh gỗ. R_{em} dọc thớ không khác nhiều R_n dọc thớ, trong tính toán không phân biệt.

* Ép mặt ngang thớ

Gỗ khi bị ép ngang thớ có biến dạng rất lớn do gỗ có cấu trúc dạng sợi. Biểu đồ ứng suất - biến dạng như hình vẽ. Ban đầu các thớ gỗ bị ép vào nhau, biểu đồ có dạng hình parabol cong về phía trên. Sau đó, các thành tế bào gỗ bị ép lại và bị phá hoại, biến dạng tăng rất nhanh, biểu đồ có độ dốc thoải. Cuối cùng, sau khi các thành tế bào bị phá hoại và ép sát nhau, gỗ lại có thể chịu được tải trọng (sự cứng lại). Như vậy, sự làm việc ép mặt ngang thớ không phải căn cứ vào ứng suất phá hoại mà chủ yếu do biến dạng quá lớn không cho phép. Người ta thường lấy cường độ giới hạn là ứng suất tỉ lệ σ_t ứng với lúc gỗ bắt đầu bị biến dạng nhiều.



Ép mặt ngang thớ còn phân biệt ép mặt toàn bộ, ép mặt cục bộ (trên một phần chiều dài hoặc trên một phần diện tích).



Ép mặt toàn bộ có R_{em} nhỏ nhất, thực chất đó chỉ là nén ngang thớ. Ép mặt cục bộ có diện tích càng nhỏ thì cường độ càng cao.

* Ép mặt xiên thớ

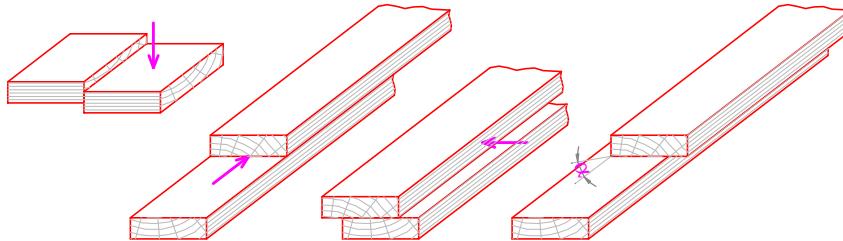
R_{em} phụ thuộc vào góc α giữa phương của lực và thớ gỗ, α càng nhỏ thì R càng lớn.

b. Trượt:

Tùy theo vị trí của lực tác dụng mà chia ra làm các loại: cắt đứt thớ, trượt dọc thớ, trượt ngang thớ và trượt xiên thớ.

- Khả năng cắt đứt thớ rất ít xảy ra vì cường độ lớn, gỗ sẽ bị phá hoại trước về ép mặt hay uốn. Trong tính toán kết cấu gỗ không gắp trường hợp này.

- Hay gấp nhất là trượt dọc thớ và trượt ngang thớ. Cường độ trượt dọc thớ vào khoảng $70 \div 100 \text{ Kg/cm}^2$, trượt ngang thớ thì khoảng một nửa giá trị đó.

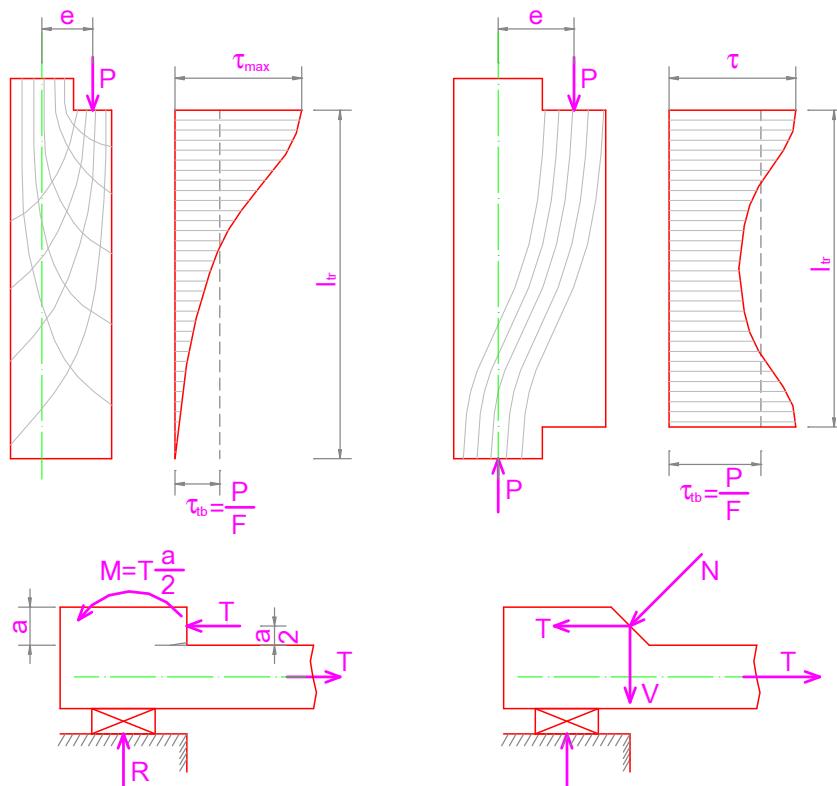


Cường độ trượt ở đây là cường độ trượt trung bình:

$$\tau_{tb} = \frac{T}{F_{trượt}}$$

Ứng suất trượt thực ra phân bố không đều trên mặt trượt, ứng suất trượt cực đại thực tế lớn hơn nhiều so với ứng suất trung bình.

Tùy theo vị trí của ngoại lực đối với mặt trượt còn phân ra trượt một phía nếu lực T đặt ở một đầu, trượt trung gian hay trượt kẹp nếu lực T đặt ở hai đầu của mặt trượt.



Trị số τ_{tb} phụ thuộc vào các điều kiện sau:

+ Tuỳ theo trượt một phía hay trung gian, trượt trung gian có τ_{tb} lớn hơn.

- + Tuỳ thuộc vào tỉ số $\frac{l_{tr}}{e}$, τ_{tb} lớn khi $\frac{l_{tr}}{e} = 3 \div 4$. Nếu $\frac{l_{tr}}{e}$ quá lớn thì ứng suất phân bố không đều, nhỏ quá thì gỗ cũng nhanh bị phá hoại do hiện tượng tách rời.
- + Có lực ép hay không. Nếu có lực ép khả năng chịu trượt tăng lên nhiều.
- Trượt xiên thớ: cường độ trượt phụ thuộc góc xiên α . Tương tự như ép mặt xiên thớ, trượt xiên thớ rất ít khi xảy ra.

4. Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ của gỗ

a. Ảnh hưởng của độ ẩm

Độ ẩm hấp phụ ảnh hưởng đến cường độ của gỗ. Khi độ ẩm tăng từ 0 đến điểm bão hòa thớ thì R và E giảm. Tăng độ ẩm quá điểm bão hòa thớ thì R không thay đổi nữa. Để có thể so sánh R của gỗ khi ở các độ ẩm khác nhau thì phải chuyển R về độ ẩm thống nhất.

Độ ẩm quy định để lấy R^{tc} là $W = 18\%$.

Cường độ ở độ ẩm bất kì được chuyển về cường độ ở độ ẩm 18% theo công thức sau:

$$\sigma_{18} = \sigma_w [1 + \alpha(W - 18)]$$

Trong đó:

σ_{18} : cường độ ở độ ẩm tiêu chuẩn.

α : hệ số điều chỉnh độ ẩm, phụ thuộc loại gỗ và loại cường độ.

$\alpha = 0,05$: nén dọc thớ $\alpha = 0,035$: nén ngang thớ

$\alpha = 0,015$: kéo dọc thớ $\alpha = 0,04$: uốn tĩnh

$\alpha = 0,03$: trượt

b. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Khi tăng nhiệt độ thì cường độ cũng giảm. Cũng như độ ẩm, với nhiệt độ cũng phải chọn nhiệt độ tiêu chuẩn. Ở đây lấy $t = 20^\circ C$. Cường độ ở nhiệt độ bất kì được đưa về cường độ ở nhiệt độ tiêu chuẩn theo công thức:

$$\sigma_{20} = \sigma_T + \beta(T - 20)$$

Trong đó:

σ_{20} : cường độ ở nhiệt độ $20^\circ C$ cần tìm.

β : hệ số điều chỉnh nhiệt độ.

$\beta = 0,035$: nén dọc thớ $\beta = 0,4$: kéo dọc thớ

$\beta = 0,45$: uốn $\beta = 0,04$: trượt dọc thớ

Khi nhiệt độ lớn làm cho gỗ bị giãn nở, đứt thớ gỗ. Vì thế quy định không sử dụng gỗ khi $t^\circ > 50^\circ C$.

c. Ảnh hưởng của tật bệnh

Cây gỗ bao giờ cũng có tật bệnh, từ khi mới phát triển đến khi hạ cây. Những tật bệnh ảnh hưởng đến tính năng cơ học của gỗ là: mắt cây, thớ nghiêng, khe nứt.

- *Mắt cây*: chỗ gốc cành cây đâm từ thân ra, thớ gỗ bị lượn vẹo làm cho chỗ đó cường độ giảm. Mắt gỗ đặc biệt có hại đối với cấu kiện chịu kéo và cũng gây ảnh hưởng khá nhiều đến cấu kiện chịu nén và chịu uốn.

- *Thớ nghiêng*: các thớ của cây không nằm theo phương dọc trục thân cây gỗ, khi làm việc trở thành trạng thái chịu lực xiên thớ làm giảm cường độ gỗ.

- *Khe nứt*: khe nứt xuất hiện cả khi cây đang sống và khi hạ cây. Khe nứt làm gỗ mất tính nguyên vẹn, làm giảm khả năng chịu lực. Vết nứt ít ảnh hưởng đến cường độ nén nhưng gây tác hại rất lớn khi chịu kéo ngang thớ và trượt. Ngoài ra vết nứt làm cho hơi ẩm thâm nhập làm cho gỗ dễ bị mục, mọt.

§6. Phòng mục, phòng mối mọt và phòng hàn cho gỗ

1. Mục:

Mục là do một loại vi khuẩn thực vật (nấm) sinh trưởng, ăn và phát triển trong gỗ.

Nấm phát triển trong điều kiện độ ẩm 30÷50%, nhiệt độ 20⁰÷30⁰C. Độ ẩm dưới 20% nấm sống không nổi, nhiệt độ cao hay thấp hơn nhiệt độ trên làm nấm ngừng sinh trưởng.

Có 2 biện pháp phòng mục:

Khử điểu kiện sinh trưởng của nấm như sấy khô gỗ đến độ ẩm nhỏ hơn 18÷20%, che mưa, đặt kết cấu vào chỗ khô ráo, thông thoáng.

Dùng hóa chất.

2. Phòng mối, mọt:

Mối, mọt là các loại côn trùng sống trong gỗ, ăn gỗ làm cho gỗ bị phá hoại.

Mối là nguy hiểm nhất.

Các biện pháp phòng mối:

Ngăn không cho mối thâm nhập vào gỗ: đầu cột trong đất được tẩm thuốc, hố chôn phải trộn thuốc.

Diệt tổ mối như cắt nguồn nước, dùng chất độc.

Mọt ít nguy hiểm hơn mối.

Có nhiều biện pháp phòng mọt:

Loại mọt mà sâu con ăn chất bột trong gỗ thì ngâm gỗ trong nước cho chất bột đó trôi đi.

Sơn kín mặt gỗ, bịt các lỗ mạch để mọt không đẻ trứng vào.

3. Phòng hàn:

Hàn là một loại sinh vật sống trống trong vùng nước mặn, nước lợ.

Các biện pháp phòng hàn:

Thuỷ cho gỗ cháy sém định kỳ tạo thành lớp than mỏng bọc ngoài.

Bọc gỗ bằng ống bê tông, sành hoặc lớp hỗn hợp xi măng-nhựa đường.

Biện pháp hiệu quả nhất để phòng, trừ và tiêu diệt nấm, mối, mọt, hàn là ngâm, tẩm gỗ bằng hóa chất.

4. Ngâm, tẩm gỗ bằng hóa chất:

a) Các loại hóa chất: chia thành 2 loại lớn:

* Thuốc muối vô cơ (sản xuất trong nước):

NaF (natri florua): độc với nấm, không làm biến màu gỗ nhưng dễ bị nước chịu cuốn trôi.

Na₂SiF₆ (natri silicat florua): ít tan trong nước, dùng kết hợp với NaF.

CuSO₄ (đồng sunfat): dễ tan trong nước, độc với nấm, côn trùng và cả với người.

* Thuốc dầu:

- Nhập từ nước ngoài:

Dầu crêôzôt: tẩm cho tà vẹt, các công trình giao thông.

Cao NaF gồm: bột NaF, nhựa đường, dầu hoả để phòng mục cho cầu gỗ.

Thuốc đonalit U gồm: NaF, bicromat natri, đinitro fenol để trừ nấm. Nếu thêm đonalit UA thì trừ được cả mối mọt.

Thuốc duotex và hylotax gồm: DDT, 666 để trừ mối, mọt. Loại hylotax khác (gọi là ahopin) có thêm penta clophenol thì trừ được cả nấm, mốc.

- Sản xuất trong nước:

LN1, LN2 tương tự đonalit dùng phòng mục.

BQG: phòng mối, mọt.

b) Các phương pháp ngâm tẩm:

Quét và phun lên mặt gỗ: thuốc ngấm ít, không sâu chỉ dùng để bảo quản trong thời gian ngắn.

Ngâm gỗ trong bể chứa dung dịch thuốc: dùng cho các loại gỗ có chiều dài không lớn lắm, thuốc ngấm tương đối sâu.

Tẩm: là dùng áp lực cao ép thuốc vào gỗ, thuốc ngấm sâu và nhiều nhưng tốn kém.

CHƯƠNG II

TÍNH TOÁN CÁC CẤU KIỆN CƠ BẢN

§1. Nguyên lý tính toán kết cấu gỗ

Cũng như kết cấu bê tông và kết cấu thép, kết cấu gỗ cũng được tính toán theo phương pháp trạng thái giới hạn.

Trạng thái giới hạn là trạng thái ứng với thời điểm kết cấu bắt đầu không thể tiếp tục sử dụng được nữa.

1. Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất

(Trạng thái giới hạn về cường độ, ổn định, mồi)

Khi tính kết cấu gỗ theo trạng thái giới hạn thứ nhất, ta so sánh nội lực lớn nhất có thể sinh ra trong cấu kiện với khả năng chịu lực giới hạn của cấu kiện, nhằm đảm bảo cho kết cấu không bị phá hoại về mặt cường độ và ổn định. Khả năng chịu lực đó không được nhỏ hơn nội lực lớn nhất trong cấu kiện:

$$N \leq \Phi$$

N: nội lực tính toán sinh ra trong kết cấu, do các tải trọng tính toán được tổ hợp ở trường hợp bất lợi nhất.

Φ : khả năng chịu lực của kết cấu, là hàm số của chất lượng và tính chất cơ học của vật liệu cũng như của đặc trưng hình học và điều kiện làm việc của kết cấu.

Tải trọng tính toán = tải trọng tiêu chuẩn x hệ số độ tin cậy.

Cường độ tiêu chuẩn: cường độ giới hạn của các mẫu thí nghiệm $x k_{ld}$

Do gỗ sử dụng có kích thước lớn hơn mẫu thí nghiệm và do ảnh hưởng của kết cấu gỗ có các khuyết tật, do vậy, cường độ của gỗ khi tính toán phải lấy giảm xuống:

$$R^{tt} = R^{tc} x k_1 x k_2 = k x R^{tc}$$

$k = k_1 \cdot k_2 < 1$ gọi là hệ số đồng nhất.

Kết cấu gỗ còn bị ảnh hưởng của hình dạng tiết diện, của hiện tượng tập trung ứng suất tại các lỗ khuyết, của sự phân bố không đều của ứng suất trượt, . Để kể tới hiện tượng này phải xét thêm hệ số điều kiện làm việc m.

Từ đó trạng thái giới hạn I biểu thị bằng công thức sau:

$$\sum N_i^{tt} x n_i \leq \Phi(S, k R^{tc}, m)$$

N_i^{tt} : nội lực do tải trọng tính toán i sinh ra trong kết cấu.

n_i : hệ số tổ hợp tương ứng với các tải trọng.

S: đặc trưng hình học của tiết diện (F, W, J,).

2. Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai

(Trạng thái giới hạn về biến dạng)

$$\Delta \leq f$$

Δ : biến dạng của kết cấu dưới tác dụng của tải trọng tiêu chuẩn.

f : biến dạng cho phép (theo quy phạm).

Với trạng thái giới hạn II dùng tải trọng tiêu chuẩn vì tải trọng luôn xuất hiện trong điều kiện bình thường. Tải trọng tính toán xuất hiện ít, và nếu có vượt quá biến dạng cho phép cũng không nguy hiểm lăm.

3. Tính toán phân tố tiết diện nguyên

Tiết diện của cấu kiện gồm cả thân cây gỗ, có tiết diện tròn, chữ nhật, vuông: tiết diện nguyên.

Tiết diện có thể gồm nhiều thân cây gỗ ghép lại với nhau bằng liên kết chốt, đinh, chêm: gọi là tiết diện tổ hợp liên kết mầm.

Trong các phần tiếp theo ta đi xét trường hợp tính toán cấu kiện gỗ tiết diện nguyên.

§2. Các số liệu tính toán

BẢNG CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CỦA GỖ VIỆT NAM (kG/cm²)

STT	Trạng thái ứng suất	Kí hiệu	Nhóm gỗ	Khi độ ẩm W là	
				15%	18%
1	Nén và ép mặt dọc thớ	R_n R_{em}	IV	150	135
			V	155	135
			VI	130	115
			VII	115	110
2	Kéo dọc thớ	R_k	IV	115	110
			V	125	120
			VI	100	95
			VII	85	80
3	Uốn	R_u	IV	170	150
			V	185	165
			VI	135	120
			VII	120	105
4	Nén ngang thớ và ép mặt ngang thớ (cục bộ/toàn bộ)	$R_n^{90^\circ}$ $R_{em}^{90^\circ}$	IV	25	25
			V	28/25	25/22
			VI	20/20	18/18
			VII	15/15	13/13
5	Trượt dọc thớ	R_{tr}	IV	29	25
			V	30	25
			VI	24	21
			VII	22	19

Chú thích:

(1) Cường độ tính toán của gỗ khi chịu ép mặt xiên thớ một góc α xác định theo công thức:

$$R_{em}^{\alpha} = \frac{R_{em}}{1 + \left(\frac{R_{em}}{R_{em}^{90^\circ}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \quad (\text{II-4})$$

R_{em} : cường độ ép mặt tính toán dọc thớ.

$R_{em}^{90^\circ}$: cường độ ép mặt tính toán ngang thớ.

(2) Cường độ tính toán của gỗ khi chịu trượt xiên thớ một góc α xác định theo công thức:

$$R_{tr}^{\alpha} = \frac{R_{tr}}{1 + \left(\frac{R_{tr}}{R_{tr}^{90^\circ}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \quad (\text{II-5a})$$

R_{tr} : cường độ trượt tính toán dọc thớ.

R_{tr}^{90} : cường độ trượt tính toán ngang thớ.

Thông thường $R_{tr}^{90} = 1/2 R_{tr}$ do đó công thức (II-5a) viết thành:

$$R_{tr}^{\alpha} = \frac{R_{tr}}{1 + \sin^3 \alpha} \quad (\text{II-5b})$$

- Cường độ tính toán của gỗ lấy trong bảng trên khi tính toán phải nhân với hệ số điều kiện làm việc:

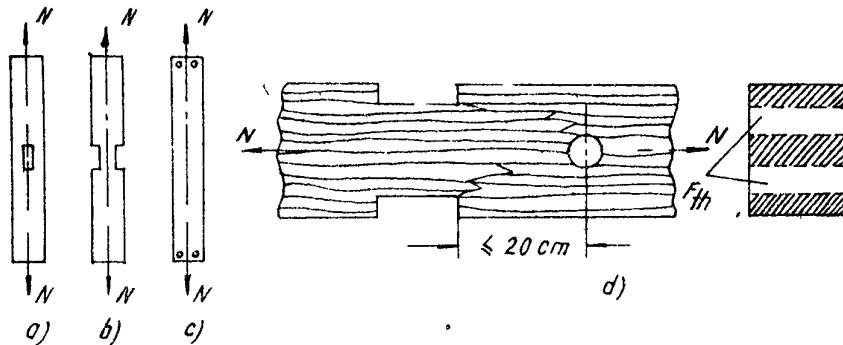
STT	Trạng thái ứng suất	Kí hiệu	Hệ số
1	<p><i>Uốn ngang:</i></p> <p>a. Ván và thanh có kích thước một cạnh của tiết diện nhỏ hơn 15 cm</p> <p>b. Thanh có kích thước cạnh của tiết diện ≥ 15 cm khi tỉ số chiều cao và chiều rộng tiết diện $\frac{h}{b} \leq 3,5$</p> <p>c. Gỗ tròn không có rãnh cắt trong tiết diện tính toán</p> <p>d. Cấu kiện tổ hợp liên kết mềm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dầm tổ hợp liên kết chốt định, nhịp ≥ 4m, do 2 thanh gỗ ghép lại - Dầm tổ hợp liên kết chốt định, nhịp ≥ 4m, do nhiều thanh gỗ ghép lại - Dầm tổ hợp liên kết chêm, do 2 hay nhiều thanh ghép lại 	m_u m_u m_u m_u m_u m_u m_u	1,0 1,15 1,2 0,9 0,8 0,8
2	<p><i>Kéo:</i></p> <p>a. Cấu kiện không bị giảm yếu trong tiết diện tính toán</p> <p>b. Cấu kiện có bị giảm yếu trong tiết diện tính toán</p>	m_k m_k	1,0 0,8
3	Nén và ép mặt	m_n m_{em}	1,0
4	Trượt	m_{tr}	1,0

Ngoài ra, khi cần xét đến các nhân tố tác dụng đồng thời (độ ẩm, nhiệt độ, tải trọng ngắn hạn, cấu kiện cong,) thì cường độ tính toán và môđun đàn hồi phải nhân thêm với các hệ số điều chỉnh tương ứng.

- Môđun đàn hồi của gỗ lấy $E = 10^5$ kG/cm².

§3. Cấu kiện chịu kéo đúng tâm

Cấu kiện chịu kéo đúng tâm khi lực dọc nằm theo trục cấu kiện. Nếu cấu kiện có chỗ giảm yếu thì kéo đúng tâm xảy ra khi các chỗ giảm yếu đối xứng với trục cấu kiện.



Tính theo công thức:

$$\sigma_k = \frac{N}{A_{th}} \leq m_k \cdot R_k \quad (\text{II - 6})$$

N: lực kéo tính toán.

$A_{th} = A_{ng} - A_{gy}$: diện tích thu hẹp

Khi tính A_{gy} thì mọi chỗ giảm yếu trên các tiết diện trong khoảng dài 20cm dọc theo trục cấu kiện coi như giảm yếu trên cùng một tiết diện.

Để tránh giảm yếu quá nhiều người ta quy định khi giảm yếu không đối xứng thì $A_{gy} < 0,4A_{ng}$, khi giảm yếu đối xứng thì $A_{gy} < 0,5A_{ng}$.

Độ mảnh cho phép đối với cấu kiện chính chịu kéo là 150 và đối với thanh giằng là 200.

§4. Cấu kiện chịu nén đúng tâm

Cấu kiện chịu nén đúng tâm có thể bị phá hoại về cường độ hoặc về độ ổn định do đó phải tính theo cả 2 trường hợp trên.

1. Tính theo cường độ

Do gỗ có tính dẻo khi chịu nén, nên khi tính về cường độ không cần xét đến ảnh hưởng của ứng suất tập trung ở tiết diện giảm yếu, chỉ xét đến phần giảm yếu của tiết diện.

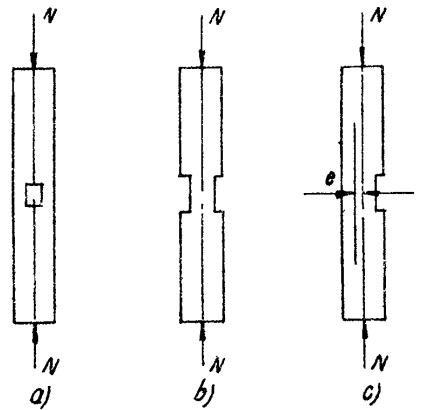
$$\sigma_n = \frac{N^{tt}}{F_{th}} \leq R_n m_n$$

N^{tt} : Lực nén tính toán.

F_{th} : diện tích tiết diện đã thu hẹp của cấu kiện.

R_n : cường độ chịu nén tính toán.

m_n : hệ số điều kiện làm việc chịu nén.



2. Tính theo ổn định

$$\sigma_n = \frac{N}{\varphi A_{tt}} \leq m_n R_n$$

m_n : hệ số điều kiện làm việc, tra bảng II-2.

R_n : cường độ chịu nén của gỗ, tra bảng II-2.

N : lực nén tính toán.

A_{tt} : diện tích tính toán

Khi không có các giảm yếu cục bộ: $A_{tt} = A_{ng}$

Khi có các giảm yếu cục bộ:

Chỗ giảm yếu không ở bên rìa cấu kiện (hình II-2a): khi $A_{gy} \leq 25\% A_{ng}$ thì $A_{tt} = A_{ng}$, khi $A_{gy} > 25\% A_{ng}$ thì $A_{tt} = 4/3A_{th} = 4/3(A_{ng} - A_{gy})$.

Chỗ giảm yếu ở bên rìa và đối xứng (hình II-2b): $A_{tt} = A_{th}$.

φ : hệ số uốn dọc, phụ thuộc vào độ mảnh của cấu kiện, xác định như sau:

$$= 3100/\lambda^2 \text{ khi } \lambda > 75$$

$$= 1 - 0,8(\lambda/100)^2 \text{ khi } \lambda \leq 75$$

Độ mảnh λ xác định theo công thức: $\lambda = I_{tt}/r_{min}$

I_{tt} : chiều dài tính toán của cấu kiện lấy theo hình vẽ sau:

+ Khi $\lambda > 75$: kết cấu gỗ làm việc trong giai đoạn đàn hồi

$$\varphi = \frac{3100}{\lambda^2}$$

+ Khi $\lambda \leq 75$:

$$\varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2$$

Với λ là độ mảnh của thanh chịu nén:

$$\lambda = \frac{l_o}{r_{min}}$$

l_o : chiều dài tính toán của cấu kiện

Cấu kiện hai đầu khớp: $l_o = l$

Cấu kiện một đầu ngàm, một đầu khớp: $l_o = 0,8l$

Cấu kiện hai đầu ngàm: $l_o = 0,65l$

Cấu kiện một đầu ngàm, một đầu tự do: $l_o = 2l$

r_{min} : bán kính quán tính nhỏ nhất của tiết diện nguyên

Với tiết diện chữ nhật: $r_{min} = 0,289b$

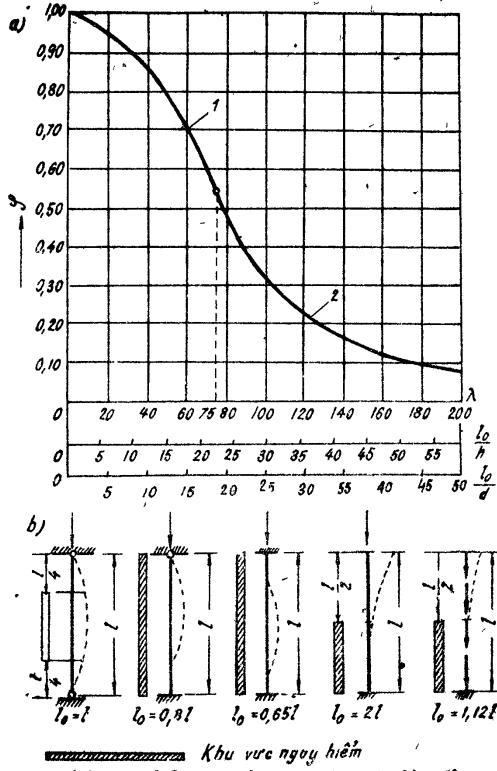
Với tiết diện tròn: $r_{min} = 0,25D$

Độ mảnh cho phép của cấu kiện chịu nén:

Cấu kiện chính: $\lambda \leq 120$

Cấu kiện phụ: $\lambda \leq 150$

Hệ giằng: $\lambda \leq 200$



- a) Biểu đồ uốn dọc
- b) Chiều dài tính toán của thanh chịu nén đúng tâm và khu vực nguy hiểm cần kiểm tra tiết diện theo điều kiện ổn định.

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{J_{ng}}{F_{ng}}} : \text{bán kính quán tính nhỏ nhất của tiết diện nguyên}$$

= 0,289b đối với tiết diện chữ nhật.

= 0,25d đối với tiết diện tròn.

Độ mảnh cho phép của cấu kiện chịu nén: cấu kiện chính $[\lambda] = 120$, cấu kiện phụ $[\lambda] = 150$, thanh giằng $[\lambda] = 200$.

Các công thức trên là công thức để kiểm tra tiết diện nhưng trong thực tế hay gặp lại là bài toán thiết kế, chọn tiết diện khi biết nội lực. Nhà bác học Côsêcôp đã giải bài toán và đưa ra công thức để tìm tiết diện trong hai trường hợp tiết diện vuông và tròn:

- Trường hợp 1: *khi $\lambda > 75$*

$$N = \varphi R_n F = \frac{3100}{\lambda^2} R_n F \Rightarrow F = \frac{N \lambda^2}{3100 R_n}$$

+ Đối với tiết diện tròn:

$$F = \frac{I_o}{15,71} \sqrt{\frac{N}{R_n}}$$

$$D = 1,128 \sqrt{F}$$

+ Đối với tiết diện chữ nhật:

$$F = \frac{I_o}{16} \sqrt{\frac{kN}{R_n}}$$

$$\text{Với } k = \frac{h}{b}; F = kb^2 = hb$$

+ Đối với tiết diện vuông, k = 1:

$$F = \frac{I_o}{16} \sqrt{\frac{N}{R_n}}$$

$$a = \sqrt{F}$$

- Trường hợp 2: *khi $\lambda \leq 75$*

$$N = \varphi R_n F = \left[1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \right] R_n F = [F - 8 \cdot 10^{-5} \lambda^2 F] R_n$$

$$\Rightarrow F = \frac{N}{R_n} + 8 \cdot 10^{-5} \lambda^2 F$$

+ Đối với tiết diện tròn:

$$F = \frac{N}{R_n} + 0,001 I_o^2$$

$$D = 1,128 \sqrt{F}$$

+ Đối với tiết diện chữ nhật:

$$F = \frac{N}{R_n} + 0,001 k I_o^2$$

$$\text{Với } F = kb^2$$

+ Đối với tiết diện vuông:

$$F = \frac{N}{R_n} + 0,001 I_o^2$$

$$a = \sqrt{F}$$

Thí dụ1: kiểm tra một thanh chịu nén đúng tâm 2 liên kết khớp có kích thước như hình vẽ. Biết lực nén toàn $N^{tt} = 10T$; $R_n = 130 \text{ kg/cm}^2$; $[\lambda] = 150$.

(a) Kiểm tra về cường độ:

$$\text{Theo công thức: } \sigma = N^{tt}/A_{th}$$

$$A_{th} = A_{ng} - A_{gy} = 18.15 - 6.15 = 180 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = N^{tt}/A_{th} = 10.000/180 = 55,6 \text{ kg/cm}^2 < R_n = 130$$

\Rightarrow thoả mãn.

(b) Kiểm tra về ổn định:

$$A_{gy} = 6.15 = 90$$

$$A_{ng} = 18.15 = 270$$

$$A_{gy}/A_{ng} = 90/270 = 33\% > 25\%$$

$$\rightarrow A_{tt} = 4/3A_{th} = 4/3.(A_{ng} - A_{gy}) = 4/3.(18.15 - 6.15) = 240 \text{ cm}^2$$

$$r_{min} = 0,289.b = 0,89.15 = 4,34 \text{ cm}$$

$$l_0 = l = 420 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \lambda_{max} = l_{tt}/r_{min} = 420/4,34 = 97 > [\lambda] = 150 \Rightarrow \text{thoả mãn.}$$

$$\varphi = 3100/\lambda^2 = 3100/97^2 = 0,33$$

$\sigma = N^{tt}/\varphi F_{tt} = 10000/0,33/240 = 126 < m_n \cdot R_n = 1.130 = 130 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{thoả mãn.}$

Thí dụ2: chọn tiết diện một cột gỗ chịu nén đúng tâm trong một kết cấu chịu lực lâu dài biết chiều dài tính toán $l_{tt} = 5 \text{ m}$, tải trọng tính toán $N^{tt} = 10T$.

Giải:

Giả thiết $\lambda > 75$

$$(a) \text{ Dùng tiết diện tròn: } A = \frac{l_{tt}}{15,75} \sqrt{\frac{N}{R_n}} = \frac{500}{15,75} \sqrt{\frac{10000}{130}} = 278 \text{ cm}^2 ;$$

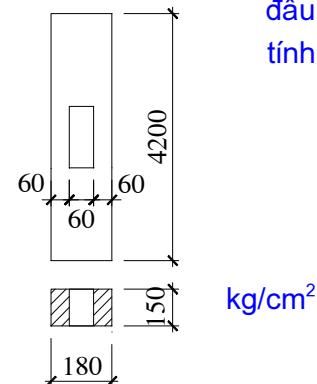
$$d = 1,135\sqrt{A} = 1,135\sqrt{278} = 18,9 \text{ cm.}$$

Chọn gỗ có đường kính 20 cm , thử lại độ mảnh $\lambda_{max} = 500/0,25/20 = 100 > 75$
 \Rightarrow dùng đúng công thức.

$$(b) \text{ Nếu dùng tiết diện vuông: } A = \frac{l_{tt}}{16} \sqrt{\frac{N}{R_n}} = \frac{500}{16} \sqrt{\frac{10000}{130}} = 282 \text{ cm}^2 ;$$

$$a = \sqrt{A} = \sqrt{282} = 16,8 \text{ cm.}$$

Dùng tiết diện vuông có cạnh $18 \times 18 \text{ cm}$. $\lambda_{max} = 500/0,289/18 = 93,7 > 75 \Rightarrow$ dùng đúng công thức.



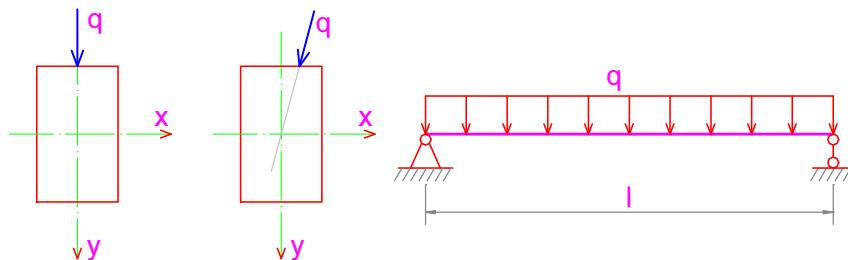
§5. Cấu kiện chịu uốn

Cấu kiện gỗ chịu uốn được dùng rất rộng rãi làm ván lát sàn, dầm sàn, dầm mái, xà gồ, dầm cầu, .

Theo phương tác dụng của tải trọng chia thành 2 loại:

Uốn phẳng: khi phương tác dụng của tải trọng nằm trong mặt phẳng của một trục quán tính chính của tiết diện.

Uốn xiên: khi phương tác dụng của tải trọng không nằm trong mặt phẳng của một trục quán tính chính nào.



1. Uốn phẳng

a. Tính theo cường độ

$$\sigma = \frac{M^t}{W_{th}} \leq m_u R_u$$

M: mô men uốn tính toán.

W_{th} : mô men chống uốn của tiết diện thu hẹp.

R_u : cường độ chịu uốn tính toán, tra bảng II-1.

m_u : hệ số điều kiện làm việc, tra bảng II-2.

→ Chú ý: nếu tiết diện giảm yếu nhiều nhất không trùng với tiết diện có mô men uốn lớn nhất thì phải kiểm tra thêm cường độ tại tiết diện giảm yếu đó.

Ảnh hưởng do giảm yếu ở vùng chịu kéo ở tiết diện thường gây cho cấu kiện bị gãy tách, nhất là các khe cắt thẳng góc với trục của cấu kiện. Vì vậy, nếu cấu kiện chịu uốn muốn giảm chiều cao dầm phải cắt vát để tránh hiện tượng trên.

Hệ số điều kiện làm việc m_u được lấy như sau:

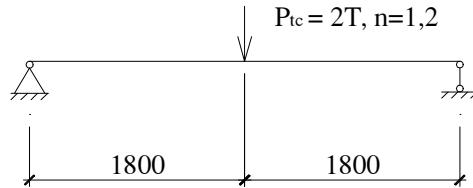
Nếu hai cạnh của tiết diện ≤ 15 cm: $m_u = 1$

Nếu có cạnh > 15 cm; $\frac{h}{b} \leq 3,5$: $m_u = 1,15$

Gỗ tròn không có khe rãnh: $m_u = 1,2$

Gỗ tròn có khe rãnh lấy như tiết diện chữ nhật.

Thí dụ: chọn tiết diện một dầm gỗ, biết: nhịp 3,6 m; tải trọng $P_{tc} = 2T$; hệ số vượt tải $n = 1,2$, gỗ có $R_u = 130 \text{ kg/cm}^2$, $[f/l] = 1/250$.



Giải:

$$M_{\max} = P_{tc} \cdot l / 4 = 2000 \cdot 1,2 \cdot 3600 / 4 = 216000 \text{ kgcm.}$$

Dự kiến chọn dầm tiết diện chữ nhật có cạnh $\geq 15 \text{ cm}$, $h/b \leq 3,5 \rightarrow m_u = 1,15$.

$$\sigma_n = \frac{M}{W_{th}} \leq m_u \cdot R_u \rightarrow W_{ct} = \frac{M}{m_u \cdot R_u} = \frac{216000}{1,15 \cdot 130} = 1445 \text{ cm}^2$$

$$\frac{f}{l} = \frac{P^{tc} l^2}{48EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$$

$$\rightarrow J_{ct} = \frac{P^{tc} l^2}{48EJ} \cdot \left[\frac{l}{f} \right] = \frac{2000 \cdot 360^2}{48 \cdot 10^5} \cdot 250 = 13500 \text{ cm}^4$$

$$\text{Giả thiết } k = h/b = 1,25 \rightarrow b = 0,8 \cdot h$$

$$\rightarrow W = bh^2/6 = 0,8h^3/6$$

$$J = bh^3/12 = 0,8h^4/12$$

Theo điều kiện về cường độ ta có:

$$\frac{0,8 \cdot h^3}{6} = 1445 \rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{1445 \cdot 6}{0,8}} = 22,1 \text{ cm} \rightarrow b = 0,8 \cdot 22,1 = 17,7 \text{ cm.}$$

Theo điều kiện về biến dạng ta có:

$$\frac{0,8 \cdot h^4}{12} = 13500 \rightarrow h = \sqrt[4]{\frac{13500 \cdot 12}{0,8}} = 21,2 \text{ cm} \rightarrow b = 0,8 \cdot 21,2 = 16,9 \text{ cm.}$$

Chọn tiết diện $b \times h = 18 \times 22 \text{ cm}$ có: $h/b = 22/18 = 1,2 < 3,5 \rightarrow m_u = 1,15$ là đúng.

$$W = b \cdot h^2/6 = 12 \cdot 22^2/6 = 1452 \text{ cm}^3 > W_{ct} = 1445 \text{ cm}^3$$

$$J = b \cdot h^3/12 = 12 \cdot 22^3/12 = 15972 \text{ cm}^4 > J_{ct} = 13500 \text{ cm}^4$$

b. Tính theo độ cứng

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$$

$$\left[\frac{f}{l} \right] = \begin{cases} \frac{1}{250} : \text{sàn tầng} \\ \frac{1}{200} : \text{sàn mái} \\ \frac{1}{200} : \text{xà gỗ, vi kèo} \\ \frac{1}{150} : \text{cầu phong, ván mái} \end{cases}$$

c. Lực cắt khi uốn

Nói chung không cần kiểm tra nhưng khi cấu kiện ngắn ($l/h \leq 5$) mà chịu tải trọng lớn hoặc khi lực tập trung lớn đặt gần gối thì phải kiểm tra theo công thức:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{ng}}{J_{ng} \cdot b} \leq R_{tr} \quad (II-11)$$

Q : lực cắt tính toán.

S_{ng} : mô men tĩnh của phần tiết diện nguyên bị trượt đối với trục trung hoà.

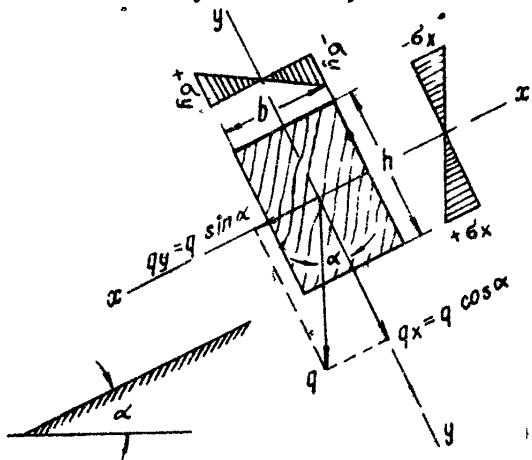
J_{ng} : mô men quán tính tiết diện nguyên.

b : bề rộng tiết diện.

R_{tr} : cường độ tính toán về trượt dọc thớ.

2. Uốn xiên

Ví dụ: cấu kiện điển hình là xà gồ đặt trên kèo nhà.



a. Tính theo cường độ

Phân tải trọng theo hai phương:

$$q_x = q^t \cdot \cos \alpha$$

$$q_y = q^t \cdot \sin \alpha$$

Và tính được mômen theo hai phương (với cấu kiện là dầm đơn giản):

$$M_x = \frac{q^t \cos \alpha \cdot l^2}{8}$$

$$M_y = \frac{q^t \sin \alpha \cdot l^2}{8}$$

Kiểm tra theo ứng suất:

$$\sigma = \sigma_x + \sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq m_u R_u$$

$$\text{Biến đổi ta được: } \sigma = \frac{M_x}{W_x} \left(1 + \frac{M_y}{M_x} \cdot \frac{W_x}{W_y}\right) \leq m_u \cdot R_u \quad (\text{a})$$

Nếu tiết diện chữ nhật, nhấp theo 2 trục như nhau thì:

$$\frac{W_x}{W_y} = \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot \frac{6}{h \cdot b^2} = \frac{h}{b} = k$$

$$\frac{M_y}{M_x} = \tan \alpha$$

Thay vào công thức (a) ta có:

$$\frac{M_x}{W_x} (1 + k \cdot \tan \alpha) \leq m_u \cdot R_u \rightarrow W_x \geq \frac{M_x}{m_u \cdot R_u} (1 + k \cdot \tan \alpha) \quad (b)$$

b. Tính theo độ cứng

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq [f]$$

Với dầm đơn giản:

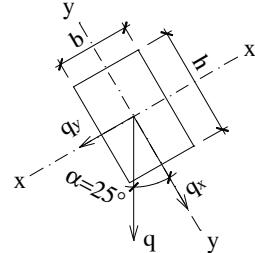
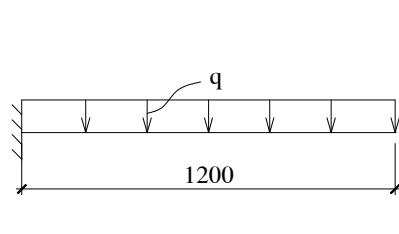
$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y^{tc} l^4}{EJ_y}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_x^{tc} l^4}{EJ_x}$$

Thí dụ: chọn tiết diện xà gồ chịu lực như hình vẽ biết $q^{tc} = 130 \text{ kg/m}$, $n = 1,3$, $[f/l] = 1/200$, $R_u = 130 \text{ kg/cm}^2$.

Giải:

Phân tải trọng theo 2 phương:



$$q_x^{tc} = q^{tc} \cdot \cos \alpha = 130 \cdot \cos 25^\circ = 117,8 \text{ kg/m}$$

$$q_y^{tc} = q^{tc} \cdot \sin \alpha = 130 \cdot \sin 25^\circ = 54,9 \text{ kg/m}$$

$$q_x^{t} = q_x^{tc} \cdot n = 117,8 \cdot 1,3 = 153 \text{ kg/m}$$

$$q_y^{t} = q_y^{tc} \cdot n = 54,9 \cdot 1,3 = 71,4 \text{ kg/m}$$

Mô men uốn lớn nhất:

$$M_x = q_x^{tc} \cdot l^2 / 2 = 153 \cdot 1,2^2 / 2 = 110,16 \text{ kgm}$$

$$M_y = q_y^{tc} \cdot l^2 / 2 = 71,4 \cdot 1,2^2 / 2 = 51,4 \text{ kgm}$$

Giả thiết $k = h/b = 1,2$ và $\tan 25^\circ = 0,466$

Theo điều kiện cường độ ta có:

$$W_x = \frac{M_x (1 + k \cdot \tan \alpha)}{m_u \cdot R_u} = \frac{11016(1 + 1,2 \cdot 0,466)}{1.130} = 132 \text{ cm}^2$$

$$W_x = b \cdot h^2 / 6 = h^3 / 6k \rightarrow h = \sqrt[3]{6kW} = \sqrt[3]{6.1.2.132} = 9,8cm$$

$$\rightarrow b = h/k = 9,8/1,2 = 8,2 \text{ cm}$$

Chọn tiết diện bxh = 8x10 cm và kiểm tra lại:

+ Theo điều kiện cường độ:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{11016.6}{8.10.10} + \frac{5140.6}{10.8.8} = 130,8 > m_u \cdot R_u = 1.130 = 130 \text{ kg/cm}^2$$

nhưng $(130,8 - 130) / 130 = 0,6\% < 5\% \Rightarrow$ chấp nhận được.

+ Theo điều kiện độ vông:

$$f_x = \frac{q_y^{tc} l^4}{8.E.J_y} = \frac{0,549.120^4}{8.10^5 \cdot 10.8^3 / 12} = 0,33 \text{ cm}$$

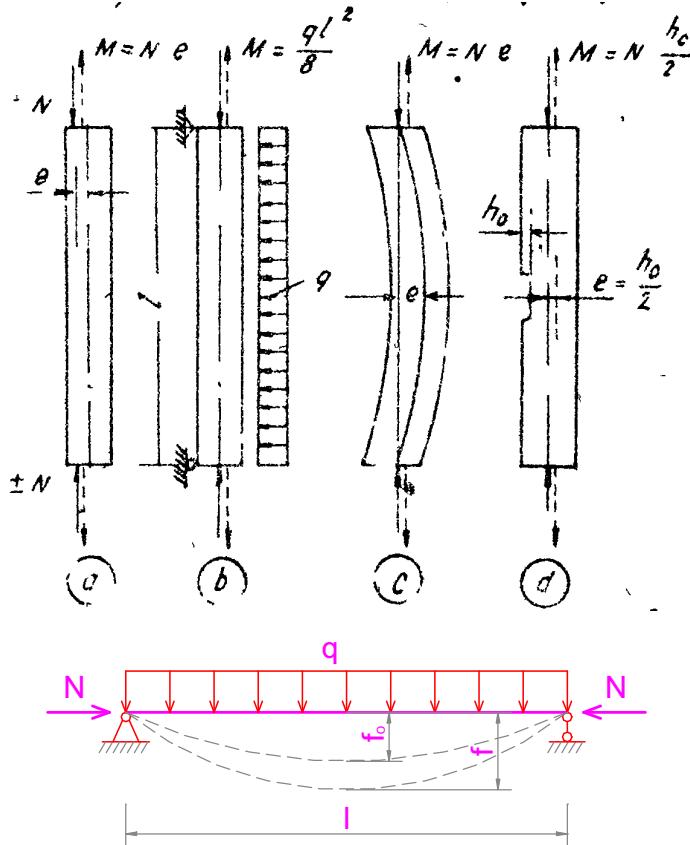
$$f_y = \frac{q_x^{tc} l^4}{8.E.J_x} = \frac{1,178.120^4}{8.10^5 \cdot 8.10^3 / 12} = 0,46 \text{ cm}$$

$$\rightarrow \frac{f}{l} = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{l} = \frac{\sqrt{0,33^2 + 0,46^2}}{120} = \frac{1}{212} < \frac{1}{200} \Rightarrow \text{thoả mãn.}$$

§6. Cấu kiện chịu nén - uốn

Trong thực tế chúng ta rất hay gặp cấu kiện chịu nén uốn như: cột chịu nén lệch tâm, trụ cầu, cột chống vừa đỡ mái vừa chịu tải trọng gió . . . Có 4 dạng sơ đồ cấu kiện chịu nén-uốn như hình sau:

1. Lực đặt lệch tâm.
2. Do chịu nén có kèm tải trọng ngang.
3. Do cấu kiện bị cong.
4. Do giảm yếu không đổi xứng lại chịu lực nén dọc trực.



Khi tính toán cấu kiện gỗ chịu nén uốn cần kiểm tra:

1. Kiểm tra về bền trong mặt phẳng uốn:

$$\text{Công thức kiểm tra về bền: } \sigma = \frac{N}{A_{th}} + \frac{M}{W_{th}} + \frac{N \cdot f}{W_{th}} \leq m_n \cdot R_n$$

M : mô men uốn

N : lực nén

$$f = \frac{f_0}{1 - N / N_{th}} : \text{độ võng do } M, N \text{ cùng tác dụng gây ra.}$$

f_0 : độ võng do tải trọng ngang sinh ra.

Sau khi xác định được f bằng phương pháp của sức bền vật liệu thay vào ta
được: $\sigma = \frac{N}{A_{th}} + \frac{M}{\xi \cdot W_{th}} \cdot \frac{R_n}{R_u} \leq m_n \cdot R_n$

$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{3100 \cdot A_{ng} \cdot R_n} \leq 1$: hệ số kể đến hiện tượng tăng mô men uốn do lực
dọc.

→ Chú ý: khi thực hành tính toán nếu $M/W_{ng} \leq 10\% N/A_{ng}$ thì chỉ cần tính như cấu
kiện chịu nén đúng tâm.

λ : độ mảnh xác định trong mặt phẳng uốn với chiều dài tính toán như đối với
cấu kiện chịu nén đúng tâm.

+ Nếu $\xi = 1 (\lambda = 0)$: thanh rất cứng, không cần xét đến biến dạng của nó.

+ Nếu $\xi = 0$

$$\frac{\lambda^2 N}{3100 F_{ng} R_n} = 1 \Rightarrow N = \varphi R_n F_{ng}$$

Như vậy, toàn bộ khả năng chịu lực của cấu kiện là để chịu lực nén, vì vậy,
không cho phép có thêm lực uốn tác dụng.

Khi $\frac{M}{W_{ng}} \leq 10\% \frac{N}{F_{ng}}$ thì không cần xét đến mômen uốn, lúc đó tính cấu kiện

như cấu kiện chịu nén đúng tâm.

* Kiểm tra ngoài mặt phẳng uốn:

Ngoài mặt phẳng uốn kiểm tra như cấu kiện chịu nén đúng tâm (bỏ qua
mômen):

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y F} \leq m_n R_n$$

Nếu dùng các công thức trên để tính tiết diện thì thường phải mò mẫm thử
dần. Người ta đã thiết lập công thức để chọn tiết diện như sau:

a. Nếu $e = \frac{M}{N} > 25 \text{ cm}$

$$W = \frac{M}{0,85 R_n}$$

b. $1 \text{ cm} < e < 25 \text{ cm}$ thì:

$$W = \frac{N}{R_n} \left[3,3 + 0,35(l-1)^2 + \frac{M}{N} \right]$$

Trong đó W (cm^3), M (kGm), N (kG), R_n (kG/cm^2), l (m)

c. $e < 1$ cm: tính như cấu kiện chịu nén đúng tâm

Thí dụ: chọn tiết diện một thanh gỗ chịu nén lệch tâm biết $l = 3,3$ m, hai đầu liên kết khớp, $N^t = 12T$ đặt lệch tâm $e = 3$ cm so với trục cấu kiện. $R_n = 130$ kg/cm², $R_u = 150$ kg/cm².

Giải:

Vì $1 < e = 3$ cm < 25 cm nên

$$W = \frac{N}{R_n} \left[3,3 + 0,35(l-1)^2 + \frac{M}{N} \right] = \frac{12 \cdot 10^3}{130} \left[3,3 + 0,35(3-1)^2 + 0,03 \right] = 478 \text{ cm}^2$$

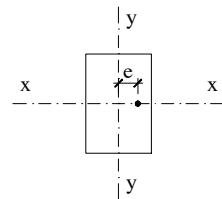
Chọn tiết diện chữ nhật 16x18 cm thì $W_y = 18 \cdot 16^2 / 6 = 768 \text{ cm}^3 > 478 \text{ cm}^3$ (uốn quanh trục y)

Độ mảnh: $\lambda = I_{tt}/r_{min} = 330/0,289/16 = 71,4$

Hệ số mô men phụ:

$$\xi = 1 - \frac{71,4^2 \cdot 12 \cdot 10^3}{3100 \cdot 130 \cdot 16 \cdot 18} = 0,47$$

$$\rightarrow \sigma = \frac{N}{A_{th}} + \frac{M}{\xi W_{th}} \cdot \frac{R_n}{R_u} = \frac{18000}{16 \cdot 18} + \frac{12000}{0,47 \cdot 768} \cdot \frac{130}{150} = 128 \leq m_n \cdot R_n = 1 \cdot 130 = 130 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow$$

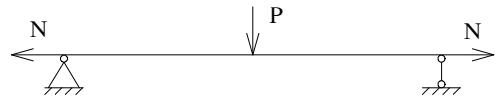


thoả mãn.

Kiểm tra ngoài mặt phẳng uốn:

$\lambda_x = I_{tt}/r_x = 330/0,289/18 = 63,4 < \lambda_y = 71,4 \Rightarrow$ do đó không cần kiểm tra đối với trục x.

§7. Cấu kiện chịu kéo - uốn



Nguyên nhân gây ra kéo uốn cũng như nén uốn nhưng lực dọc ở đây là lực kéo. Các bước tính toán tương tự trường hợp nén uốn nhưng không kể đến mô men uốn phụ N_f .

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} + \frac{M}{W_{th}} \frac{R_k}{R_u} \leq R_k$$

M : mômen uốn chỉ do tải trọng ngang hoặc lực dọc tác dụng lệch tâm gây ra.

Các trị số tính toán của W_{th} và F_{th} phải tính đổi với tiết diện có mômen uốn tính toán.

Chương III

LIÊN KẾT TRONG KẾT CẤU GỖ

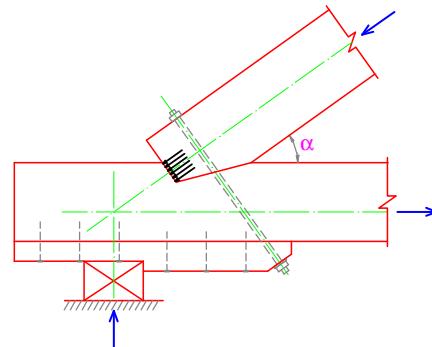
§1. Khái quát

Do nguồn gốc thiên nhiên và điều kiện cung cấp, vận chuyển mà vật liệu gỗ có kích thước hạn chế. Để tăng chiều dài cấu kiện (mở rộng nhịp), tăng tiết diện (tăng khả năng chịu lực) hoặc để liên kết các cấu kiện thành các kết cấu khác nhau (mở rộng phạm vi sử dụng) ta cần dùng các liên kết. Có 4 hình thức liên kết như sau:

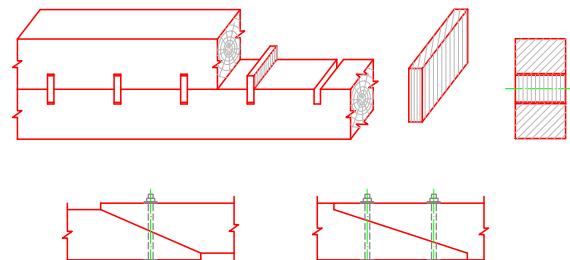
a. Liên kết mộng:

Liên kết thường dùng ở các vỉ kèo mái nhà, đầu trụ cọc của cầu gỗ, .

Liên kết này có khả năng chịu ép mặt nhưng thường gây ra trượt ở các vùng lân cận.



b. Liên kết chốt:



Liên kết này thường dùng để nối dài hoặc tăng tiết diện các thanh gỗ như nối dài 2 cánh cửa dàn vỉ kèo, nối dài dầm.

Khi làm việc chốt chịu uốn và khi biến dạng thì mặt lỗ chốt xảy ra hiện tượng ép mặt. Do đó, tại liên kết chốt có thể bị phá hoại do uốn và ép mặt.

Đặc điểm: độ dai lớn, chịu lực an toàn, phù hợp với cách chế tạo cơ giới và thủ công.

Liên kết chốt có hai loại:

- + Chốt trụ: bằng thép hoặc gỗ, tre
- + Chốt bản: bằng gỗ

Khi làm việc chốt chịu uốn, cấu kiện chịu ép mặt.

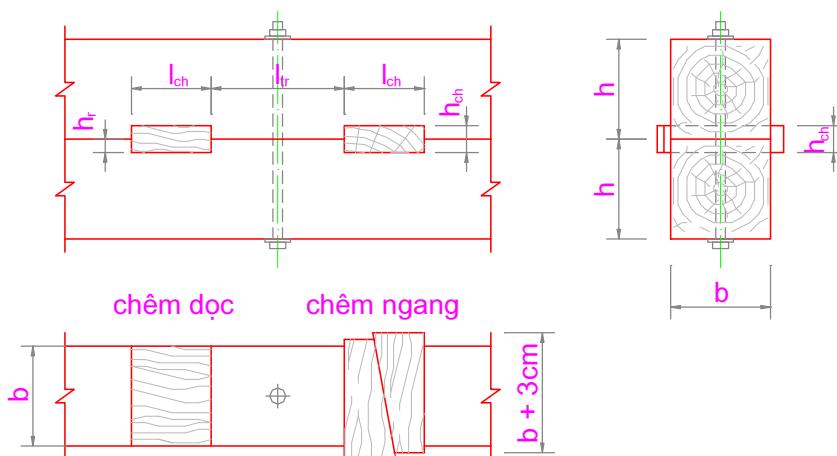
c. Liên kết chêm:

Dùng làm tăng tiết diện của thanh như dầm cầu, dầm nhà nhịp lớn.

Chêm thường làm bằng gỗ .

Đặc điểm: như liên kết mộng.

→ Chú ý: phân biệt liên kết chêm và liên kết chốt theo cách làm việc: chốt chịu uốn và ép mặt còn chêm chịu trượt và ép mặt.

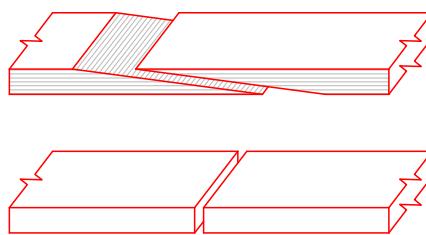


d. Liên kết keo dán:

Dùng keo dán, dán nhiều tấm ván lại với nhau để tăng tiết diện cấu kiện. Bề dày mỗi lớp ván $1 \div 4$ cm (có thể đến 5 cm). Số lớp ván có thể 5, 7, 10, 20 hoặc nhiều hơn nữa. Dùng để chế tạo các cấu kiện nhịp khá lớn như vòm, khung, dàn. Dùng để chế tạo các cấu kiện nhịp khá lớn như vòm, khung, dàn . . . Đây là loại liên kết có nhiều triển vọng vì nó phù hợp với phương hướng của công nghệ chế biến gỗ.

Liên kết dán phải đủ khả năng chống trượt và chống bong mạch dán.

Đặc điểm: không làm giảm yếu cầu kiện, không dùng kim loại, có thể tạo ra cấu kiện có hình dạng và kích thước bất kỳ.



a) Liên kết kim loại:

Dùng chịu lực kéo xuất hiện trong các cấu kiện gỗ hoặc để liên kết các cấu kiện kim loại trong kết cấu gỗ (các cấu kiện liên kết này thay thế gỗ trong một số trường hợp).

Xét về khả năng chống trượt ta thấy 3 hình thức đầu không đủ làm cho thanh ghép có độ cứng như thanh nguyên có tiết diện tương đương nên gọi là liên kết mềm. Liên kết dán gọi là liên kết cứng. Mức độ mềm hay cứng biểu hiện qua độ dịch chuyển của các phân tử trong cấu kiện khi chịu tác dụng của tải trọng.

§2. Nguyên tắc chung tính toán liên kết

Ở 4 loại liên kết trên chủ yếu xảy ra 2 hiện tượng trượt và ép mặt. Do đó để đảm bảo khả năng chịu lực của liên kết ta phải kiểm tra theo 2 điều kiện sau:

- Điều kiện chống ép mặt của gỗ: $N_{em} \leq T = R_{em}^{\alpha} \cdot A_{em}$
- Điều kiện chống trượt của gỗ: $N_{tr} \leq T = R_{tr(\alpha)}^{TB} \cdot A_{tr}$

Trong đó:

N_{em} : lực nén tính toán tác dụng lên diện tích ép mặt.

T : khả năng chịu lực của liên kết.

R_{em}^{α} : cường độ ép mặt tính toán của gỗ theo phương α .

A_{em} : diện tích ép mặt.

N_{tr} : lực trượt tính toán tác dụng lên diện tích trượt.

$R_{tr(\alpha)}^{TB}$: cường độ chịu trượt trung bình của gỗ theo phương α .

A_{tr} : diện tích trượt.

§3. Liên kết mộng

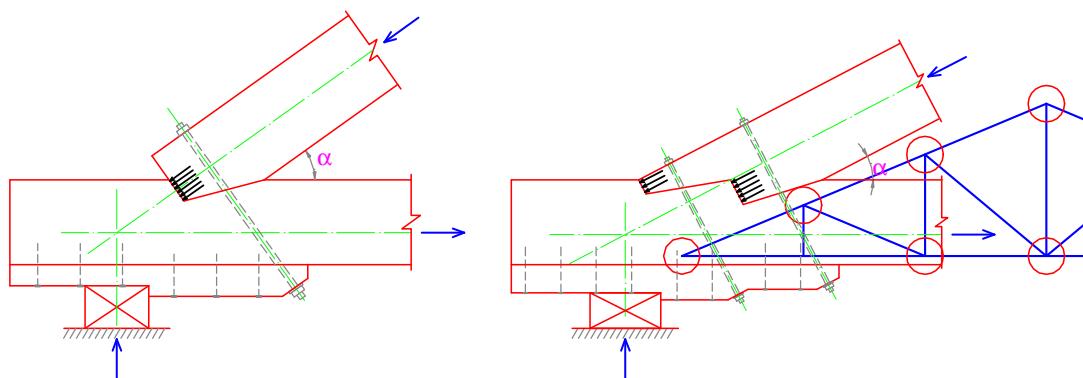
Liên kết mộng là loại liên kết trong đó thanh chịu nén tì đầu vào rãnh cắt của thanh kia do đó nội lực truyền trực tiếp mà không qua một cấu kiện trung gian nào khác. Liên kết mộng chỉ dùng ở thanh chịu nén như nút của dàn gỗ, khung gỗ và phải kết hợp với các liên kết phụ khác như bu lông, vòng đai, đinh đúi . . .

Có các hình thức liên kết mộng như sau:

- Mộng rãnh: là liên kết mộng trong đó thanh nén tì đầu vào rãnh cắt của thanh kia. Mộng rãnh được cấu tạo theo kiểu 1 răng (như hình III-1) hay 2 răng phụ thuộc vào lực nén và góc nghiêng giữa 2 thanh liên kết.

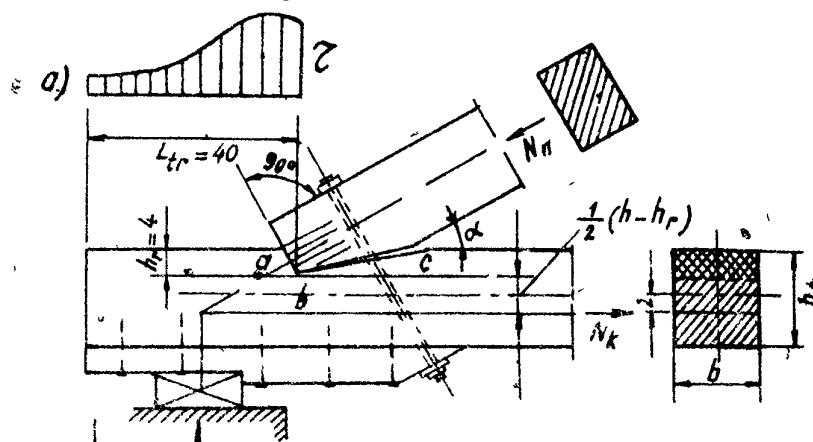
- Mộng tì đầu (hay liên kết tì đầu): 2 thanh nén tì đầu trực tiếp vào nhau hoặc thanh nén tì đầu vào miếng đệm đặt trên thanh kia như nút giữa trên và giữa dưới của vỉ kèo gỗ tam giác.

- Liên kết vát chéo: 2 thanh nén tì đầu trực tiếp vào nhau nhưng mặt tiếp xúc được cắt vát chéo theo nhiều đoạn thẳng (Hình III-3).



1. Liên kết mộng một răng

Biểu đồ ứng suất trượt



Dùng khi lực nén và góc nghiêng giữa 2 thanh nhỏ. $N_n \leq 10T$, $\alpha \leq 30^\circ$.

Cấu tạo

Chiều sâu rãnh $h_r \leq h/3$ (h là chiều cao tiết diện thanh kéo) đối với mắt gối, $h_r \leq h/4$ đối với mắt trung gian. Điều kiện này đảm bảo tránh giảm yếu nhiều và tránh mặt trượt quá gần lõi cây.

Trục thanh chịu nén (thanh trên) phải vuông góc và đi qua trọng tâm của diện tích ép mặt để ứng suất phân bố đều hơn.

Các lực R , N_k , N_n phải hội tụ tại 1 điểm. N_k nên đi qua trọng tâm của diện tích giảm yếu do rãnh gây ra để ứng suất kéo phân bố đều tại vị trí đó.

Chiều dài mặt trượt $I_{tr} \leq 10.h_r$ để tránh sự phá hoại tách do trượt gây ra.

Theo cấu tạo $I_{tr} \geq 1,5.h$. Thông thường chọn $I_{tr} = (1,5 \div 2).h$.

Để đề phòng sự dịch chuyển giữa các thanh của liên kết hoặc hiện tượng phá hoại đột ngột cần gia cố bằng bulông, đinh đỉa, đai . . . có đường kính ≥ 12 mm.

- Chiều dài mặt trượt:

$I_{tr} \leq 10h_r$ (để tránh hiện tượng xiên tháo, phá hoại tách do trượt)

$I_{tr} \geq 1,5h$ (điều kiện cấu tạo)

$I_{tr} = 1,5 \div 2h$ (kinh nghiệm)

- Để đề phòng sự chuyển dịch giữa các thanh cần gia cố thêm bulông, đinh đỉa, đai. Đường kính bulông $\phi \geq 12$ mm. Bulông an toàn cần đặt thẳng góc với thanh trên, nếu góc giữa hai thanh quá lớn thì bulông có thể đặt thẳng góc với đường phân giác của góc đó.

- Dưới gối dàn, nơi có tiết diện giảm yếu, cần phải gia cố bằng một gỗ tắp (gọi là gỗ guốc) đóng đinh vào cánh dưới dàn. Kích thước của gỗ guốc xác định theo cấu tạo, bề rộng bằng bề rộng của cánh dưới.

b. Tính toán

- Điều kiện chống ép mặt: $N_{em} \leq R_{em}^\alpha \cdot A_{em}$

$N_{em} = N_n$: lực nén vào thanh cánh trên.

$A_{em} = b.h_r/\cos\alpha$

$$R_{em}^\alpha = \frac{R_{em}}{1 + \left(\frac{R_{em}}{R_{em}^{90}} - 1 \right) \cdot \sin^3 \alpha} : \text{cường độ ép mặt của gỗ theo phương } \alpha$$

$$\rightarrow N_{em} \leq R_{em}^\alpha \cdot \frac{b.h_r}{\cos \alpha}$$

$$\rightarrow h_r \geq \frac{N_{em} \cdot \cos \alpha}{b \cdot R_{em}^{\alpha}}$$

- Điều kiện chống trượt của gỗ: $N_{tr} \leq R_{tr(\alpha)}^{TB} \cdot A_{tr}$

$$N_{tr} = N_k$$

$A_{tr} = l_{tr} \cdot b$: diện tích trượt.

$$R_{tr}^{TB} = \frac{R_{tr}}{1 + \beta \frac{l_{tr}}{e}}$$
 : cường độ trượt trung bình của gỗ

R_{tr} : cường độ trượt tối đa của gỗ

$\beta = 0,25$: hệ số dùng để tính trượt.

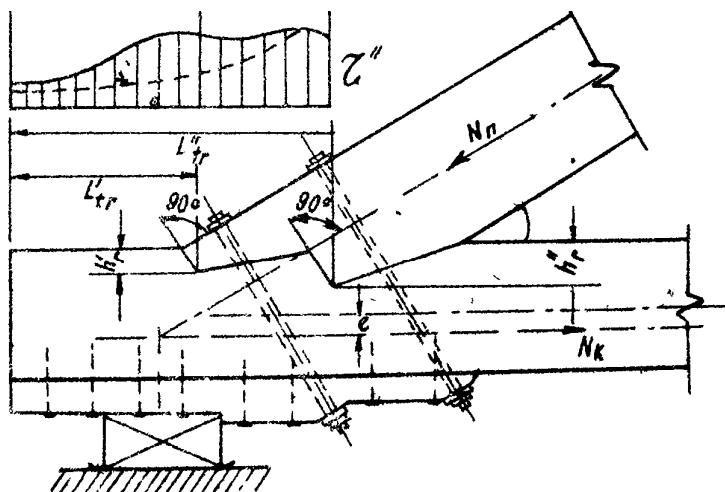
$e = h/2$: độ lệch tâm của lực trượt

$$\rightarrow N_{tr} \leq \frac{R_{tr}}{1 + \beta \frac{l_{tr}}{e}} \cdot l_{tr} \cdot b$$

$$\rightarrow l_{tr} = \frac{N_{tr}}{R_{tr} \cdot b - N_{tr} \cdot \beta / e}$$

2. Liên kết mông hai răng

a. Cấu tạo



Đỉnh răng thứ nhất nằm ở biên trên thanh kéo, đỉnh răng thứ 2 nằm vào giao điểm của trực thanh nén và biên trên thanh kéo để ứng suất phân bố đều trên các diện tích ép mặt.

$h_r \geq 2$ cm để tránh hiện tượng tách thớ do trượt. $h_r \leq h/3$ và $h_r \geq h_r + 2$ cm để 2 mặt trượt ít ảnh hưởng lẫn nhau.

Các lực hội tụ như mộng 1 răng và lực kéo đi qua trọng tâm tiết diện giảm

yếu.

Để tránh sự phá hoại do tách rời: $1,5 h \leq l_{tr} \leq 10.h_r$

$$1,5 h \leq l_{tr} \leq 10.h_r$$

Mỗi răng đều đặt 1 bu lông an toàn.

b. Tính toán

- Kiểm tra theo ép mặt:

$$N_{em} \leq R_{em(\alpha)} \cdot F_{em}$$

$$F_{em} = F_{em} + F_{em}$$

Mặt khác: $\frac{N'_{em}}{N_{em}} = \frac{F'_{em}}{F_{em}} = \frac{N'_{tr}}{N_{tr}}$ (diện tích tỉ lệ với lực tác dụng)

- Kiểm tra theo trượt: tính l'_{tr}, l''_{tr}

$$N_{tr} = N_{tr} \frac{F'_{em}}{F_{em}}$$

$$N_{tr} = N_n \cdot \cos \alpha$$

Do việc chế tạo có thể không chính xác, khi chịu lực răng thứ nhất có thể làm việc nặng nề hơn. Để kể tới thực tế đó người ta nhân khả năng chịu lực của răng thứ nhất với hệ số điều kiện làm việc 0,8 và nhân khả năng chịu lực của răng thứ hai với hệ số điều kiện làm việc 1,15 khi tính l'_{tr} và l''_{tr} :

$$l'_{tr} = \frac{N'_{tr}}{0,8R_{tr}b - \frac{N'_{tr}\beta}{e}} \quad 1,5h \leq l'_{tr} \leq 10h_r$$

$$l''_{tr} = \frac{N_{tr}}{1,15R_{tr}b - \frac{N_{tr}\beta}{e}} \quad 1,5h \leq l''_{tr} \leq 10h_r$$

Trong công thức không lấy N_{tr} mà lấy N_{tr} vì lúc đó coi răng thứ nhất không làm việc, toàn bộ lực trượt truyền vào răng thứ 2.

Giữa 2 chiều dài trượt có quan hệ gần đúng: $l''_{tr} = l'_{tr} + \frac{h_{tren}}{2 \cdot \sin \alpha}$, trong đó

h_{tren} là chiều cao tiết diện thanh trên.

Thí dụ 1: tính liên kết mộng 2 răng ở mắt gối dàn vì kèo có lực nén cánh trên $N_n = 11$ tấn, $\alpha = 30^\circ$. Tiết diện các thanh là 20×20 cm. Với gỗ nhóm V, độ ẩm 18% có $R_n = 135$ kg/cm², $R_{em}^{90} = 25$ kg/cm², $R_{tr} = 25$ kg/cm².

Giải:

Giả thiết $h_r = 3 \text{ cm} > 2 \text{ cm}$

$$h_r = 6 \text{ cm} < h/3 = 20/3 = 6,6 \text{ cm}$$

$$h_r - h_r = 6 - 3 = 3 \text{ cm} > 2 \text{ cm}$$

Tổng diện tích ép mặt:

$$A_{em} = A_{em} + A_{em} = b(h_r + h_r)/\cos\alpha = 20(3+6)/\cos 30^0 = 208 \text{ cm}^2$$

$$R_{em}^{30} = \frac{R_{em}}{1 + \left(\frac{R_{em}}{R_{90}} - 1\right) \cdot \sin^3 \alpha} = \frac{135}{1 + \left(\frac{135}{25} - 1\right) \cdot \sin^3 30^0} = 87 \text{ kg/cm}^2$$

Kiểm tra ép mặt:

$$N_{em} = 11000 < 87.208 = 18096 \text{ Kg} \rightarrow \text{thoả mãn.}$$

Tính I_{tr} và I_{tr} :

$$N_{tr}' = N_{tr} \frac{A_{em}'}{A_{em}} = N_n \cdot \cos \alpha \cdot \frac{A_{em}'}{A_{em}} = 11000 \cdot \cos 30^0 \cdot \frac{3}{3+6} = 3175 \text{ kg}$$

$$\beta = 0,25$$

$$e = h/2 = 20/2 = 10 \text{ cm}$$

$$l_{tr}' = \frac{N_{tr}'}{0,8 \cdot R_{tr} \cdot b - N_{tr}' \cdot \beta / e} = \frac{3175}{0,8 \cdot 25 \cdot 20 - 3175 \cdot 0,25 / 10} = 9,9 \text{ cm}$$

Theo cấu tạo: $1,5 h = 30 \text{ cm} \leq l_{tr} \leq 10 \cdot h_r = 10 \cdot 3 = 30 \text{ cm}$

Chọn $l_{tr} = 30 \text{ cm}$.

$$l_{tr}'' = \frac{N_{tr}}{1,15 \cdot R_{tr} \cdot b - N_{tr} \cdot \beta / e} = \frac{11000 \cdot \cos 30^0}{1,15 \cdot 25 \cdot 20 - 11000 \cdot \cos 30^0 \cdot 0,25 / 10} = 28,3 \text{ cm}$$

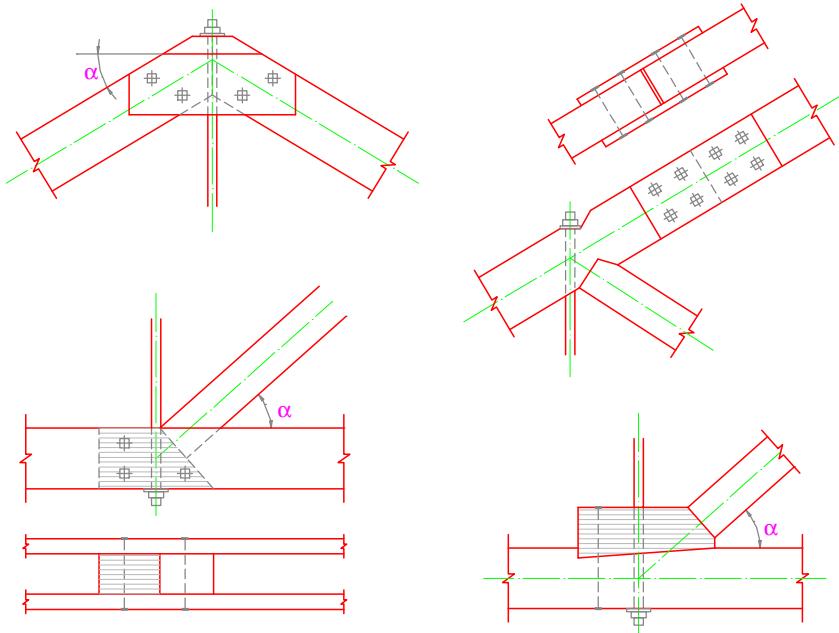
$$l_{tr}'' = l_{tr}' + \frac{h_{tr}^n}{2 \cdot \sin \alpha} = 30 + \frac{20}{2 \cdot \sin 30^0} = 50 \text{ cm} > 28,3 \text{ cm}$$

Vậy chọn $l_{tr} = 50 \text{ cm}$.

Ngoài ra còn cấu tạo thêm 2 bu lông an toàn, gỗ guốc, gỗ gối. Gỗ guốc có bề rộng bằng bề rộng thanh cánh dưới, cao $6 \div 8 \text{ cm}$. Gỗ gối xác định theo điều kiện chịu uốn, ép mặt do phản lực gối tựa gây ra.

3. Một số trường hợp liên kết móng khác

- Móng tì đầu: liên kết tạo bởi hai thanh gỗ nhẵn mặt tì đầu vào nhau. Thường dùng để liên kết hai thanh chịu nén hoặc một thanh chịu nén với một thanh chịu kéo trong dàn.



Liên kết chỉ kiểm tra theo điều kiện ép mặt:

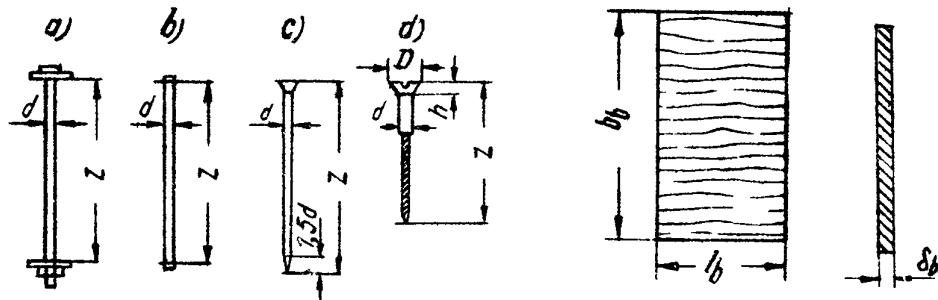
$$N_{em} \leq R_{em(\alpha)} \cdot F_{em}$$

Ngoài ra còn dùng thêm một số bộ phận phụ trợ khác như đinh, đinh đĩa, .

§4. Liên kết chốt

1. Khái quát

Chốt là những thanh tròn hoặc tấm nhỏ xuyên qua các lỗ đục, khoan sẵn của các cấu kiện gỗ. Dùng để nối dài hoặc tăng tiết diện thanh.

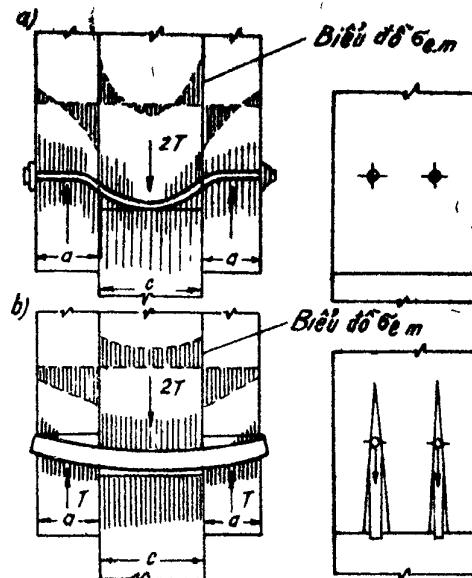


Chốt trụ có thể là thép tròn (bu lông, đinh vít), gỗ tròn có đường kính ≥ 12 mm. Đinh cũng là một loại chốt trụ, thường dùng đinh có đường kính bé hơn 6 mm.

Để nghiên cứu trạng thái làm việc của chốt trụ xem chốt như 1 dầm đàn hồi chịu tác dụng của tải trọng về 1 phía hoặc cả 2 phía của chốt. Tải trọng chính là phản lực từ các phân tố gỗ.

Dưới tác dụng của tải trọng chốt bị biến dạng như hình vẽ. Tải trọng tác dụng vào phân tố gỗ gây ép mặt, biểu đồ ứng suất ép mặt có dạng tam giác. Để xét biến dạng của chốt ta vẽ biểu đồ M và Q.

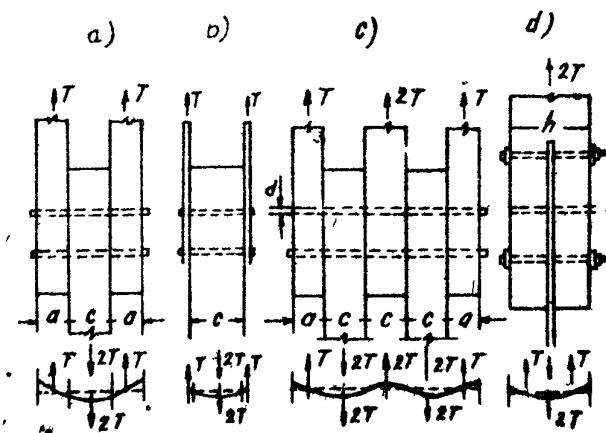
* Khảo sát sự làm việc của liên kết chốt:



Dưới tác dụng của ngoại lực liên kết chốt bị biến dạng, khi bị biến dạng lực từ chốt tác dụng vào phân tố gỗ, cho nên ở trong liên kết có thể xảy ra sự phá hoại hoặc của chốt bị uốn hoặc phân tố gỗ bị phá hoại do ép mặt.

Điều kiện chịu uốn của gỗ thường biểu thị qua khả năng chống cắt của chốt. Cùng một lúc hiện tượng cắt của chốt xảy ra trên 1 hay nhiều tiết diện của chốt, tùy theo số lượng các phân tố được ghép gọi là các mặt cắt chốt. Hình thức ghép có thể tạo nên liên kết đối xứng hay không đối xứng.

Mặt cắt chốt được xác định tại mặt cắt tiếp xúc giữa hai phân tố liên kết.



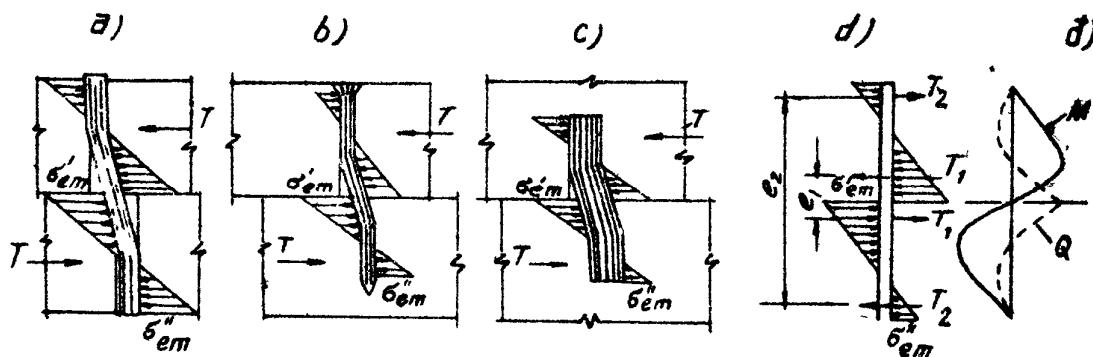
2. Tính toán liên kết chốt trụ

a. Tính chốt trụ

Chốt trụ có thể là thép (bulông, đinh, vít), gỗ, tre, ; $d \geq 12$ mm.

Như trên vừa phân tích, liên kết chốt có thể bị pháo hoại do chốt bị uốn tạo nên khớp dẻo hoặc các phân tố gỗ bị ép mặt. Dựa vào hai khả năng đó của vật liệu ta xác định số lượng mặt cắt cần thiết của liên kết để đủ khả năng chống lại lực trượt. Sau đó, tùy theo số lượng mặt cắt trên một chốt ta tính số chốt cần thiết của liên kết.

Để nghiên cứu trạng thái làm việc của chốt trụ ta xem chốt như một dầm trên nền đàn hồi chịu tác dụng của tải trọng.



Dưới tác dụng của lực cắt T , chốt bị biến dạng như hình vẽ và tác dụng vào phân tố gỗ làm cho phân tố gỗ bị ép mặt, biểu đồ ứng suất có dạng gần đúng là hình tam giác. Để xét biến dạng của chốt ta vẽ biểu đồ M & Q trên cơ sở xem ứng suất ép mặt đó là tải trọng tác dụng lên chốt.

Qua biểu đồ mômen M và lực cắt Q ta thấy rằng tại mặt tiếp xúc giữa hai phân tố (mặt cắt), biểu đồ $M = 0$ và Q có giá trị lớn nhất. Tuy nhiên, sự phá hoại của chốt thường xảy ra khi hình thành khớp dẻo tại vị trí có M lớn nhất.

Như vậy, ta sẽ tính toán chốt theo hai khả năng: khả năng chịu uốn của chốt và khả năng chịu ép mặt của các phân tố gỗ ở các lỗ chốt.

$$T_{em}^a = k_a ad$$

$$T_{em}^c = k_e cd$$

$$T_u = k_1 d^2 + k_2 a^2 \leq k_3 \cdot d^2$$

T_{em}^a , T_{em}^c : khả năng chịu lực của 1 mặt cắt chốt trụ khi tính theo điều kiện ép mặt ở phân tố biên và phân tố giữa.

T_u : khả năng chịu lực của 1 mặt cắt của chốt trụ khi tính theo điều kiện chịu uốn của chốt.

k_a , k_c , k_1 , k_2 , k_3 : hệ số tính chịu lực của chốt (tra bảng)

a, c: bề dày phân tố biên và phân tố giữa. Nếu hai phân tố có bề dày không bằng nhau thì c là bề dày phân tố lớn, a là bề dày của phân tố nhỏ.

d: đường kính chốt trụ.

Khả năng chịu lực tính toán của chốt trụ

Sơ đồ chịu lực của liên kết	Điều kiện tính toán	Khả năng chịu lực của một mặt cắt chốt		
		Đinh	Chốt thép	Chốt gỗ
Liên kết đối xứng	Ép mặt của phân tố biên T_{em}^a	800ad	800ad	500ad
	Ép mặt của phân tố giữa T_{em}^c	500cd	500cd	300cd
Liên kết không đối xứng	Ép mặt của phân tố biên T_{em}^a	800ad	800ad	500ad
	Ép mặt của phân tố giữa T_{em}^c	350cd	350cd	200cd
Liên kết đối xứng và không đối xứng	Uốn thân chốt T_u	$2500d^2 + 10a^2 \leq 4000d^2$	$1800d^2 + 20a^2 \leq 2500d^2$	$450d^2 + 20a^2 \leq 650d^2$

Các công thức trên tính cho những liên kết mà lực tác dụng dọc theo thớ gỗ. Nếu lực tác dụng hợp với thớ gỗ 1 góc α thì các trị số trên nhân với hệ số điều chỉnh k_α khi tính theo ép mặt và với $\sqrt{k_\alpha}$ khi tính theo uốn:

$$T_{em}^a = k_\alpha \cdot T_{em}^a; \quad T_{em}^c = k_\alpha \cdot T_{em}^c; \quad T_u = \sqrt{k_\alpha} \cdot T_u$$

Góc α ($^\circ$)	Đối với chốt thép có đường kính (cm)				Đối với chốt gỗ
	1,2	1,6	2,0	2,4	
30	0,95	0,90	0,90	0,90	1,0
60	0,75	0,70	0,65	0,60	0,8
90	0,70	0,60	0,55	0,50	0,7

Với những góc α không có trong bảng có thể xác định bằng nội suy.

Như vậy, sau khi biết lực N tác dụng vào liên kết và khả năng chịu lực T của 1 mặt cắt chốt, ta tính được số mặt cắt n_c cần thiết theo công thức:

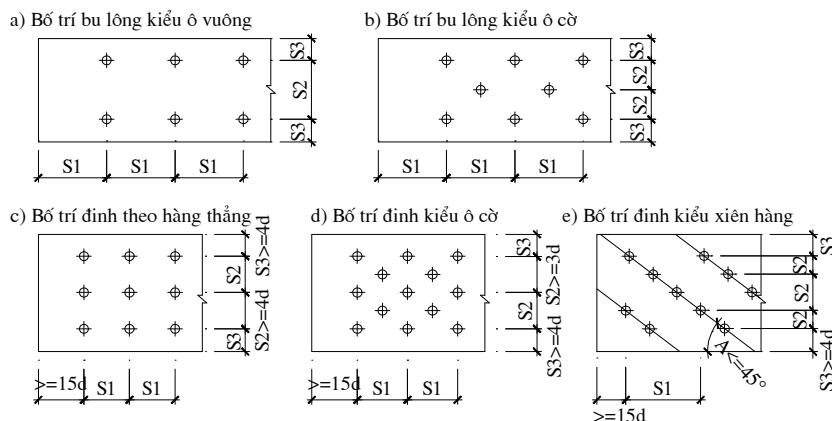
$$n_c = \frac{N}{T_{min}}$$

Tuỳ theo số lượng mặt cắt tính toán trên 1 chốt ta xác định được số lượng chốt cần thiết:

$$n_{ch} = \frac{N}{nT} = \frac{n_c}{n}$$

b. Bố trí chốt trụ

Thường bố trí theo kiểu ô vuông, ô cờ hoặc xiên hàng.



Thí dụ: cho 2 thanh gỗ hộp tiết diện 12x18 cm nối dài với nhau bằng 2 bản gỗ ốp 8x18 cm và liên kết với nhau bằng bu lông có đường kính $d = 18$ mm. Kiểm tra khả năng chịu lực của liên kết chịu kéo đó biết gỗ nhóm VI, độ ẩm 18% có $R_k = 95$ kg/cm² và thanh chịu lực kéo $N = 11$ T.

Giải: đây là liên kết chốt thép đối xứng nên khả năng chịu lực tính theo:

$$T_{em}^a = 80ad = 80 \cdot 8 \cdot 1,8 = 1152 \text{ kg}$$

$$T_{em}^c = 50cd = 50 \cdot 12 \cdot 1,8 = 1080 \text{ kg}$$

$$T_u = 180d^2 + 2a^2 = 180 \cdot 1,8^2 + 2 \cdot 8^2 = 711 \text{ kg} < 250d^2 = 250 \cdot 1,8^2 = 810 \text{ kg.}$$

Vậy khả năng chịu lực bé nhất là $T_{min} = \min(T_{em}^a, T_{em}^c, T_u) = \min(1152, 1080, 711) = 711 \text{ kg.}$

Số lượng chốt cần thiết là: $n_{ch} = \frac{N}{nT_{min}} = \frac{11000}{2.711} = 8 \text{ chốt}$

Số chốt cần cho mỗi nối là 16 chốt.

Kiểm tra giảm yếu của thanh chịu kéo do lỗ chốt gây ra:

$$A_{th} = 12(18 - 2 \cdot 1,8) = 172,8 \text{ cm}^2.$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{th}} = \frac{11000}{172,8} = 63,6 < m.R_k = 1.95 = 95 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{thoả mãn.}$$

Bố trí các khoảng cách tuân thủ theo bảng sao cho đảm bảo chống tách, chống trượt dọc thớ và ép mặt các lỗ chốt cũng như chịu kéo đứt do tiết diện giảm yếu.

Loại chốt	Khoảng cách S_1		Khoảng cách S_2		Khoảng cách S_3	
Bulông	$b \leq 10d$	$b > 10d$	$B \leq 10d$	$b > 10d$	$b \leq 10d$	$b > 10d$
	6d	7d	3d	3,5d	2,5d	3d
Chốt trụ bằng gỗ dẻo tốt	4d	5d	2,5d	3d	2,5d	2,5d
Đinh	$c \geq 10d$	$c = 4d$	Bố trí thẳng hàng	Bố trí theo ô cờ	4d	
	15d	25d	4d	3d		

Trong bảng trên, b: bề rộng các phân tố ghép

c: chiều dày phân tố giữa

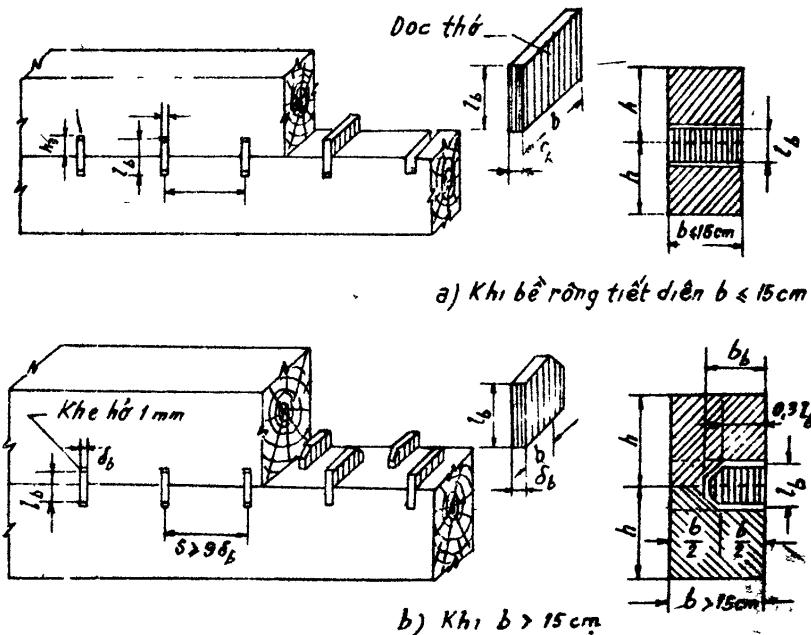
d: đường kính chốt

3. Tính toán và cấu tạo chốt bản

Chốt bản thường làm bằng gỗ tốt, dẻo, đã được xử lý kỹ. Hình dạng và cấu tạo chốt bản như hình vẽ sau đây.

Chốt bản có tác dụng làm tăng tiết diện theo chiều cao nên thường được

dùng ở cấu kiện chịu uốn (dầm) hoặc cấu kiện chịu nén uốn (thanh cánh trên dàn). Chốt bản có khả năng chống trượt giữa các phân tử gỗ nên phải kiểm tra khả năng chịu lực của chốt bản theo 2 điều kiện:



+ Theo điều kiện ép mặt:

$$T_b = 14b_b l_b$$

+ Theo điều kiện chịu uốn:

$$T_b = 63b_b \delta_b$$

Để 2 điều kiện trên xấp xỉ nhau, thường thường $l_b = 4,5\delta_b$

- Cấu tạo chốt bản:

+ Chiều sâu rãnh: $h = \frac{1}{2}l_b + 0,1 \text{ cm}$

+ Khoảng cách 2 chốt: $s \geq 2l_b = 9\delta_b$.

4. Liên kết chịu kéo

Liên kết chịu kéo thường là đinh, vít chịu lực nhỏ, đinh đĩa, đai, bản thép, bulông xiết,

- **Đinh, vít:** Đinh, vít bố trí trong liên kết ngoài việc chống trượt như các chốt còn phải chịu lực nhỏ.

Khả năng chịu lực nhỏ do ma sát giữa đinh và gỗ:

$$T_{nh} = R_{nh} \pi d l_1$$

R_{nh} : cường độ tính toán của đinh khi chịu nhỏ

Khi gỗ sấy khô tự nhiên

$$R_{nh} = 3 \text{ kG/cm}^2$$

Với gỗ tươi

$$R_{nh} = 1 \text{ kG/cm}^2$$

d: đường kính đinh. Không nên dùng đinh có d lớn hơn 0,6 cm. Nếu phải dùng đinh lớn thì khi tính toán cũng chỉ lấy d = 0,5 cm.

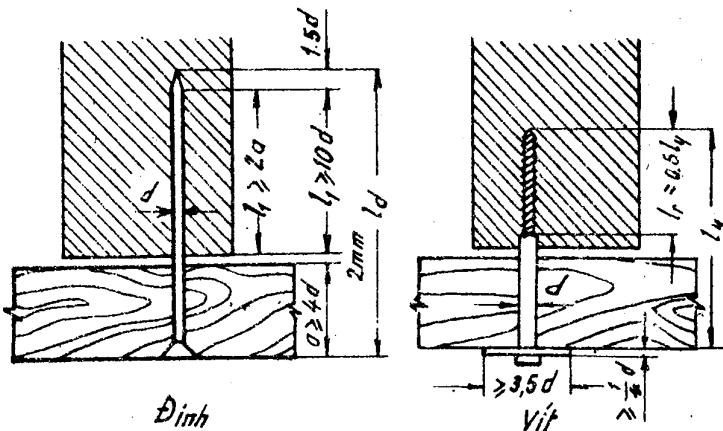
l_1 : chiều dài tính toán của phần đinh bị ngầm

$$l_1 \geq 10d$$

$$l_1 \geq 2a \quad (a: bề dày ván, a \geq 4d)$$

$$l_1 = l_a - (a + 2 \text{ mm})$$

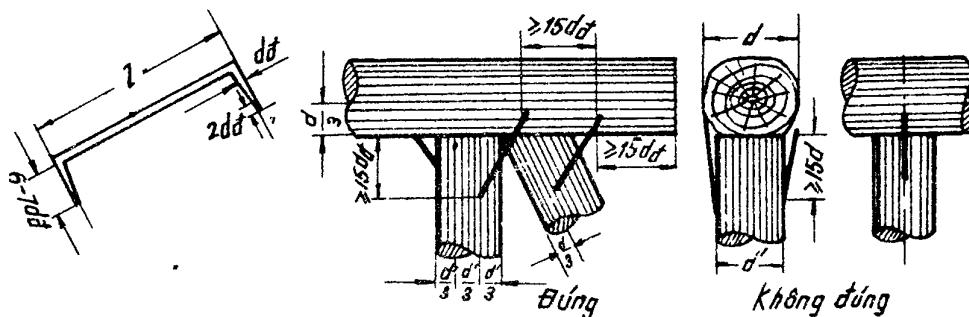
Đinh chịu lực nhổ cũng bố trí như đinh chịu lực trượt.



Với vít cũng dùng công thức trên nhưng $R_{nh} = 10 \text{ kG/cm}^2$. Trong đó, d là đường kính phần không ren, l_1 là độ dài phần có ren.

Vít nên vặn vào những lỗ đã khoan sẵn có đường kính bé hơn đường kính vít khoảng 1 - 2 mm.

- **Đinh đĩa:** thường đặt theo cấu tạo ở chỗ có liên kết mộng, d = 12 ÷ 18 mm, chỉ dùng với gỗ hộp hoặc gỗ tròn, không nên dùng với ván.



- **Bulông và thanh căng:** thường dùng trong các thanh cảng của dàn, dùng trong các liên kết chêm, làm neo, .

Kiểm tra bulông, thanh căng theo công thức:

$$\frac{N}{0,8F_{th}} \leq R_k$$

R_k : cường độ chịu kéo tính toán của thép.

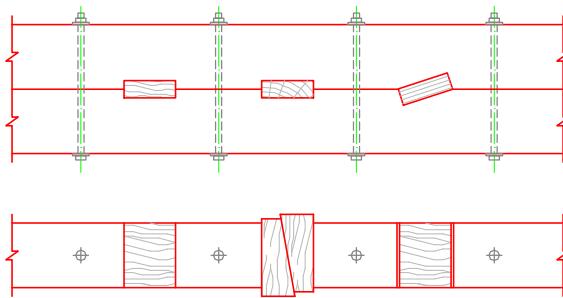
Để tránh hiện tượng ép mặt ở gỗ cần bố trí rôngđen với cạnh $a \geq \sqrt{\frac{N}{R_{em}^{90^\circ}}}$,

trong đó $R_{em}^{90^\circ}$ là cường độ tính toán khi gỗ chịu ép mặt dưới rôngđen (tra bảng). Bề dày rôngđen lấy theo bảng tra.

§5. Liên kết chêm

Chêm là miếng đệm nhỏ đặt vào khe giữa các thanh gỗ để không cho chúng trượt tương đối với nhau.

Chêm có thể bằng thép hoặc bằng gỗ. Có 3 loại: chêm ngang, chêm dọc và chêm nghiêng.

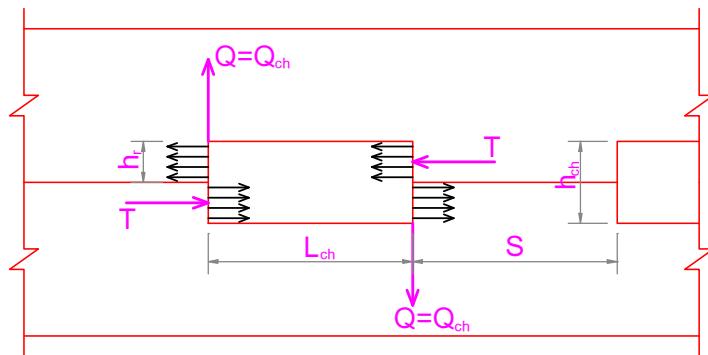
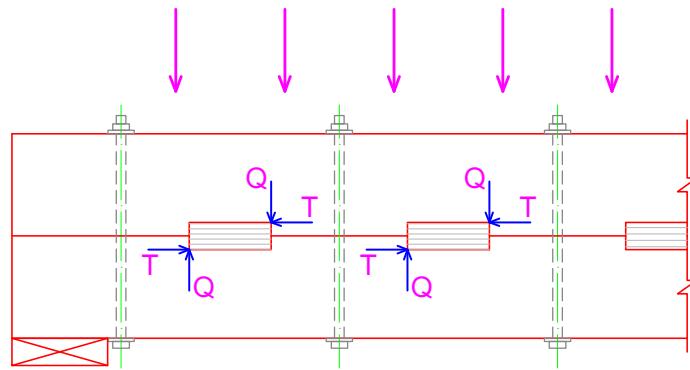


- Chêm dọc: thó chêm nằm dọc theo thanh gỗ. Chêm dọc chịu lực khoẻ do trượt dọc thó nhưng khó đảm bảo tì sát vào cả 2 thanh nên dễ bị phá hoại do ứng suất cục bộ.

- Chêm ngang: thó chêm vuông góc với trực thanh gỗ. Chêm được cấu tạo từ 2 miếng có cạnh vát chéo đóng từ 2 phía nên có thể ép chặt vào gỗ. Đầu chêm thò ra ngoài 2÷3 cm để sau này đóng chặt thêm. Khả năng chịu lực của chêm ngang giảm đi nhiều so với chêm dọc có cùng kích thước.

- Chêm nghiêng: khi thó chêm tạo với thó cấu kiện một góc nhỏ nào đó. Chêm có khả năng chống trượt tốt hơn và làm việc theo 1 phương do chỉ có 1 đầu ép vào thanh gỗ.

1. Khảo sát sự làm việc của chêm



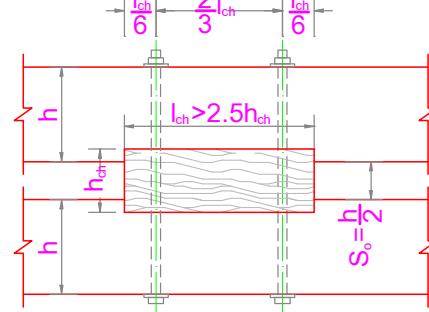
Dưới tác dụng của mômen $T \cdot h_r$, làm chêm bị xoay và sinh ra phản lực Q . Q được xác định bằng phương trình cân bằng mômen:

$$Q \cdot I_{ch} = T \cdot h_r$$

$$\Rightarrow Q = \frac{T h_r}{I_{ch}}$$

Để tránh tách hai phân tố do lực Q gây ra, người ta cấu tạo thêm các bulông chịu kéo, đường kính bulông $d \geq 12 \text{ mm}$.

Muốn tăng độ cứng cấu kiện người ta bố trí chêm cách, khi đó, mỗi chêm cần đặt 2 bulông.



2. Tính toán chêm

Qua khảo sát thấy rằng chêm bị trượt và chịu ép mặt, phân tố gỗ chịu trượt.

- Điều kiện chịu ép mặt đầu chêm:

$$T_{em} = R_{em}^{(\alpha)} \cdot F_{em}$$

- Điều kiện chịu trượt của chêm:

$$T_{tr}^{ch} = R_{tr(\alpha)}^{tb} \cdot F_{tr}^{ch}$$

- Điều kiện chịu trượt của phần cấu kiện nằm giữa 2 chêm:

$$T_{tr}^{ck} = R_{tr}^{tb} \cdot F_{tr}^{ck}$$

- Số lượng chêm cần bố trí:

$$n_{ch} = \frac{N}{T_{min}}$$

3. Cấu tạo chêm

- Chiều dài chêm:

$$l_{ch} \geq 5h_r$$

- Khoảng cách giữa các chêm:

$$S \geq l_{ch}$$

- Độ sâu rãnh chêm:

+ Gỗ hộp: $h_r \leq 1/5h$ và $h_r \geq 2$ cm

+ Gỗ tròn: $h_r \leq 1/4h$ và $h_r \geq 3$ cm

§6. Liên kết dán

1. Khái niệm chung

Liên kết keo dán là liên kết cứng, không có tiết diện giảm yếu. Khi tính toán coi như tiết diện nguyên. Gỗ dán dùng trong xây dựng có hai loại chính:

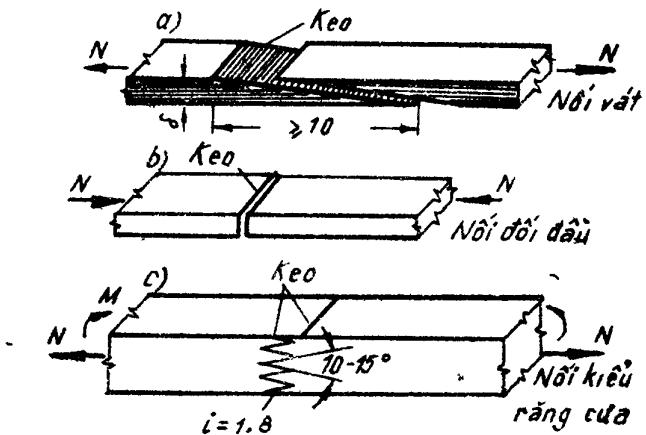
+ Gỗ dán mỏng: $\delta = 1 \text{ mm/lớp}$

+ Gỗ dán dày: $\delta = 3 \div 4 \text{ cm/lớp}$

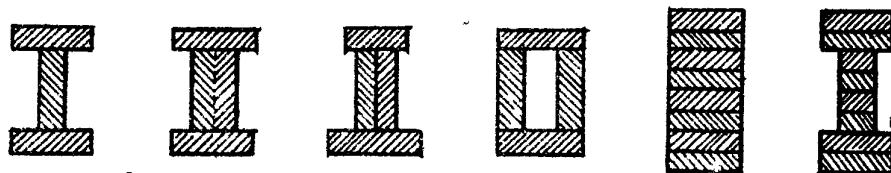
Quá trình dán keo có thể dán nóng hoặc dán nguội tùy theo điều kiện thiết bị, tính chất của keo, .

Độ ẩm trung bình của gỗ dùng để dán nên từ 18 - 20%.

Mỗi nối sử dụng liên kết dán có thể nối đối đầu, nối vát hoặc nối kiểu răng cưa. Nối đối đầu thường đặt ở miền chịu nén, nối vát có thể đặt ở miền chịu kéo, nối kiểu răng cưa có thể chịu được nén - uốn hoặc kéo - uốn.



Hình dạng của các tiết diện có dùng liên kết dán cũng rất phong phú. Tuỳ theo chức năng của cấu kiện, có thể có dạng chữ I, chữ nhật, hình hộp, .



2. Các loại keo thường dùng

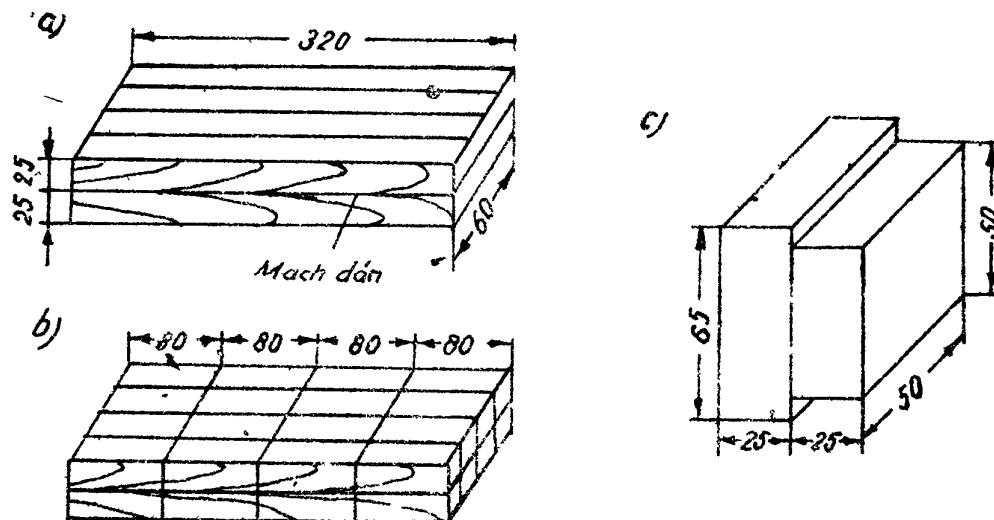
+ Keo phenoxy phenol: chịu ẩm, chịu nhiệt tốt, cường độ chống trượt tương đối cao.

+ Keo urê phenoxyphenol: chịu ẩm và nhiệt kém hơn.

+ Keo cadêin xi măng: chế tạo từ bột cadêin và xi măng pooclăng 400, chịu nước kém.

Một số điểm lưu ý:

- + Thời gian sống của keo nên từ 4 - 6 giờ.
- + Độ nhớt của keo phải thích hợp để thuận tiện cho việc quét keo và dán ép.
- + Tuỳ theo yêu cầu sử dụng và làm việc của cấu kiện mà xác định cường độ chống trượt thuần tuý hoặc trượt khi uốn.



CHƯƠNG IV

DÀN GỖ VÀ DÀN THÉP GỖ

§1. Đại cương về kết cấu dàn

1. Các loại dàn gỗ và phạm vi ứng dụng

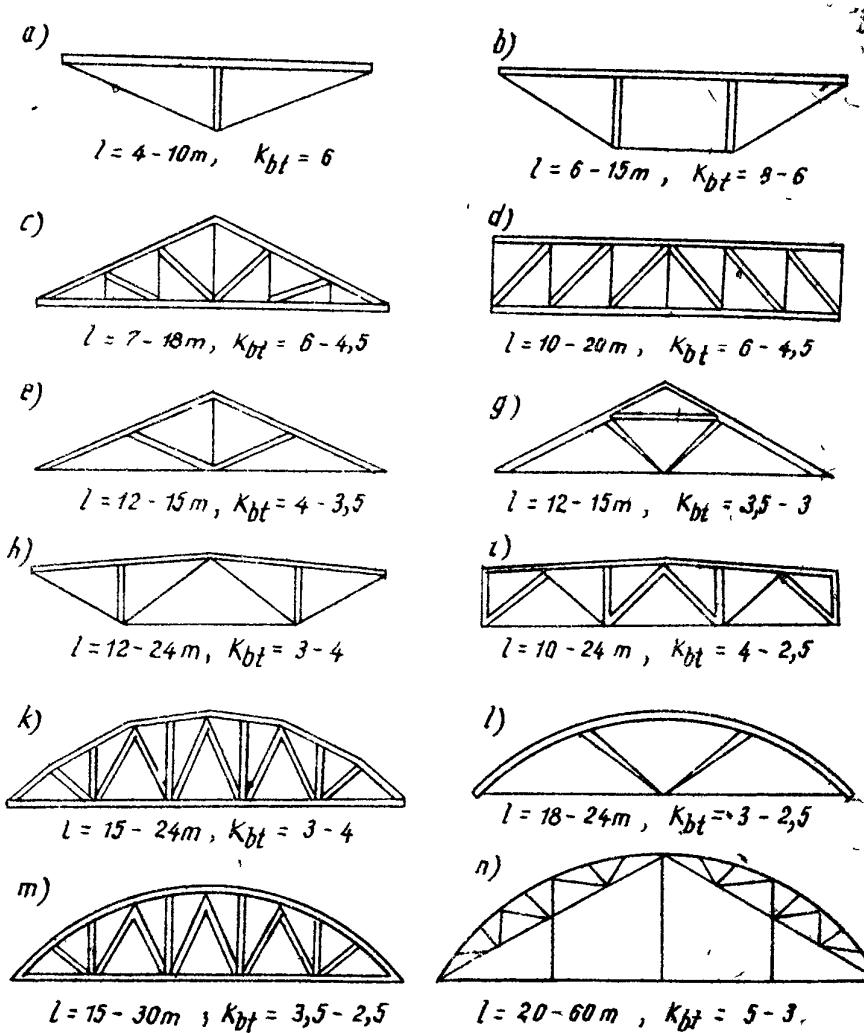
Dàn là một kết cấu gỗ rất thông dụng, dùng để vượt qua khẩu độ và chịu tải trọng đặt lên nó. Với các khẩu độ vừa và nhỏ, có thể dùng các loại dầm gỗ tiết diện nguyên hoặc tổ hợp. Nhưng khi khẩu độ hoặc tải trọng lớn, dùng dầm gỗ không còn thích hợp nữa, ta phải sử dụng đến kết cấu dàn.

Về mặt sơ đồ tính toán, dàn là một hệ thanh liên kết khớp với nhau ở các mắt. Các thanh dàn chủ yếu chịu lực dọc trực (kéo hoặc nén đúng tâm), ít bị uốn và cắt nên có thể tận dụng được tiết diện thanh. Do đó, dàn chịu lực khoẻ hơn và có trọng lượng nhỏ hơn so với kết cấu đặc như dầm.

Dàn gỗ thường dùng làm mái nhà dân dụng, công cộng, công nghiệp, dầm cầu, tháp trụ, ván khuôn, dàn giáo, .

Một số cách phân loại dàn:

- + Theo hình dạng dàn: dàn tam giác, dàn hình chữ nhật (hai cánh song song), hình thang hai mái dốc và một mái dốc, hình đa giác, hình cánh cung, .
- + Theo vật liệu dùng làm dàn: có thể toàn bộ bằng gỗ thanh hoặc thép gỗ hỗn hợp, dàn gỗ dán.
- + Theo hình thức liên kết chủ yếu của dàn: dàn mộng, dàn đinh, dàn chêm, dàn chốt, .



Kết cấu dàn đơn giản nhất là kiểu dầm chống dưới có dây căng bằng thép tròn, dùng cho nhịp nhỏ $4 \div 9$ m. Nếu thanh cánh là tiết diện tổ hợp thì nhịp có thể lên tới 12 m.

Dàn mỏng là loại dàn phổ biến nhất, nhịp thường là $7 \div 15$ m, trong đó các thanh nén liên kết với nhau bằng liên kết mộng.

Dàn thép gỗ hỗn hợp cũng rất phổ biến với nhiều hình thức khác nhau: dàn tam giác, dàn hình cá, hình thang, , các thanh dàn có thể làm bằng gỗ dán, thanh cánh có thể là tiết diện nguyên hoặc tổ hợp.

Dàn đa giác có thể bằng gỗ hoặc thép gỗ hỗn hợp, các thanh bụng có nội lực nhỏ nên có thể liên kết bằng chốt.

Dàn hình cung có cánh trên cong làm bằng gỗ dán hoặc do nhiều thanh gỗ nhỏ uốn cong đóng đinh lại với nhau.

Dàn hình cung và dàn đa giác dùng cho nhịp 15 ÷ 30 m. Khi cần có nhịp lớn, có thể dùng hai dàn cánh cung ghép lại với nhau thành vòm 3 khốp, có thể vượt được nhịp tới 60 m.

2. Các loại dàn và sơ đồ dàn

Việc lựa chọn hình thức dàn và sơ đồ dàn phải dựa trên tính toán về mặt kinh tế, về yêu cầu kiến trúc, yêu cầu sử dụng và chế tạo.

- Về yêu cầu sử dụng: cần xét tới yêu cầu về thông hơi, chiếu sáng, không gian sử dụng .

- Về yêu cầu kiến trúc: yêu cầu về hình dạng mái: một mái, hai mái, hình cong,

- Yêu cầu về vật liệu: quyết định về hình dạng và độ dốc của dàn

+ Vật liệu ngói, fibrô xi măng dùng dàn tam giác.

+ Vật liệu tôn, giấy dầu: dàn hình cung, đa giác, độ dốc nhỏ.

- Nhịp dàn cũng ảnh hưởng đến việc lựa chọn dàn:

+ Dàn tam giác dùng hợp lý cho nhịp $L \leq 18m$.

+ Dàn hình thang, phù hợp với nhịp $L = 15 \div 24 m$.

+ Dàn hình cung, đa giác, vòm cong dùng cho nhịp $L > 15 m$.

- Về điều kiện chế tạo: nếu dàn được chế tạo ở trong xưởng, nên dùng dàn có thanh là gỗ dán hoặc thanh cánh là dầm tổ hợp; nếu chế tạo tại hiện trường thì dùng dàn mộng hoặc đóng đinh.

Ngoài ra, một số nhân tố khác cũng ảnh hưởng đến việc lựa chọn dàn là đặc điểm chất tải, điều kiện độ ẩm, nhiệt độ, tác dụng hóa học. Các nhân tố này cũng phải xét đến khi thiết kế.

3. Kích thước chính của dàn

- Khoảng cách giữa các dàn (bước dàn): $a = 3 \div 4 m$.

- Chiều cao dàn (khoảng cách giữa hai trực cánh ở chính giữa dàn) xác định theo điều kiện độ cứng, điều kiện trọng lượng nhỏ và tuỳ thuộc vật liệu lợp:

$$+ \text{Dàn tam giác } H = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5} \right) L$$

$$\text{Lợp ngói } H = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{4} \right) L$$

$$\text{Lợp fibrô xi măng } H = \frac{1}{5} L$$

$$+ \text{Dàn hình thang, hình cung, đa giác, } H = \frac{1}{6} L$$

- Chiều dài khoảng mắt và số khoảng mắt phụ thuộc nhịp dàn và sơ đồ dàn. Thông thường khoảng mắt cánh trên là $1,5 \div 2,5$ m, nếu cấu tạo bằng tiết diện tổ hợp thì có thể $3 \div 6$ m. Góc giữa thanh xiên và thanh cánh $30 \div 60^\circ$.

§2. Đặc điểm tính toán và cấu tạo của kết cấu dàn

1. Tải trong tính toán

- Tính tải và hoạt tải lấy theo quy định:

- + Ngói 60 kG/m^2
- + Fibrô xi măng $25 - 30 \text{ kG/m}^2$
- + Tôn $15 \div 20 \text{ kG/m}^2$
- + Trần treo 50 kG/m^2
- + Hoạt tải 30 kG/m^2

- Trọng lượng bản thân của dàn:

Trọng lượng bản thân kết cấu dàn được xác định dựa trên cơ sở kinh nghiệm thiết kế có sẵn và được tổng kết thành các hệ số trọng lượng bản thân k_{bt} .

Hệ số k_{bt} biểu thị số lượng đơn vị vật liệu gỗ dùng cho kết cấu tính với 1 đơn vị tải trọng trên 1 đơn vị diện tích hoặc 1 đơn vị chiều dài nhịp phủ của kết cấu.

$$k_{bt} = \frac{1000g_{bt}}{l(p + g + g_{bt})}$$

g_{bt} : trọng lượng bản thân của kết cấu (kG/m^2 , kG/m).

p , g : hoạt tải và tĩnh tải tác dụng lên kết cấu (kG/m^2 , kG/m).

l : nhịp kết cấu (m).

Hệ số k_{bt} được cho tương ứng với từng loại kết cấu. Dùng k_{bt} để xác định sơ bộ g_{bt} :

$$g_{bt} = \frac{p + g}{\frac{1000}{k_{bt}l} - 1}$$

Khi thiết kế xong, tính lại g_{bt} nếu sai khác quá nhiều ($>5\%$) thì phải tính lại.

Để đơn giản, trọng lượng bản thân dàn coi như đặt cùng chỗ với tải trọng ngoài. Nếu không có trần treo thì g_{bt} đặt toàn bộ vào cánh trên. Nếu có trần treo thì đặt một nửa vào cánh trên và một nửa vào cánh dưới.

Tải trọng đặt lên dàn thông qua các hệ thống xà gỗ, dầm trần truyền vào đúng mắt dàn. Trong trường hợp đặt ngoài mắt dàn phải tính đến mômen uốn cục bộ cho thanh cánh.

2. Ảnh hưởng của hình dạng dàn đến nội lực trong các thanh

Về nguyên tắc, dàn làm việc giống như một dầm tổ hợp có chiều cao tương đương. Khi chịu tải trọng phân bố đều, tùy theo hình dạng dàn khác nhau mà nội lực trong các thanh thay đổi:

Trong dàn tam giác và dàn chữ nhật đều có nội lực trong hai thanh cánh lân cận rất khác nhau và nội lực trong các thanh bụng lớn nhưng sự phân phối lại ngược nhau.

+ Với dàn tam giác, nội lực trong thanh cánh phía đầu lớn, càng vào trong càng nhỏ; thanh bụng thì nội lực giảm dần từ gối vào bụng.

+ Dàn chữ nhật: thanh cánh nội lực càng vào trong càng lớn, thanh bụng ngược lại.

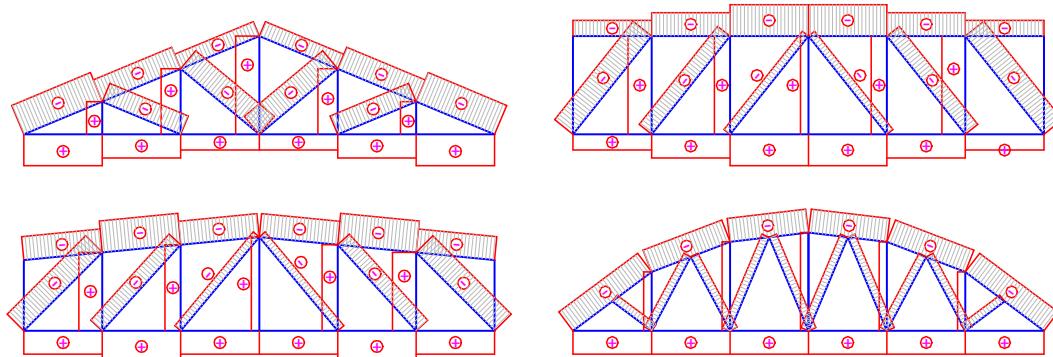
+ Dàn hình thang hai mái dốc: thanh cánh có nội lực lớn nhất là ở khoảng giữa gối và đỉnh, thanh bụng nội lực giảm dần từ gối vào bụng, đồng thời nội lực trong các thanh bụng cũng như hiệu số của nội lực của hai thanh cánh lân cận đều nhỏ hơn so với dàn tam giác và chữ nhật.

+ Dàn hình cung, đa giác: nội lực trong các thanh cánh xấp xỉ nhau và trong các thanh bụng rất nhỏ.

Dấu của nội lực cũng phụ thuộc hình dạng dàn:

+ Dàn chữ nhật và hình thang: các thanh xiên đi lên chịu nén, thanh đứng chịu kéo.

+ Dàn tam giác: các thanh xiên đi xuống chịu nén, thanh đứng chịu kéo.



Khi tính toán đặt tải nửa nhịp, nội lực các thanh thay đổi cả trị số và dấu. Vì vậy, khi tính toán phải xét tất cả các trường hợp này. Riêng dàn tam giác nội lực lớn nhất khi tải trọng đặt toàn bộ.

3. Nội lực trong các thanh dàn

Dàn được coi như một hệ thanh liên kết khớp với nhau tại mắt và chịu tải trọng đặt đúng mắt. Nếu tải trọng không đặt đúng mắt ta vẫn phân tải trọng đó sang hai bên theo nguyên tắc cánh tay đòn và tìm lực dọc trực trong các thanh bằng các phương pháp của cơ học kết cấu (đồ giải Crémôna, giải tích,), sau đó sẽ xác định mômen uốn đối với thanh cánh do tải trọng không đúng mắt gây ra.

- Với thanh cánh trên, lực nén trong thanh có ảnh hưởng lớn đến sự tăng trị số mômen, nên để thiêng về an toàn ta coi các mắt là khớp và xác định mômen uốn như đối với một dầm đơn giản là khoang mắt.

- Với thanh cánh dưới, vì tiết diện thường hay có giảm yếu ở chỗ các mắt, phải xét đến mômen xuất hiện ở các mắt, rất nguy hiểm. Vì vậy, để tính mômen uốn do tải trọng đặt ngoài mặt cánh dưới, phải coi cánh dưới làm việc như một dầm liên tục, gối tựa là các mắt, chỗ nối cánh dưới là khớp. Nên tránh việc đặt tải vào giữa khoang mắt cánh dưới gây thêm ứng suất bất lợi.

Khi chọn tiết diện cho các thanh nén và nén uốn, phải chú ý để chiều dài tính toán của chúng trong và ngoài mặt phẳng dàn:

- Thanh bụng: trong và ngoài mặt phẳng dàn đều lấy bằng chiều dài hình học tức là khoảng cách giữa các tâm mắt.

- Thanh cánh:

+ Trong mặt phẳng dàn lấy bằng chiều dài hình học của thanh.

+ Ngoài mặt phẳng dàn lấy bằng khoảng cách giữa các điểm cố kết của xà gồ vào cánh dàn, những điểm này coi như không chuyển vị được ra ngoài mặt phẳng dàn. Nếu dùng các thanh giằng mảnh để cố kết thì chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng của thanh lấy bằng khoảng cách giữa các điểm cố kết này tăng thêm 25% do các thanh giằng mảnh nên các mắt có thể chuyển vị được.

Độ mảnh giới hạn của các thanh dàn được quy định:

+ Thanh cánh nén, thanh đứng truyền phản lực tựa,

thanh xiên truyền phản lực tựa $[\lambda] = 120$

+ Các thanh bụng khác: $[\lambda] = 150$

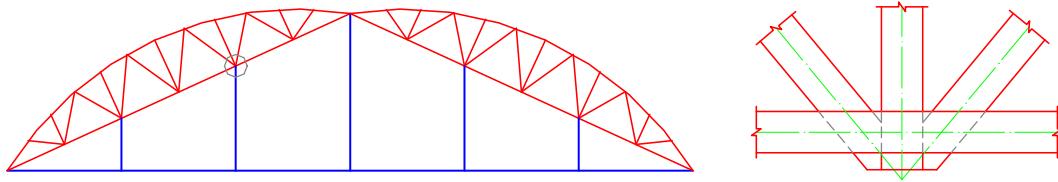
+ Thanh giằng $[\lambda] = 200$

4. Sư hôi tu các trục thanh dàn

Trục của các thanh dàn tụ vào một mắt phải đồng quy ở một điểm (tâm mắt).

Trục đồng quy của thanh cánh là trục đi qua trọng tâm tiết diện giảm yếu ở mắt chứ không phải là trục hình học, như vậy ứng suất tại tiết diện giảm yếu sẽ được phân bố đều.

Trong một số trường hợp, được phép liên kết lệch tâm các thanh bụng vào thanh cánh: khi nội lực các thanh bụng nhỏ hoặc ở mắt đinh của dàn có thanh xiên đi lên vì rất khó cấu tạo cho hội tụ đúng tâm mà nội lực trong các thanh xiên này cũng không lớn. Trong trường hợp này phải kể đến mômen lệch tâm sinh ra tại mắt và hoàn toàn chỉ do thanh cánh chịu. Thanh cánh khi đó sẽ tính chịu nén uốn hoặc kéo uốn.

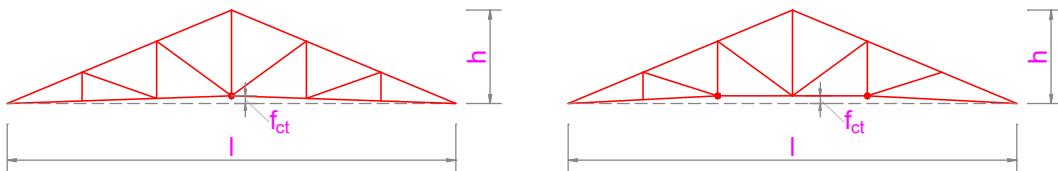


5. Biến dạng của dàn và độ vồng cầu tạo

Độ vồng của dàn là do biến dạng đàn hồi của các thanh và liên kết khi chịu tải trọng. Ngoài ra còn do các biến dạng ban đầu của liên kết chế tạo không chặt, do gỗ co ngót, do biến dạng dẻo trong thanh và các liên kết. Các biến dạng không đàn hồi này gây ra độ vồng không đàn hồi (không khôi phục được) của toàn dàn. Các biến dạng không đàn hồi này cùng với biến dạng đàn hồi đôi khi có thể vượt quá biến dạng cho phép, làm cho các thanh cánh chịu thêm ứng suất lớn rất nguy hiểm, nhất là với các thanh cánh chịu kéo. Vì vậy, để đề phòng sự vồng này, người ta phải làm trước độ vồng cầu tạo.

Độ vồng cầu tạo f_{ct} không nhỏ hơn $1/200$ nhịp và được thực hiện bằng cách làm gãy khúc thanh cánh dưới ở giữa nhịp hoặc ở $1/3$ nhịp tại chỗ nối thanh cánh.

Khi tính toán không cần xét đến sự biến đổi hình học của dàn do độ vồng cầu tạo gây ra vì giả thiết rằng khi chịu tải, dàn sẽ trở lại hình dạng thiết kế.



§3. Dàn mộng

1. Đặc điểm của dàn mộng

Dàn mộng là dàn mà các thanh nén liên kết với nhau hoặc vào thanh kéo bằng mộng rãnh. Các thanh dàn làm bằng cây gỗ hộp hoặc tròn, riêng các thanh đứng chịu kéo có thể dùng thép tròn.

Ưu điểm: chế tạo đơn giản, sản xuất ngay tại hiện trường, không cần thiết bị máy móc.

Nhược điểm: khó chế tạo bằng cơ giới, không sản xuất hàng loạt được, dùng nhiều lao động thủ công và cần thợ lành nghề. Khi nhịp tới 12 - 15 m, dàn cấu tạo phức tạp, nặng nề, do vậy rất ít dùng ở nhịp lớn hơn hoặc bằng 18m.

Dàn mộng thường là dàn tam giác, dàn hình thang mái dốc nhỏ hoặc dàn có cánh song song một mái dốc.

Liên kết mộng chỉ truyền được lực nén nên các thanh xiên phải hướng sao cho trong thanh có nội lực nén. Như vậy, ở dàn tam giác, thanh xiên phải hướng xuống, ở dàn hình thang hay chữ nhật, thanh xiên phải hướng lên. Tuy nhiên, khi chịu tải nửa nhịp, ở khoang giữa dàn hình thang và chữ nhật, thanh xiên hướng lên có thể chịu kéo, vì vậy phải cấu tạo thêm thanh xiên hướng xuống ở khoang này.

Dàn mộng được sử dụng tương đối phổ biến trong các mái nhà dân dụng và công nghiệp với các vật liệu lợp như ngói, fibrô ximăng, tôn, có trần hay không có trần.

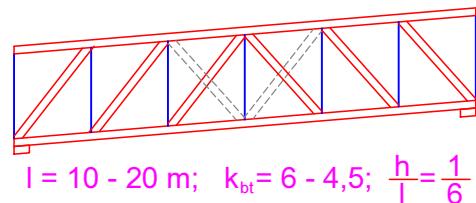
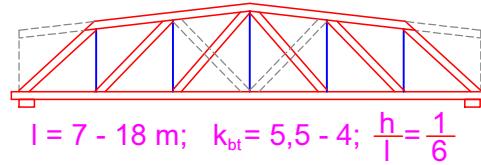
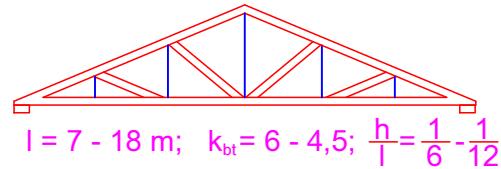
2. Cấu tạo và tính toán các thanh dàn

a. Cánh trên

- *Cấu tạo:*

Cánh trên làm bằng gỗ hộp, đôi khi bằng gỗ tròn, kích thước tiết diện không nhỏ hơn 10 cm.

Nếu nhịp dàn nhỏ (dưới 8 m), thanh cánh trên có thể là một thanh xiên liên tục từ gối tới đỉnh. Với nhịp dàn lớn thì phải nối nhưng vẫn giữ nguyên tiết diện. Cấu tạo mối nối có thể dùng kiểu tì đầu đơn giản, hai bên có bản ghép và bulông cấu tạo. Vị trí nối nên ở gần mắt, trong phạm vi $\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}$ khoảng mắt.



- *Tính toán:*

Tiết diện thanh cánh trên tính về ổn định theo công thức của thanh chịu nén đúng tâm, chiều dài tính toán như đã nói ở bài trước.

Nếu có tải trọng đặt ngoài mắt, gây uốn cục bộ thì phải tính theo công thức của thanh chịu nén uốn.

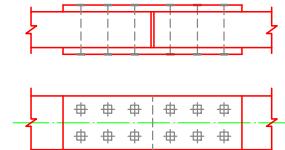
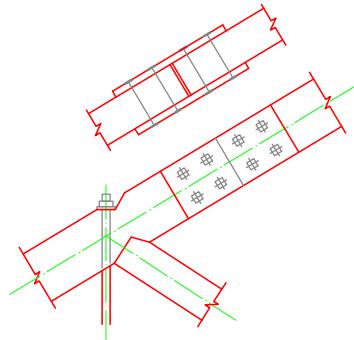
Ngoài ra còn phải thử lại cường độ ở tiết diện giảm yếu nhất của thanh, tiết diện tại mắt bị giảm yếu do rãnh mộng và bulông xiết.

b. Cánh dưới

- *Cấu tạo:*

Thanh cánh dưới thường cùng tiết diện với cánh trên nhưng phải chọn loại gỗ tốt hơn.

Thanh cánh dưới thường phải nối, mỗi nối này thường dùng liên kết chốt và bản ghép.



- *Tính toán:*

Thanh cánh dưới được tính theo công thức của thanh chịu kéo đúng tâm.

Các tiết diện cần kiểm tra là:

+ Tiết diện ở mắt đầu dàn bị giảm yếu bởi rãnh mộng, bulông an toàn, gỗ tấp

+ Tiết diện ở chỗ nối.

Khi có mômen uốn do tải trọng đặt ngoài mắt hoặc do các thanh bụng hội tụ lệch tâm thì tính theo công thức của thanh chịu kéo uốn.

c. Thanh xiên

Thanh xiên nên có tiết diện hình vuông, cũng có thể là hình chữ nhật có bề dày bằng bề dày thanh cánh còn cạnh kia theo tính toán.

Thanh xiên chịu nén đúng tâm, tiết diện được kiểm tra theo ổn định trong và ngoài mặt phẳng dàn, chiều dài tính toán bằng khoảng cách giữa các tâm mắt.

d. Thanh đứng

Thanh đứng thường làm bằng thép tròn, cũng có thể làm bằng gỗ hộp nhưng rất khó liên kết vào thanh cánh và sự phá hoại hay xảy ra ở chỗ liên kết này. Ngoài ra, trong quá trình sử dụng, dàn vồng xuống nhiều thì không thể cǎng dàn thẳng lên.

Thanh đứng bằng thép tròn cấu tạo như thanh cǎng có ren hai đầu. Tiết diện thanh được chọn theo công thức:

$$F \geq \frac{N}{0,8R_k}$$

3. Mắt dàn

a. Sự hội tụ của các trục thanh dàn

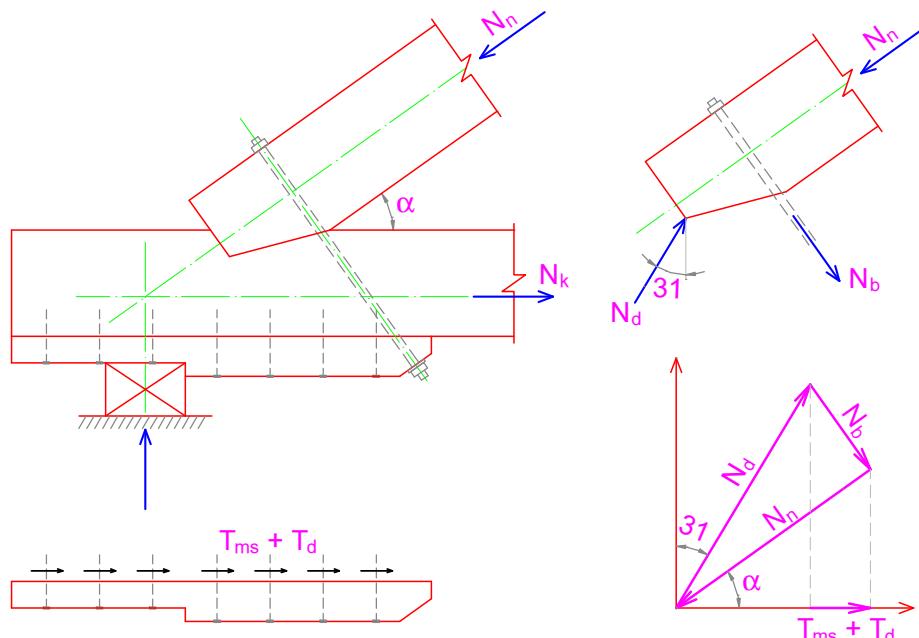
Trục của các thanh (trục của nội lực) phải hội tụ nhau ở một điểm. Tuy nhiên, ở dàn mỏng, các thanh cánh đều có khoét rãnh nên phải chú ý sao cho tại tiết diện có rãnh (ở mắt) không bị ứng suất lớn do lệch tâm.

Ở mắt gối dàn, điểm hội tụ nằm trên trực đi qua tiết diện giảm yếu của cánh dưới.

Ở mắt trung gian, nói chung các thanh cung hội tụ theo trực giảm yếu của thanh cánh, hoặc theo trực hình học của tiết diện nguyên.

b. Mắt gối dàn

Mắt gối dàn có thể làm theo kiểu rãnh mỏng 1 răng hoặc 2 răng, mỗi răng có 1 bulông an toàn xiết chặt. Bên dưới cánh dưới có gỗ guốc có tác dụng đỡ đầu bulông an toàn và để cố định vị trí của dàn với gỗ gối. Dàn đặt lên tường hoặc cột qua gỗ gối là một đoạn gỗ ngắn để phân bố phản lực lên tường hoặc cột.



Thiết kế mắt gối dàn gồm tính toán về ép mặt và trượt của liên kết mộng, tính bulông an toàn, gỗ guốc, gỗ gối.

- *Bulông an toàn:*

Bulông an toàn có tác dụng xiết hai thanh cánh vào nhau để đảm bảo sự chẽ chẽ của dàn và tác dụng bảo hiểm khi phần gỗ đầu dàn bị trượt đi, bulông

sẽ giữ cánh trên trong một thời gian để có thể sửa chữa. Trục của bulông thẳng góc với thanh cánh trên.

Bulông chỉ làm việc khi đầu thanh cánh dưới bị trượt, thanh trên sụp xuống. Lúc đó, đầu thanh trên tì mạnh vào thanh dưới và xuất hiện lực ma sát. Phản lực N_d của thanh dưới của thanh dưới đối với thanh trên sẽ nghiêng với phương thẳng đứng một góc bằng góc ma sát (31°).

Thanh cánh trên cân bằng dưới tác dụng của lực nén N , phản lực N_d và lực trong bulông N_b . Vẽ biểu đồ tam giác lực ta thu được N_b và tính ra tiết diện bulông:

$$N_b = N_n \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha - 31^\circ)$$

- Gỗ guốc:

Gỗ guốc có kích thước theo cấu tạo: bề rộng bằng bề rộng thanh cánh dưới, bề dày không nhỏ hơn bề sâu rãnh mộng h_r , chỗ khắc vào gỗ gối không nhỏ hơn 2 cm. Gỗ guốc này được đóng đinh vào thanh cánh dưới.

Gỗ gối chịu toàn bộ lực N_b trong bulông. Chia N_b làm hai thành phần, thành phần thẳng đứng ép gỗ tấp vào cánh dưới, thành phần nằm ngang T do đinh chịu:

$$T = N_b \sin \alpha$$

Cùng với đinh chịu thành phần nằm ngang T , còn có lực ma sát giữa gỗ tấp và cánh dưới:

$$T = T_d + T_{ms}$$

Với $T_{ms} = \frac{N_n \cos 31^\circ}{\cos(59^\circ - \alpha)} \operatorname{tg} 11^\circ$

trong đó 11° là góc ma sát (theo thực nghiệm).

$$\Rightarrow T_d = N_b \sin \alpha - T_{ms}$$

Từ T_d ta tính ra số đinh 1 mặt cắt đóng gỗ guốc vào cánh dưới.

- Gỗ gối:

Gỗ gối phải có bề dài, bề rộng đủ để truyền phản lực lên tường, góc truyền lực 45° . Phản lực phân bố của tường bên dưới gỗ gối sẽ uốn nó như một conson ngầm ở chỗ dàn kê lên. Bề dày gỗ gối chọn đủ để chịu mômen uốn đó.

Khi dàn nhịp lớn (15m trở lên) hoặc dàn dùng trong các công trình quan trọng thì mắt gối dàn không dùng mộng rãnh mà dùng kiểu tì đầu và đai thép. Với kiểu liên kết này, mắt dàn làm việc khoẻ hơn và đảm bảo hơn vì cánh trên được ép mặt trên toàn bộ tiết diện và cánh dưới tránh được sự làm việc về trượt rất nguy hiểm.

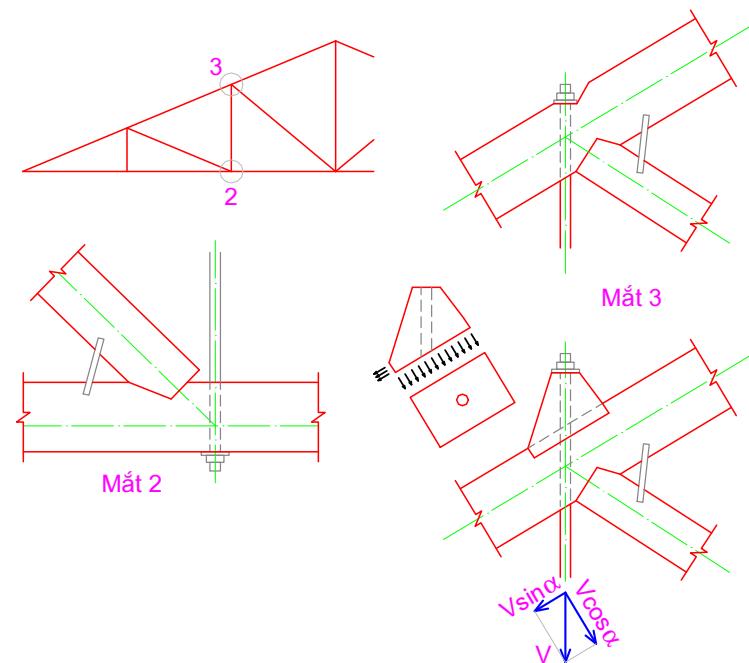
c. Các mắt trung gian

Tại các mắt trung gian, thanh xiên tì vào thanh cánh bằng mộng một răng (không dùng mộng hai răng vì rất khó chế tạo chính xác cho 2 răng đều ép chặt). Trục thanh xiên phải thẳng góc và đi qua tâm của mặt tiếp xúc. Bề sâu rãnh $h_r \leq \frac{1}{4} h$ với h là bề cao thanh cánh. Giữa thanh xiên và thanh cánh phải có đinh đĩa $\phi 12 \div 16$ hoặc bulông để giữ chặt thanh xiên vào thanh cánh, khỏi bị trật ra khi dựng lắp và tăng độ chặt chẽ cho toàn dàn.

Thanh đứng thường làm bằng thép tròn xuyên qua các thanh cánh, có êcu bắt chặt hai đầu. Ở mắt trên, để cho miếng đệm dưới êcu được nằm ngang, phải cắt khắc vào thanh cánh trên, $h_r \leq \frac{1}{5} h_{\text{thanh}}$. Để tránh giảm yếu nhiều, có thể làm một khối ụ đệm đỡ êcu đồng thời làm con bợ cố định xà gồ.

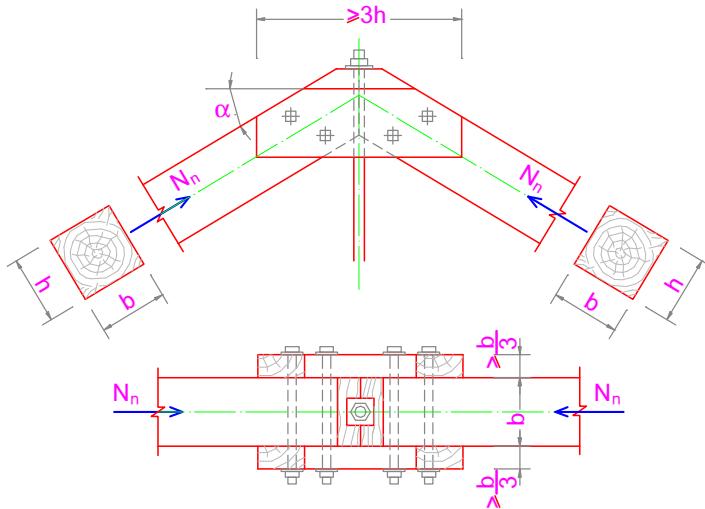
Việc tính toán mắt trung gian gồm có:

- + Tính ép mặt ở rãnh mộng.
- + Tính ép mặt dưới miếng đệm êcu. Nếu dùng miếng ụ đệm thì tính ép mặt ngang thó và dọc thó của khối ụ đệm với thanh cánh.



d. Mắt đinh

Tại mắt đinh, hai thanh cánh trên liên kết vào nhau theo kiểu tì đầu trực tiếp, hai bên có hai bản kẹp bằng thép hoặc gỗ và có 4 \div 8 bulông xiết $\phi 12 \div 16$. Phía trên vát bằng một chút để có mặt phẳng ngang cho miếng đệm êcu, miếng đệm này có thể làm bằng thép góc cho cứng hơn.



Nội dung tính toán mắt đinh là tính toán ép mặt của liên kết.

Diện tích ép mặt ở mắt đinh, sau khi đã trừ đi phần cắt vát và lỗ cho thanh đứng:

$$F_{em} = (b - d) \left(\frac{h}{\cos \alpha} - \frac{a}{2} \operatorname{tg} \alpha \right)$$

b, h: kích thước tiết diện thanh cánh trên

a: bề dài chõ vát bằng

d: đường kính lỗ cho thanh đứng

Điều kiện kiểm tra:

$$\sigma = \frac{N_{em}}{F_{em}} = \frac{N_n \cos \alpha}{F_{em}} \leq R_{em}^{\alpha}$$

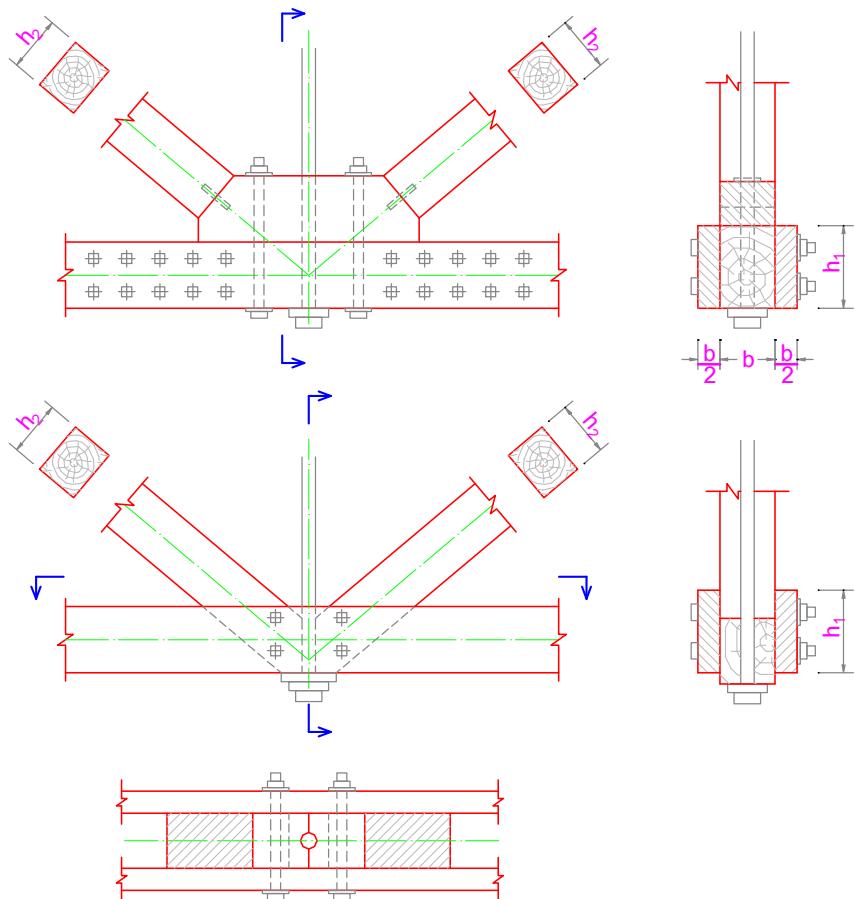
Ở đây dùng R_{em}^{α} vì lực ép mặt là thành phần ngang của N_n , chéo với thớ cánh trên một góc α .

e. Mắt giữa dưới

Có hai phương án cấu tạo mắt giữa dưới:

+ Phương án 1: hai thanh xiên tì lên một khối ụ đệm ăn sâu vào cánh dưới không ít hơn 2 cm. Giữa khối đệm và thanh xiên có chốt ngầm d = 16 ÷ 25 mm, dài l = 10 ÷ 15 cm. Khối đệm liên kết vào cánh dưới bằng 2 bulông xiết. Nếu có nối thanh cánh vẫn giải quyết bình thường, dùng bản ghép và chốt thép. Phương án này đảm bảo các lực hội tụ, lực truyền đúng tâm, sự làm việc rõ ràng.

+ Phương án 2: hai thanh liên kết luồn vào giữa hai bản ghép và tựa đầu vào nhau theo mặt phẳng thẳng đứng, còn theo phương ngang thì tựa lên miếng đệm êcu của thanh đứng. Giữa thanh xiên và bản ghép có bulông liên kết. Trục thanh xiên hội tụ lệch với tâm mắt nên bản ghép còn chịu thêm mômen uốn.



Nội dung tính toán măt giữa dưới là tính ép mặt của móng tì đầu, nhưng cần lưu ý thêm trường hợp tải trọng đặt nửa dàn.

Ví dụ tính toán

§4. Dàn thép gỗ hỗn hợp

1. Đặc điểm và phạm vi ứng dụng

Dàn thép gỗ hỗn hợp là dàn trong đó các thanh chịu nén hay nén uốn đều làm bằng gỗ, thanh chịu kéo làm bằng thép, kể cả thanh cánh dưới.

Một số đặc điểm của dàn thép gỗ hỗn hợp:

+ Số mắt dàn ít, cấu tạo mắt không có liên kết mộng rãnh mà dùng các bộ phận kim loại để liên kết thanh xiên vào thanh cánh. Như vậy tránh giảm yếu cho thanh cánh và sự làm việc vê trượt của mộng rãnh. Ngoài ra, khi gỗ co ngót không làm lỏng liên kết và khiến dàn võng nhiều.

+ Do số mắt ít, thanh cánh trên phải to khoẻ để chịu uốn do tải trọng đặt không đúng mắt. Để giảm mômen uốn cho cánh trên, các mắt trên thường giải quyết lệch tâm để gây mômen ngược lại.

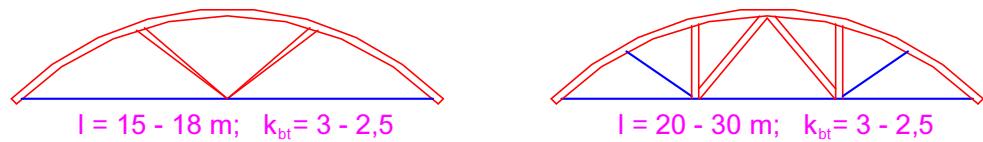
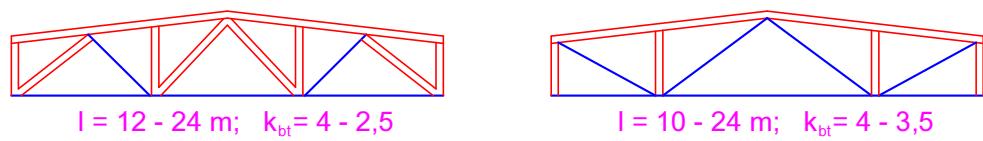
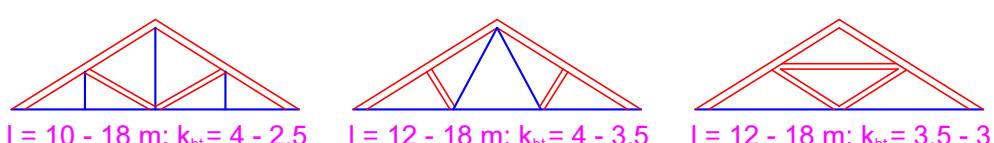
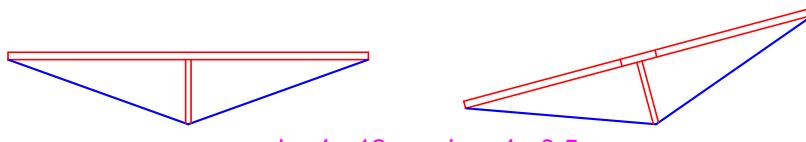
+ Ở các mắt có nhiều thanh kéo tụ vào, hầu hết là dùng các chi tiết bằng thép như ở dàn thép: bản mắt, trực chốt, bulông, và sử dụng nhiều liên kết hàn.

So với các loại dàn khác, dàn thép gỗ hỗn hợp có nhiều ưu điểm:

+ Khả năng chịu lực lớn, liên kết làm việc chắc chắn, đảm bảo, dễ kiểm tra, sửa chữa.

+ Việc chế tạo có thể công xưởng hóa, cơ giới hóa cao độ.

Các hình thức thường sử dụng của dàn thép gỗ hỗn hợp:



2. Dàn một mái (dầm chống dưới)

Dàn một mái thực chất là một dầm có thanh chống và dây căng phía dưới để gia cường. Loại dàn này rất đơn giản nhưng tương đối có hiệu quả, thường sử dụng trong các công trình tạm thời hoặc phụ trợ.

Cánh trên dàn là một thanh gỗ hộp hoặc tròn chạy dài liên tục suốt chiều dài nhịp. Nếu không đủ dài thì nối ở bên trên cột chống giữa, mỗi nối cấu tạo bằng bản ghép và bulông, coi như là khớp.

Thanh kéo tì vào cột chống giữa qua các bản thép liên kết hàn và đinh đóng.

Mắt gối tựa có thể cấu tạo đúng tâm (khi cánh trên liên tục) hoặc lệch tâm (khi cánh trên phải nối, để làm giảm bớt mômen cho thanh cánh trên).

3. Dàn tam giác

Dàn tam giác có nhiều hình thức cấu tạo, tuỳ theo điều kiện sử dụng và chế tạo.

Nếu cánh trên là thanh nguyên, khoảng mắt thường không quá $3 \div 4$ m, hệ thanh bụng giống như dàn mộng. Tại các mắt, các thanh nén tì đầu vào các bộ phận bằng thép.

Nếu cánh trên là tiết diện tổ hợp chốt bản hoặc gỗ dán thì chiều dài khoảng mắt có thể $4,5 \div 6,5$ m, số mắt giảm xuống. Cánh trên của dàn chịu mômen uốn lớn, luôn luôn phải cấu tạo truyền lực lệch tâm ở các mắt trên.

§5. Các loại dàn khác

Ngoài các loại dàn phổ biến trên, trong thực tế còn áp dụng nhiều loại dàn khác, trong đó có dàn đa giác và dàn hình cung cũng được sử dụng nhiều. Hai loại dàn này thuộc vào loại nhịp lớn, vượt khẩu độ $15 \div 30$ m. Hình dạng của chúng gần với dạng đường cong áp lực nên chịu lực hợp lý, nội lực trong các thanh cánh không khác nhau nhiều, nội lực trong các thanh bụng rất nhỏ nên liên kết mắt giải quyết dễ dàng.

Tiết diện thanh dàn có thể là gỗ hộp, gỗ tròn, tiết diện tổ hợp hoặc dùng gỗ ván, đóng đinh lại với nhau.

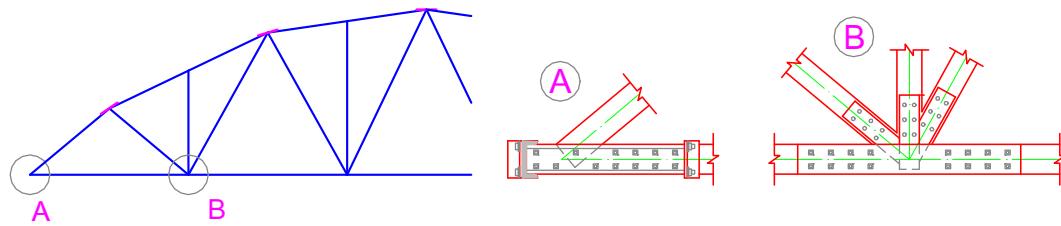
Liên kết thường dùng là liên kết móng, chốt, đinh.

1. Dàn đa giác

Cánh trên của dàn là một hình đa giác ngoại tiếp hay nội tiếp trong đường tròn, toàn bộ thanh do nhiều đoạn gỗ giống nhau hợp lại.

Cánh dưới làm bằng thép hình hoặc bằng gỗ.

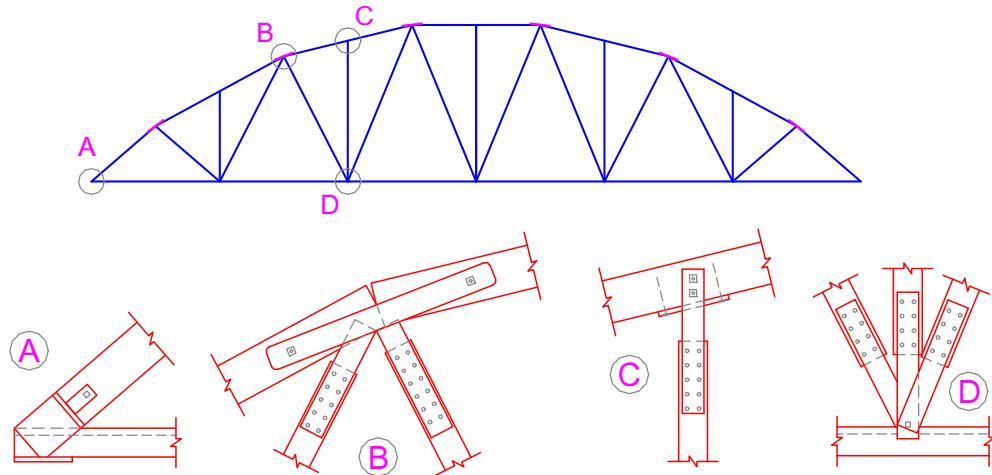
* *Dàn đa giác toàn bằng gỗ:*



Cánh trên nội tiếp trong đường tròn, chỗ nối trùng với mắt.

Thanh đứng, thanh xiên đều làm bằng gỗ, liên kết vào thanh cánh bằng các bản thép nhỏ, đóng đinh hoặc bắt vít. Các bản thép này liên kết vào thanh cánh bằng một bulông trung tâm.

* *Dàn đa giác cánh dưới là thép góc*



Góc gãy của cánh trên bố trí ở chỗ mắt có thanh xiên nên thanh đứng chịu nén, thanh xiên chủ yếu chịu kéo.

Các thanh bụng có bề rộng bằng bề rộng thanh cánh, liên kết với thanh cánh bằng hai bản thép ôm phía ngoài. Bản thép một đầu bắt vào thanh bụng bằng đinh hoặc vít, đầu kia liên kết với thanh cánh bằng 1 bulông đặt ở tâm mắt. Ở mắt dưới thì bulông hàn vào cánh thép góc.

Để giảm bớt mômen cục bộ do tải trọng đặt không đúng mắt, các đoạn của cánh trên ở chỗ nối gãy góc thì tì đầu vào nhau với độ lệch tâm, tạo nên mômen ngược dấu. Chỗ nối có hai bản ghép bằng gỗ, hai đầu có bulông xiết, còn bulông tâm mắt đi qua ngay giữa khe nối.

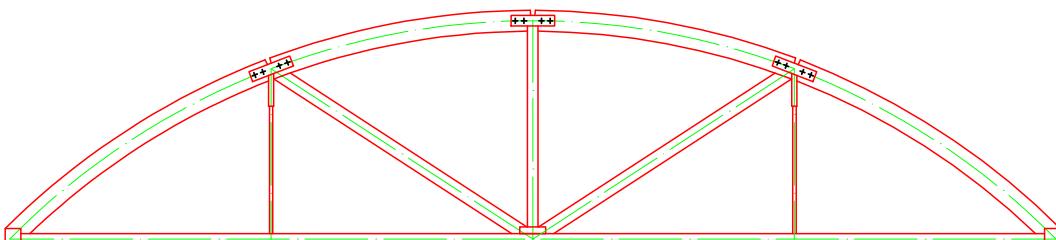
Tính toán dàn đa giác theo phương pháp thông thường như đối với các loại dàn khác. Khi tính toán cần lưu ý đến mômen cục bộ trong thanh cánh trên do liên kết thanh bụng lệch tâm.

2. Dàn hình cung

Cánh trên của dàn có dạng cung tròn, gần sát nhất với đường cong áp lực khi chịu tải trọng phân bố đều. Mômen uốn trong thanh cánh và lực dọc trong thanh bụng nhỏ nhất so với các loại dàn khác. Nhịp dàn lớn, có thể tới $30 \div 40$ m.

Để tạo được độ cong, cánh trên có thể gồm một chồng các thanh gỗ nhỏ uốn cong và đóng đinh vào nhau hoặc dùng các thanh gỗ dán có hình cong.

* *Dàn hình cung gỗ dán:*



Cánh trên gồm các đoạn gỗ dán cong giống nhau, nối tì đầu với nhau tại các mắt. Mỗi đoạn là một chồng ván keo, tiết diện hình chữ nhật, tỉ số $\frac{h}{b} \leq 4$.

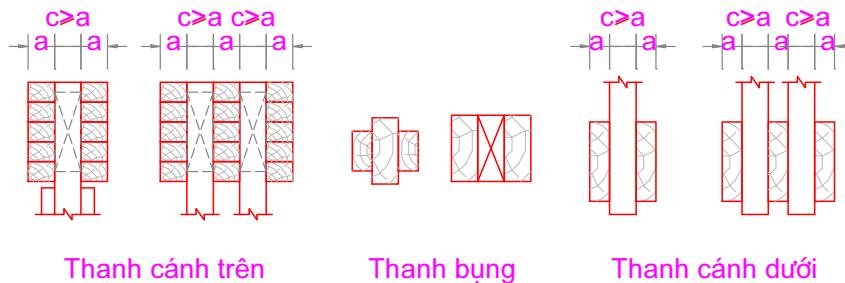
Thanh cánh dưới bằng thép góc.

Mỗi mắt dàn đều có các trực hội tụ đúng tâm.

Thanh bụng xiên bằng gỗ liên kết với thanh cánh trên bằng các bản thép, một đầu bản thép đóng đinh hay vặn vít vào thanh bụng, đầu kia vào thanh cánh bằng một bulông tâm mắt. Ở mắt dưới thì thanh bụng bắt bulông vào hai bản mắt đặt đứng, bản mắt này hàn vào thép góc cánh dưới.

Mắt gối tựa kiểu hộp chân đế như ở các dàn thép gỗ khác.

* *Dàn hình cung đóng đinh:*



Dàn này có hệ thanh bụng tam giác, các mắt bô trí sao cho mọi thanh cánh trên có hình chiếu ngang d dài bằng nhau, trừ khoang đầu tiên chỉ bằng $0,65d$ (vì nội lực lớn).

Cánh trên cong gồm 2 hoặc 3 nhánh, mỗi nhánh là một chồng $4 \div 5$ thanh gỗ nhỏ dày $3 \div 4$ cm, uốn cong và đóng đinh vào nhau theo phương đứng và phương ngang qua các tấm đệm. Các thanh gỗ nhỏ tì sát đầu nhau ở chỗ nối, vị trí chỗ nối của các thanh phải so le nhau, cách nhau không ít hơn 50 cm và cách mắt không ít hơn $1/5$ khoảng mắt. Các tấm đệm làm bằng thanh ván nguyên đặt đứng, bề rộng sao cho có thể đóng được 3 hàng đinh ngang với 3 thanh gỗ nhánh. Các tấm đệm này bố trí trong khoảng mắt, không đặt tại tâm mắt.

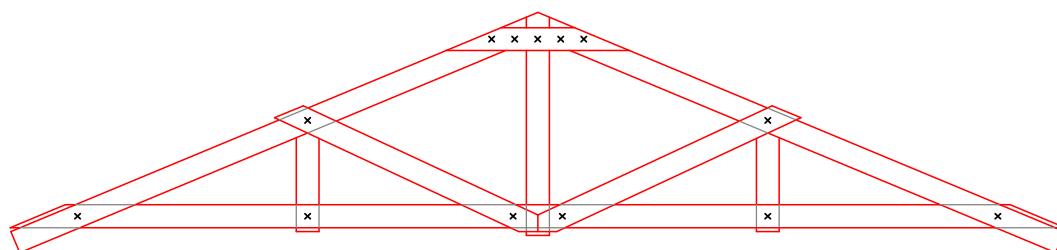
Cánh dưới gồm 2 hoặc 3 tấm ván nguyên đặt đứng, trong cùng mặt phẳng của mỗi nhánh. Đầu nối cánh dưới dùng các tấm ghép, tấm đệm và bulông.

Thanh bụng là các tấm ván nguyên 1 hoặc 2 nhánh đâm sâu vào giữa các nhánh của thanh cánh trên và cánh dưới.

Các mắt dàn đều dùng đinh đóng. Ở mắt trên, đinh đóng có thể bố trí gần nhau hơn, còn với thanh bụng và cánh dưới đinh bố trí theo quy định thông thường. Mắt gối tựa dùng kiểu tì đầu và đai thép tròn.

3. Dàn gỗ ván

Đây là loại dàn nhẹ dùng cho khẩu độ nhỏ, tải trọng nhỏ. Vật liệu đều là gỗ ván, liên kết bằng đinh hoặc bulông.



Vì kèo sít là một loại dàn gỗ ván được sử dụng khá phổ biến ở nước ta trong những năm 60, dùng cho mái ngói nhà dân dụng, nhịp dưới 9 m. Hệ mái nhà gồm một loạt kèo đặt rất gần nhau (khoảng $0,7$ m) bên trên là litô đặt trực tiếp lên cánh trên của dàn. Cánh trên dàn làm nhiệm vụ như hệ thống cầu phong.

Các thanh dàn đều làm bằng ván tiết diện nhỏ, dày $3 \div 5$ cm, rộng $8 \div 12$ cm, đặt chồng lên nhau tại mắt và đóng đinh trực tiếp vào nhau.

Sự làm việc của kèo sít rất phức tạp, đó là một kết cấu không gian gồm rất nhiều dàn liên kết với nhau bằng một hệ thống lítô dày đặc. Tải trọng từ lítô truyền xuống đặt vào giữa khoảng mắt, các mắt đều chịu tải trọng lệch tâm, biến dạng của đinh rất lớn.

Hiện nay chưa có phương pháp tính toán cho loại dàn này, dù chỉ là gần đúng. Việc áp dụng chỉ dựa trên cơ sở thí nghiệm hiện trường hoặc thông qua kinh nghiệm sử dụng.