

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA XÂY DỰNG



Bộ Môn Kết Cấu Công T
KC THÉP

**HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC
KẾT CẤU THÉP
KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP 1 TẦNG**

nguyễn

XD07A1VL

X040169

LỜI NÓI ĐẦU

dẫn đồ án môn học "Kết cấu thép" này soạn xây dựng và kết cấu (hệ tập trung hay tại khảo khi làm thiết kế môn học. Nội dung gồm mục đích yêu cầu của đồ án môn học; nội dung bài làm; hướng dẫn cụ thể từng bước tính toán công số đề tra; các hình vẽ mẫu.

Như nay, sinh viên hai ngành học nói trên chỉ làm một học kết cấu thép là "Thiết kế khung nhà công nghiệp". Đây là đầu đề bài có tính chất tổng hợp nhất về kiến thức cũng như về phương pháp thiết kế kết cấu thép và đã được chọn đề đưa vào trong chương trình bắt buộc. Đồng thời đây cũng là một trong những đồ án khó của khóa học, đòi hỏi sinh viên nhiều cố gắng.

Bản hướng dẫn này trình bày cụ thể các việc phải làm, không đi sâu vào lý luận, không đề cập đến những giải pháp khác với giải pháp của bản thiết kế môn học. Tốt nhất là sử dụng nó cũng với giáo trình kết cấu thép, nhưng cũng có thể sử dụng độc lập về nội dung của nó tương đối hoàn chỉnh. Các bảng tra tập hợp đầy đủ, có thể dùng cho cả giáo trình kết cấu thép chứ không chỉ cho đồ án này.

Nội dung và khối lượng của đồ án môn học trình bày ở đây là ứng với yêu cầu đầy đủ nhất của môn học. Tùy điều kiện cụ thể, nội dung và khối lượng đồ án có thể giảm bớt đi, theo chỉ dẫn của thầy.

10 cột
10 cột
nhân dân
kế

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC KẾT CẤU THÉP KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP 1 TẦNG

S 1 — MỤC ĐÍCH YÊU CẦU CỦA ĐỒ ÁN

Bản đồ án này là đồ án môn học duy nhất của giáo trình kết cấu thép. Nó phải giúp cho sinh viên tổng hợp được những lý luận đã học, biết vận dụng kiến thức vào việc giải quyết vấn đề thiết kế thực tế, ngoài ra, cho sinh viên bước đầu quen với phương pháp thiết kế kết cấu thép, bắt đầu từ loại công trình phổ biến nhất là nhà công nghiệp một tầng.

Đồ án môn học kết cấu thép có mục đích:

1) Về mặt lý luận: làm cho sinh viên hệ thống hóa được các kiến thức đã học từ các chương đầu tiên: phương pháp tính toán kết cấu thép, liên kết, dầm, dầm, cột, nhà công nghiệp, biết vận dụng vào thiết kế.

2) Về mặt phương pháp thiết kế: làm sinh viên nắm được quá trình thiết kế một kết cấu thép loại lớn, bắt đầu từ khi chọn phương án đến bước thể hiện bản vẽ thi công, thống kê vật liệu. Bước đầu rèn luyện kỹ năng thiết kế kết cấu thép, cách sử dụng bảng biểu, cách thể hiện bản vẽ KM và bản vẽ KMD. Sau này khi phải thiết kế những công trình thực tế, thường nhỏ hơn công trình trong thiết kế môn học, sinh viên sẽ bớt gặp khó khăn.

3) Rèn luyện tác phong của người cán bộ thiết kế: chính xác, cẩn thận, trung thực; đặc biệt các bản tính và vẽ kết cấu thép càng yêu cầu cao những đức tính này.

Sinh viên phải thực hiện đầy đủ khối lượng thầy yêu cầu, nắm vững phân lý luận của mọi vấn đề, mọi công thức có liên quan, tiến hành tính toán chính xác, tỉ mỉ, thể hiện bản vẽ đúng với quy ước kỹ thuật.

§ 2 — NỘI DUNG VÀ KHÔI LƯỢNG YÊU CẦU

Dựa vào các số liệu của đề bài, sinh viên phải làm các việc sau:

— Tạo nên sơ đồ kết cấu của toàn công trình và của các bộ phận: khung ngang, hệ giằng v.v...

— Tiến hành tính toán các bộ phận chính của khung ngang gồm cột và dầm.

— Thể hiện bản vẽ thiết kế.

Việc tạo ra sơ đồ kết cấu của nhà trên cơ sở nhiệm vụ thiết kế đã cho thực ra là một việc phức tạp, phải làm nhiều phương án so sánh. Do thời gian ít và do yêu cầu của đồ án môn học, sinh viên không phải làm nhiều phương án mà chỉ căn cứ vào giáo trình, vào tài liệu hướng dẫn, nghiên cứu ra một sơ đồ kết cấu thích hợp, thông qua thầy hướng dẫn. Sơ đồ kết cấu nghiên cứu trong giai đoạn này gồm có: khung ngang cơ bản, gồm cột, dầm với các kích thước và hình dạng của từng thứ; kết cấu dọc, gồm dầm cầu chạy, giằng cột và mái, dầm đỡ kèo nếu có; hệ sườn tường. Kết cấu bao che: mái, tường, cửa ... chọn theo nhiệm vụ thiết kế.

Sau khi chọn xong sơ đồ kết cấu, bắt đầu tính toán cấu của khung ngang, gồm có cột và dầm chính cũng liên kết chúng. Dầm cầu chạy chỉ cần tính phác qua cho ra bề cao, rồi để quyết định bề cao cột. Không phải tính kết cấu của mái bên trên dầm.

Cụ thể nội dung tính toán gồm có:

1) Xác định tải trọng tác dụng lên khung, gồm tải trọng tĩnh do trọng lượng bản thân, do mái, tường; hoạt tải trên mái; tải trọng cầu trục (đứng và ngang), tải trọng gió. Không cần tính tải trọng gió dọc, lực hãm dọc.

2) Tính nội lực khung, gồm việc giải khung với các trường hợp tải trọng trên, sau đó tổ hợp tải trọng để tìm nội lực tính toán đối với cột và dầm.

3) Tính cột: gồm việc chọn tiết diện phân trên và phân dưới cột, tính toán chỗ nối hai phân cột, vai cột đỡ dầm cầu trục,

chân cột và các cấu tạo khác của cột như thanh giăng của cột rỗng ... tóm lại là mọi tính toán mọi bộ phận cấu tạo của cột.

4) Tính dãn gồm việc tính nội lực trong các thanh dãn, chọn tiết diện các thanh, tính các liên kết mắt, tính liên kết dãn với cột.

Ở điểm 3 và 4, nếu thời gian hạn chế, có thể không tính toán tất cả các mắt liên kết và các cấu tạo phụ mà chỉ cần tính toán một số, theo chỉ định của thầy.

Mọi nội dung lựa chọn sơ đồ kết cấu và tính toán đều ghi vào bản thuyết minh. Mẫu trình bày bản thuyết minh xem phụ lục 1.

Giai đoạn cuối cùng là thể hiện bản vẽ. Bình thường thi vẽ trên hai bản khổ A1. Bản thứ nhất vẽ sơ đồ kết cấu của nhà, hệ giăng sườn tưởng, kết cấu khung ngang trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật (KM) và một vài nút liên kết chính. Bản thứ hai là bản vẽ thi công KMD của một cấu kiện vận chuyển (thường chọn là một nửa dầm) và thống kê vật liệu của cấu kiện đó.

Tùy điều kiện cụ thể, có thể vẽ dãn làm một bản theo sự hướng dẫn của thầy.

Cách trình bày bản vẽ, các yêu cầu đối với bản vẽ được nêu kỹ ở phần V của tài liệu.

Nội dung thiết kế nêu ở trên là áp dụng cho đồ án môn học với số giờ tự làm là 120 giờ. Nếu số giờ ít hơn thì khối lượng làm cũng tương ứng giảm đi.

Dưới đây sẽ hướng dẫn cụ thể từng vấn đề.

I - CHỌN SƠ ĐỒ KẾT CẤU

1) SƠ ĐỒ KHUNG NGANG VÀ KẾT CẤU CỦA NHÀ CÔNG NGHIỆP

Kết cấu chịu lực của nhà công nghiệp gồm có các khung ngang cơ bản (H.1) liên hệ với nhau bằng các kết cấu dọc. Nhịp của khung (khoảng cách giữa hai trục định vị của cột) thường là 18, 24, 30, 36 m; trong điều kiện nước ta, cũng dùng được các nhịp 21, 27, 33 m, tức là với mô đun 3 m, khi có lợi về mặt kinh tế kỹ thuật. Bước cột có mô đun 6 m, ở đây chỉ dùng hai trị số 6 m và 12 m, không làm bước cột lớn hơn. Với bước cột 12 m, sẽ dùng thêm dầm trung gian và dầm đỡ kèo. Chiều dài tối đa của một khối nhiệt độ (khoảng cách giữa hai khe nhiệt độ) là 200 m. Nếu có khe nhiệt độ, trục của khe sẽ trùng với trục định vị của nhà; trục hai cột kề bên sẽ lui xa ra 500 mm (H.2). Bước cột ở tường hồi cũng giảm đi 500 mm.

Khung ngang gồm có cột và dầm. Liên kết cột với dầm là cứng hoặc khớp, ở đây, trong đồ án môn học, ta chọn là cứng cho tổng quát hơn. Cột thường là bậc thang, phân trên đặc, phân dưới là đặc hay rỗng. Dầm có hai mái dốc (hình thang), phù hợp với loại mái bằng bằng bê tông cốt thép; độ dốc $1/8$ đến $1/12$. Bên trên dầm có thể có kết cấu của trời, đỡ của trời dọc. Kết cấu của trời đơn giản nhất là hệ thống gồm các cột đứng và hai thanh xiên (H.1). Có thể dùng các hệ thống của trời khác theo giá trị trình.

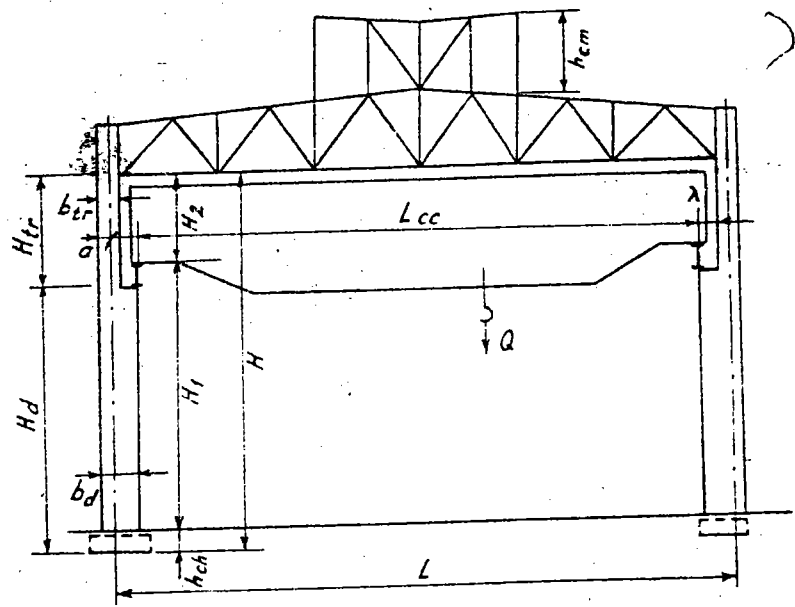
Hệ giằng là kết cấu dọc rất quan trọng của kết cấu nhà công nghiệp, phải được xét đến ngay trong giai đoạn này vì nó ảnh hưởng đến việc tính toán. Việc bố trí hệ giằng mái và cột, ý nghĩa của mỗi loại phải được ghi trong bản thuyết minh.

Dầm cầu chạy đặt trên vai cột có nhịp bằng bước cột. Khi không có yêu cầu đặc biệt gì, dầm cầu chạy nên làm đặc, chế tạo đơn giản.

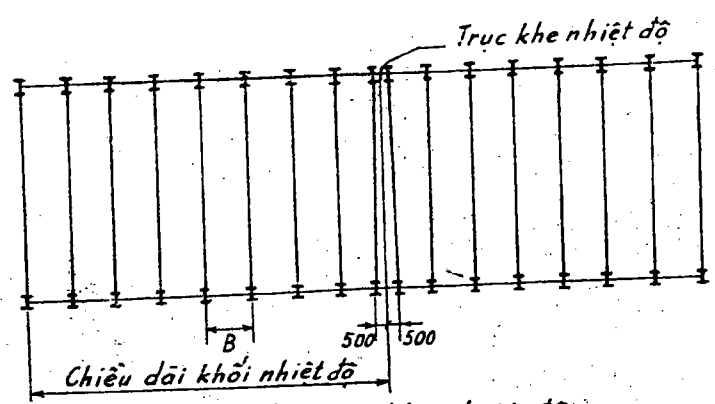
Kết cấu bao che (mái, tường) chọn theo nhiệm vụ thiết kế.

Tấm mái cỡ lớn kích thước 1,5 x 6 m hoặc 3 x 6 m với các lớp cách nước, cách nhiệt cần thiết (theo giáo trình kiến trúc công nghiệp) Tường tự mang (gạch 22 cm), với bước khung 6 m thì không cần hệ sườn tường. Bước khung 12 m thì cần thêm cột tường. Các trường hợp tường không tự mang khác đều có hệ sườn tường. Tường hồi cũng phải luôn có hệ sườn tường. Việc bố trí dầm tường, cột tường tùy theo loại tường, kích thước tấm tường, vị trí cửa sổ v.v..., phải tham khảo trong giáo trình kiến trúc công nghiệp và giáo trình kết cấu thép.

Hệ sườn tường cũng như hệ giằng, không cần phải tính toán nhưng phải ghi rõ trong thuyết minh, kèm theo hình vẽ sơ đồ cần thiết.



H.1 - Khung ngang



H.2 - Bố trí cột và khe nhiệt độ

2) KÍCH THƯỚC CHÍNH CỦA KHUNG NGANG

Xác định các kích thước chính của khung, cũng như của cột, dầm, là dựa vào nhịp khung L , bước khung B , sức trục cầu chạy Q và cao độ mặt đường ray H_r , các trị số này là số liệu ban đầu cho trong nhiệm vụ thiết kế.

Trước hết, cần xác định trị số H_2 (xem H.1) là khoảng cách từ mặt ray cầu chạy đến mép dưới của kết cấu mái

$$H_2 = H_{cc} + c$$

trong đó, H_{cc} : chiều cao gáborit của cầu chạy (xem các bảng phụ lục).

c : khe hở giữa mép trên của gáborit cầu chạy đến mép dưới của dầm kê, bằng 200-250 mm. Trị số này gồm khe hở tối thiểu bắt buộc giữa cầu chạy và dầm (100 mm) và khe hở xét đến độ võng của dầm và bề cao thanh giằng thõ xuống.

Kích thước H_2 lấy chuẩn mô đun 200 mm.

Chiều cao H_1 , từ nền nhà đến mặt ray là chiều cao H_r đã cho trong nhiệm vụ thiết kế.

1- Kích thước cột

Nhịp của khung L , theo định nghĩa, là khoảng cách giữa hai trục định vị. Trục định vị nằm cách mép ngoài của cột một khoảng σ bằng 250 hoặc 500 mm, chủ không nhất thiết chia đôi bề rộng phần cột trên. Bề rộng phần cột trên lấy vào khoảng $(\frac{1}{8} - \frac{1}{12})$ bề cao H_{tr} của nó, thực tế bằng 400-800 mm. và thường chuẩn 250 mm. Khi cầu chạy nặng hay khi cần có lối đi rộng 400 mm xuyên qua bụng cột, btr có thể bằng 1000 mm.

Bề rộng cột dưới bị tính từ mép ngoài đến trục nhánh đỡ cầu chạy bằng kích thước σ cộng với khoảng cách λ giữa trục dầm cầu chạy với trục định vị. Kích thước λ được thống nhất hoá như sau:

$\lambda = 750$ mm với cầu chạy sức trục từ 5 đến 75 T.

$\lambda = 1000$ mm với cầu chạy sức trục từ 100 T trở lên.

Với các kích thước qui định như vậy, bề rộng cột dưới chỉ có thể là 1000, 1250, 1500 mm ... và nên ở trong khoảng $(\frac{1}{15} - \frac{1}{22})$ tổng chiều cao toàn cột H .

Sau khi đã chọn bề rộng các phân cột như vậy, phải kiểm tra lại xem cầu chạy không bị vướng phân cột trên, tức là phải thỏa mãn điều kiện $b_d - b_{tr} \geq B_1 + c_1$, với B_1 là khoảng cách từ trục ray cầu chạy đến đầu mút cầu chạy (xem bảng IV.1 - IV.3 phụ lục IV); c_1 là khe hở tối thiểu lấy bằng 60 mm đối với cầu chạy 5 - 50T và bằng 75 mm với sức trục 75 - 250T. Nếu không thỏa mãn thì phải tăng bề rộng phân dưới thêm 250 mm nữa.

Chiều cao cột xác định như sau:

Chiều cao phần cột trên, từ vai cột đến đáy dưới của vi kẻo:

$$H_{tr} = H_2 + h_{dcc} + h_{ray}$$

Chiều cao phần cột dưới, từ vai cột đến bản đế chân cột:

$$H_d = H_1 - h_{dcc} - h_{ray} + h_{chôn}$$

trong đó,

h_{dcc} : bề cao dầm cầu chạy, lấy trong khoảng $(\frac{1}{5} - \frac{1}{7})$ nhịp dầm. Trị số lớn $(\frac{1}{5} B)$ khi nhịp 6 m, trị số nhỏ $(\frac{1}{7} B)$ khi nhịp 12 m; khi sức trục nhỏ, có thể giảm tới $1/9 B$. Để chọn chính xác bề cao dầm cầu chạy, có thể tra bảng cata lô (xem bảng VI.11 phụ lục) hoặc tính ra tiết diện dầm cầu chạy theo hướng dẫn ở cuối đoạn này.

h_{ray} : bề cao ray, chọn tùy theo sức trục (xem các bảng VI.7 và bảng IV.1 - IV.3 phụ lục).

$h_{chôn}$: chiều sâu chôn cột trong nền, lấy khoảng 0,6 - 1 m. Các kích thước H_{tr} , H_d đều lấy tròn 200 mm.

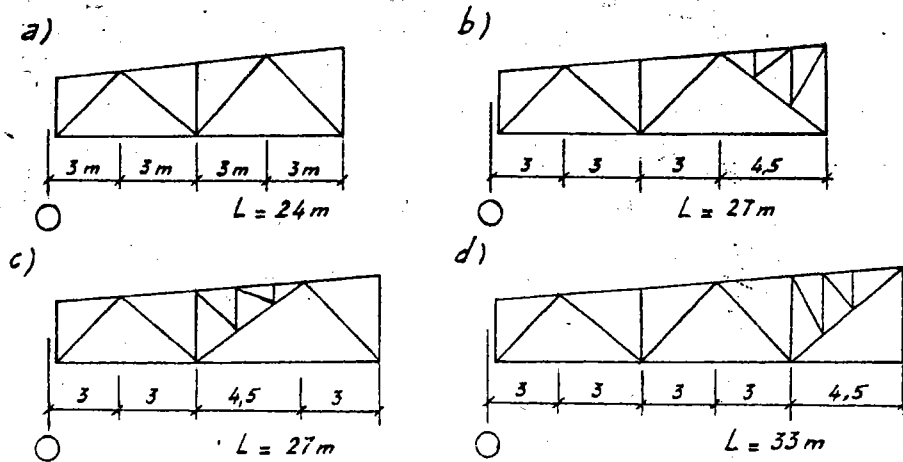
2 - Kích thước dầm

Bề cao đầu dầm tại chỗ trục định vị chọn là 2,2 m, tính phủ bì từ sống thép góc trên đến sống thép góc dưới. Độ dốc cánh trên lấy là $1/8$, $1/10$ hoặc $1/12$.

Hệ thanh bụng là loại tam giác có thanh đứng; khoảng mắt cánh trên lấy thông nhất là 3 m, tính đến trục định vị (H.3 a). Nếu dùng tấm mái cỡ 1,5 m, có thể dùng hệ thanh bụng chia nhỏ với khoảng mắt trên là 1,5 m. Với dầm có nhịp 27, 33 m, chỉ có thể dùng hệ bụng chia nhỏ 1,5 m; ví dụ có thể chia khoảng như ở H.3, b, c.

Bề rộng cửa trời căn cứ theo yêu cầu kiến trúc nhưng phải phù hợp với việc chia khoảng mắt dầm. Bề cao kết cấu cửa trời bằng bề rộng phân cửa kính cộng với phân bâu cửa bên dưới và bên trên.

Cửa kính phải có kích thước phù hợp với cánh cửa tiêu chuẩn cao 1250, 1500, 1750 mm (1 hoặc 2 cánh); bờ trên và dưới lấy bằng 800 - 900 mm.



H.3 - Phân chia khoảng mắt dãn

3) HỆ GIĂNG

Hệ giăng là bộ phận rất quan trọng của kết cấu nhà công nghiệp nên ở đây sẽ nhắc lại những điểm chính.

1 - Hệ giăng mái

Hệ giăng mái có tác dụng liên kết các dãn phẳng với nhau tạo nên một kết cấu không gian cứng, giữ ổn định cho các thanh nén của dãn, chịu lực gió đều hồi thẳng góc với dãn.

Hệ giăng nằm ngang ở trong mặt phẳng cánh trên chủ yếu để bảo đảm ổn định cho các thanh cánh nén khi làm việc ngoài mặt phẳng của dãn. Nó bố trí ở hai đầu của khối nhiệt độ và ở cả quãng giữa nữa, khoảng cách không quá 50 - 60 m. Hệ giăng có sơ đồ chữ thập, khoảng mắt bằng 2 khoảng mắt cánh trên (6 m). Những dãn ở quãng giữa hai khối giăng cũng được cố kết bằng xà gồ hay bằng các tấm mái. Ở trong khoảng bên dưới của trời, không có tấm mái, phải dùng các thanh chống dọc; khoảng cách các thanh chống dọc lớn do điều kiện độ mảnh giới hạn của cánh trên dãn ra ngoài mặt phẳng của

dãn ($\lambda_{gh} = 220$). Ở đỉnh nóc nhất thiết phải có thanh chống dọc.

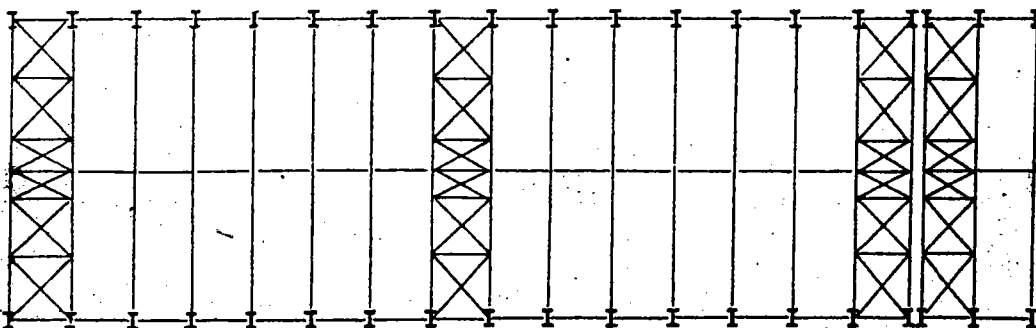
Hệ giăng nằm ngang ở trong mặt phẳng cánh dưới dùng để chịu gió thổi lên tường hồi (nên còn gọi là dãn gió) và cũng với hệ giăng cánh trên tạo nên khối cứng không gian. Vị trí, sơ đồ các thanh giăng dưới này giống hệt như giăng cánh trên.

Hệ giăng dọc cánh dưới tạo độ cứng dọc cho kết cấu nhà, truyền các tải trọng cục bộ từ một khung sang các khung khác, ngoài ra, có kết cho mặt cánh dưới và làm chỗ tựa cho cột tường dọc. Nó thường rộng bằng khoảng mặt cánh dưới, cũng với sơ đồ chữ thập. Ở mặt dưới chính giữa cũng có thanh chống dọc nhà để giảm chiều dài tính toán cho cánh dưới. Đối với nhà có mái bê tông cứng và cầu chạy từ 30^o trở xuống, có thể không làm hệ giăng dọc.

Hệ giăng đứng dùng để giữ vị trí thẳng đứng của dãn. Nó đặt trong mặt phẳng đứng đi qua thanh đứng giữa dãn (còn giăng đứng ở đâu dãn thì coi như giăng của cột). Khi nhịp lớn (từ 36m trở lên) hoặc khi không có hệ giăng dọc cánh dưới, nên bố trí 2-3 dãy giăng đứng trong phạm vi nhịp. Sơ đồ giăng đứng có thể là chữ thập (H. 5a) đơn giản nhất, hoặc kiểu dãn tam giác (H. 5b, c) tiện dựng lắp hơn. Khi bước khung 12m, cũng dùng sơ đồ kiểu dãn (H. 5d). Theo chiều dài nhà, hệ giăng đứng bố trí ở những chỗ có giăng ngang. Các dãn còn lại thì được chống bằng thanh chống.

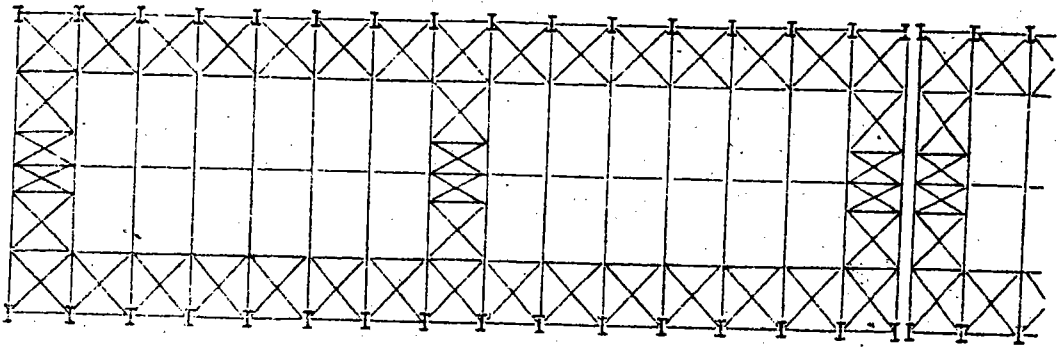
Kết cấu của mái cũng có những hệ giăng cánh trên và hệ giăng đứng tương tự.

a)

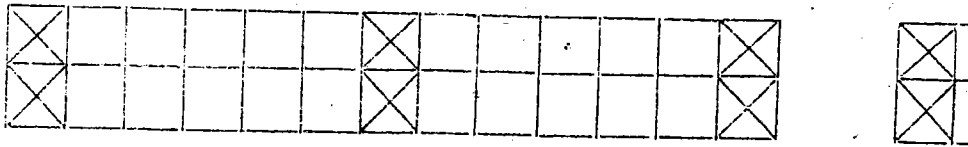


H 4 - Hệ giăng ở mái

b)

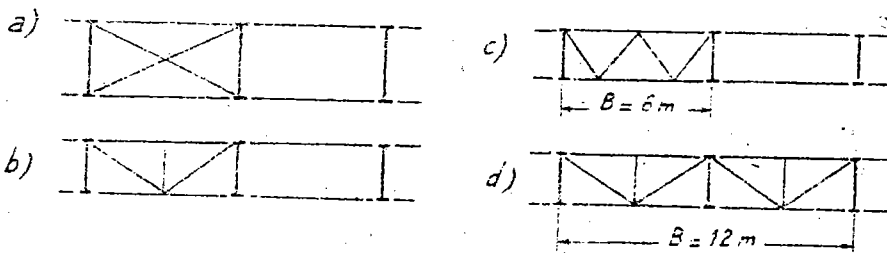


c)



H. 4 - Hệ giằng ở mái

- a) Trong mặt phẳng cánh trên
- b) Trong mặt phẳng cánh dưới
- c) Trong cửa mái



H. 5 - Hệ giằng đứng của dầm

2 - Hệ giằng cột

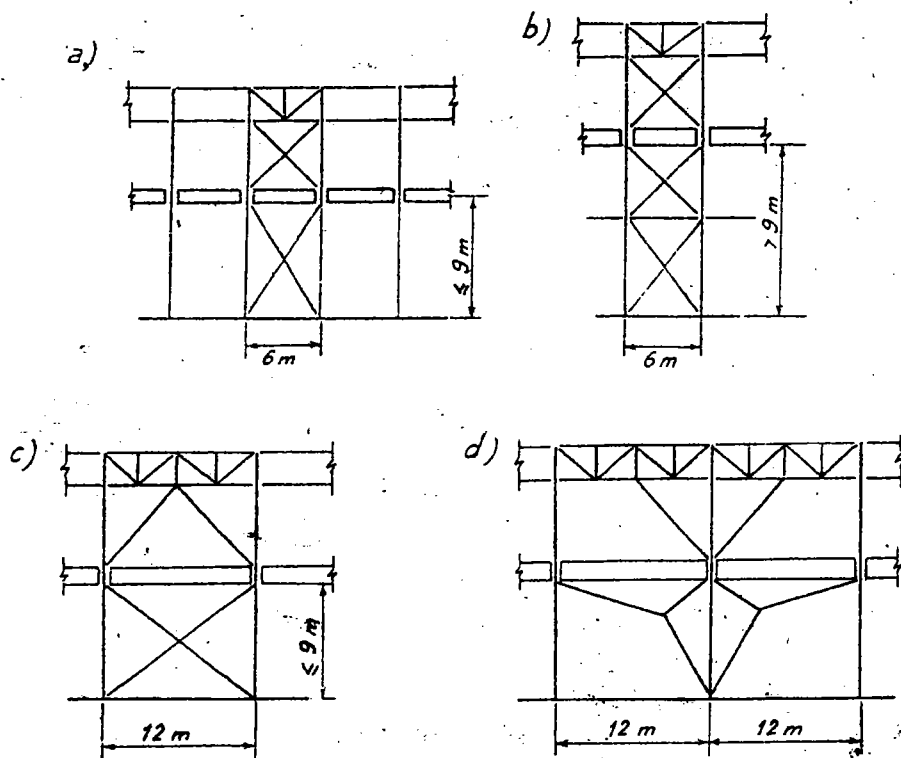
Hệ giằng cột tạo nên độ cứng dọc của toàn nhà, chịu các lực tác dụng dọc nhà, cốt kết cho cột ngoài mặt phẳng khung.
Ở phần trên cột, hệ giằng bố trí làm 2 lớp: lớp trên trong phạm vi chiều cao đầu dầm, có sơ đồ như hệ giằng đứng của dầm (nếu bước khung 12m thì chính dầm đỡ kèo là lớp này);

lớp dưới từ cánh dưới dãn kéo đến dầm hãm, có sơ đồ chữ thập hay chống xiên. Theo chiều dài nhà, hệ giằng cột trên bố trí ở hai đầu khối nhiệt độ và ở cả quãng giữa, tại gian có hệ giằng cột dưới.

Ở phần dưới cột, hệ giằng đặt giữa dầm cầu chạy và đế cột.

Khi bước cột 6 m và $H_d < 9$ m, nên dùng dạng một chữ thập (H.6 a); khi $H_d > 9$ m, dùng hai chữ thập (H.6 b); khi bước 12 m cũng có thể làm dạng chữ thập (H.6 c) hoặc dạng khung công (H.6 d).

Theo chiều dài nhà, giằng cột dưới chỉ bố trí ở quãng giữa của khối nhiệt độ, khoảng cách đến đầu hồi không quá 75 m và khoảng cách giữa hai hệ giằng với nhau không quá 50 m.



H.6 - Hệ giằng cột

II - TÍNH KHUNG NGANG

1) TÍNH TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN KHUNG

1 - Tải trọng tác dụng lên dầm

Tải trọng tác dụng lên dầm gồm có trọng lượng của kết cấu mái, cửa cửa trời, của trọng lượng bản thân kết cấu; ngoài ra là hoạt tải sử dụng trên mái. Để tính tải trọng tác dụng lên dầm, trước hết tính trọng lượng các lớp kết cấu, quy ra Kg trên m^2 mặt bằng nhà, sau đó dồn các tải trọng về mặt dầm. Để có tải trọng tính khung, lại phân các tải trọng mặt này ra phân bố đều trên dầm ngang.

Tải trọng tính gồm có các loại trọng lượng:

a) Trọng lượng mái: dựa vào cấu tạo cụ thể của mái, tính trọng lượng từng lớp rồi cộng lại (đơn vị Kg/m^2 mái dốc). Đòi ra Kg/m^2 mặt bằng bằng cách chia cho $\cos \alpha$, α là góc dốc. Có thể tham khảo những số liệu sau đây:

Tấm panen cỡ lớn	150 Kg/m^2 mái
Bê tông chống thấm	2500 Kg/m^3
Vữa trát, lót	1800 Kg/m^3
Gạch lá nem	2000 Kg/m^3
Lớp cách nước 2 giấy + 3 dầu	20 Kg/m^2 mái
Lớp cách nhiệt bê tông nhẹ	500 - 1000 Kg/m^3

Chú ý là hệ số vượt tải của trọng lượng lớp cách nước, cách nhiệt, lớp lót đều lấy là 1,2.

Tính trọng lượng mái nên làm dưới dạng bảng, ví dụ như sau:

Loại tải trọng của mái	Đơn vị	Tải trọng tiêu chuẩn	Hệ số vượt tải	Tải trọng tính toán
Tấm panen 1,5 x 6 m	Kg/m^2 mái	150	1,1	165
Lớp cách nhiệt dày 12 cm bằng bê tông xi lô $\gamma = 500 Kg/m^3$		60	1,2	72
Lớp xi măng lót 1,5 cm	"	27	1,2	32
Lớp cách nước 2 giấy + 3 dầu	"	20	1,2	24
Hai lớp gạch lá nem 4 cm	"	80	1,1	88
Cộng:	"	337		381

~~Đổi ra phân bố trên mặt bằng, với độ dốc 1:8, $\cos \alpha = 0,9922$~~

$$g_m = \frac{337}{0,9922} = 340 \text{ Kg/m}^2 \text{ mặt bằng}$$

$$g_m = \frac{381}{0,9922} = 384 \text{ Kg/m}^2 \text{ mặt bằng}$$

→ b) Trọng lượng bản thân dầm và hệ giằng.
Dùng công thức kinh nghiệm:

$$g_d = 1,2 \alpha_d \cdot L \text{ Kg/m}^2 \text{ mặt bằng}$$

L là nhịp dầm, m;

α_d : hệ số trọng lượng bản thân dầm, bằng 0,6 - 0,9 đối với dầm nhịp 24 - 36 m (nhịp lớn thì α lớn).

c) Trọng lượng kết cấu của mái: lấy bằng 12 - 18 Kg/m² mặt bằng của mái. Có thể tính quy ra phân bố đều trên mặt bằng toàn nhà bằng công thức:

$$g_{cm} = \alpha_{cm} l_{cm} \text{ Kg/m}^2 \text{ mặt bằng nhà}$$

với $\alpha_{cm} = 0,5$; l_{cm} : nhịp của cửa mái, mét.

Dùng trị số 12 - 18 Kg/m² tiện cho việc tính tải trọng lên mặt dầm hơn.

d) Trọng lượng của cánh cửa mái và bậu cửa mái: tập trung vào chân biên của kết cấu cửa mái. Trọng lượng của cửa kính và khung cánh cửa lấy bằng $g_k = 35 - 40 \text{ Kg/m}^2$ cánh cửa. Trọng lượng bậu cửa (bên dưới) bằng $g_b = 100 - 150 \text{ Kg/m}$ dài.

Những tải trọng này cũng nên ghi dưới dạng bảng cho tiện sử dụng. Các hệ số vượt tải đều là 1,1.

Tính các tải trọng lên mặt dầm bằng cách dồn các tải trọng kê trên vào các mặt chính của dầm. Nếu có hệ thanh bụng chia nhỏ thì cũng bỏ qua các thanh phụ đó, chỉ xét những mặt chính. Giả sử với dầm vẽ ở H.7, với d là khoảng mặt trên theo phương ngang và B là bước dầm (6m) thì các lực tập trung vào mặt là như sau:

$$P_1 = \frac{dB}{2} (g_m + g_d) \text{ Kg}$$

$$P_2 = P_3 = dB (g_m + g_d)$$

$$P_4 = dB (g_m + g_d) + \frac{dB}{2} g_{cm} + g_k h_k B + g_b B \text{ Kg}$$

$$P_5 = P_6 = dB (g_m + g_d + g_{cm})$$

Các lực tập trung này sau này sẽ dùng để tính dãn.
 Trong giai đoạn này, để tính khung ngang, ta quy đổi chúng
 ra thành tải trọng phân bố đều trên xà ngang:

$$g = \frac{\sum P}{L} \text{ Kg/m}$$

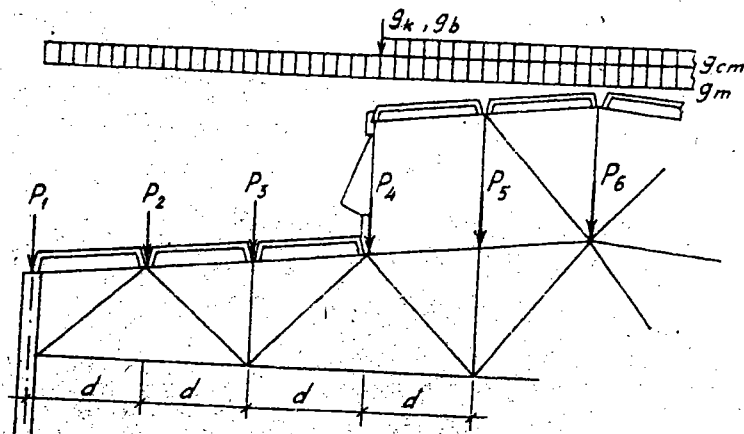
Hoạt tải sử dụng trên mái lấy theo nhiệm vụ thiết kế.
 Khi không có yêu cầu đặc biệt của nhiệm vụ, lấy hoạt tải
 P' bằng 75 Kg/m^2 mặt bằng với hệ số vượt tải 1,4.
 Lực tập trung tại mặt dãn do P' :

$$P'_1 = P' \frac{dB}{2} \text{ Kg};$$

$$P'_2 = P'_3 = \dots = P' dB \text{ Kg};$$

Đổi thành tải trọng phân bố đều trên xà ngang khung:

$$p' = \frac{\sum P'}{L} = p' B \text{ Kg/m}$$



H.7 - Tính tải trọng mặt của dãn

2 - Tải trọng tác dụng lên cột

a) Do phản lực của dầm, gồm:

$$A = \frac{gL}{2} \quad \text{do tĩnh tải}$$

$$A' = \frac{PL}{2} \quad \text{do hoạt tải}$$

Trường hợp bước cột 12m và có dầm đỡ kê: phải kể thêm trọng lượng của dầm đỡ kê và phản lực của dầm trung gian.

Trọng lượng dầm đỡ kê theo công thức:

$$G_{dd} = \alpha_{dd} l_{dd}^2 \quad (\text{và nhân thêm } n=1,1)$$

với l_{dd} : nhịp của dầm đỡ kê (12m)

$$\alpha_{dd} = 4,4 \quad \text{khi lực tập trung tiêu chuẩn lên nó là } 10^7$$
$$= 10,4 \quad \text{nt.} \quad \text{40}^7$$

với các trị số lực tập trung khác thì nội suy.

Lực tập trung tiêu chuẩn chính là tổng các phản lực của dầm trung gian, $A + A'$ tương ứng chia cho hệ số vượt tải.

Phản lực của dầm trung gian bằng phản lực của dầm chính tức là A do tĩnh tải và A' do hoạt tải.

Như vậy lực đứng do mái truyền lên cột:

$$\text{Tĩnh tải: } V = A + A_{t.gian} + G_{dd} = 2A + G_{dd}$$

$$\text{Hoạt tải: } V' = A' + A'_{t.gian} = 2A'$$

Lực đứng từ mái truyền xuống cột coi đặt vào trục cột trên.

Điều này thực ra chỉ đúng đối với G_{dd} và $A_{t.gian}$, $A'_{t.gian}$ còn dầm chính thì, do cấu tạo mặt liên kết với cột, sẽ truyền A, A' vào mép trong của cột trên. Khi bề rộng cột trên b_{tr} không quá lớn, để đơn giản tính toán, có thể bỏ qua độ lệch tâm đó.

Dưới đây, sẽ chỉ dùng ký hiệu V, V' để chỉ lực nén do mái truyền lên cột trong cả các trường hợp có hay không có dầm đỡ kê. (không có dầm đỡ kê thì $V = A; V' = A'$).

b) Do trọng lượng dầm cầu chạy:

$$G_{dcc} = \alpha_{dcc} \cdot l_{dcc}^2 \quad \text{Kg}$$

l_{dcc} : nhịp dầm cầu chạy, m.

α_{dcc} : hệ số trọng lượng bản thân dầm cầu chạy, bằng:

$$\alpha_{dec} = 24 - 37 \text{ đối với cầu chạy sức trục trung bình } (\leq 75T) \\ = 35 - 47 \text{ nt. nặng}$$

Nếu đã chọn chính xác tiết diện dầm cầu chạy theo catalog mẫu thì dựa theo diện tích tiết diện, tính được trọng lượng dầm (có kê thêm hệ số cấu tạo 1,2).

c) Do áp lực đứng của bánh xe cầu chạy

Với sức trục đã cho của cầu chạy, tra ra áp lực tiêu chuẩn lớn nhất của một bánh xe P_{max}^c .

Áp lực tiêu chuẩn nhỏ nhất của một bánh xe:

$$P_{min}^c = \frac{Q+G}{n_0} - P_{max}^c$$

Q : sức trục của cầu chạy

G : tổng trọng lượng của cầu chạy, gồm cả xe con móc vật.

n_0 : số bánh xe ở một bên của cầu chạy (2 hoặc 4 bánh).

Áp lực tính toán P_{max} , P_{min} bằng áp lực tiêu chuẩn nhân với hệ số vượt tải 1,2.

Áp lực lớn nhất và nhỏ nhất của bánh xe truyền lên cột:

$$D_{max} = \sum P_{max} y$$

$$D_{min} = \sum P_{min} y$$

y là tung độ của đường ảnh hưởng của phản lực tựa của dầm cầu chạy, lấy tại chỗ các bánh xe khi hai cầu chạy đặt ở vị trí bất lợi nhất.

Thí dụ 1 — Xác định D_{max} , D_{min} do hai cầu chạy 100T, với nhịp dầm cầu chạy 12 m, nhịp nhà 30 m.

Tra bảng IV-3 Phụ lục:

$P_{1max}^c = 46T$; $P_{2max}^c = 47T$; trọng lượng cầu chạy $G = 145T$; bề rộng cầu chạy $B_{cc} = 8800$ mm; khoảng cách giữa các bánh xe $840 + 4560 + 840$ mm; số bánh xe ở một bên: 4.

Tải trọng tính toán: $P_{1max} = 1,2 \cdot 46 = 55,2T$

$P_{2max} = 1,2 \cdot 47 = 56,4T$

Đặt cầu chạy lên đường ảnh hưởng phản lực tựa như H.8.

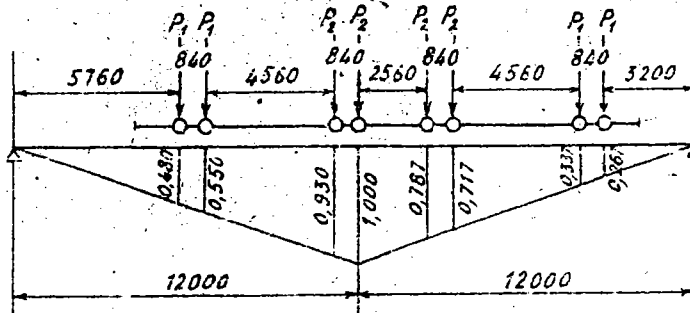
$$D_{max} = P_{2max} \sum y_{i2} + P_{1max} \sum y_{i1} = 56,4 (0,93 + 1,0 + 0,787 + 0,717) + 55,2 (0,48 + 0,550 + 0,337 + 0,627) = 56,4 \cdot 3,434 + 55,2 \cdot 1,634 = 283,9T$$

Áp lực nhỏ nhất của một bánh xe (lấy trung bình):

$$P_{min} = n P_{min}^c = \left(\frac{Q+G}{n_0} - \frac{P_{2max}^c + P_{1max}^c}{2} \right) n$$

$$= \left(\frac{100+145}{4} - \frac{47+46}{2} \right) 1,2 = 18,0 T.$$

Vậy $D_{min} = P_{min} \cdot \Sigma y_i = 18 \cdot 5,068 = 91,2 T.$



H.8 — Bố trí bánh xe cầu chạy để tính D_{max}

Các lực D_{max} , D_{min} , G_{dec} , đặt vào trục nhánh cầu chạy nên lệch tâm với trục cột dưới một khoảng $e \approx \frac{L_d}{2}$. Do đó, tại vai cột có sinh mômen lệch tâm:

$$M_{max} = D_{max} \cdot e.$$

$$M_{min} = D_{min} \cdot e$$

và $M_{dec} = G_{dec} \cdot e$ (thuộc vào tính tải)

d. Do lực hãm của xe con.

Lực hãm của xe con truyền qua các bánh xe cầu chạy thành lực ngang T đặt tại cao trình mặt dầm hãm:

$$T = n T_1^c \cdot \Sigma y$$

n : hệ số vượt tải, 1,2.

T_1^c : áp lực ngang của một bánh xe: $T_1^c = \frac{0,05(Q+Q_T)}{n_0}$

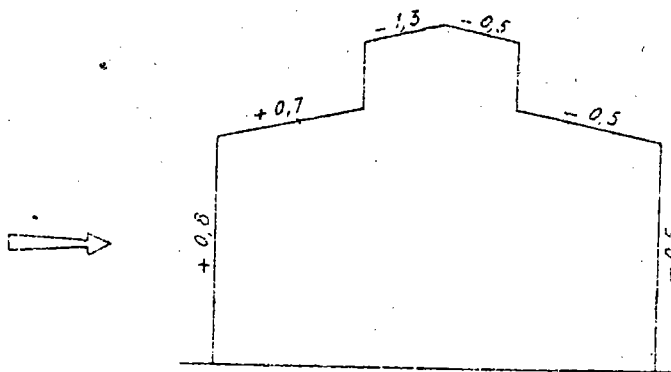
với Q_T : trọng lượng của xe con; n_0 : như trên.

Σy : tung độ đường ảnh hưởng như khi tính D_{max} .

Theo qui phạm, lực ngang T chỉ xác định với tác dụng của hai cầu chạy, bất kể tổng số cầu chạy và tổng số nhịp của xướng.

3 - Tải trọng gió lên khung

Tải trọng gió tác dụng lên khung gồm: gió thổi lên tường dọc truyền vào cột dưới dạng tải trọng phân bố đều ở cả phía đón gió và phía trái gió; gió thổi lên mái (tính từ cánh dưới dãn kéo đến điểm cao nhất của mái) được chuyển về dạng lực tập trung đặt ở cao trình cánh dưới vì kèo (cao trình xà ngang của sơ đồ tính toán của khung). Áp lực tốc độ q_0 và các hệ số khí động k lấy theo tiêu chuẩn tải trọng gió TC 01-61 (xem phụ lục I và H.9). Trị số q_0 thay đổi theo chiều cao, để đơn giản tính toán, có thể lấy q_0 không đổi cho từng đoạn chiều cao nhà.



H.9 - Hệ số khí động của nhà công nghiệp 1 tầng, 1 nhịp.

a) Trường hợp không có cột sườn tường:

Lực phân bố đều lên cột, phía đón gió

$$q = n q_0 k B$$

Phía trái gió: $q' = n q_0 k' B$

trong đó n : hệ số vượt tải, bằng 1,3

k, k' : hệ số khí động, bằng 0,8 và 0,5 (xem H.9)

B : bước khung.

Lực tập trung của gió mái

$$W = n q_0 B \sum k_i h_i$$

$$\text{và } W' = n q_0 B \sum k'_i h_i$$

với h_i là chiều cao của từng đoạn mà trong đó có hệ số khí động k_i . ví dụ với nhà có sơ đồ như ở H.10a các lực tập trung sẽ là:

$$W = n q_0 B (0,8 h_4 + 0,7 h_3 + 0,8 h_2 - 1,3 h_1)$$

$$W' = n q_0 B \cdot 0,5 (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$$

b) Trường hợp có thêm cột sườn tường (H.10 b)

Lực gió phân bố đều lên cột khung vẫn theo các công thức trên nhưng trong đó thay bước khung B bằng khoảng cách B_1 giữa các cột chịu gió.

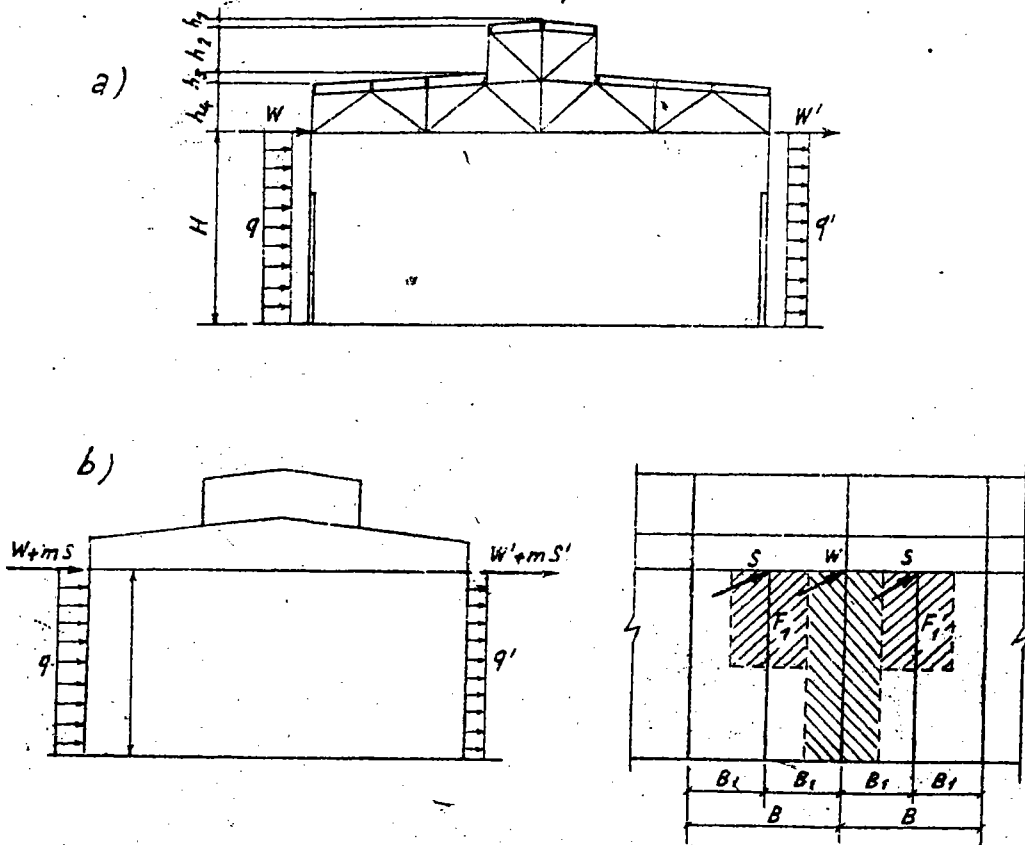
Cần tải trọng gió thổi lên cột tường trung gian (diện tích F_1) sẽ truyền vào khung dưới dạng lực tập trung S và S'

$$S = n q_0 k F_1 = n q_0 k B_1 \frac{H}{2}$$

$$S' = n q_0 k' B_1 \frac{H}{2}$$

Lực gió lên mái W, W' vẫn theo công thức trên, với B vẫn là bước khung.

Tổng cộng ở chỗ cánh dưới dầm có các lực tập trung là $W + mS$ và $W' + mS'$, với m là số cột tường giữa hai khung.



H.10 — Sơ đồ tải trọng gió

Ngoài các tải trọng chính nêu trên, còn có những tải trọng khác tác dụng lên khung như trọng lượng tường treo, cửa v.v... Các tải trọng này đặt lệch tâm lên cột và nói chung gây ra mômen ngược dấu với mômen tính toán. Bởi vậy trong đồ án môn học cho phép không kể đến mômen uốn do các trọng lượng này, nhưng vẫn phải kể đến lực nén lên cột do chúng gây ra.

2) TÍNH NỘI LỰC KHUNG

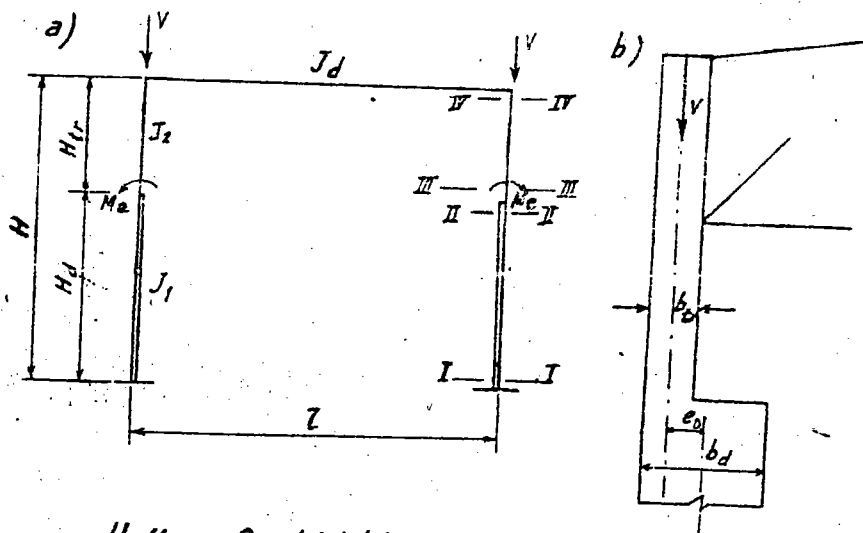
1. Sơ đồ tính toán của khung. Dùng sơ đồ đơn giản hóa sau:

- Thay dầm bằng một xà ngang đặc, có độ cứng tương đương, đặt ở cánh dưới dầm. Chiều cao tính toán của khung là từ đế cột đến đáy kèo (H.M.a)

- Nền thẳng trục cột, lấy nhịp tính toán là khoảng cách hai trục của cột trên. Khi đó, đối với tải trọng đứng từ mái truyền xuống phải kể thêm mômen lệch tâm ở chỗ chuyển tiếp trục cột (vòi cột)

$$M_e = V \cdot e_0; \quad e_0 \approx \frac{b_d - b_{tr}}{2} \quad (H.M.b)$$

- Khi tính với các tải trọng không phải là trực tiếp đặt trên xà ngang, độ cứng của xà có thể coi như vô cùng góc xoay của đầu trên cột bằng 0.



H.11 — Sơ đồ tính toán của khung

Trước khi giải khung, phải giả thiết trước tỷ lệ các độ cứng của các bộ phận của khung. Có thể dựa vào kinh nghiệm như sau (với các loại khung gập trong đồ án môn học.):

$J_1 : J_2 = 5 - 12$ (trị số nhỏ dùng khi cầu chạy nhẹ, đặt thấp)

$J_d : J_1 = 3 - 6$ (trị số nhỏ dùng khi nhịp nhỏ, bước khung nhỏ)

Các tỷ lệ này thực ra ảnh hưởng không nhiều đến nội lực của khung. Trong thiết kế thực tế, nếu sau khi chọn ra tiết diện thấy tỷ số các J thực khác với tỷ số đã chọn quá 30% mới phải tính lại. Ở đồ án môn học thì không tính lại.

Việc tính khung nên theo thứ tự sau:

- Tính với tải trọng đứng phân bố trên xà ngang do tĩnh tải. Kế thêm mômen lệch tâm ở chỗ đỡ tiết diện cột; mômen do trọng lượng dầm cầu chạy; cuối cùng được biểu đồ mômen tĩnh tải.

- Cũng như vậy với hoạt tải trên mái.

- Tính với M_{max} , M_{min} gây bởi D_{max} , D_{min} .

- Lực hãm T đặt ở cao độ dầm hãm.

- Cuối cùng, với tải trọng gió q , q' , w , w' .

Dấu của mômen quy ước lấy như sau:

mômen gây kéo thép trong của khung là dương; gây kéo thép ngoài là âm. Biểu đồ mômen vẽ ở phía thép kéo.

2 - Tính khung với tải trọng đứng đặt trên xà ngang

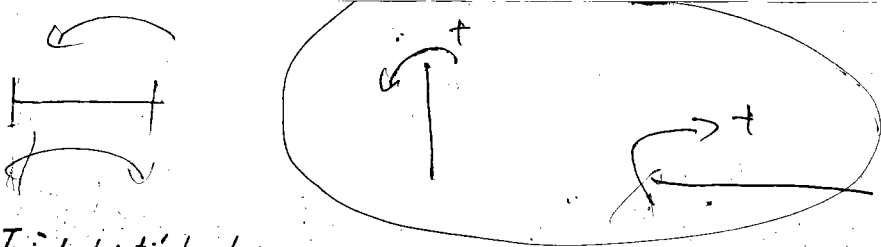
Dùng phương pháp chuyển vị, ẩn số là góc xoay của nút trên

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi \text{ (do khung đối xứng và tải trọng đối xứng)}$$

Phương trình chính tắc: $\kappa_{11} \varphi + \kappa_{1p} = 0$
trong đó κ_{11} : tổng mômen phản lực ở mặt trên của khung khi nó quay góc $\varphi = 1$;

κ_{1p} : tổng số mômen phản lực ở cùng mặt đó, do tải trọng gây ra.

Quy ước mômen phản lực và góc φ là dương khi có chiều theo chiều kim đồng hồ.



Trình tự tính như sau :

- cho mặt trên (đã có ngàm cứng) quay một góc $\varphi = 1$.
 Mômen uốn ở hai đầu xà ngang (coi như dầm tiết diện không đổi có hai đầu ngàm bị quay) sẽ là :

$$\bar{M}_B^{x\bar{o}} = \frac{2EJ_d}{l}$$

cứng ở dưới, là dương. Mômen phản lực có chiều ngược lại tức là theo chiều kim đồng hồ, vậy cũng là dương.

Tại hai đầu của cột bậc thang, khi nút trên quay góc $\varphi = 1$ sẽ có mômen

$$\bar{M}_A = k_A \frac{EJ_1}{h}$$

$$\bar{M}_B^{c\bar{o}t} = k_B \frac{EJ_1}{h}$$

với k_A, k_B là các hệ số tra bảng V.1 phụ lục, phụ thuộc thông số $\lambda = \frac{a}{h}$ và $n = \frac{J_2}{J_1}$. $\bar{M}_B^{c\bar{o}t}$ âm vì cứng ở ngoài; mômen phản lực quay theo kim đồng hồ, vậy là dương, tức là ngược dấu của $\bar{M}_B^{c\bar{o}t}$.

Vậy tổng mômen phản lực ở nút B :

$$\tau_{11} = \bar{M}_B^{x\bar{o}} - \bar{M}_B^{c\bar{o}t}$$

Do tải trọng đứng phân bố đều, gây mômen tại ngàm B :

$$M_p^B = -\frac{qL^2}{12}, \text{ âm vì cứng ở trên}$$

Mômen phản lực ngược chiều lại, tức là ngược chiều kim đồng hồ nên cũng là âm :

$$\tau_{1p} = M_p^B$$

$$\text{góc xoay} : \varphi = \frac{\tau_{1p}}{\tau_{11}}$$

Mômen cuối cũng sẽ bằng mômen trong hệ cơ bản do góc quay đơn vị nhân với góc φ mới tìm ra cộng với mômen trong hệ cơ bản

$$M = \bar{M}\varphi + M_p$$

Thí dụ 2

Tính khung với tải trọng phân bố trên xà ngang

$q = 2 \text{ T/m}$. Nhip khung $l = 36 \text{ m}$. ; cột bậc thang $h_1 = 13,6 \text{ m}$; $h_2 = 5,6 \text{ m}$. và $h = 13,6 + 5,6 = 19,2 \text{ m}$. Bề rộng phân trên cột $b_{tr} = 500 \text{ mm}$, phần dưới $b_d = 1250 \text{ mm}$.

Tỉ số các mômen quán tính chọn là :

$$J_1 = 1 ; J_2 = \frac{1}{8} \text{ và } J_d = 4,5 ; \lambda = \frac{5,6}{19,2} \approx 0,3 ; n = \frac{J_2}{J_1} = \frac{1}{8} = 0,125$$

Mômen ở đầu xà ngang do $\varphi = 1$.

$$\bar{M}_B^{x\bar{a}} = \frac{2 EJ_d}{l} = \frac{2 E \cdot 4,5 J_1}{36} = 0,25 EJ_1$$

Mômen ở các đầu cột :

$$\bar{M}_B^{\text{cột}} = k_B \frac{EJ_1}{h} ; \bar{M}_A = k_A \frac{EJ_1}{h}$$

Hệ số k_B, k_A nội suy theo bảng V.1 phụ lục. Các nội suy nên viết dưới dạng bảng như sau :

Hệ số'	$\lambda \quad n$	0,1	0,2	0,125
	k_B	0,3	-0,58	-1,055	-0,699
k_A	0,3	0,687	0,887	0,737

Thay vào

$$\bar{M}_B^{\text{cột}} = -0,699 \frac{EJ_1}{19,2} = -0,0364 EJ_1$$

$$\bar{M}_A = 0,737 \frac{EJ_1}{19,2} = 0,0383 EJ_1$$

Mômen phản lực đơn vị :

$$r_{11} = \bar{M}_B^{x\bar{a}} - \bar{M}_B^{\text{cột}} = 0,25 EJ_1 + 0,0364 EJ_1 = 0,2864 EJ_1$$

Mômen ở đầu xà ngang do tải trọng :

$$M_P^B = \frac{-q l^2}{12} = \frac{-2 \cdot 36^2}{12} = -216 \text{ Tm} = r_{1p}$$

$$\text{góc xoay } \varphi = \frac{-r_{1p}}{r_{11}} = \frac{216}{0,2864 EJ_1} = \frac{754}{EJ_1}$$

Mômen cuối cùng :

$$\text{ở đầu xà : } M_B^{x\bar{a}} = \bar{M}_B^{x\bar{a}} \cdot \varphi + M_P^B = \frac{754}{EJ_1} \cdot 0,25 EJ_1 - 216 = 188,5 - 216 = -27,5 \text{ Tm}$$

$$\text{ở đầu trên cột : } M_B^{\text{cột}} = \bar{M}_B^{\text{cột}} \cdot \varphi = \frac{754}{EJ_1} \cdot 0,0364 EJ_1 = -27,3 \text{ Tm}$$

$$\text{ở đầu dưới cột : } M_A = \bar{M}_A \cdot \varphi = \frac{754}{EJ_1} \cdot 0,0383 EJ_1 = 28,8 \text{ Tm}$$

Sai số ở nút B (không cân bằng): $\frac{27,5 - 27,3}{27,5} = 0,7\%$

Mômen ở tiết diện C (chỗ vai cột) xác định bằng tam giác đồng dạng:

$$M_c = 10,6 \text{ Tm}$$

Để kiểm tra lại, hoặc khi cần bắt khối lượng tính toán (theo chỉ định của thầy hướng dẫn), có thể tính ngay các mômen ở nút khung theo các công thức sau:

Nút trên:

$$M_B = - \frac{M_0}{2 \frac{k}{k_B} + 1}$$

Nút dưới:

$$M_A = M_B \frac{k_A}{k_B}$$

trong đó: M_0 là trị số tuyệt đối của mômen ở gối của dầm ngấm 2 đầu, bằng $\frac{qL^2}{12}$.

$$k = \frac{J_d}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

k_A, k_B tra bảng như trên, nhưng trong công thức trên thì k_B lấy dấu cộng; trong công thức dưới thì k_A, k_B lấy dấu theo bảng.

Biểu đồ mômen vẽ ở H.12a.

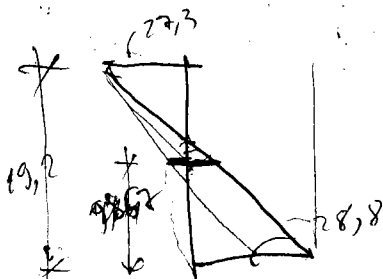
Như trên có nói, khi tính với loại tải trọng này, phải kể thêm mômen lệch tâm ở chỗ chuyển tiếp trục $M_e = V_e$. Tiếp tục giải khung với mômen này. Vì tải trọng đối xứng, khung không có chuyển vị ngang nên mômen uốn trong cột khung xác định được ngay theo sơ đồ cột hai đầu ngấm, dùng bảng V.5 phụ lục. Chú ý là M_{ecc} do trọng lượng dầm cầu chạy cũng đặt ngay tại vị trí này nhưng khác chiều. Có thể, để thuận tiện, cộng luôn M_{ecc} với M_e và sau đó hợp với M do q , thành biểu đồ mômen do tải trọng tĩnh.

Làm tiếp ví dụ trên.

$$\text{Lực đứng: } V = A = \frac{qL}{2} = \frac{2,36}{2} = 36 \text{ T}$$

$$e = \frac{b_d - b_{tr}}{2} = \frac{1,25 - 0,5}{2} = 0,375 \text{ m}$$

$$M_e = V_e = 36 \cdot 0,375 = 13,5 \text{ Tm}$$



Tra và nội suy các hệ số ở bảng V.5 phụ lục, thế các trị số

$$\alpha = \frac{x}{h} = \frac{a}{h} = \frac{5,6}{19,2} = 0,3 \text{ và } n = 0,185$$

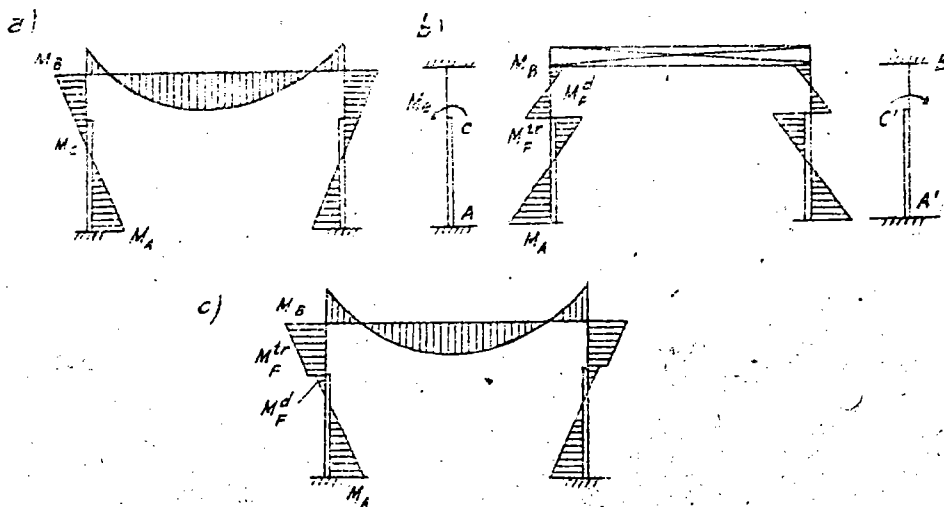
Hệ số'	n			
	λ	0,1	0,2	0,125
k_B	0,3	0,171	0,145	0,165
k_A	0,5	-0,300	-0,354	-0,314
k_F^{tr}	0,3	-0,271	-0,305	-0,279
k_F^d	0,3	0,729	0,695	0,721

Dấu ở đây khác dấu trong bảng vì chiều mômen ngược nhau.
Mômen tại các tiết diện của cột

$$\begin{aligned} - M_A &= k_A M_e = -0,314 \cdot 13,5 = -4,2 \text{ Tm} \\ - M_B &= k_B M_e = 0,165 \cdot 13,5 = 2,2 \text{ Tm} \\ - M_F^{tr} &= k_F^{tr} M_e = -0,279 \cdot 13,5 = -3,6 \text{ Tm} \\ - M_F^d &= k_F^d M_e = 0,721 \cdot 13,5 = 9,6 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Biểu đồ mômen vẽ ở H.12 b. Cộng với biểu đồ H.12 a, được biểu đồ mômen cuối cùng do tải trọng trên mái gây ra:

$$\begin{aligned} \text{Tiết diện I} \quad M &= 28,8 - 4,2 = 24,6 \text{ Tm} \\ - \text{IV} \quad M &= -27,3 + 2,2 = -25,1 \text{ Tm} \\ - \text{III} \quad M &= -10,6 - 3,6 = -14,2 \text{ Tm} \\ - \text{II} \quad M &= -10,6 + 9,6 = -1,0 \text{ Tm} \end{aligned}$$



H.12 — Biểu đồ mômen do tải trọng đặt trên xà ngang.

Lực nén trong cột bằng phản lực tựa của dầm :

$$N = A = 36 T.$$

Lực cắt tại tiết diện chân cột :

$$Q = - \frac{24,6 + 1}{13,6} = - 1,9 T.$$

Dấu lực cắt là dương khi lăm thanh quay theo chiều kim đồng hồ.
Nội lực trong khung do hoạt tải trên mái có thể quy ngay từ kết quả tính với tải trọng tĩnh bằng cách nhân với hệ số chuyển $\frac{p}{g}$.

3 - Tính với mômen cầu chạy.

Giải bằng phương pháp chuyển vị, ảnh số là chuyển vị ngang của nút trên

$$r_{11} \Delta + r_{1p} = 0$$

r_{11} : tổng phản lực ở trong liên kết do chuyển vị nút trên bằng 1.

r_{1p} : tổng phản lực ở liên kết đó do tải trọng.

Để xác định r_{11} , r_{1p} , dùng các bảng T.2, T.5 phụ lục

Mômen kết quả :

$$M = \bar{M} \cdot \Delta + M_p.$$

Trình tự tính toán xem trong ví dụ sau :

Thí dụ 3 - Tính khung của ví dụ trên với $M_{max} = 115 Tm$,
 $M_{min} = 57 Tm$.

Vẽ biểu đồ mômen do chuyển vị nút trên $\Delta = 1$. Tra bảng T.2 phụ lục cho các hệ số \bar{v} theo các công thức của bảng tính ra mômen tại các tiết diện của cột (H.13a).

với $\lambda = 0,3$ và $n = 0,125$, nội suy các hệ số :

$$k_B = 1,437 ; k_A = -4,022 ; k_C = -0,192 ;$$

$$k'_B = 5,437 ; k'_A = 5,457.$$

Mômen uốn bằng :

$$\bar{M}_B = k_B \frac{EJ_1}{h^2} = 1,437 \frac{EJ_1}{h^2}$$

$$\bar{M}_A = k_A \frac{EJ_1}{h^2} = -4,022 \frac{EJ_1}{h^2}$$

$$\bar{M}_C = k_C \frac{EJ_1}{h^2} = -0,192 \frac{EJ_1}{h^2}$$

Phản lực tựa

$$\bar{R}_B = k'_B \frac{EJ_1}{h^3} = -5,457 \frac{EJ_1}{h^3}$$

$$\bar{R}_A = k'_A \frac{EJ_1}{h^3} = 5,457 \frac{EJ_1}{h^3}$$

Cột bên phải, do đối xứng, cũng có mômen và phản lực như vậy. Phản lực trong liên kết thêm vào sẽ là:

$$r_{11} = 2R_B = -2 \cdot 5,457 \frac{EJ_1}{h^3} = -10,91 \frac{EJ_1}{h^3}$$

Vẽ biểu đồ mômen do tải trọng M_{max} , M_{min} (H.13 b). Dùng các hệ số ở bảng V5 phụ lục đã tra được trong lúc tính với M_e (lấy dấu ngược lại).

$$k_B = 0,165; k_A = 0,314; k_F^{tr} = 0,279; k_F^d = -0,721; k_R = 1,478.$$

Mômen uốn ở cột trái (chịu M_{max}):

$$M_A = k_A M_{max} = 0,314 \cdot 115 = 36 \text{ Tm}$$

$$M_B = k_B M_{max} = -0,165 \cdot 115 = -19 \text{ Tm}$$

$$M_F^{tr} = k_F^{tr} M_{max} = 0,279 \cdot 115 = 32,1 \text{ Tm}$$

$$M_F^d = k_F^d M_{max} = -0,721 \cdot 115 = -82,7 \text{ Tm}$$

Phản lực đầu trên:

$$R_B = k_R \frac{M_{max}}{h} = 1,478 \cdot \frac{115}{h} = \frac{170}{h} \text{ T}$$

Mômen và phản lực ở cột phải suy từ các trị số ở cột trái bằng hệ số chuyển

$$\frac{M_{min}}{M_{max}} = \frac{57}{115} = 0,5$$

$$M_{A'} = 18 \text{ Tm}; M_{B'} = -9,5 \text{ Tm}; M_{F'}^{tr} = 16,1 \text{ Tm}; M_{F'}^d = -46,4 \text{ Tm};$$

$$R_{B'} = -\frac{85}{h}; \text{ dấu của phản lực này là trừ vì nó ngược chiều với } R_B.$$

Tổng phản lực trong liên kết thêm:

$$r_{1p} = R_B + R_{B'} = \frac{170}{h} - \frac{85}{h} = \frac{85}{h}$$

$$\text{Chuyển vị: } \Delta = -\frac{r_{1p}}{r_{11}} = \frac{-85h^3}{-10,91 EJ_1 h} = \frac{7,8h^2}{EJ_1}$$

Nhân biểu đồ mômen do $\Delta = 1$ với Δ này rồi cộng với biểu đồ mômen trong hệ số cơ bản do M_{max} , M_{min} , được kết quả cần tìm cột trái.

$$\text{Tiết diện I: } M_A = \left(-4,022 \frac{EJ_1}{h^2} \times \frac{7,8h^2}{EJ_1} \right) + 36 = -31,4 + 36 = +4,6 \text{ Tm}$$

$$\text{Tiết diện II: } M_F^d = \left(-0,192 \frac{EJ_1}{h^2} \times \frac{1,8h^2}{EJ_1} \right) + -92,7 = -1,5 - 92,7 = -94,2 \text{ Tm}$$

$$\text{Tiết diện III: } M_F^{tr} = \left(-0,192 \frac{EJ_1}{h^2} \times \frac{1,8h^2}{EJ_1} \right) + 32,1 = -1,5 + 32,1 = 30,6 \text{ Tm}$$

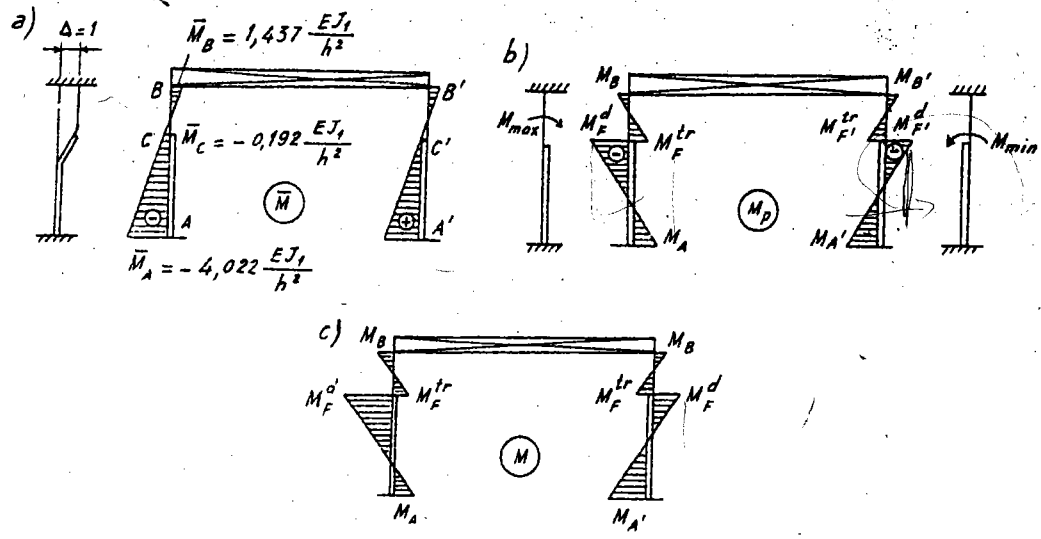
Tiết diện IV $M_B = 1,437 \frac{EJ_1}{h^2} \times \frac{1,8 h^2}{EJ_1} - 19 = 11,2 - 19 = -7,8 \text{ Tm}$

Lực cắt ở tiết diện I :

$$Q_A = - \frac{94,2 + 4,6}{4,6} = -7,25 \text{ T}$$

Đối với cột phải cũng làm tương tự. Biểu đồ M cuối cùng ở H.13c

Lực nén trong cột dưới bằng D_{max}, D_{min} cộng với G_{dec}



H.13 - Giải khung với mômen cầu chạy.

4 - Tính với lực hãm ngang

Lực hãm ngang T đặt vào một trong hai cột (phải hoặc trái), có thể hướng sang trái hoặc sang phải. Do đó nội lực trong khung đều có dấu \pm ; dấu $+$ ứng với một chiều này, dấu $-$ ứng với một chiều kia.

Trình tự tính toán giống như khi tính với M_{max}, M_{min} :

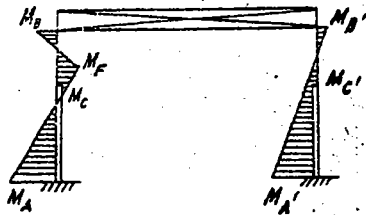
- Vẽ biểu đồ \bar{M} do $\Delta = 1$ và tính $\pi_{11} = 2R_B$ (dùng kết quả đã tính, không phải tính lại).

- Tính mômen và phản lực trong hệ cơ bản (bảng V.4 phụ lục)

$$\begin{aligned} M_B &= k_B T h & R_B &= k'_B T \\ M_C &= k_C T h & R_A &= k'_A T \\ M_F &= k_F T h & & \\ M_A &= k_A T h & & \end{aligned}$$

Phản lực $r_{1p} = R_B$ Chuyển vị $\Delta = -\frac{r_{1p}}{r_{11}}$.

Kết quả : $M = \bar{M} \cdot \Delta + M_p$ (Hình 14)



H.14 - Mômen do lực hãm ngang của cầu chạy

Khi tính khung với tải trọng cầu trục (điểm 3 và 4), có thể xét sự lăm việc không gian của khung : nhờ có mái cứng mà tải trọng cục bộ đặt vào một khung sẽ truyền sang các khung lân cận, do đó mà chuyển vị ngang giảm đi. Xét sự lăm việc không gian bằng cách đưa hệ số không gian α vào chuyển vị Δ tính được.

$$\alpha = \frac{\mu}{m} \left(\frac{1}{n} + \frac{a_2}{2 \sum a_i^2} \right)$$

trong đó : a_i : khoảng cách giữa hai khung đối xứng nhau đối với trục đối xứng của khối nhiệt độ (H.15)

n : số khung .

m : hệ số bằng 0,8 đối với nhà 1 nhịp có cửa mái dọc : bằng 0,9 đối với nhà 1 nhịp không cửa mái

$$\mu = \frac{\sum P_{max}^c}{D_{max}^c}$$

Thí dụ 4 - Xác định hệ số không gian của nhà có mặt bằng bố trí khung như hình 15. Cầu chạy có trị số như ở thí dụ 1.

số khung : $n = 12$

$$\mu = \frac{\sum P_{max}^c}{D_{max}^c} = \frac{(47 + 46) \cdot 4}{283,9 : 1,2} = 1,575$$

Hệ số không gian :

$$\alpha = \frac{\mu}{m} \left(\frac{1}{n} + \frac{a_2}{2 \sum a_i^2} \right) = \frac{1,575}{0,8} \left(\frac{1}{12} + \frac{108^2}{2(12^2 + 36^2 + 60^2 + 84^2 + 108^2 + 132^2)} \right)$$

$$= 1,96 (0,083 + 0,141) = 0,440$$

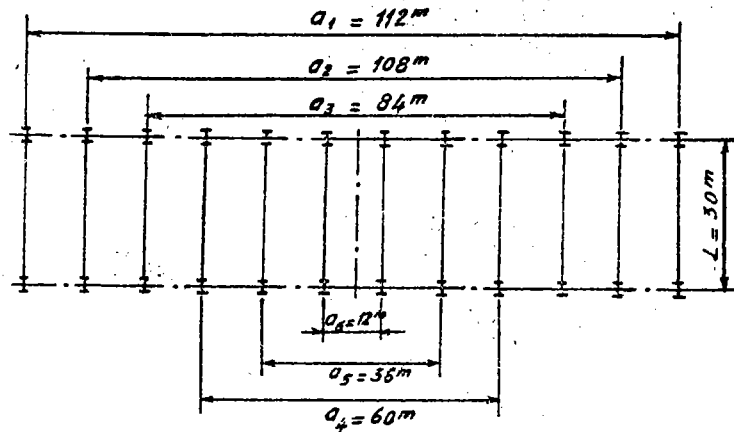
Nếu trong ví dụ 3, ta dùng hệ số không gian này thì kết quả như sau:

$$\text{Chuyển vị } \Delta_{Kq} = \Delta \cdot \alpha = \frac{7,8h^2}{EJ_1} \cdot 0,440 = 3,43 \frac{h^2}{EJ_1}$$

Mômen tại các tiết diện:

$$M_A = \left(-4,022 \frac{EJ_1}{h^2} \cdot 3,43 \frac{h^2}{EJ_1} \right) + 36 = -13,8 + 36 = 22,2 \text{ Tm}$$

vân vân ...



H.15 — Bố trí khung, dùng tính hệ số không gian α .

5. Tính với tải trọng gió

Cũng theo trình tự như tính với mômen cầu chạy hoặc lực hãm. Dùng lại biểu đồ \bar{M} đơn vị do chuyển vị $\Delta = 1$ gây ra (xem H.13a). Vẽ mômen trong hệ cơ bản do tải trọng phân bố đều q, q' , dùng các hệ số tra bảng T.3 phụ lục T.

Mômen uốn trong cột trái của hệ số cơ bản do q :

$$M_B = k_B q h^2$$

$$M_C = k_C q h^2$$

$$M_A = k_A q h^2$$

Phản lực tựa:

$$R_B = k'_B q h$$

$$R_A = k'_A q h$$

Đối với cột phải cũng vậy, thay q bằng q' . Đồ M_p vẽ ở H.16a.

Phản lực trong liên kết thêm, do tải trọng:

$$R_{ip} = R_B + R_{B'} + W + W' \text{ (thêm } S, S' \text{ nếu có)}$$

Chuyển vị : $\Delta = -\frac{w_p}{2}$. Nhân Δ với \bar{M} rồi cộng với M_p , được biểu đồ cuối cùng (H.16 b)

Lực cắt ở tiết diện I-I :

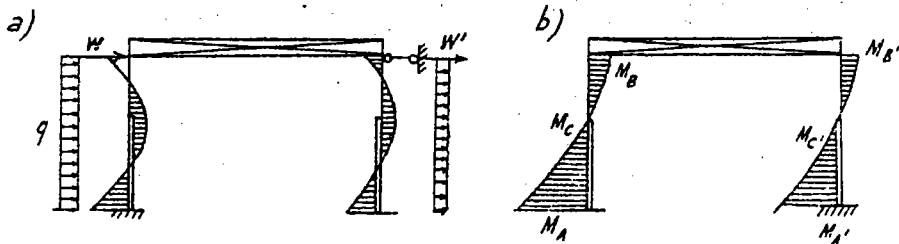
$$Q_A = R_A^q + R_A^{\Delta}$$

với R_A^q : phản lực ở tiết diện ngàm của cột trái do q.

R_A^{Δ} : như trên do chuyển vị Δ .

Tương tự tìm lực cắt ở ngàm cột phải.

Khi gió thổi từ phải sang trái, biểu đồ mômen sẽ là biểu đồ cũ lật lại (đối xứng mặt gương).



H.16 - Tính với tải trọng gió.

3) XÁC ĐỊNH NỘI LỰC TÍNH TOÁN

Sau khi tính xong khung (tính được M, N, Q tại các tiết diện) với từng loại tải trọng, sẽ tiến hành tổ hợp các tải trọng một cách bất lợi nhất để xác định được các nội lực lớn nhất mà chọn tiết diện khung.

Trước hết, lập bảng nội lực, ghi các kết quả giải khung vừa tính được. Chú ý là nội lực nền N trong cột được xác định như là khi dãn liên kết khớp với cột, như vậy chỉ cần dồn tải trọng đứng về cột một cách bình thường. Phần cột trên chịu A, A' (hoặc V, V'), phần cột dưới chịu thêm D_{max}, G_{dec} (và trọng lượng tường treo nếu có). Việc xác định N dựa vào biểu đồ Q sau khi giải khung mất nhiều công mà kết quả không khác quá 1%.

Bảng nội lực ghi cho 4 tiết diện tiêu biểu của cột đang xét (chỉ cần xét một cột vì khung đối xứng, ví dụ cột trái chẳng hạn). Tại mỗi tiết diện có ghi trị số M, N do từng loại tải trọng gây ra, riêng tiết diện I-I có ghi thêm lực cắt Q . Các trị số M, N, Q của mỗi tải trọng (trừ trọng lượng bản thân) được ghi làm hai dòng: dòng trên ghi trị

✠

số đứng, dùng cho tổ hợp cơ bản (hệ số tổ hợp $C=1$); dòng dưới ghi trị số nhân với 0,9 dùng cho tổ hợp bổ xung (hệ số tổ hợp $C=0,9$).

Mẫu bảng nội lực như dưới đây (trang 35, 36)

Dựa vào bảng nội lực, tiến hành tổ hợp tải trọng. Ở đồ án này, chỉ xét hai loại tổ hợp tải trọng:

Tổ hợp cơ bản gồm các tải trọng tĩnh, hoạt tải dài hạn (ở đây không có) và một hoạt tải gây ảnh hưởng nguy hiểm nhất (gió, hoặc cầu chạy, hoặc hoạt tải mái). Khi cộng các tải trọng của tổ hợp này, dùng trị số nội lực ở dòng $C=1$.

Tổ hợp bổ xung gồm tĩnh tải và mọi hoạt tải. Khi cộng các tải trọng của tổ hợp này, dùng trị số nội lực ở dòng $C=0,9$.

Tại mỗi tiết diện, cần tìm 3 tổ hợp tải trọng sau:

- Tổ hợp gây momen dương lớn nhất M_{max} và lực nén N tương ứng.

- Tổ hợp gây mômen lớn nhất với dấu âm M_{min} và lực N tương ứng.

- Tổ hợp gây lực nén lớn nhất N_{max} và trị số M tương ứng. Với tổ hợp thứ ba này cần chú ý là nhiều tải trọng không gây thêm N nhưng có gây M (như gió, lực hãm) thì cũng cứ kê cả vào cột sao cho cùng với N_{max} , tận dụng có được M lớn. Những tải trọng ngang có thể đổi chiều, làm ngược dấu M nên với tổ hợp N_{max} , M_{tu} này nên phân biệt M dương và M âm.

Nguyên tắc tổ hợp tải trọng như sau:

1 - Tải trọng tĩnh luôn luôn có, bất kể đâu thế nào.
2 - Không thể đồng thời lấy cả các tải trọng 3 và 4 (hoặc 5 và 6, hoặc 7 và 8) cùng một lúc vì đã có D_{max} ở bên trái tất không thể đồng thời có D_{max} ở bên phải; đã có gió trái thì thôi gió phải. Tức là chỉ được chọn một trong hai cột 3 hay 4 (5 hay 6 và 7 hay 8).

3 - Khi đã kê lực hãm T , tất phải có lực đứng D . Lực hãm T có thể đổi chiều nên các trị số nội lực mang dấu \pm . Do điều kiện làm việc thực tế của cầu chạy, ta coi là lực hãm T có thể đặt vào bất kỳ cột nào, dù trên đó có D_{max} hay D_{min} (khác với nhiều tài liệu trước cho là T chỉ đặt vào cột có D_{max}).

Do tính chất của T như vậy, khi đã xét tải trọng cầu chạy tất luôn luôn cộng thêm T vào vị trí số M sẽ luôn luôn tăng thêm.

Mẫu bảng tổ hợp ở trang 37, lập theo bảng kê nội lực trang trước. Trong bảng này, tại mỗi tiết diện, có ghi rõ số thứ tự của các tải trọng trong từng tổ hợp để tiện kiểm tra. Có một số ô để trống ví dụ ô ứng với N_{max} , M^+ , vì cặp này không xuất hiện.

Thí dụ 5: Dựa vào bảng kê nội lực, xác định cặp M_{max} , N_{tu} tại tiết diện I-I.

Tổ hợp cơ bản: chọn ra gôm tải trọng tĩnh (1) cầu chạy D_{max} bên phải (4), lực hãm với dấu dương đặt vào cột trái (5).

$$M_{max} = 49,21 + 43 + 47,90 = 140,11 Tm$$

$$N = 92,70 + 91,20 = 183,90 T$$

Tổ hợp bổ xung: Các tải trọng của tổ hợp cơ bản, thêm hoạt tải trên mái (2) và gió từ phải sang (8).

$$M_{max} = 49,21 + 38,70 + 43,11 + 18,92 + 112,14 = 262,08 Tm$$

$$N = 92,70 + 22,68 + 82,08 = 197,46 T$$

Dựa vào bảng tổ hợp nội lực, lựa ra các cặp nội lực nguy hiểm nhất để chọn tiết diện cột. Trong nhiều trường hợp, khó có thể nhìn ra ngay được, ví dụ đối với cột dưới, có tới 14 cặp nội lực tính toán (7 cặp của tổ hợp cơ bản, 7 cặp của tổ hợp bổ xung). Cách chọn đơn giản là tính phác qua lực dọc trong nhánh, gây bởi mỗi cặp M, N , dùng công thức đơn giản:

$$N_{nhánh} = \frac{M}{h} + \frac{N}{2}, \quad h \text{ là bề rộng cột.}$$

Cặp nào gây N lớn là cặp h dùng để tính toán.

Cột trên đặc và tiết diện đối xứng, chỉ cần một cặp.

Cột dưới không đối xứng hoặc rộng, phải chọn 2 cặp với M khác dấu nhau để gây nội lực lớn cho cả 2 nhánh. Ở điều kiện Việt-nam, tải trọng gió lớn nên hầu hết các trường hợp tính toán là thuộc tổ hợp bổ xung.

Ở ví dụ của bảng trên, 2 cặp nội lực chọn tiết diện cột dưới là

$$M_{min} = -156,78 Tm, \quad N_{tu} = 365,30 \text{ (thuộc tổ hợp cơ bản)}$$

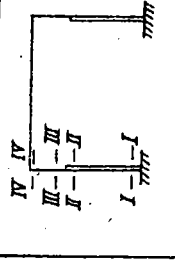
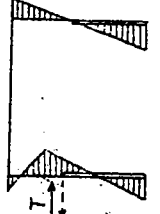
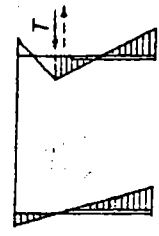
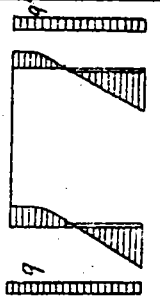
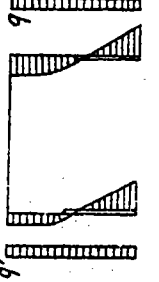
$$M_{max} = 370,89, \quad N_{tu}^+ = 249,87 \text{ (thuộc tổ hợp bổ xung)}$$

Để tính bu lông neo chân cột và để tính dãn, sẽ dùng các tổ hợp nội lực khác với ở đây, sẽ nói kỹ ở đoạn dưới.

BẢNG NỘI LỰC

Thứ tự tải trọng	Loại tải trọng	Hình ảnh	Hệ số tổ hợp	Cột trên				Cột dưới				
				Triết diện IV-IV		Triết diện III-III		Triết diện II-II		Triết diện I-I		
				M	N	M	N	M	N	M	N	Q
1	Tĩnh tải		1	-68,75	67,10	-36,04	72,40	-23,69	81,40	49,21	92,70	-4,98
2	Hoạt tải mái		1	-29,71	25,20	-15,94	25,20	-9,64	25,20	21,02	25,20	-2,08
3	Mô men cầu trục (móc trục bên trái)		0,9	-26,74	22,68	-14,35	22,68	-8,68	22,68	18,92	22,68	-1,87
4	Mô men cầu trục (móc trục bên phải)		1	-4,03	-	60,82	-	-116,58	283,90	29,44	283,90	-10,14
			0,9	-3,63	-	54,74	-	-104,92	255,51	26,50	255,51	-9,13
			1	-13,96	-	21,07	-	-35,93	91,20	43,00	91,20	-5,48
			0,9	-12,56	-	18,96	-	-32,34	82,08	38,70	82,08	-4,93

BẢNG NỘI LỰC

Thứ tự tải trong	Loại tải trong		Hệ số tổ hợp	Cột trên						Cột dưới							
				Tiết diện IV-IV		Tiết diện III-III		Tiết diện II-II		Tiết diện I-I		Tiết diện II-II		Tiết diện I-I			
				M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	Q	
5	Lực hãm lên cột trái		1	± 5,21	—	± 16,51	—	± 16,51	—	± 14,86	—	± 16,51	—	± 47,90	—	—	± 4,41
				± 4,69	—	± 14,86	—	± 14,86	—	± 14,86	—	± 14,86	—	± 43,11	—	± 3,97	
6	Lực hãm lên cột phải		1	± 8,87	—	± 1,64	—	± 1,64	—	± 1,64	—	± 1,64	—	± 25,26	—	—	± 1,64
				± 7,98	—	± 1,48	—	± 1,48	—	± 1,48	—	± 1,48	—	± 22,73	—	± 1,48	
7	Gió trái		1	± 40,43	—	7,56	—	7,56	—	7,56	—	7,56	—	-128,78	—	—	11,03
				± 36,39	—	6,80	—	6,80	—	6,80	—	6,80	—	-115,90	—	9,93	
8	Gió phải		1	-41,95	—	-5,45	—	-5,45	—	-5,45	—	-5,45	—	124,60	—	—	-10,19
				-37,75	—	-4,90	—	-4,90	—	-4,90	—	-4,90	—	112,14	—	-9,17	

BẢNG TỔ HỢP NỘI LỰC

Tiết diện	Nội lực	Tổ hợp cơ bản						Tổ hợp bổ xung					
		M_{max}, N		M_{min}, N		N_{max}, M		M_{max}, N		M_{min}, N		N_{max}, M	
		M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N
IV - IV	M	1,7	1,8	-28,32	-110,70	-	1,2	1,3,6,7	1,2,4,6,8	-	-	1,2,4,6,8	-
	N	67,10	67,10	-	67,10	-	92,30	-28,01	-153,58	-	-	-153,58	89,78
III - III	M	1,35	1,2	41,29	-51,98	-	1,2	1,3,5,7	1,2,8	-	-	1,2,8	-
	N	72,40	97,60	72,40	97,60	-	97,60	40,36	-55,29	-	-	-55,29	95,08
II - II	M	1,7	1,3,5	-16,13	-156,78	-	1,3,5	-	1,2,3,5,8	-	-	1,2,3,5,8	-
	N	81,40	365,30	81,40	365,30	-	365,30	-	-157,05	-	-	-157,05	-359,59
I - I	M	1,4,5	1,3,5	140,11	30,75	1,35	1,3,5	1,2,4,5,8	1,3,5,7	1,2,3,5,8	1,2,3,5,8	1,2,3,5,7	-
	N	183,50	376,60	126,55	376,60	376,60	376,60	262,08	-83,31	249,87	370,89	-64,39	370,89
	Q_{max}	1,3,5	-19,53	-	-	-	-	1,2,3,5,8	-29,12	-	-	-	-

III - TÍNH CỘT

Tính cột gồm các việc : Chọn tiết diện cột trên và dưới .
Tính chệch nối hai phần cột và vai cầu chày
Tính chân cột .
Tính các cấu tạo khác của thân cột .

Dựa vào bảng tổ hợp nội lực , chọn ra cặp nội lực tính toán cho từng phần cột . Lực nén N của bảng nội lực chưa kể đến trọng lượng cột ; khi chọn tiết diện mỗi phần cột , nên kể thêm trọng lượng bản thân của cột .

Trọng lượng mét dài mỗi phần cột tính theo công thức sau :

$$G_{\text{cột}} = \frac{\Sigma N}{kR} \gamma \psi \text{ T/m}$$

với ΣN : lực nén max đối với mỗi đoạn cột
 γ : trọng lượng riêng của thép , lấy là $7,85 \text{ T/m}^2$
 R : cường độ tính toán của thép T/m^2
 ψ : hệ số cấu tạo , bằng $1,4 - 1,8$
 k : hệ số kể ảnh hưởng của mômen lăm tăng tiết diện cột .
 k lấy bằng $0,4 - 0,5$ đối với cột dưới , $0,25 - 0,3$ đối với cột trên .

1) Chiều dài tính toán của cột

Đối với cột bậc thang , cần xác định chiều dài tính toán trong và ngoài mặt phẳng khung riêng cho từng đoạn cột trên và dưới .

Trong mặt phẳng khung , chiều dài tính toán của mỗi phần là :

$$\text{cột dưới : } l_{x1} = \mu_1 H_d$$

$$\text{cột trên : } l_{x2} = \mu_2 H_{tr}$$

Các hệ số μ_1 , μ_2 đối với cột của khung một tầng ở đây (đầu trên cột dịch chuyển được nhưng không quay được) được tra ở bảng III-2 phụ lục , tùy theo các thông số .

$$k = \frac{i_{tr}}{i_d} = \frac{J_2 H_d}{J_1 H_{tr}}$$

$$c = \frac{H_{tr}}{H_d} \sqrt{\frac{J_1}{J_2 m}}$$

J_1, J_2, H_d, H_{tr} : ký hiệu xem ở H. 11

m là tỉ số lực nén ở phần dưới và phần trên cột $m = \frac{N_d}{N_{tr}}$.

Hệ số μ_2 xác định bằng công thức $\mu_2 = \frac{\mu_1}{c}$, nhưng không lớn hơn 3.

Trong trường hợp $\frac{H_{tr}}{H_d} \leq 0,6$ và $\frac{N_d}{N_{tr}} \geq 3$, có thể dùng các trị số qui tròn trung bình của μ_1 và μ_2 theo bảng I.

Trị số μ_1, μ_2 trung bình

BẢNG 1

Cách liên kết đầu trên cột	μ_1 khi		μ_2
	$0,33 \frac{J_2}{J_1} \geq 0,1$	$0,10 \frac{J_2}{J_1} \geq 0,05$	
1 - Đầu tự do (khung một nhịp, cột liên kết khớp với dầm)	2,5	3	3
2 - Đầu liên kết không quay được (khung một nhịp, cột liên kết cứng với dầm).	2	2	<u>3</u>
3 - Đầu tựa khớp cố định (khung nhiều nhịp, cột liên kết khớp với dầm).	1,6	2	2,5
4 - Đầu ngàm cố định (khung nhiều nhịp, cột liên kết cứng với dầm).	1,2	1,5	2

Chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng khung của cột bằng khoảng cách giữa các điểm cố kết không chuyển vị dọc nhà, cụ thể, của cột dưới: l_{y1} : là khoảng từ bản đế chân cột đến dầm cầu chạy (chính bằng H_d).

của cột trên: l_{y2} : là khoảng từ dầm dầm đến hệ giằng dọc ở cánh dưới (tức là $H_{tr} - H_{dec}$).

2) Tiết diện cột trên

1. Dạng tiết diện .

Tiết diện cột trên có hình chữ H đối xứng (H.18) gồm ba bản thép. Bề cao tiết diện cột h (tức là b_{tr}) đã chọn trước (xem § 1). Bề dày bản bụng chọn vào khoảng $(\frac{1}{70} \sim \frac{1}{100}) h$, nhưng không nhỏ hơn 6mm; khi có dãn dãn kéo thì không mỏng hơn 8mm. Bề rộng cánh b do điều kiện ổn định ngoài mặt phẳng khung, chọn vào khoảng $(\frac{1}{20} \sim \frac{1}{30}) H_{tr}$ và sao cho độ mảnh ngoài mặt phẳng khung của cột trên λ_x vào khoảng 40 - 60. Để đảm bảo ổn định cục bộ của cánh, tỉ số giữa phần vուն ra của cánh và bề dày cánh (tức là $\frac{0,5(b-\delta_s)}{\delta_c}$) không lớn quá trị số ghi trong bảng 2.

BẢNG 2

Trị số giới hạn của phần vուն ra của cánh, so với bề dày cánh

Độ mảnh λ_x	≤ 25	50	75	100	125
Thép C73, C74	14	15	16,5	18	20
Thép 14r2, 15rc, 10r2c và 15 x CHД	12	13	14,5	16,5	18,5
Thép 10 x CHД	11	12,5	14	16	17,5

2. Chọn tiết diện .

Để có kích thước ban đầu của tiết diện cột, cần dùng cách tính phác gần đúng sơ bộ định ra diện tích tiết diện.

Với tiết diện chữ H, gần đúng có $r_x \approx 0,45 h$
 Bán kính lõi $\rho_x = \frac{W_x}{F} = \frac{r_x^2}{Z}$, với $Z = 0,5 h$; do đó $\rho_x = 0,4 h$

Lấy trung bình hệ số ảnh hưởng của tiết diện $\eta = 1,25$,
 tính được độ lệch tâm tương đối $m_1 = \eta \frac{e}{\rho_x}$ (với $e = \frac{M}{N}$).

Dùng m_1 và $\lambda_{x2} = \frac{l_{x2}}{r_x}$, tra bảng II-7 phụ lục được φ_{lt} và tính diện tích F_x cần thiết của tiết diện :

$$F_{ct} = \frac{N}{\varphi_{lt} R} \quad (3.1)$$

cũng có thể xuất phát từ công thức nén lệch tâm $\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \leq R$, viết lại dưới dạng $\sigma = \frac{N}{F} (1 + \frac{e}{\rho}) \leq R$, được công thức gần đúng của diện tích tiết diện :

$$F_{ct} = \frac{N(1 + 2,5 \frac{e}{h})}{R} \quad (3.2)$$

Dựa vào các qui định trên về tiết diện cột, ấn định ra các kích thước $b, \delta_c, h_b, \delta_b$ của tiết diện cột.

3 - Kiểm tra lại tiết diện đã chọn.

Tính chính xác lại các đặc trưng hình học của tiết diện đã chọn $F, J_x, J_y, W_x, r_x, r_y, \rho_x$ và kiểm tra tiết diện theo thứ tự :

a/ Kiểm tra trong mặt phẳng khung :

- Tính độ mảnh $\lambda_x = \frac{l_{x2}}{r_x}$

- Tính độ lệch tâm qui đổi $m_1 = \eta \frac{e}{\rho_x}$; η theo bảng II-9 phụ lục.

- Theo λ_x và m_1 tra $r_x \varphi_{lt}$

- Kiểm tra ứng suất theo công thức :

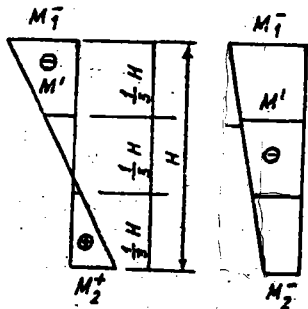
$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{lt} F} \leq R \quad (3.3)$$

b/ Kiểm tra ổn định ngoài mặt phẳng khung.

Để kiểm tra ổn định của cột trong mặt phẳng thẳng, góc với mặt phẳng tác dụng của mômen (ngoài mặt phẳng khung), phải tính trị số M' là mômen lớn nhất trong khoảng phân ba ở giữa đoạn cột. Khi đó các mômen ở hai đầu cột phải được tính với cùng một tổ hợp tải trọng, và giữ đúng dấu của nó. Theo H.17, ta có :

$$M' = M_2 + \frac{2}{3} (M_1 - M_2)$$

với M_1, M_2 là mômen có trị số lớn và nhỏ ở hai đầu cột, với cùng một tổ hợp tải trọng và giữ đúng dấu của nó.



H.17.

Tính M' ở khoảng phân ba giữa cột trên

M' không lấy nhỏ hơn một nửa trị số mômen lớn nhất trong đoạn cột.

với M' , tính độ lệch tâm tương đối

$$m = \frac{e'}{\rho_x} \text{ với } e' = \frac{M'}{N}; \rho_x = \frac{W_r}{F}$$

Kiểm tra ổn định ngoài mặt phẳng theo công thức :

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y c F} \leq R \quad (3.4)$$

φ_y : hệ số uốn dọc, phụ thuộc

$$\lambda_y = \frac{l_{y2}}{r_y}$$

c : hệ số kể ảnh hưởng của mômen đến sự ổn định của cột trong mặt phẳng thẳng góc với mặt phẳng tác dụng mômen :

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m} \quad (3.5)$$

$\alpha = 0,7$ với tiết diện chữ H.

$\beta = 1$ khi $\lambda_y \leq 100$ đối với thép C73 và $\lambda_y \leq 85$ đối với thép hợp kim thấp.

$\beta = \frac{0,6}{\varphi_y}$ khi $\lambda_y > 100$.

Đối với các loại tiết diện khác, trị số α, β ghi ở bảng II.11 phụ lục.

c/ Kiểm tra ổn định cục bộ của bụng.

Phải kiểm tra tỉ số $\frac{h_0}{\delta}$ không vượt quá trị số lớn nhất để khỏi mất ổn định δ_b cục bộ.

Trị số $\frac{h_0}{\delta}$ lớn nhất phụ thuộc vào thông số $\alpha = \frac{\sigma - \sigma'}{\sigma}$

trong đó : σ là ứng suất nén lớn nhất ở mép bản bụng, tính với M và N , không kể hệ số φ (nén : mang dấu âm).

σ' : ứng suất tương ứng ở mép đối diện (nén : dấu âm ; kéo : dấu dương).

Khi $\alpha \leq 0,4$, $\max \frac{h_0}{\delta} = 40 \sqrt{\frac{2100}{R}} + 0,2 \lambda$ nhưng ≤ 75 (3.6)

$$\alpha \geq 0,8 \quad \max \frac{h_0}{\delta} = 100 \sqrt{\frac{k_3}{6}} \quad (6 \text{ tính bằng } T/cm^2) \quad (3.7)$$

k_3 : hệ số tra bảng 3 phụ thuộc α và tỉ số $\frac{6}{\tau}$,
 với $\tau = \frac{Q}{h_0 \delta}$ là ứng suất cắt trung bình ở tiết diện đang xét.
 Khi α ở giữa hai trị số này, sẽ nội suy $\frac{h_0}{\delta}$ theo bậc nhất.

Hệ số k_3

BẢNG 3

$\frac{\tau}{6}$ \backslash α	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0 (uốn)
0	1,88	2,22	2,67	3,26	4,20	5,25	6,3
0,20	1,88	2,18	2,51	2,90	3,40	3,82	4,11

0,084

2,679

2,658

2,607 3,109

Do đối với cột trên ta không tính Q , ở đỡ án này có thể giả thiết $\frac{\tau}{6} = 0,10 - 0,20$.

Khi không đảm bảo ổn định cục bộ, đối với cột trên, thường chỉ tăng bề dày δ_k .

Thí dụ 6 - Chọn tiết diện cột trên theo bảng tổ hợp nội lực trong 37. Chiều dài cột $H_d = 14,4 \text{ m}$; $H_{tr} = 6,4 \text{ m}$; tỉ số $\frac{J_1}{J_2} = 4$. Bề rộng cột b_{tr} đã chọn là 750 mm.

Theo bảng tổ hợp nội lực, chọn ra cặp nội lực tính toán ở tiết diện IV-IV M_{min} , N_{tr} là: $M = -153,58 \text{ Tm}$; $N = 89,78 \text{ T}$. Vì tính ở tiết diện này nên không cần cộng thêm trọng lượng cột.

a/ Xác định chiều dài tính toán của đoạn cột.

$$\text{Tính các thông số } k = \frac{J_2 H_d}{J_1 H_{tr}} = \frac{1 \cdot 14,4}{4 \cdot 6,4} = 0,57$$

$$c_1 = \frac{H_{tr}}{H_d} \sqrt{\frac{J_2}{J_1 m}} = \frac{6,4}{14,4} \sqrt{\frac{4}{1 \cdot 4,14}} = 0,44$$

$$\text{với } m = \frac{N_d}{N_{tr}} = \frac{370,89}{89,78} = 4,14$$

$$\alpha_s = - \frac{M_c - M_b}{N_c - N_b}$$

$$\alpha = -$$

Nội suy ở bảng III-2 phụ lục, được $\mu_1 = 1,74$.

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{c_1} = \frac{1,74}{0,44} = 4 > 3; \text{ lấy } \mu_2 = 3$$

Vì ở đây thoả mãn các điều kiện của bảng 1

$$\frac{H_{tr}}{H_d} = \frac{6,4}{14,4} = 0,44 < 0,6 \text{ và } \frac{N_d}{N_{tr}} = 4,14 > 3, \text{ có thể}$$

dùng các trị số μ_1, μ_2 trung bình. Với $0,3 \geq \frac{J_2}{J_1} = 0,25 \geq 0,1$,

theo bảng 1 có $\mu_1 = 2; \mu_2 = 3$. Ở đây ta sẽ dùng trị số này thiên về an toàn.

Chiều dài tính toán của các phân cột là:

$$\text{cột trên } L_{x2} = \mu_2 H_{tr} = 3,0 \cdot 6,4 = 19,2 \text{ m.}$$

$$\text{cột dưới } L_{x1} = \mu_1 H_d = 2,0 \cdot 14,4 = 28,8 \text{ m}$$

Chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng:

$$\text{cột trên } L_{y2} = H_{tr} - H_{dcc} = 6,4 - 1,84 = 4,56 \text{ m.}$$

$$\text{cột dưới } L_{y1} = H_d = 14,4 \text{ m.}$$

Chiều cao dầm cầu chạy H_{dcc} là 1,84 m.

b) Tính diện tích tiết diện:

$$\text{Độ lệch tâm } e = \frac{M}{N} = \frac{153,58}{89,78} = 171 \text{ cm.}$$

$$\text{Bán kính quán tính } r_x = 0,44 b_{tr} = 0,44 \cdot 75 = 33 \text{ cm.}$$

$$\text{Độ mảnh } \lambda_x = \frac{L_{x2}}{r_x} = \frac{1920}{33} = 58,3$$

$$\text{Độ lệch tâm tương đối } m_1 = \eta \frac{e}{r_x} = 1,25 \cdot \frac{171}{0,4 \cdot 75} = 7,10$$

Tra bảng II-7 phụ lục, $\varphi_{tt} = 0,17$

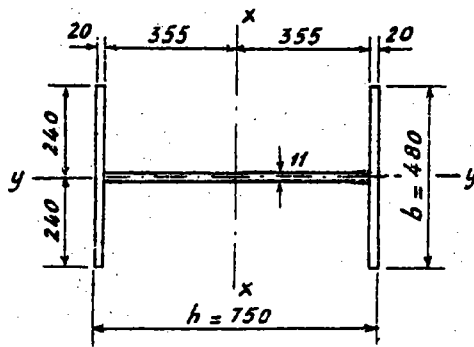
$$\text{Diện tích cần thiết } F_{ct} = \frac{N}{\varphi_{tt} R} = \frac{89,78}{0,170 \cdot 2,1} = 252 \text{ cm}^2$$

Ta cấu tạo tiết diện như H.18

$$\text{Bản bụng: } - 110 \times 11, F_b = 78,1 \text{ cm}^2$$

$$\text{Bản cánh: } 2 - 480 \times 20; F_c = 192 \text{ cm}^2$$

$$F = 270,1 \text{ cm}^2$$



H. 18

Tiết diện cột trên (Thí dụ 6)

Tính các đặc trưng hình học của tiết diện :

$$J_x = 238500 \text{ cm}^4 \quad ; \quad J_y = 36860 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{238500}{37,5} = 7690 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 32,7 \text{ cm} \quad ; \quad r_y = 11,68 \text{ cm.}$$

$$\rho_x = \frac{W_x}{F} = \frac{7690}{270,1} = 28,4 \text{ cm.}$$

$$\text{Độ mảnh} \quad \lambda_x = \frac{l_{x2}}{r_x} = \frac{1920}{32,7} = 58,7$$

$$\lambda_y = \frac{l_{y2}}{r_y} = \frac{456}{11,68} = 39$$

H

c/ Kiểm tra ổn định trong mặt phẳng khung

Tính độ lệch tâm tương đối

$$e_a = \frac{\beta_2}{F}$$

$$m_1 = \eta \frac{e}{\rho_x} = 1,274 \cdot \frac{171}{28,4} = 7,68$$

$$\text{với } \eta = 1,45 - 0,003 \lambda = 1,45 - 0,003 \cdot 58,7 = 1,274$$

$$\text{Tra hệ số } \varphi_{lt} = 0,160$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{lt} F} = \frac{89780}{0,160 \cdot 270,1} = 2080 < 2100 \text{ kg/cm}^2$$

d/ Kiểm tra ổn định ngoài mặt phẳng khung

Trước hết tính M' . Ở tiết diện IV-IV có mômen lớn nhất là $M_B = -153,8 \text{ Tm}$ ứng với các tải trọng 1, 2, 4, 6, 8. Mômen tương ứng ở đầu kia (tiết diện III-III) là:

$$M_C = -36,04 - 14,35 + 18,96 + 1,48 - 4,90 = -34,85 \text{ Tm}$$

Mômen ở phân bố cột:

$$M' = M_B + \frac{1}{3} (M_C - M_B) = -153,8 + \frac{1}{3} (-34,85 + 153,8) \\ = -114,15 \text{ Tm}, \text{ lớn hơn } 0,5 M_B = -76,90 \text{ Tm}$$

$$\text{Độ lệch tâm: } e' = \frac{M'}{N} = \frac{114,15}{89,78} = 127 \text{ cm}$$

$$m_x = \frac{e'}{\rho_x} = \frac{127}{28,4} = 4,48 < 10$$

$$\text{Hệ số } c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}$$

$$\text{với } \alpha = 0,7; \beta = 1 \text{ vì } \lambda_y = 39 < 100; \varphi_y = 0,923$$

$$c = \frac{1}{1 + 0,7 \cdot 4,48} = 0,242$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y c F} = \frac{89780}{0,923 \cdot 0,242 \cdot 270,1} = 1480 < 2100 \text{ KG/cm}^2$$

Cột ổn định. Ở đây σ nhỏ hơn R nhiều, nhưng không có nghĩa là tiết diện cột chọn không hợp lý.

e/ Kiểm tra ổn định cục bộ

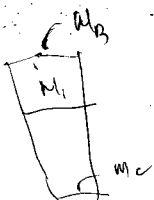
Ổn định cục bộ của cánh phải được bảo đảm ngay từ lúc chọn sơ bộ tiết diện: tỉ số giữa phân vữa ra và bề dày của nó là:

$$\frac{b'}{\delta_c} = \frac{0,5(48 - 1,1)}{2} = 11,7 \text{ nhỏ hơn trị số qui định ở bảng 2 là } 15,9 \text{ với độ mảnh } \lambda_x = 58,7, \text{ thép C75.}$$

Để kiểm tra ổn định của bản bụng, trước hết tính ứng suất biên:

$$\sigma = - \left(\frac{N}{F} + \frac{M \cdot 0,5 h_b}{J_x} \right) = - \left(\frac{89780}{270,1} + \frac{15380000 \cdot 35,5}{288500} \right) \\ = - (332 + 1890) = -2222 \text{ KG/cm}^2$$

$$\sigma' = -332 + 1890 = 1558 \text{ KG/cm}^2$$



$$\text{Hệ số } \alpha = \frac{5 - 6'}{6} = \frac{-2222 - 1558}{-2222} = 1,70$$

$$\text{Lấy } \frac{\tau}{6} = 0,15, \text{ tra bảng } k_z = 3,89$$

Độ mỏng giới hạn của bản bụng $\frac{h_0}{\delta} = 100 \sqrt{\frac{3,89}{2,22}} = 133$ lớn hơn trị số thực tế $\frac{71}{1,1} = 64,5$. Bản bụng ổn định.

3) Cột dưới đặc

a - Dạng tiết diện.

Cột dưới đặc có tiết diện chữ H không đối xứng.

Nhánh mái (phía ngoài) là thép bản, có tỉ lệ bề rộng và bề dày cũng lấy theo bảng 2. Nhánh cầu chày là thép I hình. Bản bụng dày $\frac{1}{100}$ đến $\frac{1}{250}$ chiều rộng b_d , nhưng không mỏng hơn 8 mm.

Thông thường diện tích nhánh ngoài và nhánh cầu chày xấp xỉ bằng nhau. Bề rộng, b của cánh, cũng như cột trên, vào khoảng $(1/20 - 1/30) H_d$ hay $(0,3 - 0,5) b_d$

b - Diện tích tiết diện.

Diện tích tiết diện cột dưới đặc cũng có thể tính sơ bộ bằng các công thức gần đúng như đối với cột trên, cố chú ý đến tính chất không đối xứng của tiết diện.

Có thể dùng các công thức sau:

$$F_{ct} = \frac{N(1 + 2,2 \frac{e}{b_d})}{\varphi_x R} \quad (3.8)$$

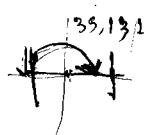
$$\text{hoặc } F_{ct} = \frac{N}{\varphi_{lt} R}$$

trong đó φ_x là hệ số uốn dọc trong mặt phẳng khung và φ_{lt} tra bảng theo λ_x và m_1 . Bước đầu, lấy

$$\lambda_x = \frac{l_{x1}}{r_x} = \frac{l_{x1}}{0,48 b_d}; \quad m_1 = \eta \frac{e}{r_x} \approx 1,25 \frac{e}{0,46 b_d} = 2,7 \frac{e}{b_d}$$

$$(\text{ví } r_x = \frac{r_x^2}{z} = \frac{(0,48 b_d)^2}{0,5 b_d} = 0,46 b_d)$$

Phân phối diện tích cột cho diện tích cánh và bụng với tỷ lệ ứng chùng $F_{bụng} = (0,2 - 0,3) F_{cột}$; $F_{nhánh} = (0,3 - 0,4) F_{cột}$ và theo các qui định về bề dày, bề rộng.



C - Kiểm tra tiết diện

Câu tạo xong tiết diện cột, xác định trọng tâm và tính các đại lượng $J_x, J_y, W_{x\text{trái}} = \frac{J_x}{z_{tr}}; W_{x\text{phải}} = \frac{J_x}{z_{phải}};$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}; r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}}; \lambda_x = \frac{l_{x1}}{r_x}; \lambda_y = \frac{l_{y1}}{r_y} \text{ (xem H.19)}$$

Sau đó, tiến hành kiểm tra ổn định của cột trong và ngoài mặt phẳng khung, giống như ở cột trên:

$$\sigma = \frac{\eta N}{\varphi_{et} F} \leq R \quad (3.3)$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y c F} \leq R \quad (3.4)$$

φ_{et} tra bảng II.7 phụ lục theo λ_x và $m_1 = \eta \frac{e}{\rho_x}$; hệ số ảnh hưởng tiết diện η lấy theo bảng II.9 phụ lục; $\rho_x = \frac{W_x}{F}$, bán kính lõi, tính với W_x là mômen kháng đối với trục chịu nén nhiều nhất. Ổn định cục bộ của bụng cột được kiểm tra theo tỷ số $\frac{h_0}{\delta_b}$ giống như ở cột trên. Khi tra k_3 , dùng trị số $\frac{I}{\delta}$ với Q thực tế ở tiết diện I-I. Nếu bản bụng cột không ổn định, thì cần tăng diện tích một hoặc cả hai cánh lên một chút và kiểm tra lại tiết diện mới của cột:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{et} F'}$$

với F' là diện tích làm việc của cột chỉ gồm có hai nhánh và phần bụng sát với nhánh, mỗi bên $15 \delta_b$. Phần bụng ở giữa coi như mất ổn định, không làm việc. Khi $\frac{h_0}{\delta} > 70 \sqrt{\frac{2100}{\sigma}}$, phải gia cường bản bụng bằng các đai sườn ngang, cách nhau $(2,5-3) h_0$.

Thí dụ 7 - Chọn tiết diện cột dưới đặc, tiếp theo thí dụ trên.

Nội lực tính toán ở tiết diện I-I:

$$N_{max} = 370,89 \text{ Tm}; M_{tu} = 249,87 \text{ Tm}$$

Trọng lượng bản thân cột:

$$\text{phần trên: } G_{cột} = F_{cột} \times \gamma \times H_{tr} = 0,0270 \times 7,85 \times 6,4 = 1,36 \text{ T}$$

$$\text{phần dưới: } G_{cột} = \frac{\sum N}{kR} \gamma \psi \times H_d = \frac{370,89}{0,50 \cdot 21000} \times 7,85 \times 1,4 \times 14 = 5,6 \text{ T}$$

$$\text{Lực nén tổng cộng: } N = 370,89 + 1,36 + 5,60 = 377,85 \text{ T}$$

a - Sơ bộ chọn tiết diện

Bề rộng cột đã chọn $h = b_j = 1,250 \text{ m}$.

$$r_x \approx 0,48 h = 0,48 \cdot 125 = 60 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{x1}}{r_x} = \frac{2880}{60} = 48 ; \varphi_z = 0,896$$

$$\text{Độ lệch tâm } e = \frac{M}{N} = \frac{24987}{377,85} = 66,1 \text{ cm}$$

$$F_{ct} = \frac{N(1 + 2,2 \frac{e}{h})}{\varphi \cdot R} = \frac{377850(1 + \frac{2,2 \cdot 66,1}{125})}{0,896 \cdot 2100} = 435 \text{ cm}^2$$

Bề dày bản bụng lấy khoảng $\frac{1}{100} h$ là 12 mm.

Diện tích bản bụng $\approx 125 \cdot 1,2 = 150 \text{ cm}^2$, khoảng 0,3 F_{ct} .

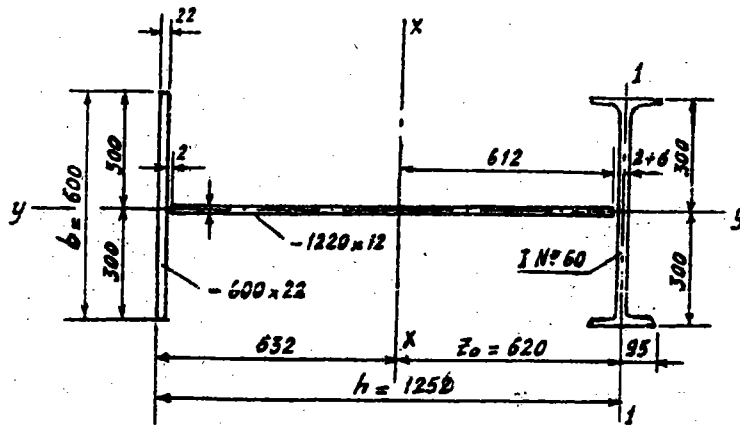
$$\text{Diện tích nhánh } F_{nh} = \frac{435 - 150}{2} = 142,5 \text{ cm}^2$$

Chọn nhánh cầu chày I 60 ($F = 132 \text{ cm}^2 ; J_x = 75450 \text{ cm}^4 ; J_y = 1720 \text{ cm}^4$), nhánh mới - 600 x 22, $F = 132 \text{ cm}^2$. Tỷ lệ $\frac{b'}{J_c} = \frac{0,5(60 - 1,2)}{22} = 13,4$ nhỏ hơn trị số của bảng là 15 (với độ mảnh $\lambda_x = 48$).

Bản bụng : - 1220 x 12, $F = 146,4 \text{ cm}^2$.

Tiết diện cột đã chọn vẽ ở H.19.

Tính các đặc trưng hình học của tiết diện và độ mảnh cột.



H.19 - Tiết diện cột dưới đặc (Thí dụ 7)

$$F = 132 + 146,4 + 132 = 410,4 \text{ cm}^2 ;$$

$$z_0 = \frac{J_{1,1}}{F} = \frac{132 \cdot 124 + 146,4(61 + 0,2 + 0,6)}{410,4} = 62,0 \text{ cm}$$

- 49 -

$$F_{ct} = \frac{140,754 (1 + 2,2 \frac{0,620}{1})}{0,8679 \cdot 2,1}$$

$$J_x = 132 \cdot 62,1^2 + \frac{1,2 \cdot 122^3}{12} + 146,4 \cdot 0,2^2 + 1720 + 132 \cdot 62^2 = 1197500 \text{ cm}^4$$

$$W_{\text{trái}} = \frac{1197500}{63,2} = 18950 \text{ cm}^3 ; W_{\text{phải}} = \frac{1197500}{71,5} = 16760 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 75450 + \frac{2,2 \cdot 60^3}{12} = 75450 + 39600 = 115050 \text{ cm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{1197500}{410,4}} = 54 \text{ cm} ; r_y = \sqrt{\frac{115050}{410,4}} = 16,7 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{2880}{54} = 53,4 ; \lambda_y = \frac{1440}{16,7} = 86,2 ; \varphi_y = 0,713$$

b - Kiểm tra tiết diện

Trước khi kiểm tra ổn định của toàn cột dưới, nên kiểm tra trước ổn định cục bộ của bản bụng, xem bản bụng có tham gia vào tiết diện làm việc của cột không.

Tính các ứng suất biên

$$\sigma = -\frac{377850}{410,4} - \frac{24987000 \cdot 60,8}{1197500} = -921 - 1270 = -2191 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma' = -921 + 1270 = 349 \text{ kg/cm}^2 ;$$

ứng suất tiếp trung bình với $Q = 29,12 \text{ T}$

$$\tau = \frac{Q}{h_b \delta} = \frac{29120}{122 \cdot 1,2} = 199 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{với Hệ số } \alpha = \frac{\sigma - \sigma'}{\sigma} = \frac{-2191 - 349}{-2191} = 1,16 \text{ và } \frac{\tau}{\sigma} = \frac{199}{2191} = 0,091,$$

nội suy bằng 3, được $k_3 = 2,55$

$$\frac{h_0}{\delta} = 100 \sqrt{\frac{k_3}{6}} = 100 \sqrt{\frac{2,55}{2,177}} = 108,5, \text{ lớn hơn trị số thực tế}$$

$\frac{122}{42} = 102$. Vậy bản bụng ổn định (nhưng vẫn phải gia cường bằng các dôi sườn ngang vì $\frac{h_0}{\delta} > 70 \sqrt{\frac{2100}{R}}$).

Kiểm tra tiết diện trong mặt phẳng khung:

$$e = 66,1 \text{ cm}$$

$$\eta = 1,45 - 0,003 \lambda = 1,45 - 0,003 \cdot 53,4 = 1,29$$

5,34

$$m_1 = \eta_e \frac{F}{W_{xtr}} = 1,29 \cdot 66,1 \cdot \frac{410,4}{18950} = 1,85$$

$$\varphi_{lt} = 0,435$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{lt} F} = \frac{377850}{0,435 \cdot 410,4} = 2110 \text{ kg/cm}^2, \text{ vượt quá } \frac{2110 - 2100}{2100} = 0,5\%$$

Kiểm tra ổn định ngoài mặt phẳng khung

Với cặp nội lực tính toán ở tiết diện I-I : $N = 377,85T$;

$M = 249,87Tm$ ứng với các tải trọng 1, 2, 3, 5, 8.

Mômen tương ứng ở đầu trên :

$$M_c = -23,69 - 8,68 - 104,92 - 14,86 - 4,90 = -157,02$$

Mômen lớn nhất ở phần ba cột :

$$M' = 249,87 + \frac{1}{3} (-157,02 - 249,87) = 114,24Tm$$

Vì $M < 0,5 M_{max} = 0,5 \cdot 249,87 = 124,94Tm$, dùng trị số sau mà tính toán.

$$m_{xx} = \frac{M'}{N} \cdot \frac{F}{W_{xtr}} = \frac{114,24}{377,85} \cdot \frac{410,4}{18950} = 0,725 < 10$$

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_{xx}} = \frac{1}{1 + 0,84 \cdot 0,725} = 0,621$$

Hệ số α tính theo công thức ở bảng II.11 phụ lục :

$$\alpha = 1 - 0,3 \frac{J_2}{J_1} = 1 - 0,3 \cdot \frac{39800}{75450} = 0,84 \text{ (độ lệch tâm}$$

hướng về phía cánh nhỏ hơn (nhánh ngoài)

$$\sigma = \frac{N}{c \varphi_y F} = \frac{377850}{0,621 \cdot 0,713 \cdot 410,4} = 2065 < 2100 \text{ kg/cm}^2$$

Vậy tiết diện đã chọn thỏa mãn mọi yêu cầu kiểm tra.

4) Cột dùi rỗng

a - Cấu tạo cột

Tiết diện cột dùi rỗng gồm 2 nhánh : nhánh ngoài (mái) là thép hình Γ hoặc thép bản vờ hai thép góc, cánh quay vào trong ; nhánh trong (cấu chạy) là thép hình I. Bề cao thép hình chọn cũng như ở cột đặc, vào khoảng $\frac{1}{20} - \frac{1}{30}$ chiều dài đoạn cột.

Thanh giằng thường có tiết diện một thép góc bố trí theo hệ tam giác, có hay không có thanh ngang.

Trục thanh giăng hội tụ vào trục của nhánh, riêng đôi nhánh ngoài, có thể hội tụ vào mép ngoài của nhánh.

b - Chọn tiết diện cột

Để chọn tiết diện cột rộng, trước hết, tính lực nén lớn nhất trong mỗi nhánh, coi cột làm việc như một dầm cánh song song, lực N đặt ở chính giữa hai nhánh hoặc đặt ở gần nhánh cầu chạy hơn, cách trục nhánh cầu chạy $0,45 h_0$, h_0 là khoảng cách hai trục nhánh

$$N_{nh} = \frac{N}{2} + \frac{M}{h_0}$$

M là mômen uốn gây nên trong nhánh đang xét.

N : lực dọc ứng với M đó.

Chọn tiết diện nhánh theo N_{nh} như một thanh nén trung tâm, với hệ số uốn dọc φ ứng với độ mảnh tự chọn trước khoảng 40-60.

Sau khi quyết định xong tiết diện cột, xác định trọng tâm tiết diện và tính chính xác lại lực nén trong nhánh, kiểm tra ổn định của nhánh trong và ngoài mặt phẳng khung. Chiều dài tính toán của nhánh trong mặt phẳng khung là khoảng một thanh giăng, ngoài mặt phẳng khung là bằng l_{y1} .

Kiểm tra xong từng nhánh sẽ kiểm tra toàn thân cột rộng coi như một thanh rộng chịu nén uốn

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{tt} F} \leq R$$

φ_{tt} tra bảng II.8 phụ lục của thanh rộng (chú ý khỏi nhầm với thanh đặc) theo độ lệch tâm tương đối m và độ mảnh tính đối λ_{tt} .

Độ lệch tâm tương đối m tính bằng công thức:

$$m = \frac{MF_y}{NJ_x} \quad (3.9)$$

trong đó M, N : nội lực tính toán.

F : diện tích toàn cột, gồm các nhánh.

J_x : mômen quán tính của toàn tiết diện đối với trục x

y : khoảng cách giữa trục cột với trục của nhánh.

nén, nhưng không nhỏ hơn khoảng cách đến trục của bản bụng của nhánh.

Độ mảnh tính đối-tính bằng công thức:

$$\lambda_{tt} = \sqrt{\lambda_x^2 + k_1 \frac{F}{2F_{th}}} \quad (3.10)$$

trong đó: $\lambda_x = \frac{l_{x1}}{r_x}$ với $r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$, độ mảnh của toàn cột đối với trục x .

F_{th} : diện tích một thanh giằng.

k_1 : hệ số phụ thuộc vào góc giữa nhánh và thanh giằng xiên với $\alpha = 30^\circ, 40^\circ, 45-60^\circ$
thì $k_1 = 45, 31, 27$

Tiết diện thanh giằng được tính theo lực cắt có trị số lớn nhất trong các trị số; lực cắt thực tế Q_{max} ở tiết diện I-I; lực cắt quy ước $Q_{qu} = 20F$ (đối với thép C73) và $Q_{qu} = 40F$ (đối với thép hợp kim thấp) với F là diện tích tiết diện cột, cm^2 , Q tính ra KG.

$$\text{Lực nén trong thanh xiên } D = \frac{Q_1}{\sin \alpha} \quad (3.11)$$

với $Q_1 = \frac{Q}{2}$, lực cắt tác dụng trong một mặt phẳng thanh giằng.

Thanh xiên tính theo nén trung tâm, với chiều dài tính toán là chiều dài đường chéo giữa hai mắt giằng và bán kính quán tính là r_{min} của thép góc.

$$F_{th} = \frac{D}{0,75\psi R} \quad (3.12)$$

0,75 là hệ số điều kiện làm việc của thanh tiết diện 1 thép góc liên kết tại một cánh, do đó có lệch tâm đối với lực dọc.

Đường hàn liên kết thanh giằng vào nhánh cột tính theo lực D . nhưng trong đa số trường hợp, chúng được lấy theo cấu tạo: chiều dài mỗi bên đường hàn không ít hơn 50mm, bề dày không nhỏ quá một nửa bề dày cánh thép góc.

Thí dụ 8 — Tính toán cột dưới rỗng, theo số liệu ở bảng nội lực và thí dụ 7.

Theo bảng tổ hợp nội lực, ta chọn ra hai cặp nội lực tính toán cột dưới:

$$M_{min} = -156,78 \text{ Tm}; \quad N_{tu} = 365,30 \text{ T}$$

$$M_{max} = 370,89 \text{ T}; \quad N_{tu}^* = 249,87 \text{ Tm}$$

(Để chọn được hai cặp này , phải qua quá trình tính thử lực nén trong mỗi nhánh theo công thức gần đúng $N_{nh} = \frac{N}{2} + \frac{M}{h}$ với mọi cặp nội lực đã có ở bảng tổ hợp , và chọn ra hai cặp gây lực nén lớn nhất trong mỗi nhánh).

a - Chọn tiết diện nhánh

- Nhánh cầu chạy . Lực nén lớn nhất trong nhánh cầu chạy :

$$N_{nh}^{cc} = \frac{365,30}{2} + \frac{156,78}{1,25} = 308,07 T$$

Giả thiết độ mảnh của nhánh cầu chạy là $\lambda = 60$ ($\varphi = 0,86$), diện tích tiết diện cần thiết :

$$F_{cc} = \frac{N_{nh}^{cc}}{\varphi R} = \frac{308,07}{0,86 \cdot 2,1} = 170 \text{ cm}^2$$

Theo bảng qui cách thép hình thì diện tích này ứng với thép I N°70 . Để giảm bớt bề cao tiết diện nhánh , như trên đã nói , vào khoảng $(0,3 - 0,5) b_d$ và $(\frac{1}{20} - \frac{1}{30}) H_d$, ta chọn $b = \frac{H_d}{25} = 60 \text{ cm}$. Như vậy nhánh cầu chạy sẽ có tiết diện I tổ hợp hàn từ ba bản thép , theo H.20a (Trường hợp này hoàn toàn có thể dùng được thép I hình lăm nhánh cầu chạy và thực tế cũng thường chọn như vậy . Ở đây dùng tiết diện tổ hợp để nội dung giáo trình của thí dụ thêm phong phú hơn).

Diện tích tiết diện nhánh :

$$F_{cc} = 56 \cdot 1,2 + 2 \cdot 25 \cdot 2 = 67,2 + 100 = 167,2 \text{ cm}^2$$

Các đặc trưng hình học :

$$J_{x1} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 25^3}{12} = 5208 \text{ cm}^4 ; r_{x1} = \sqrt{\frac{5208}{167,2}} = 5,57 \text{ cm}$$

$$J_y = \frac{1,2 \cdot 56^3}{12} + 2 \cdot 50 \cdot 29^2 = 101600 \text{ cm}^4 ; r_y = \sqrt{\frac{101600}{167,2}} = 24,6 \text{ cm}$$

Kích thước đã chọn của bản cánh và bản bụng của nhánh cầu chạy với độ mảnh $\lambda = 60$ là thoả mãn điều kiện ổn định cục bộ (xem trang 40 và 43).

- Nhánh mái .

Lực nén lớn nhất trong nhánh mái :

$$N_{nh}^m = \frac{370,89}{2} + \frac{249,78}{1,25} = 385,35 T$$

Giả thiết $\varphi = 0,80$, diện tích cần thiết của nhánh :

$$F_m = \frac{385,35}{0,80 \cdot 2,1} = 230 \text{ cm}^2$$

Dùng tiết diện nhánh gồm hai thép góc đều cạnh L 220x14 và bản - 560x20 (H.20b), bê cao bằng bê cao tiết diện nhánh cầu chạy.

Diện tích : $F_m = 2 \cdot 60,4 + 56 \cdot 2 = 120,8 + 112 = 232,8 \text{ cm}^2$

Khoảng cách trọng tâm

$$Z_0 = \frac{112 \cdot 1 + 120,8 \cdot 7,93}{232,8} = 4,59 \text{ cm}$$

Mômen quán tính và bán kính quán tính đối với trục bản thân :

$$J_{x_2} = \frac{56 \cdot 2^3}{12} + 112(4,59 - 1)^2 + 2[2814 + 60,4(7,93 - 4,59)^2] = 8445 \text{ cm}^4$$

$$J_y = \frac{2 \cdot 56^3}{12} + 2(2814 + 60,4 \cdot 24,07^2) = 104900 \text{ cm}^4$$

$$r_{x_2} = \sqrt{\frac{8445}{232,8}} = 6,02 \text{ cm} ; r_y = \sqrt{\frac{104900}{232,8}} = 21,2 \text{ cm}$$

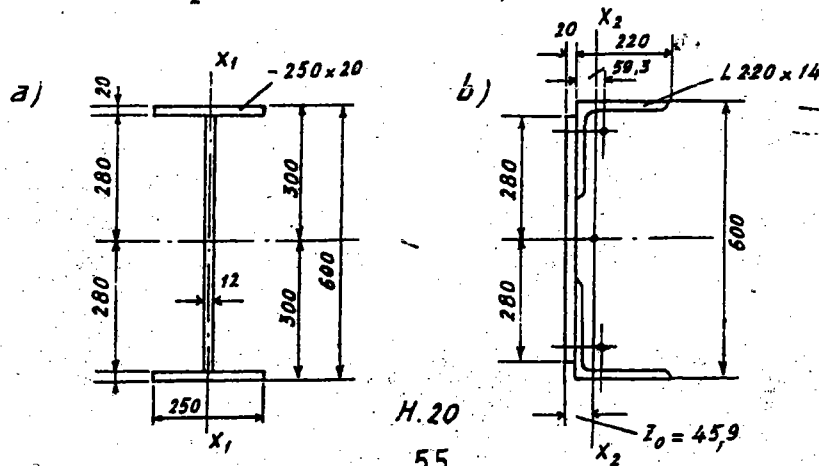
Toàn bộ tiết diện cột như H.20c. Bê cao $h = b_f$ của tiết diện tính từ mép ngoài của nhánh mái đến trục nhánh cầu chạy vẫn giữ là 1250 mm. Khoảng cách hai trục nhánh :

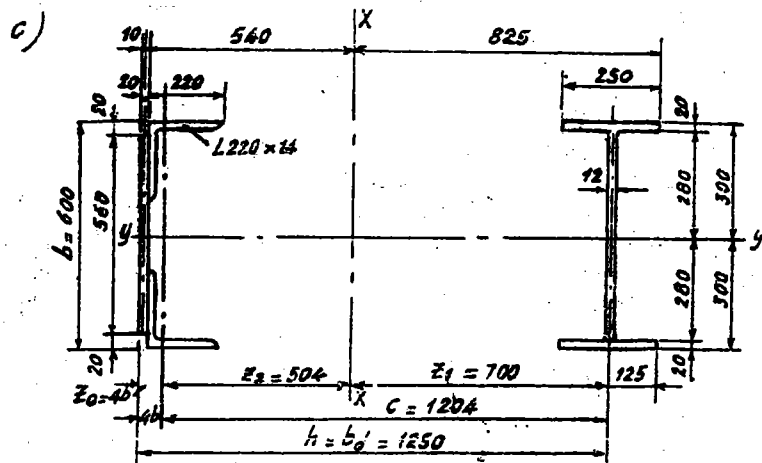
$$c = h - Z_0 = 125 - 4,59 = 120,4 \text{ cm}$$

Vị trí trục $x-x$ đi qua trọng tâm tiết diện toàn cột :

$$Z_1 = \frac{F_m c}{F_{cc} + F_m} = \frac{232,8 \cdot 120,4}{167,2 + 232,8} = 70 \text{ cm}$$

$$Z_2 = 120,4 - 70 = 50,4 \text{ cm}$$





H.20 - Tiết diện cột rỗng

b - Kiểm tra tiết diện đã chọn

Tính lại nội lực trong mỗi nhánh, giả thiết là lực dọc N đặt vào trọng tâm của tiết diện cột.

Lực nén lớn nhất trong nhánh cầu chạy:

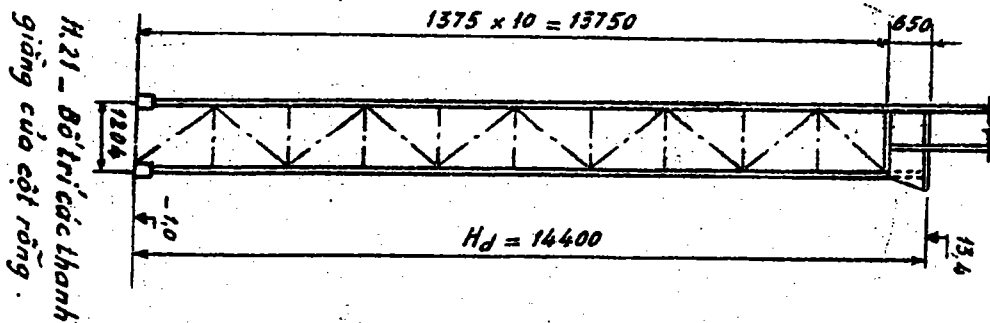
$$N_{nh}^{cc} = \frac{N \cdot z_2}{c} + \frac{M}{c} = \frac{365,30 \cdot 0,504}{1,204} + \frac{156,78}{1,204} = 283,10 T$$

Lực nén lớn nhất trong nhánh mái:

$$N_{nh}^m = \frac{N \cdot z_1}{c} + \frac{M}{c} = \frac{370,89 \cdot 0,70}{1,204} + \frac{249,78}{1,204} = 425,4 T$$

Các thanh giằng được bố trí như H.21.

Khoảng cách các mặt giằng l_{nh} (tức là chiều dài tính toán trong mặt phẳng khung của các nhánh) là 137,5 cm.



Kiểm tra nhánh cầu chày.

Độ mảnh trong mặt phẳng khung:

$$\lambda_{x1} = \frac{l_{nh}}{r_{x1}} = \frac{137,5}{5,57} = 24,7$$

Độ mảnh ngoài mặt khung:

$$\lambda_y = \frac{l_{y1}}{r_y} = \frac{1440}{24,6} = 58,5$$

$$\varphi_{min} = \varphi_y = 0,865$$

$$\text{Ứng suất: } \sigma = \frac{N_{nh}^{cc}}{\varphi_{min} F_{cc}} = \frac{283100}{0,865 \cdot 167,2} = 1955 < 2100 \text{ kg/cm}^2.$$

Kiểm tra nhánh mái

Độ mảnh:

$$\lambda_{z2} = \frac{l_{nh}}{r_{z2}} = \frac{137,5}{6,02} = 22,8$$

$$\lambda_y = \frac{l_{y1}}{r_y} = \frac{1440}{21,2} = 68$$

$$\varphi_{min} = \varphi_y = 0,820$$

$$\text{Ứng suất: } \sigma = \frac{N_{nh}^m}{\varphi_y F_m} = \frac{425400}{0,82 \cdot 232,8} = 2220 > 2100 \text{ kg/cm}^2$$

Phải làm giảm ứng suất bằng cách tăng thêm tiết diện nhánh mái, hoặc giảm chiều dài tính toán theo phương ngoài mặt phẳng khung bằng cách thêm thanh chống phụ dọc nhà (xem H. 6 b). Cách sau chỉ thích hợp khi bước khung 6m; khi bước khung 12m. như ở ví dụ này, thanh chống sẽ quá nặng. Nên mở rộng tiết diện nhánh trong vũng mả lực nén lớn.

Ở thí dụ này, lực nén trong nhánh mái chỉ lớn ở chân cột, giảm rất nhiều ở vai cột (cần chú vào biểu đồ M), chỉ cần gia cố một khoảng mắt dưới cũng. Hàn thêm bản thép - 100 x 20 vào giữa hai thép góc. Tiết diện mới có:

$$F = 232,8 + 20 = 252,8 \text{ cm}^2$$

$$J_y = 104900 + \frac{2 \cdot 10^3}{12} = 105067 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{105067}{252,8}} = 20,3 \text{ cm}$$

trên chiều dài 137,5 cm
dưới cũng

Bán kính quán tính trung bình cho toàn chiều dài 14,4 m:

$$r_{ytb} = \frac{21,2 \cdot (14,4 - 1,38) + 20,3 \cdot 1,38}{14,4} = 21,12 \text{ cm}$$

Độ mảnh: $\lambda_y = \frac{1440}{21,12} = 68,2$; $\varphi_y = 0,819$

Ứng suất: $\sigma = \frac{425400}{0,819 \cdot 252,8} = 2060 < 2100 \text{ kg/cm}^2$

c - Tính thanh giằng

Lực cắt thực tế lớn nhất: $Q_A = 29,12 \text{ T}$

Lực cắt qui ước: $Q_{qu} = 20F = 20(232,8 + 167,2) = 8000 \text{ kg} < Q_A$

Góc α giữa trục nhánh và thanh xiên: $\text{tg } \alpha = \frac{120,4}{137,5} = 0,875 \rightarrow$
 $\alpha = 41^\circ 10'$; $\sin \alpha = 0,658$.

Lực nén trong thanh xiên: $D = \frac{Q}{2 \sin \alpha} = \frac{29,12}{2 \cdot 0,658} = 22,1 \text{ T}$

Chiều dài hình học của thanh xiên $l_x = \sqrt{137,5^2 + 120,4^2} = 183 \text{ cm}$

Giả thiết $\lambda = 80$, $\varphi = 0,75$; diện tích cần thiết của thanh xiên:

$$F_d = \frac{D}{0,75 \varphi R} = \frac{22,1}{0,75 \cdot 0,75 \cdot 2,1} = 18,7 \text{ cm}^2$$

Bảng thép góc L 125 x 8: $F = 19,7 \text{ cm}^2$; $r_{\min} = 2,49 \text{ cm}$.

Độ mảnh thanh xiên: $\lambda_{\max} = \frac{l_x}{r_{\min}} = \frac{183}{2,49} = 73,5$; $\varphi = 0,789$

Ứng suất: $\sigma = \frac{22100}{0,789 \cdot 19,7} = 1420 < 0,75 \cdot 2100 = 1575 \text{ kg/cm}^2$

Thanh ngang tính với lực cắt qui ước $Q'_{qu} = 20 F_{nh, \max}$, $F_{nh, \max}$ là diện tích lớn nhất.

$$Q'_{qu} = 20 \cdot 232,8 = 4656 \text{ kg}$$

Trong một mặt phẳng $Q'_1 = \frac{4656}{2} = 2328 \text{ kg}$, rất nhỏ.

Chọn tiết diện thanh ngang theo độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 150$.

Theo cấu tạo, dùng thép góc L 63 x 4, có $r_{\min} = 1,25 \text{ cm}$, $\lambda = \frac{120,4}{1,25} = 96,4 < 150$.

Liên kết thanh xiên vào nhánh dưng các đường hàn góc, dày 8 mm ở sống và 6 mm ở mép. Que hàn E 42 A.

$$\text{Chiều dài đường hàn sống: } l'_h = \frac{\frac{2}{3} D}{0,7 h_h R_g^h} = \frac{2 \times 22,1}{3 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,5} = 16,7 \text{ cm.}$$

Lấy $l' = 18 \text{ cm.}$

$$\text{Chiều dài đường hàn mép: } l''_h = \frac{\frac{1}{3} D}{0,7 h_h R_g^h} = \frac{22,1}{3 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,5} = 11,7 \text{ cm}$$

Lấy $l'' = 13 \text{ cm.}$

Liên kết thanh ngang bằng đường hàn chọn theo cấu tạo 40 x 50 mm.

d - Kiểm tra ổn định của toàn thân cột rỗng

Đặc trưng hình học của tiết diện cột:

$$F = F_{cc} + F_m = 167,2 + 232,8 = 400 \text{ cm}^2 ;$$

$$J_x = 5208 + 167,2 \cdot 70^2 + 8445 + 232,8 \cdot 50,4^2 = 1424200 \text{ cm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{1424200}{400}} = 59,7 \text{ cm.}$$

Độ mảnh tính đối đối với trục x - x :

$$\lambda_{td} = \sqrt{\lambda_x^2 + k_1 \frac{F}{2F_{th}}} = \sqrt{48,25^2 + 30 \frac{400}{2 \cdot 19,7}} = 51,3$$

$$\text{trong đó } \lambda_x = \frac{l_{x1}}{r_x} = \frac{2880}{59,7} = 48,2$$

$$k_1 = 30 \text{ với góc } \alpha = 41^\circ 10'$$

Độ lệch tâm tương đối:

$$m = \frac{MF_y}{NJ_x}$$

$$\text{với } y_{phải} = z_1 = 70 \text{ cm}$$

$$y_{trái} = z_2 + z_0 - 0,5 \delta = 50,4 + 4,6 - 1 = 54 \text{ cm. (xem H.20a)}$$

Kiểm tra với cặp $N_{max} = 370,89 T$, $M_{td} = 249,87 \text{ Tm}$ ở tiết diện I-I:

$$m = \frac{24987 \cdot 400 \cdot 54}{370,89 \cdot 1424200} = 1,015$$

với $\lambda_{td} = 51,3$ tra bảng II-8 phụ lục được $\varphi_{et} = 0,459$;

$$\sigma = \frac{370890}{0,459 \cdot 400} = 2020 < 2100 \text{ kg/cm}^2$$

Kiểm tra với cặp $M_{min} = -156,78 Tm$ và $N = 365,30 T$ ở tiết diện II.II

$$m = \frac{15678 \cdot 400 \cdot 70}{365,30 \cdot 1424200} = 0,845$$

với $\lambda_{td} = 51,3$ tra $\varphi_{tt} = 0,503$

$$\sigma = \frac{365300}{0,503 \cdot 400} = 1815 < 2100 \text{ KG/cm}^2$$

Như vậy, cột ổn định.

5) Nối hai phần cột. Vai cầu chạy.

1. Liên kết dầm cầu chạy.

Dầm cầu chạy đặt lên đầu mút nhánh cầu chạy thông qua bản đáy dày 20 - 30 mm. Sườn mút dầm có đầu dưới gọt nhọn truyền phân lực xuống dầm vai (hoặc bụng cột đặc bên dưới) và sườn công sơn hình tam giác (xem H.22, 23) (sườn công sơn này có thể là dầm vai kéo dài sang). Do sự truyền lực là tỉ trực tiếp, mọi đường hàn đều là cầu tạo, trừ đường hàn liên kết sườn tam giác phải tính chịu phân lực ép mặt tỉ lên sườn này.

2. Nối cột trên với cột dưới rộng.

Ở đầu mút cột dưới rộng, có dầm vai nối hai nhánh cột vừa để tăng cứng cho cột rộng, vừa để liên kết với cột trên.

Cánh ngoài cột trên nối với cánh ngoài cột dưới bằng đường hàn đối đầu thẳng (H.22) hoặc bằng bản phủ và đường hàn góc (như ở H.23). Vị trí mỗi nối này ở vào độ cao vai cầu chạy hoặc cao hơn một chút để ở vào chỗ mômen nhỏ hơn.

Cánh trong cột trên hàn vào bản thép K (đối đầu hoặc chõng); bản K này xẻ rãnh lõng vào dầm vai. Bụng cột trên nối vào dầm vai qua tấm sườn lót và các đường hàn góc; bê dày đường hàn này lấy bằng bê dày bản mỏng hơn của liên kết (thường là bản bụng cột trên).

Mọi đường hàn nối cánh đều tính với nội lực truyền qua cánh cột trên, bằng

$$S = \frac{N}{2} \pm \frac{M}{b_{tr}} \quad (3.13)$$

N, M : nội lực tính toán tại tiết diện III - III. Khi tính đường hàn cánh ngoài thì dùng M_{max}^+ , tính cánh trong thì dùng $M_{max}^{(-)}$ (M_{min} , dấu âm).

b_{tr} : khoảng cách 2 trục cánh cột trên.

Ví dụ tính đường hàn đôi đầu thẳng nối cánh ngoài (H.22)

$$\sigma_h = \frac{S_{ngoài}}{\delta l_h} \leq R_n^h$$

Chiều dài đường hàn 2 nối cánh trong với bản k (H.23)

$$l_h = \frac{S_{trg}}{2.07h_k \cdot R_g^h}$$

Đường hàn 3 của bản k (H.23) :

$$l_h = \frac{S_{trg}}{4.07h_k \cdot R_g^h}$$

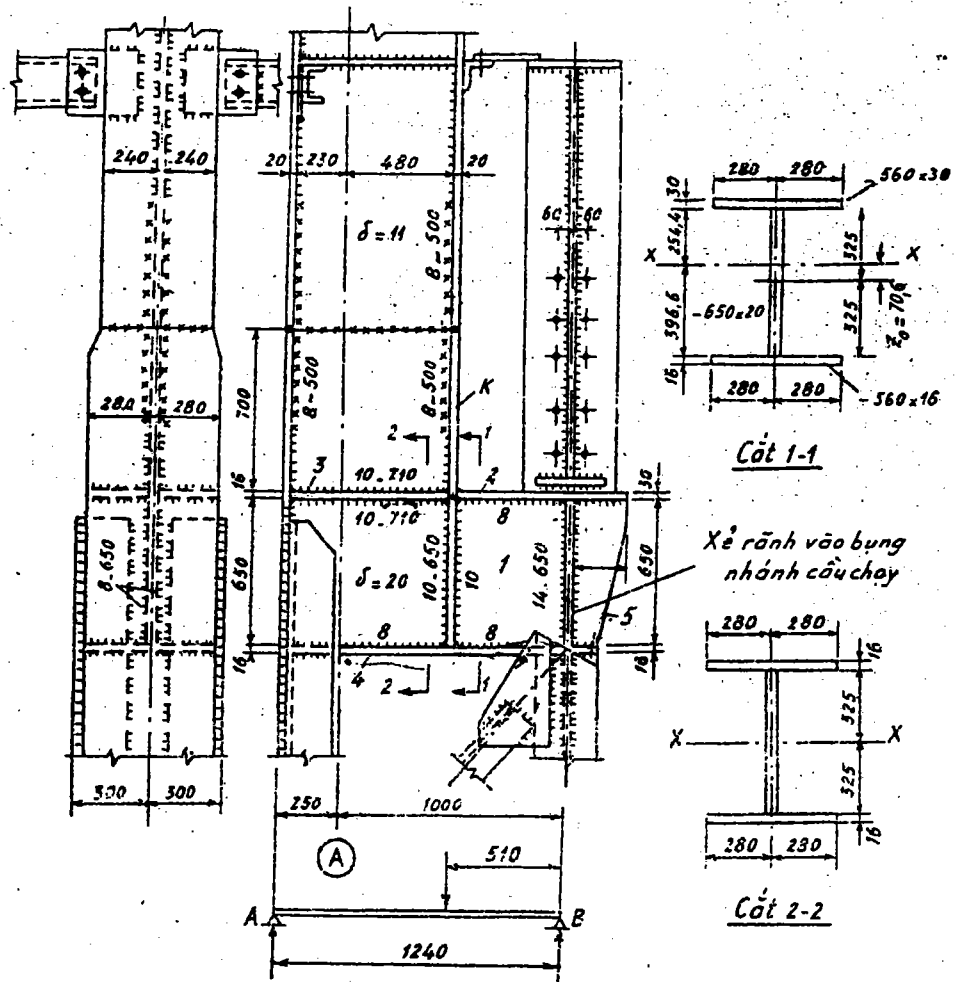
Dầm vai tính như một dầm đơn giản chịu lực tập trung truyền từ cánh trong của cột trên. Tiết diện chịu uốn của dầm vai là chữ I, ngoài thành đứng rõ còn có : cánh trên là bản dầy trên vai cầu chày và tấm sườn lót liên kết bụng cột trên ; cánh dưới là bản thép nằm ngang, làm nhiệm vụ tấm vách cứng. Bề dày dầm vai phải đủ để chịu được ép mặt do phản lực D_{max} của dầm cầu chày. Bề cao dầm vai phải đủ chứa được đường hàn liên kết nó vào nhánh cột, các đường hàn này tính chịu phản lực tựa của dầm vai (xem sơ đồ ở H.22).

Các đường hàn góc nằm ngang liên kết bản dầy và tấm sườn lót với cánh trong cột trên tính với nội lực nén trong cánh trên của dầm vai, nội lực này bằng ứng suất trung bình trong cánh nhân với diện tích cánh dầm vai. Các đường hàn giữa hai cánh và thành đứng của dầm vai tính như liên kết cánh bụng của dầm chịu uốn.

Đối với đồ án môn học, để bớt khối lượng tính toán, có thể coi dầm vai chỉ có tiết diện chữ nhật. Chỉ cần tính toán :

- Kiểm tra tiết diện dầm vai về uốn, về ép mặt.
- Tính các đường hàn đứng liên kết dầm vai với nhánh cột.

Còn cánh trên, cánh dưới của dầm vai và mọi đường hàn nằm ngang đều lấy theo cấu tạo, không tính toán.



H.22 - Nối cột trên với cột dưới rộng (Thí dụ 9)

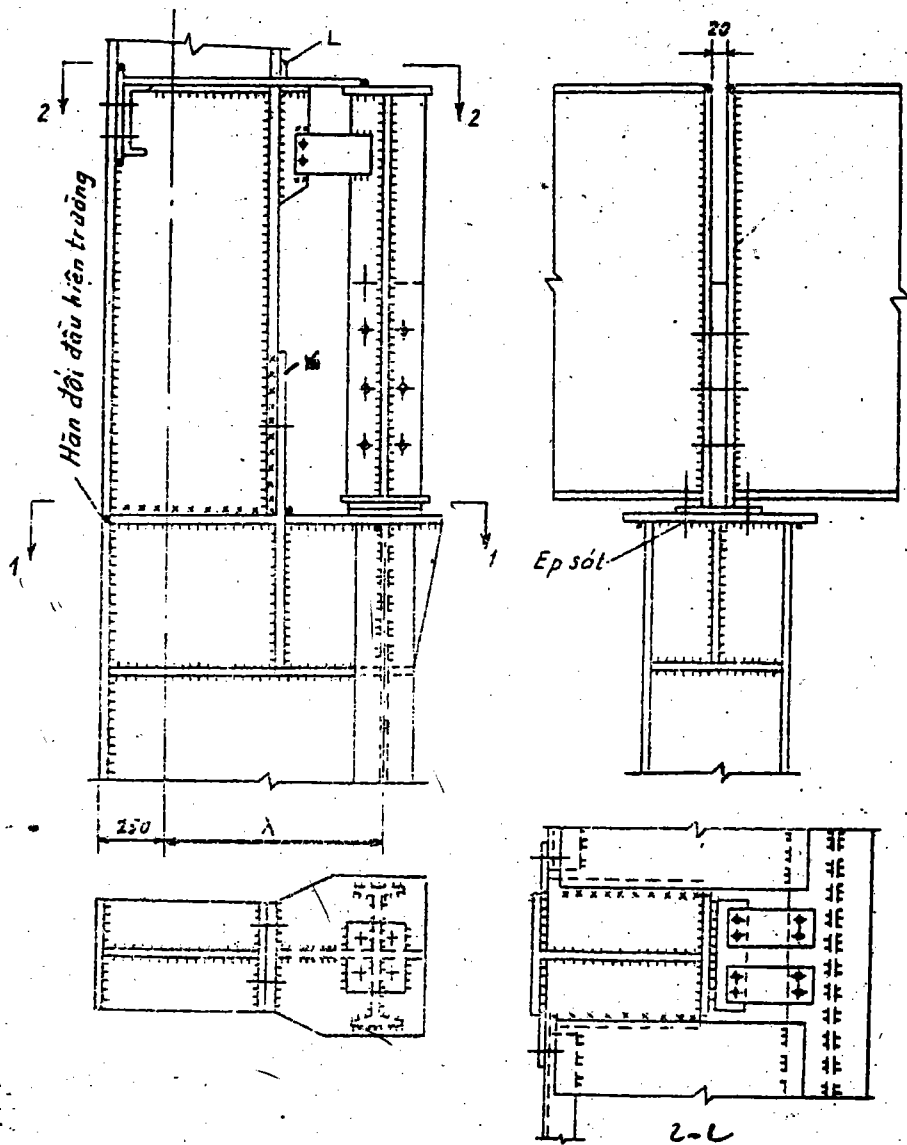
1. Dầm vai ; 2. Bản dầy ; 3. Tấm sườn lót ; 4. Vách cứng ; 5. Sườn công.

3 - Nối cột trên với cột dưới đặc

Cấu tạo chỗ nối này tương tự như đối với cột dưới rộng, cá khác là có thể dùng ngay bụng cột dưới làm dầm ngang, nếu bề dày bụng cột đủ để chịu ép mặt do D_{max} ; nếu không đủ thì vẫn phải làm dầm vai có bề dày lớn hơn.

Cần phải tính toán: nối cánh ngoài của cột trên, liên kết cánh trong của cột trên với bản k và liên kết bản k vào dầm vai; liên kết sườn công sơn tam giác nếu sườn này không phải là dầm vai kéo dài song.

Không phải kiểm tra dầm vai vế uốn. Mọi bản thép nằm ngang của dầm vai, mọi đường hàn ngang liên kết dầm vai với các phân cột đều lấy theo cấu tạo.



Hình 23 — Nối cột trên với cột dưới đặc

Thí dụ 9 — Tính chỗ nối hai phân cột trên và cột dưới rộng ở thí dụ 6 và thí dụ 8. Que hàn $\varnothing 42A$.
Cặp nội lực tính toán ở tiết diện III - III, theo bảng tổ hợp nội lực:

$$M_{max} = 40,36 ; N_{2U} = 72,40$$

$$M_{min} = -55,29 ; N_{1D} = 95,08$$

Ta dùng phương án dầm vai 1 thành, có cấu tạo như H.22.

Nội lực trong cánh ngoài cột trên :

$$S_{ng} = \frac{72,40}{2} + \frac{40,36}{0,73} = 36,20 + 55,20 = 91,40 \text{ T}$$

Nội lực ở cánh trong cột trên :

$$S_{trg} = \frac{95,08}{2} + \frac{55,29}{0,73} = 47,54 + 75,80 = 123,34 \text{ T}$$

Nối cánh ngoài bằng đường hàn đối đầu thẳng :

$$\sigma_h = \frac{S_{ng}}{\delta l_h} = \frac{91400}{2 \times (48-1)} = 969 < R_n^h = 2100 \text{ kg/cm}^2$$

Có thể nhận xét rằng đối với khung cứng, nội lực trong cánh ngoài cột ở tiết diện III-III luôn luôn nhỏ, có thể dùng đường hàn đối đầu thẳng không cần tính toán.

Cánh trong cũng nối với bản K bằng đường hàn đối đầu thẳng

$$\sigma_h = \frac{123340}{2 \times (48-1)} = 1314 < R_n^h = 2100 \text{ kg/cm}^2$$

Tính dầm vai - Phản lực tựa và mômen uốn của dầm vai, theo sơ đồ H.24.

$$A = \frac{123,34 \cdot 0,51}{1,24} = 50,7 \text{ T}; \quad B = 123,34 - 50,7 = 72,64 \text{ T}$$

$$M = 72,64 \cdot 0,51 = 37,0 \text{ Tm}$$

Ở đây, dầm cầu chạy truyền lực trung tâm qua sườn mút dầm, nên bề dày dầm vai phải xác định do điều kiện ép mặt :

$$\delta_{dv} = \frac{D_{max}}{(b_s + 2\delta_{bd}) R_{cm,d}} = \frac{283,9}{(40 + 2 \cdot 3) 3,2} = 1,93 \text{ cm}$$

trong đó

D_{max} : xem thí dụ 1

b_s : bề rộng sườn mút dầm cầu chạy

δ_{bd} : bề dày bản dầy trên mút nhánh cầu chạy
 Ở đây, coi lực D_{max} truyền qua bề dày bản dầy với góc 45° .

Bề cao của dầm vai phải đủ để chứa chiều dài 4 đường hàn góc liên kết nó vào nhánh cột. Dùng $h_h = 14 \text{ mm}$, ta có

$$h_{dv} = \frac{B + D_{\max}}{4 \cdot 0,7 \cdot h_h \cdot R_g^h} = \frac{72640 + 283900}{4 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 1500} + 1 \approx 61 \text{ cm.}$$

Dùng dầm vai tiết diện 650×20

Bề dày các đường hàn góc liên kết bản thép K xẻ rãnh lõng vào dầm vai, với chiều dài tính toán lớn nhất của đường hàn cạnh là $l_h = 60 \text{ cm} = 60 l_h$

$$h_h = \sqrt{\frac{S_{trg}}{4 \cdot 0,7 \cdot 60 \cdot R_g^h}} = \sqrt{\frac{123340}{4 \cdot 0,7 \cdot 60 \cdot 1500}} = 0,7 \text{ cm.}$$

Lấy là $h_h = 10 \text{ mm}$.

Kiểm tra tiết diện dầm vai về uốn.

Tiết diện I của dầm vai gồm:

- Cánh trên là sườn lót tiết diện 560×16 trong phạm vi bề rộng cột trên và bản dầy 560×30 của vai cầu chày.
- Cánh dưới là tấm cứng 560×16 .

Kiểm tra cường độ của dầm ở tiết diện 1-1 và 2-2.

$$\text{Tiết diện 1-1: } F = 56 \cdot 3 + 65 \cdot 2 + 56 \cdot 1,6 = 386,6 \text{ cm}^2$$

$$Z_0 = \frac{56 \cdot 3 \cdot 34 - 56 \cdot 1,6 \cdot 33,3}{386,6} = 7,06 \text{ cm}$$

$$J_x = \frac{2 \cdot 65^3}{12} + 130 \cdot 7,06^2 + 168 \cdot 26,94^2 + 89,6 \cdot 40,36^2 = 320400 \text{ cm}^4$$

$$W_{x \min} = \frac{320400}{41,16} = 7775 \text{ cm}^3; \quad S_x = 168 \cdot 26,94 + 2 \cdot \frac{21,44^2}{2} = 5767 \text{ cm}^3$$

$$S_{ctr} = 168 \cdot 26,94 = 4520 \text{ cm}^3; \quad S_{cd} = 89,6 \cdot 40,36 = 3620 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W_{x \min}} = \frac{3700000}{7775} = 480 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{Q S_x}{J_x \delta} = \frac{72640 \cdot 5767}{320400 \cdot 2} = 586 < 1300 \text{ kg/cm}^2$$

Nội lực trong cánh trên của dầm vai:

$$N'_{ctr} = F_{ctr} \cdot \sigma_{ctr} = \frac{3700000}{320400} \cdot 26,94 \cdot 168 = 52700 \text{ kg}$$

Tiết diện 2-2 :

$$F = 2.56 \cdot 1,6 + 65 \cdot 2 = 309,2 \text{ cm}^2$$

$$J_x = \frac{2 \cdot 65^3}{12} + 2 \cdot 89,6 \cdot 33,3^2 = 244750 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 7165 \text{ cm}^3 ; S_x = 89,6 \cdot 33,3 + \frac{2 \cdot 32,5^2}{2} = 4035 \text{ cm}^3$$

$$S_c = 89,6 \cdot 33,3 = 2980 \text{ cm}^3 ;$$

$$\sigma = \frac{3700000}{7165} = 520 \text{ kg/cm}^2 ; \tau = \frac{50700 \cdot 4035}{244750 \cdot 2} = 417 < 1300 \text{ kg/cm}^2$$

Nội lực trong cánh trên :

$$N''_{ctr} = \frac{3700000}{320400} \cdot 33,3 \cdot 89,6 = 45500 \text{ kg}$$

Bề dày đường hàn giữa cánh và bụng của dầm vai :

$$\delta^{\text{phía trái}} : h_h = \frac{Q_A S_{ctr}}{J_x \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot R_g^h} = \frac{50700 \cdot 2980}{244750 \cdot 1,4 \cdot 1500} = 0,3 \text{ cm}$$

$$\delta^{\text{phía phải}} : h_h = \frac{Q_B S_{ctr}}{J_x \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot R_g^h} = \frac{72640 \cdot 4520}{320400 \cdot 1,4 \cdot 1500} = 0,5 \text{ cm}$$

Dùng bề dày đường hàn cánh cực tiểu theo qui định : $h_h = 8 \text{ mm}$

Đường hàn ngang liên kết bản đáy và sườn lót với cánh trong cột trên được tính với nội lực truyền qua cánh trên của dầm vai, $\delta^{\text{đáy}}$ là N'_{ctr} , lớn hơn

$$h_h = \frac{52700}{0,7 (56 \cdot 2 - 2 - 1,3) \cdot 1500} = 0,5 \text{ cm.}$$

Theo cấu tạo, lấy $h_h = 10 \text{ mm}$.

Dầm vai liên kết vào nhánh mới cột dưới bằng 2 đường hàn góc:

$$h_h = \frac{A}{2 \cdot 0,7 l_h R_g^h} = \frac{50700}{1,4 \cdot (65-1)1500} = 0,38 \text{ cm.}$$

Lấy $h_h = 8 \text{ mm}$.

Chú ý — Đối với đồ án môn học, có thể coi tiết diện dầm vai chỉ có hình chữ nhật. Cánh trên, cánh dưới dầm vai và mọi đường hàn liên quan đều chọn theo cấu tạo, không tính toán.

6) Chân cột đặc

Cấu tạo phổ biến của chân cột đặc vẽ ở H. 24. Ở đây dùng bản đế chung, dầm để tách đôi, ngoài ra, có các sườn gia cố bản đế, sườn cho bulông neo. Trục giữa của bản đế trùng với trục cột dưới (bản đế đối xứng), tuy nhiên, khi mômen khá lớn so với lực dọc, nên dịch lệch bản đế về phía mômen lớn, như vậy giảm được bê dãi và bê dầy của bản đế.

Tính chân đặc gồm các việc: tính kích thước bản đế, tính dầm để và các sườn, tính các đường hàn liên kết và tính bulông neo. Nội lực tính chân cột là nội lực ở tiết diện I-I của cột.

1 - Xác định kích thước bản đế.

Kích thước dài rộng $L \times B$ của bản đế được xác định do điều kiện cường độ của vật liệu móng (bê tông mác 100-200)

Bề rộng B của bản đế lấy theo điều kiện cấu tạo, lớn hơn bề rộng nhánh cột b_c chừng 6-8 cm:

$$B = b_c + 2\delta_{dt} + 2c$$

δ_{dt} : bê dầy dầm để.

c : đoạn bản đế thò quá khỏi dầm để, bằng 2.5 cm

Chiều dài bản đế tính bằng công thức (bản đế đối xứng):

$$L = \frac{N}{2BR_u} + \sqrt{\left(\frac{N}{2BR_u}\right)^2 + \frac{6M}{BR_u}}$$

trong đó R_u : cường độ chịu nén khi uốn của bê tông móng. Kích thước B, L lấy chẵn 10 mm.

Có B, L , xác định ứng suất biên bên dưới bản đế:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{BL} + \frac{6M}{BL^2} \quad (\text{nén})$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{BL} - \frac{6M}{BL^2} \quad (\text{nén nếu } \frac{N}{BL} > \frac{6M}{BL^2}, \text{ kéo nếu ngược lại}).$$

và tính các trị số trung gian σ_2, σ_3 v.v...

Bê dầy bản đế xác định từ điều kiện chịu uốn do phản lực móng. Tính mômen uốn đối với từng ô bản đế, tải trọng coi

như phân bố đều và bằng ứng suất lớn nhất trong ô đó.

Ô 1 : Bản làm việc như công sôn vì hầu như bao giá cũng có tỉ lệ $\frac{b}{a_1} > 2$.

Đoạn công sôn a_1 tính từ trục sườn ngấn đến mép bản lấy bằng 10 cm.

Mômen uốn : $M_1 = \frac{\sigma_{max} a_1^2}{2}$ (đúng ra, phải lấy nhíp

là a_1 trừ đi nửa bề dày sườn ngang. Có thể, thiên về an toàn, lấy kích thước các ô là tính từ trục các bản thép).

Ô 2 : Bản kê bốn cạnh. Mômen uốn :

$$M_2 = \alpha_1 \beta_2 a_2^2 \quad (3.15)$$

trong đó a_2 : cạnh nhỏ của ô

α_1 : hệ số lấy theo bảng 4 tùy theo tỉ lệ cạnh lớn trên cạnh nhỏ $\frac{b_c}{a_2}$. Khi $\frac{b_c}{a_2}$ tính như dầm đơn giản và $\alpha_1 = 0,125$.

Ô 3 : Bản kê ba cạnh. Mômen lớn nhất ở điểm giữa của cạnh tự do :

$$M = \beta \beta_3 a_3^2$$

trong đó a_3 : cạnh tự do

β : hệ số tra bảng 5 phụ thuộc b/a_3 .

Khi $b/a_3 > 2$ bản tính như dầm đơn giản nhíp a_3 .

Khi $b/a_3 < 0,5$ tính như công sôn nhíp $b \approx \frac{B}{2}$.

Ô 4 : Khi $a_3 \geq a_4$, không cần tính mômen.

Ô 5 : Mômen chỉ xuất hiện khi bê tông dưới bản dề bị nén. Nếu $a_5 > a_2$, cần tìm cặp nội lực ở tiết diện I-I gây nên lên móng ở phía phải (M_{min} , N hoặc N_{max} , M_{tr}) và tính mômen M_5 .

Hệ số α_1 tính bản kê bốn cạnh

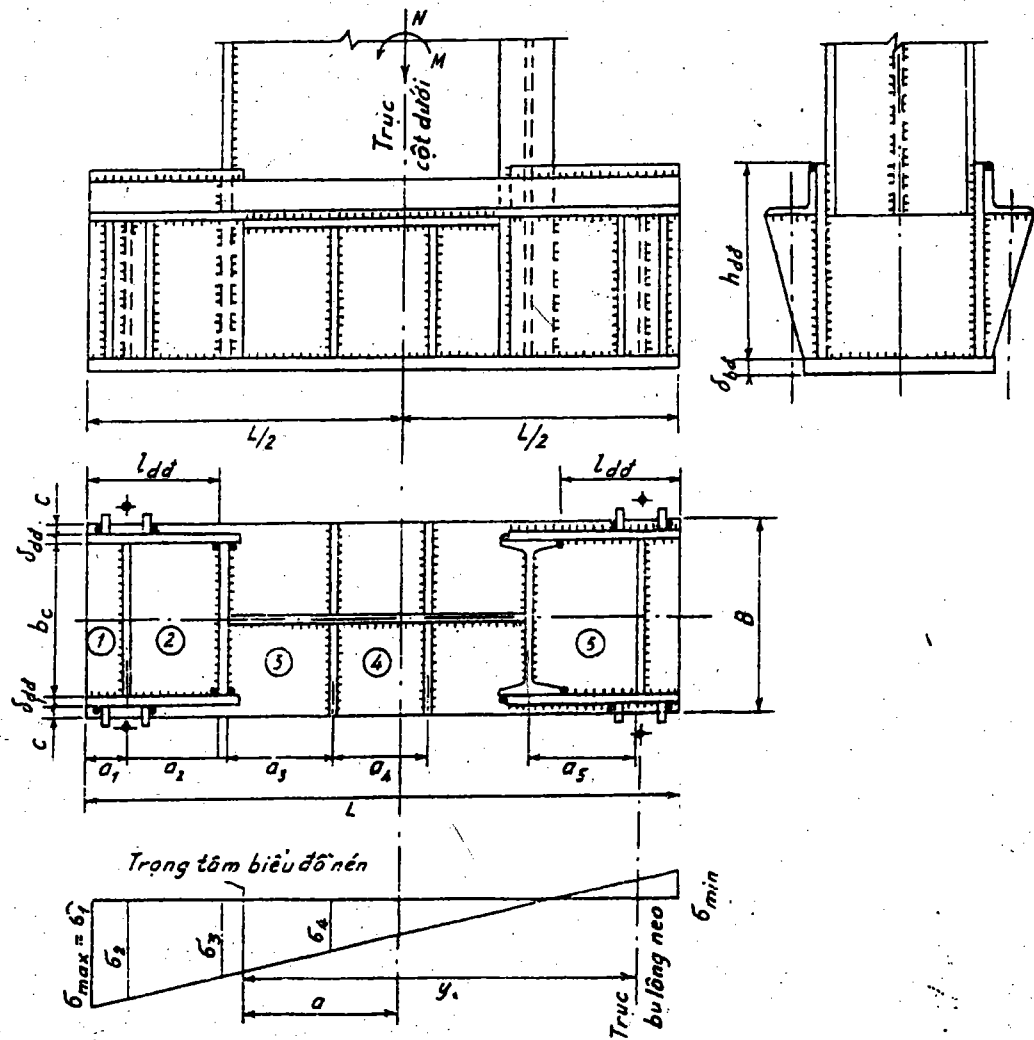
BẢNG 4

b/a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	∞
α_1	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081	0,086	0,091	0,094	0,098	0,100	0,125

Hệ số β tính bản kê ba cạnh

BẢNG 5

b/a	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	2	∞
β	0,060	0,074	0,088	0,097	0,107	0,112	0,120	0,126	0,132	0,153



H.24 - Chân cột đặc

Các ô phải được chia sao cho các mômen không khác nhau nhiều. Theo trị số mômen lớn nhất, tính bề dày bản kê:

$$\sigma_{bd} = \sqrt{\frac{6M}{R}} \quad (3.17)$$

R : cường độ tính toán của thép.

Bê dày bản đế chọn theo qui cách (xem bảng VI-5 phyluc), nhưng không quá 40 mm. Nếu tính ra bê dày lớn hơn, phải thay đổi cấu tạo chân cột, giảm kích thước ô có mômen quá lớn và tính lại.

2 - Tính dầm đế, sườn ngăn và sườn gia cố.

Các bộ phận này chịu phản lực của bản đế truyền lên. Sơ đồ diện tích truyền lực được vẽ theo qui luật phân giác (xem H.24); tải trọng lên mỗi cấu kiện sẽ là hình thang hoặc hình tam giác; tuy nhiên để đơn giản tính toán, ta luôn luôn coi là phân bố đều.

a) Kích thước dầm đế xác định từ điều kiện bền chịu mômen uốn và lực cắt như dầm công sơn nhịp l_{dd} ; ngoài ra, bê cao h_{dd} của nó còn do điều kiện liên kết nó vào nhánh cột.

Mômen uốn của dầm đế (thiên về an toàn):

$$M_{dd} = \frac{\sigma_{max} B_1 \times l_{dd}^2}{2} \quad (3.18)$$

Lực cắt $Q_{dd} = \sigma_{max} B_1 l_{dd}$

trong đó $B_1 = \frac{B}{2}$, bề rộng của diện tích truyền lực lên dầm đế:

Điều kiện bền:

$$\sigma = \frac{M_{dd}}{W_{dd}} \leq R \text{ với } W_{dd} = \frac{\delta_{dd} h_{dd}^2}{6}$$

$$\tau = \frac{Q_{dd}}{h_{dd} \delta_{dd}} \leq R_c$$

Đường hàn liên kết dầm đế vào nhánh cột được kiểm tra theo công thức:

$$\sqrt{\sigma_h^2 + \tau_h^2} \leq R_g^h$$

với $\sigma_h = \frac{M_{dd}}{W_h}$; $\tau_h = \frac{Q_{dd}}{F_h}$

và $W_h = \frac{2.07 h_h (h_{dd} - 1)^2}{6}$; $F_h = 2.07 h_h (h_{dd} - 1)$

Thông thường, bê cao dầm đế vào khoảng 400 - 700 mm, bê dày 10-16 mm. Đường hàn liên kết dày bằng bê dày dầm đế.

b) Sườn ngăn đặt ở trục các bulông neo, nối hai bên dầm để. Tải trọng tác dụng lên nó thu từ bản để truyền vào, ví dụ đối với sườn ngăn bên trái (H.24)

$$q = b_2 (a_1 + a_2)$$

Tiết diện sườn ngăn được kiểm tra về bên chịu mômen uốn như ở dầm đơn giản ($M = \frac{q l^2}{8}$). Liên kết sườn ngăn với dầm để tính với phản lực $\frac{q l}{8}$. Liên kết này thường chỉ đặt ở một phía (phía ngoài) của sườn ngăn cho dễ hàn.

Ở đồ án môn học, có thể lấy chiều cao sườn ngăn bằng chiều cao dầm để; bề dày sườn và bề dày đường hàn lấy bằng δ_{st} . Khi đó không cần tính toán sườn ngăn nữa.

c) Các sườn công sơn khác đều tính chịu tải trọng từ phần diện tích bản để lên nó. Nếu sườn chỉ liên kết vào dầm để bằng các đường hàn đứng như sườn tam giác đỡ đầu bulông neo, các đường hàn này phải tính chịu mômen và lực cắt như công thức (3.18). Các sườn ở giữa bản để, được hàn bằng cả các đường hàn ngang vào bản để và vào bản rãnh ngang D bên trên, tạo nên một kết cấu thống nhất thì các đường hàn đứng liên kết sườn vào bản để chỉ cần tính với lực cắt. Tiết diện sườn quyết định bởi tiết diện đường hàn, không cần tính toán.

d) Cuối cùng, phải tính các đường hàn ngang. Các đường hàn ngang liên kết dầm để, sườn ngăn, sườn với bản để được tính phản lực móng truyền qua bản để lên. Tại mỗi diện truyền lực của bản để, ta xét một giải dài 1 cm, tính phản lực móng truyền lên giải đó và cho đường hàn ngang dài 1 cm. trong vùng đó chịu phản lực này. Cụ thể xem ở thí dụ 10.

3 - Tính bulông neo

Bulông neo được tính với tổ hợp nội lực gây lực kéo lớn nhất giữa bản để và móng, tức là gây lực kéo lớn nhất trong nhánh cột. Muốn vậy, N phải nhỏ nhất và M phải lớn nhất (ở tiết diện I-I). Ví dụ xem bảng nội lực trong 35-36,

ta thấy : gây kéo lớn nhất ở nhánh ngoài là tổ hợp 1, 7 ;
gây kéo lớn nhất ở nhánh cầu chạy là tổ hợp 1, 2, 4, 5, 8
(tức là M_{max} , N_{tu}). Theo qui phạm, khi tính bulông neo,
hệ số vượt tải của tải trọng tĩnh là 0,9 chứ không phải 1,1.

Như vậy, nội lực do tổ hợp 1+7 (tổ hợp cơ bản) sẽ là :

$$M = 49,21 \cdot \frac{0,9}{1,1} - 128,78 = -88,52 \text{ Tm}$$

$$N = 92,70 \cdot \frac{0,9}{1,1} = 75,8 \text{ T}$$

Do tổ hợp 1, 2, 4, 5, 8 (tổ hợp bổ xung)

$$M = 49,21 \cdot \frac{0,9}{1,1} + 18,92 + 38,70 + 43,11 + 112,14 = 253,15 \text{ Tm}$$

$$N = 92,70 \cdot \frac{0,9}{1,1} + 22,68 + 82,08 = 180,56 \text{ T}$$

Lực kéo nhánh ngoài : $\frac{M}{c} - N \frac{y}{c}$

$$N_{nh}^m = \frac{88,52}{1,204} - \frac{75,8 \cdot 0,7}{1,204} = 73,5 - 44,0 = 29,5 \text{ T}$$

Lực kéo nhánh cầu chạy :

$$N_{nh}^{cc} = \frac{253,13}{1,204} - \frac{180,56 \cdot 0,504}{1,204} = 210 - 75,5 = 134,5 \text{ T}$$

Diện tích cần thiết của bulông neo đặt ở vùng kéo :

$$F_{th} = \frac{M - Na}{y R_{neo}} \quad (3.19)$$

M, N : cặp mômen và lực nén ở chân cột gây kéo ở phía
đặt bulông.

a : khoảng cách từ trục cột đến trọng tâm vùng nén
của biểu đồ ứng suất dưới bản dề.

y : khoảng cách từ trục bulông neo đến trọng tâm
vùng nén của biểu đồ ứng suất.

R : cường độ tính toán chịu kéo của bulông neo
(xem bảng II-4 phụ lục). Chọn ra diện tích một
bulông và số bulông. Đường kính bulông không
nên lớn quá 80 mm. Nếu 2 bulông đường kính 80
không đủ thì dùng 4 bulông đường kính nhỏ hơn.

HFE

Quy cách bu lông neo và chiều dài chôn trong móng cho ở bảng VI.11 phụ lục.

Đối với đồ án môn học, có thể chỉ cần tính với một cặp nội lực gây kéo nhiều nhất cho một bên; phía bên kia cũng đặt các bu lông neo cũng tiết diện.

Thí dụ 10 — Tính chân cột đặc của thí dụ 7 và dùng bảng nội lực trang 35 - 36.

Để tính chân cột, ta dùng cặp nội lực đã dùng chọn tiết diện cột ở tiết diện I-I:

$$N_{max} = 370,89 \text{ T} ; M_{tu} = 249,87 \text{ Tm}$$

1) Kích thước bản đế

Bề rộng B định trước do cấu tạo:

$$B = b_c + 2\delta_{đđ} + 2c = 60 + 2 \cdot 1,4 + 2 \cdot 2,1 = 67 \text{ cm}$$

Móng làm bằng bê tông mác 150, $R_u = 80 \text{ kg/cm}^2$

Chiều dài L:

$$L = \frac{370 \cdot 890}{2 \cdot 67 \cdot 80} + \sqrt{\left(\frac{370 \cdot 890}{2 \cdot 67 \cdot 80}\right)^2 + \frac{6 \cdot 249,87 \cdot 10^5}{67 \cdot 80}} = 205 \text{ cm}$$

Ta dùng $L = 2 \text{ m}$.

Chiều dài tối thiểu do cấu tạo của cột bằng bề rộng cột, cộng với hai phần chôn cột thò ra ngoài trục cột $l_{đđ}$. Trị số $l_{đđ}$ phụ thuộc vào cấu tạo cột và bố trí bu lông neo, ta chọn ít nhất là 250 mm.

$$\text{Vậy } L_{min} = 1,25 + 2 \cdot 0,25 = 1,75 \text{ m} < L$$

Bản đế có thể đặt đối xứng đối với trục cột. Ở đây, trị số mômen uốn khá lớn, để giảm bớt mômen đi, ta đặt lệch bản đế so với trục cột một khoảng e (đồng thời để nội dung của thí dụ thêm phong phú).

Trị số e lớn nhất có thể được căn cứ vào cấu tạo chân cột, bằng:

$$\begin{aligned} e_{max} &= 0,5 L - (z_1 + l_{đđmin}) = \\ &= 0,5 \cdot 2 - (0,62 + 0,25) = 0,13 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Ta lấy $e = 0,13 \text{ m}$. Cấu tạo chân cột vẽ ở H.25

Mômen uốn truyền qua bản đế là:

$$M' = M - N_e = 249,87 - 370 \cdot 89 \cdot 0,13 = 201,57 \text{ Tm}$$

$$k_{uo} = \frac{M}{F \cdot y} - \frac{N_a}{F \cdot y}$$

Ứng suất bên dưới bản đế :

$$\sigma_{max} = \sigma_1 = \frac{370890}{200 \cdot 67} + \frac{20157000 \times b}{67 \cdot 200^2} = 27,8 + 44,2 = 72 \text{ KG/cm}^2 \text{ (nén)}$$

$$\sigma_{min} = -27,8 + 44,2 = 16,4 \text{ KG/cm}^2 \text{ (kéo)}$$

Vị trí điểm không của biểu đồ ứng suất :

$$x = \frac{72 \cdot 200}{72 + 16,4} = 163 \text{ cm}$$

Từ đó tính được các trị số trung gian σ_2, σ_3 v.v..., ghi trên biểu đồ.

Tính mômen uốn tại mỗi ô

Ô 1 có $\frac{b}{a} = \frac{9,5}{60} < 0,5$, làm việc như công sôn

$$M_1 = \frac{\sigma_1 \cdot a_1^2}{2} = \frac{72 \cdot 9,5^2}{2} = 3250 \text{ KGcm/cm}$$

Ô 2 : diện tích ô quá rộng, ta thêm một sườn B chia đôi ô;

$$\text{tỉ lệ cạnh } \frac{b}{a} = \frac{39,3}{29,5} = 1,335. \text{ Bản kê 4 cạnh } \alpha_1 = 0,071$$

$$M_2 = \alpha_1 \cdot \sigma_2 \cdot a_2^2 = 0,071 \cdot 67,5 \cdot 29,5^2 = 4170 \text{ KGcm/cm}$$

Ô 3, kê 3 cạnh $\frac{b}{a} = \frac{32,9}{30} = 1,1$; $\beta = 0,116$

$$M_3 = \beta \cdot \sigma_3 \cdot a_3^2 = 0,116 \cdot 50 \cdot 30^2 = 5220 \text{ KGcm/cm (max)}$$

Các ô khác đều có tải trọng nhỏ hơn hoặc kích thước nhỏ hơn.
Bề dày bản đế:

$$\delta_{bd} = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 5220}{2100}} = 3,86 \text{ cm}$$

$$\text{Dùng } \delta_{bd} = 40 \text{ mm}$$

2) Tính dầm đế, sườn ngắn

Tải trọng truyền lên dầm đế :

$$q_{dd} = \sigma_1 \cdot B_1 = 72 \times 33,5 = 2415 \text{ KG/cm}$$

$$\text{Mômen : } M_{dd} = \frac{q_{dd} l_{dd}^2}{2} = \frac{2415 \times 49,8^2}{2} = 2900000 \text{ KG cm}$$

$$\text{Lực cắt : } Q_{dd} = 2415 \times 49,8 = 120000 \text{ KG}$$

Lấy bề dày dăm dẽ $\delta_{dd} = 14 \text{ mm}$.

Bề cao cần thiết do điều kiện chịu uốn :

$$h_{dd} = \sqrt{\frac{6 M_{dd}}{\delta_{dd} R}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 2900000}{1,4 \cdot 2100}} = 76,1 \text{ cm}$$

Do điều kiện cắt :

$$h_{dd} = \frac{Q}{\delta_{dd} R_c} = \frac{120000}{1,4 \cdot 1300} = 66 \text{ cm}$$

Dùng tiết diện bản dẽ $760 \times 14 \text{ mm}$ chung cho cả hai nhánh.

Đường hàn liên kết dăm dẽ vào nhánh có $h_h = 14 \text{ mm}$.

$$W_h = \frac{2 \times 0,7 \cdot 1,4 (76 - 1)^2}{6} = 1840 \text{ cm}^3$$

$$F_h = 2 \cdot 0,7 \cdot 1,4 (76 - 1) = 147 \text{ cm}^2$$

Kiểm tra đường hàn :

$$\sigma_h = \frac{M_{dd}}{W_h} = \frac{2900000}{1840} = 1580 \text{ KG/cm}^2$$

$$\tau_h = \frac{Q_{dd}}{F_h} = \frac{120000}{147} = 816 \text{ KG/cm}^2$$

$$\sqrt{\sigma_h^2 + \tau_h^2} = \sqrt{1580^2 + 816^2} = 1780 \text{ KG/cm}^2 > R_g^h = 1500 \text{ KG/cm}^2$$

Phải tăng bề cao dăm dẽ hoặc bề dày đường hàn.

Tuy nhiên, nếu ta hàn dăm dẽ không chỉ bằng các đường hàn đứng mà cả các đường hàn ngang vào bản dẽ và vào thép góc đỡ bulông neo bên trên để tạo nên một khối thống nhất như thực tế vẫn làm thì mômen sẽ do các đường hàn ngang này chịu; đường hàn ngang đứng liên kết dăm dẽ vào nhánh cột chỉ truyền phần lực đường Q

$\tau_h = 816 \text{ KG/cm}^2 < R_g^h = 1500 \text{ KG/cm}^2$, đủ cường độ.
Thậm chí còn có thể giảm h_h đi nữa.

Sườn ngăn A của nhánh ngoài chịu tải trọng :

$$q_A = 67,5 \cdot (10 + 0,5 \cdot 39,8) = 2100 \text{ KG/cm}$$

$$\text{Mômen : } M_A = \frac{q_A L_A^2}{8} = \frac{2100 \cdot 60^2}{8} = 945000 \text{ KGcm}$$

Dùng sườn ngăn cao từ bản đế đến thép góc giằng :

$$h_A = 62 \text{ cm và dày } \delta_A = 1 \text{ cm}$$

$$\sigma = \frac{6M}{h_A^2 \delta_A} = \frac{6 \cdot 945000}{62^2 \cdot 1} = 1470 \text{ KG/cm}^2 < 2100 \text{ KG/cm}^2$$

Bê-dây đường hàn liên kết sườn ngăn A vào dầm đế (liên kết hai bên)

$$h_h = \frac{q_A \cdot 0,5 L_A}{2 \cdot 0,7 l_h R_g^h} = \frac{2100 \cdot 30}{2 \cdot 0,7 (62-1) \cdot 1500} = 0,49 \text{ cm}$$

$$\text{Dùng } h_h = 8 \text{ mm}$$

Sườn gia cố B : chịu tải trọng $q_B = \frac{67,5 + 50}{2} \cdot 30 = 1770 \text{ KG}$

$$\text{Mômen : } M_B = \frac{1770 \cdot 39,3^2}{8} = 342000 \text{ KGcm}$$

Với bê-dây 1 cm. chiều cao sẽ là :

$$h_B = \sqrt{\frac{6 \cdot 342000}{1 \cdot 2100}} = 31,3 \approx 32 \text{ cm.}$$

Sườn B liên kết vào cột và vào sườn ngăn A bằng đường hàn hai phía, bê-dây hàn

$$h_h = \frac{1770 \cdot 0,5 \cdot 39,3}{2 \cdot 0,7 (32-1) \cdot 1500} = 0,6 \text{ cm}$$

Sườn công sơn C dày 10 mm được hàn cả vào bản đế và bản ngang trên nên các đường hàn đứng chỉ tính chịu cắt do pho lực bản đế. Lực này bằng :

$$Q = 6_s \cdot 32 \cdot 32,9 = 35,8 \cdot 1054 = 37700 \text{ KG}$$

$$\text{Bê-dây hàn : } h_h = \frac{37700}{2 \cdot 0,7 (61-1) \cdot 1500} = 0,3 \text{ cm}$$

$$\text{Dùng } h_h = 6 \text{ mm.}$$

Tính các đường hàn ngang liên kết vào bản đế theo phần
lực từ bản đế trên một giải 1cm.

Đường hàn liên kết dầm đế vào bản đế :

$$h_h = \frac{(0,5 \cdot 29,5 + 3,5) \cdot 67,5}{2 \cdot 0,7 \cdot 1500} = 0,595 \text{ cm.}$$

Liên kết sườn ngấn A :

$$h_h = \frac{(10 + 0,5 \cdot 39,8) \cdot 67,5}{2 \cdot 0,7 \cdot 1500} = 0,96 \text{ cm.}$$

Liên kết sườn B :

$$h_h = \frac{0,5 (67,5 + 50) \cdot 30}{2 \cdot 0,7 \cdot 1500} = 0,84 \text{ cm.}$$

Liên kết cánh cột :

$$h_h = \frac{0,5 (39,3 + 32,2) \cdot 50}{2 \cdot 0,7 \cdot 1500} = 0,85 \text{ cm.}$$

Liên kết sườn C vữa bụng cột, tính được $h_h = 0,64 \text{ cm.}$

Ta dùng mọi đường hàn ngang liên kết với bản đế đều dày
 $h_h = 10 \text{ mm}$ trừ có ở bụng cột và sườn C là $h_h = 8 \text{ mm.}$

3) Tính bulông neo

Bulông neo ở nhánh cầu chạy tính với cặp nội lực đã
tính được ở trang 71-72.

$$M_{\max} = 253,13 \text{ Tm} ; N = 180,56 \text{ T}$$

Vì bản đế đặt lệch tâm nên mômen lên móng chỉ còn là :

$$M' = 253,13 - 180,56 \cdot 0,13 = 229,69 \text{ Tm}$$

Với cặp M', N này, tính được ứng suất dưới đế móng. (H.26a)

$$\sigma_{\max} = \frac{180560}{67 \cdot 200} + \frac{22969000}{67 \cdot 200^2} = 13,6 + 51,3 = 64,9 \text{ KG/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = -13,6 + 51,3 = 37,7 \text{ KG/cm}^2 ;$$

$$x = \frac{64,9 \cdot 200}{64,9 + 37,7} = 126,5 \text{ cm.}$$

Diện tích của bu lông neo lăm băng thép BM CT3 ($R_{neo} = 1400 \frac{kg}{cm^2}$)

$$F_{th} = \frac{M - N a}{\gamma R_{neo}} = \frac{253,13 - 180,56 \cdot 0,708}{1,478 \cdot 1,4} = 60,8 \text{ cm}^2$$

(chú ý ở đây không dùng M')

Dùng 2 bulông đường kính 72mm, có diện tích thực $2,32,8 = 65,6$

Bulông neo ở nhánh ngoài cũng lấy như vậy. Nếu muốn tiết kiệm hơn, dùng bulông nhỏ hơn vì lực kéo trong nhánh ngoài bé, sẽ tính lại với cặp nội lực do tổ hợp 1+7 (trang 72):

$$M = -88,52 \text{ Tm}, N = 75,8 \text{ Tm}$$

gãy kéo nhánh ngoài.

Mômen dưới bản đế:

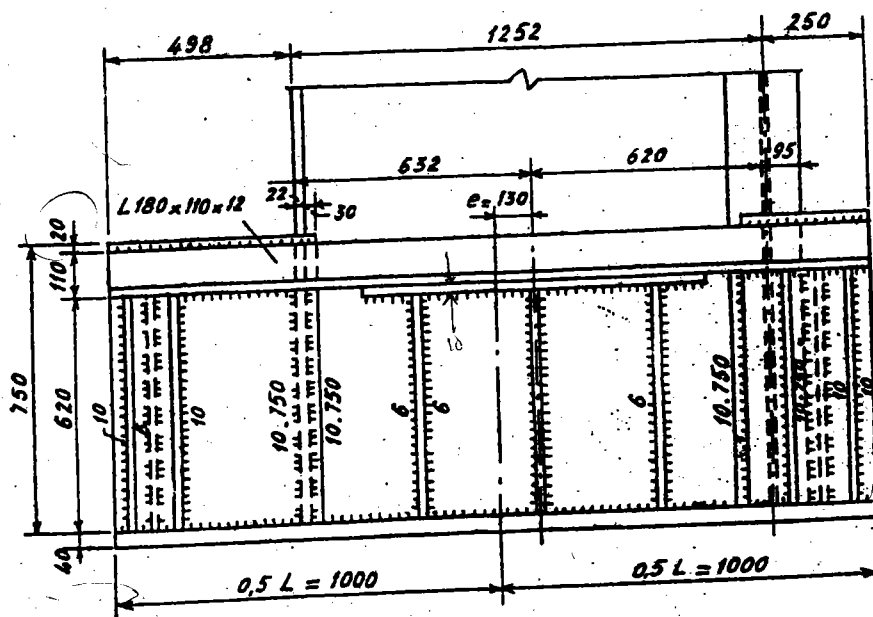
$$M' = -88,52 - 75,8 \cdot 0,13 = 98,37 \text{ Tm}$$

với M' và N , vẽ được đồ ứng suất dưới bản đế (H.26b).

Diện tích bulông neo:

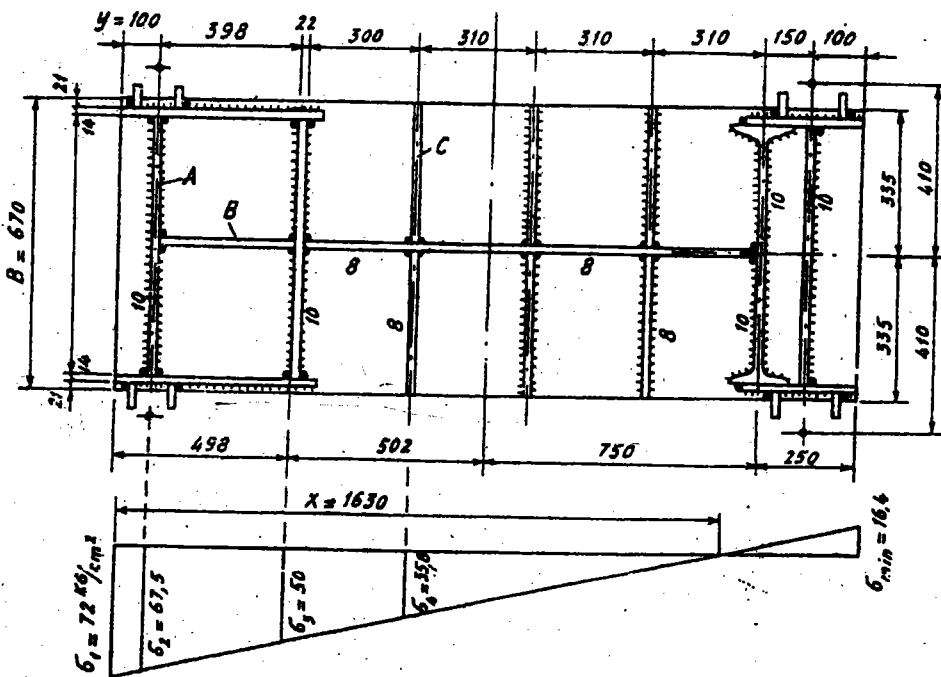
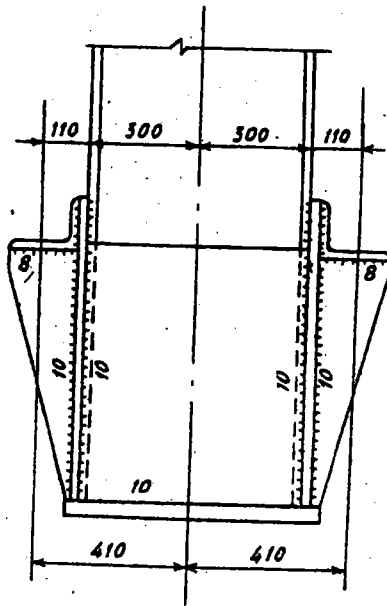
$$F_{th} = \frac{88,52 - 75,8 \cdot 0,453}{1,483 \cdot 1,4} = 26,7 \text{ cm}^2$$

Dùng 2 bulông $\phi 48$ $F_{th} = 2 \cdot 13,75 = 27 \text{ cm}^2$

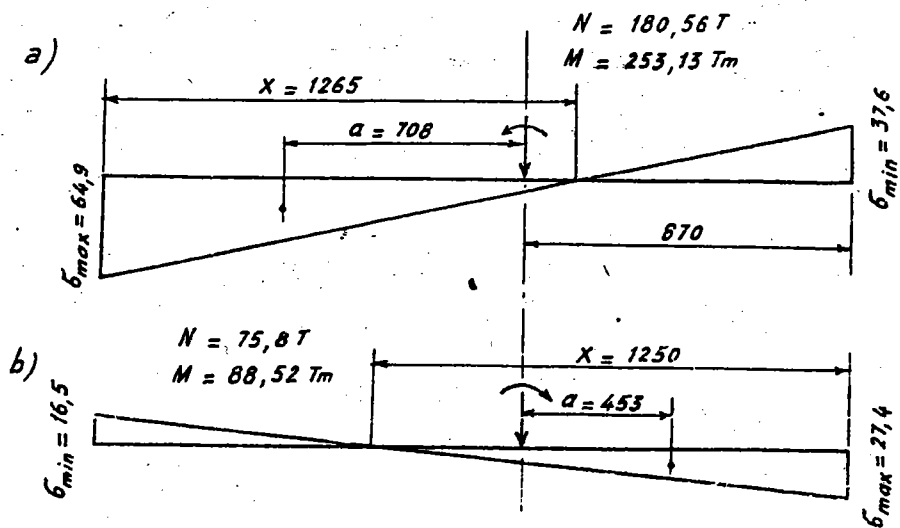


H.25 — Thi dụ tính chân cột đặc

(xem tiếp H.25 trang sau)



H. 25 — Thí dụ tính chân cột dặc



H.26 — Biểu đồ ứng suất để tính bulông neo

Suân công sơn đồ bulông neo, tính chịu lực kéo lớn nhất trong 1 bulông neo bằng :

$$Z_1 = 0,5 F_{th} R_{neo} = 0,5 \cdot 60,8 \cdot 1400 = 42600 \text{ KG}$$

Mômen : $M = Z_1 \cdot e = 42600 \cdot 9,6 = 410000 \text{ KGcm}$ với $e = 9,6 \text{ cm}$ là khoảng cách từ trục bulông đến mặt dầm để.

Suân hãn vào dầm để bằng đường hãn một bên $h_h = 10 \text{ mm}$.

Ứng suất :

$$\sigma_h = \frac{410000 \cdot 6}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 (62-1)^2} = 474 \text{ KG/cm}^2 ;$$

$$\tau_h = \frac{42600}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 (62-1)} = 499 \text{ KG/cm}^2 \quad \sqrt{472^2 + 499^2} = 688 < 1500 \text{ KG/cm}^2$$

7) Chân cột rộng

Cột rộng có chân cột phân cách, bản để riêng, dầm để riêng cho mỗi nhánh. Tại mỗi nhánh, bản để đối xứng đối với trục nhánh. Bulông neo đặt trùng với trục nhánh hoặc đối xứng đối với trục nhánh (ví dụ như khi có 4 bulông).

Chân phân cách được tính như chân cột nền trung tâm, chịu lực nén lớn nhất trong nhánh. Đối với nhánh nào mà khi chọn tiết diện nhánh đã dùng nội lực ở tiết diện I-I thì lực nén lớn nhất trong nhánh đó đã có. Lực nén lớn nhất trong nhánh kia phải tính lại với tổ hợp N_{max} , M_{tu} hoặc M_{max} (dương, âm), N_{tu} ở tiết diện I-I, lực nén N_{nh} này có thể nhỏ hơn lực N_{nh} đã dùng để chọn tiết diện nhánh đó.

Ứng suất dưới bản đế là phân bố đều. Tính toán bản đế, dầm đế, sườn v.v... theo cách như đã nói ở phần chân cột dọc, cụ thể ở thí dụ 11.

Bulông neo được tính với lực kéo lớn nhất trong mỗi nhánh. Vẫn có thể dùng công thức (3.19), trong công thức này trị số a là khoảng cách Z_1 khi tính bulông nhánh cầu chạy và Z_2 khi tính bulông nhánh mái. Trị số y thay bằng khoảng cách giữa 2 trục nhánh.

Thí dụ 11 — Tính chân cột rộng của thí dụ 8 và bảng nội lực trong 35-36.

Cặp nội lực ở tiết diện I-I gây lực nén lớn nhất cho nhánh mái là:

$N_{max} = 370,89 T$; $M_{tu} = 249,87 Tm$
 tức là cặp ta đã dùng để chọn tiết diện nhánh mái và đã tính được $N_{nh}^m = 425,4 T$

Cặp nội lực ở tiết diện I-I gây nén nhiều nhất cho nhánh cầu chạy:

$$M_{min} = -83,31 Tm, N_{tu} = 348,21 T$$

Lực nén trong nhánh cầu chạy:

$$N_{nh}^{cc} = \frac{83,31}{1,204} + \frac{348,21 \cdot 0,504}{1,204} = 214,1 T$$

1 — Kích thước bản đế

Diện tích bản đế xác định bằng công thức:

$$F_{bd} = \frac{N}{R_{cb}^b}$$

trong đó $R_{cb}^b = \gamma R_{lt}^b = \sqrt[3]{\frac{F_m \gamma}{F_{bd}}} \cdot R_{lt}^b$, là cường độ ép cục bộ của bê tông móng.

R_{lt}^b : cường độ lạng trụ của bê tông móng ;
 F : diện tích mặt trên cùng của móng ở dưới bản đế
 Vì lúc đầu chưa biết F và F_{bd} , có thể lấy tạm

$$\gamma = 1,2.$$

Dùng bê tông mác 150 , $R_{lt}^b = 65 \text{ KG/cm}^2$, ta có :

$$R_{ecb}^b = 1,2 \times 65 = 78 \text{ KG/cm}^2$$

Diện tích các bản đế :

$$F_{bd}^m = \frac{425400}{78} = 5460 \text{ cm}^2 ; F_{bd}^{cc} = \frac{214100}{78} = 2750 \text{ cm}^2$$

Bề rộng B theo cấu tạo : $B = b_c + 2\delta_{bd} + 2c = 60 + 2 \cdot 1,4 + 2 \cdot 3,6 = 70 \text{ cm}$
 chiều dài bản đế sẽ là :

$$\text{nhánh mái} : L_{bd}^{cc} = \frac{5460}{70} = 78 \text{ cm} . \text{ Lấy } L_{bd}^m = 80 \text{ cm}$$

$$\text{nhánh cầu chạy} : L_{bd}^{cc} = \frac{2750}{70} = 39,3 \text{ cm} . \text{ Lấy } L_{bd}^{cc} = 40 \text{ cm}$$

Ứng suất thực tế dưới bản đế :

$$\sigma^m = \frac{425400}{70 \times 80} = 76,1 \text{ KG/cm}^2$$

$$\sigma^{cc} = \frac{214100}{70 \times 40} = 76,5 \text{ KG/cm}^2$$

Tính bề dày bản đế :

Ngoài dầm đế , mỗi bản đế còn có đôi sườn công sơn A , chỉ
 bản đế lăm 4 ô (H.27) kê 3 cạnh .

Ở ô bản đế nhánh mái :

$$\frac{b}{a} = \frac{43}{29,4} = 1,46 ; \beta = 0,1266$$

$$M = 0,1266 \cdot 76,1 \cdot 29,4^2 = 8380 \text{ KG cm/cm}$$

$$\delta_{bd} = \sqrt{\frac{6 \cdot 8380}{2100}} = 4,88 \text{ cm}$$

Bản đế quá dày , nên giảm bớt bằng cách thêm vào sườn
 phụ B , cách mép hẳn 10 cm , tạo nên các ô kê 4 cạnh .

$$\text{Với } \frac{b}{a} = \frac{33}{29,4} = 1,12 ; \alpha_1 = 0,0566$$

$$M = 0,0566 \cdot 76,1 \cdot 29,4^2 = 3740 \text{ KG cm/cm} \text{ và } \delta_{bd} = \sqrt{\frac{6 \cdot 3740}{2100}} = 3,3 \text{ cm}$$

$$\text{Ở nhánh cầu chạy} : \frac{b}{a} = \frac{19,4}{29,4} = 0,660 ; \beta = 0,0824$$

$$M = 0,0824 \cdot 76,1 \cdot 29,4^2 = 5450 ; \delta_{bd} = \sqrt{\frac{6 \cdot 5450}{2100}} = 3,94 \text{ cm}$$

Ta lấy $\delta_{bd} = 40 \text{ mm}$ chung cho cả 2 nhánh.

2 - Tính các bộ phận của chân nhánh ngoài

Dầm dề - Ở đây, sườn A cũng tham gia truyền lực từ nhánh cột xuống bản dề, nên dầm dề chỉ chịu phân phối lực của diện tích truyền tải (đường chấm chấm) của bản dề.

Tải trọng lên dầm dề:

$$q_{dd} = (5 + 0,5 \cdot 30) \cdot 76,1 = 1520 \text{ Kg/cm}$$

Tổng phản lực truyền lên dầm dề:

$$N_{dd} = q_{dd} \cdot b_{dd} = 1520 \times 80 = 121600 \text{ Kg}$$

Bề cao của dầm dề xác định trước hết do điều kiện bố trí liên kết hàn dề truyền được lực N_{dd} này lên nhánh cột. Dùng đường hàn $h_h = 16 \text{ mm}$ ở phía sống thép góc, và $h_h = 10 \text{ mm}$ ở phía mép, tính chiều dài cần thiết của đường hàn:

phía sống:

$$l_h' = \frac{121600 (22-3)}{22} \times \frac{1}{0,7 \cdot 1,6 \cdot 1500} + 1 = 63,4 \text{ cm}$$

phía mép:

$$l_h'' = \frac{121600 \cdot 3}{22} \cdot \frac{1}{0,7 \cdot 1,0 \cdot 1500} + 1 = 17 \text{ cm}$$

(trong đó 3 cm là khoảng cách giữa trục cột và đường hàn sống (22-3)cm ————— nt. ————— hàn mép)

Dùng dầm dề tiết diện 650×14 . Vì dầm dề có tiết diện lớn như vậy mà nhịp công sơn ra ngoài nhánh lại nhỏ, không cần kiểm tra về uốn và cắt.

Sườn A - Tải trọng lên sườn A:

$$q_A = 30 \cdot 76,1 = 2280 \text{ Kg/cm}$$

Mômen và lực cắt:

$$M_A = \frac{q_A l_A^2}{2} = 2280 \cdot \frac{43^2}{2} = 2100000 \text{ Kg cm}$$

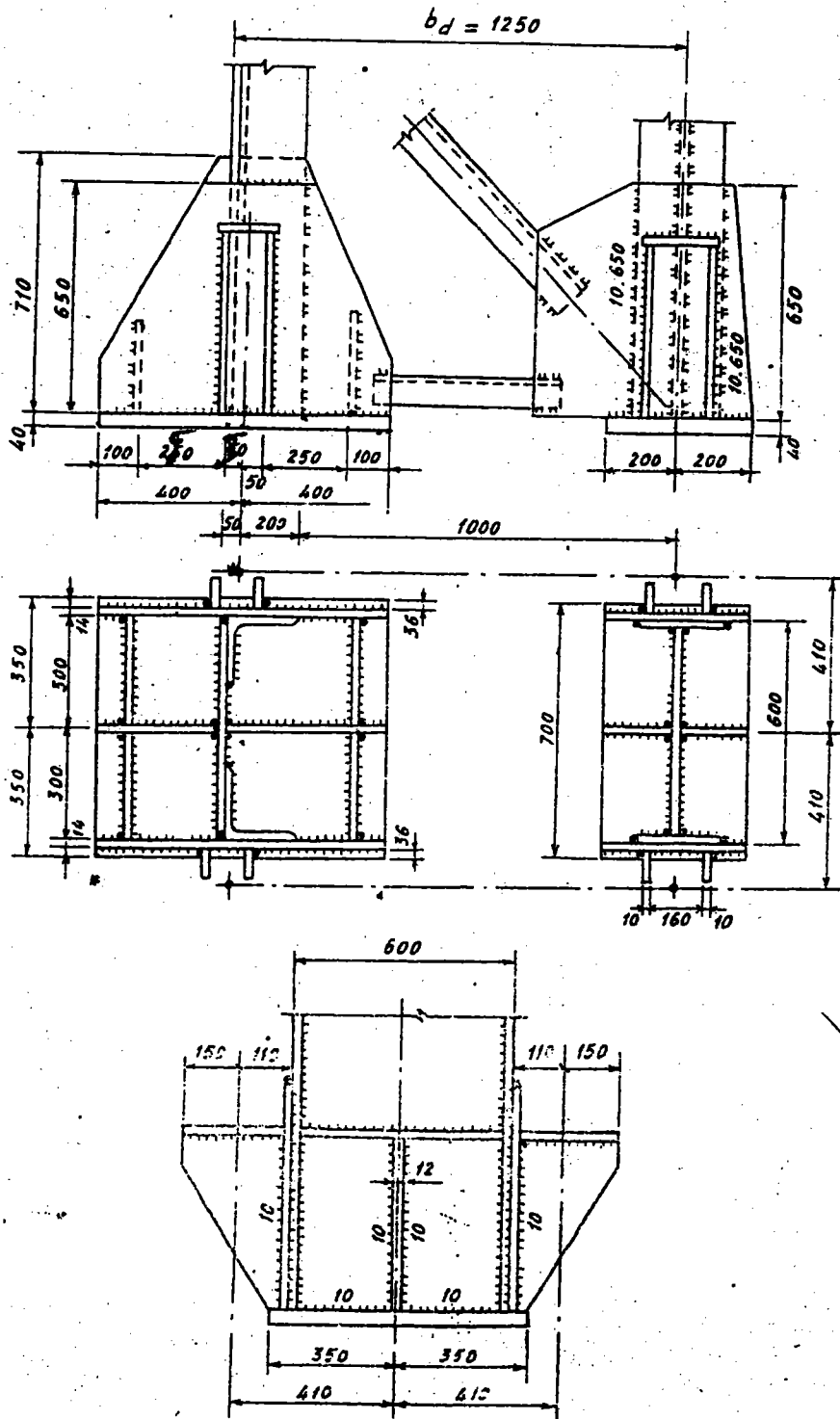
$$Q_A = q_A l_A = 2280 \cdot 43 = 98200 \text{ Kg}$$

Dùng bề dày sườn $\delta_A = 12 \text{ mm}$, bề cao của sườn là:

$$h_A = \sqrt{\frac{6 \cdot 2100000}{1,2 \cdot 2100}} = 71 \text{ cm}$$

Kiểm tra đường hàn liên kết sườn vào nhánh cột:

$$\text{với } h_h = 14 \text{ mm}, F_h = 2 \cdot 0,7 \cdot 1,4 (71-1) = 137,0 \text{ cm}^2$$



H.27 - Chân cột rộng (Thí dụ 11)

$$W_h = \frac{2.0,7 \cdot 1,4 \cdot 70^2}{6} = 1600 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{\text{tổng}} = \sqrt{\left(\frac{2100000}{1600}\right)^2 + \left(\frac{98200}{137}\right)^2} = 14,95 \text{ kg/cm}^2 < R_g^h = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

Sườn B - Tải trọng : $q_B = 76,1 (10 + 0,5 \cdot 33) = 2020 \text{ kg/cm}$

Mômen : $M_B = \frac{2020 \cdot 29,4^2}{8} = 218000 \text{ kg cm}$

Chiều cao sườn, với bề dày 10 mm :

$$h_B = \sqrt{\frac{6 \cdot 218000}{1 \cdot 2100}} = 25 \text{ cm}$$

Đường hàn một bên liên kết A vào dầm để :

$$h_h = \frac{2020 \cdot 0,5 \cdot 29,4}{0,7 (25-1) \cdot 1500} = 1,19 \approx 1,2 \text{ cm}$$

Các đường hàn ngang — Liên kết dầm để, sườn, bụng nhánh cột vào bản để đều dùng đường hàn ngang hai bên. Bề dày cần thiết của đường hàn :

Liên kết dầm để vào bản để :

$$h_h = \frac{q_{dd}}{2 \cdot 0,7 R_g^h} = \frac{1520}{1,4 \cdot 1500} = 0,72 \text{ cm}$$

Liên kết sườn A :

$$h_h = \frac{2280}{1,4 \cdot 1500} = 1,08 \text{ cm}$$

Liên kết sườn B :

$$h_h = \frac{2020}{1,4 \cdot 1500} = 0,91 \text{ cm}$$

Liên kết bụng cột :

$$h_h = \frac{76,5 (0,5 \cdot 25 + 2 + 0,5 \cdot 33)}{1,4 \cdot 1500} = 1,06 \text{ cm}$$

Dùng thông nhất cho mọi đường hàn ngang $h_h = 10 \text{ mm}$
 Các bộ phận của chân nhánh cầu chạy cũng tính tương tự.

3 — Tính bulông neo

Bulông neo nhánh ngoài tính với tổ hợp nội lực gây kéo lớn nhất trong nhánh ngoài tức là $M = -88,52 \text{ Tm}$, $N = 75,87$ (trong TT)

vã đã tính được lực kéo nhánh ngoài $N_{nh}^m = 29,5T$

Diện tích bulông neo :

$$F_{th} = \frac{29500}{1400} = 21,1 \text{ cm}^2$$

(Cách tính này đồng nhất với cách tính theo công thức 3 :

$$F_{th} = \frac{M - Na}{R_{neo} \gamma} = \frac{88.52000 - 75800 \cdot 70}{1400 \cdot 120,4} = 21,1 \text{ cm}^2$$

Chọn 2 bulông $\phi 48$, $F_{th} = 2 \cdot 13,75 = 27,5 \text{ cm}^2$.

Bulông neo nhánh cũ chạy tính với tổ hợp $M = 253,13Tm$, $N = 180,56T$,
gây lực kéo $N_{nh}^{cs} = 134,5T$ (xem trong 77)

Diện tích bulông neo :

$$F_{th} = \frac{134500}{1400} = 96 \text{ cm}^2$$

Dùng 2 bulông $\phi 90$, $F_{th} = 2 \cdot 53,6 = 107,2 \text{ cm}^2$

Các sườn công sơn để pulông neo cũng tính như ở cột đặc .

IV - TÍNH DÀN

1) Xác định tải trọng và nội lực của các thanh dãn .

Tải trọng tác dụng lên dãn gồm có tải trọng tĩnh do trọng lượng kết cấu mái và trọng lượng dãn , hoạt tải trên mái .

Các tải trọng này đều đưa về mắt dãn thành lực tập trung P_i , P_i' đã tính ở S1 (trang 15) , không phải tính nữa . Nhắc lại là nếu dãn có hệ thanh bụng chia nhỏ thì ban đầu cứ bỏ qua các thanh chia nhỏ đó .

Tính tải luôn luôn có trên toàn nhịp dãn , còn hoạt tải có thể chỉ có trên nửa trái , trên nửa phải hoặc trên toàn dãn .

Ngoài ra , dãn còn chịu mômen ở đầu dãn do liên kết cứng với cột . Có rất nhiều trị số mômen đầu dãn (tức là mômen ở tiết diện IV - IV của cột) do các tải trọng khác nhau gây ra , gây nguy hiểm cho thanh này thành khác của dãn . Để bắt tính toán , ta chỉ chọn hai trị số M_{max} (dương , lớn nhất) , M_{min} (âm , lớn nhất) đã được tổ hợp cho tiết diện IV - IV của cột để đặt vào đầu dãn .

Như vậy, cần được tính với hai cặp mômen đầu dầm:

$M_{tr,max}$, $M_{f,tu}$ và $M_{tr,min}$, $M_{f,tu}$. Tức là: một trường hợp đặt M_{max} vào đầu trái dầm, ở đầu phải tương ứng có M_p , ở một trường hợp đặt M_{min} vào đầu trái dầm, ở đầu phải có M_p tương ứng (H.28)

Trị số M_p tương ứng ở đầu phải tính theo bằng nội lực, ứng với các tải trọng đã gây ra mômen ở đầu trái:

Ví dụ theo bảng nội lực trong 35-36:

$M_{max} = -28,01 Tm$ đầu trái gây bởi tải trọng 1, 3, 6, 7 (đúng là hợp bổ xung). M tương ứng đầu phải là:

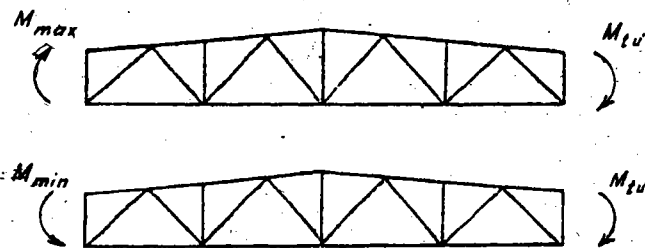
$$M_{f,tu} = -68,75 - 12,56 + 4,69 - 37,75 = 114,37 T$$

(vì ứng với tải trọng ở cột trái là 3, 6, 7 thì ở cột phải sẽ là tải trọng 4, 5, 8).

$M_{tr,min} = -153,58$ gây bởi 1, 2, 4, 6, 8. Tương ứng đầu phải:

$$M_{f,tu} = -68,75 - 26,74 - 3,63 - 4,69 + 36,39 = -67,42 T$$

Ta có sơ đồ tính dầm ở H.28.



H.28 - Mômen đầu dầm.

Nội lực các thành dầm được tính bằng phương pháp đồ giải Crêmono.

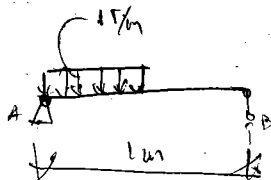
Cần vẽ ba đồ giải:

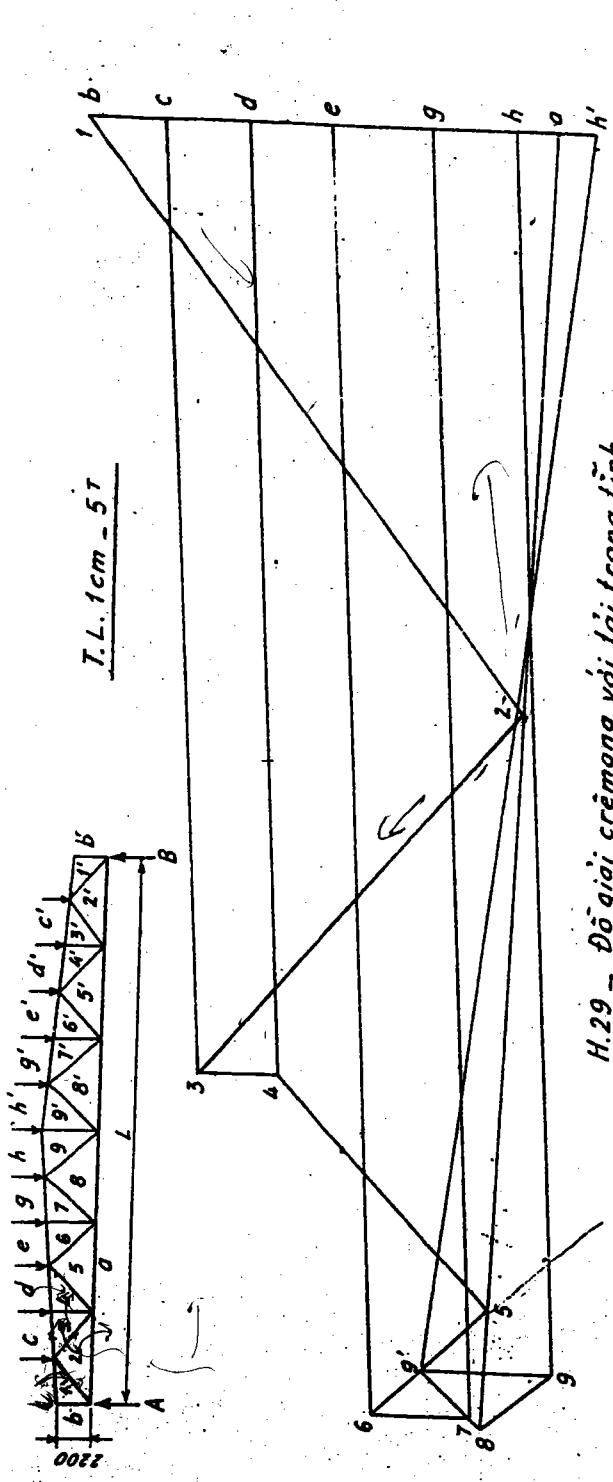
- với tải trọng tĩnh trên toàn nhịp. Vì đối xứng, chỉ cần vẽ cho nửa dầm (H.29).
- với hoạt tải trên nhịp trái
- với mômen $M = 1$ ở đầu trái (H.30)

Hai sơ đồ sau có thể dùng cho cả trường hợp hoạt tải ở nhịp phải, mômen ở đầu phải: chỉ cần lật biểu đồ lại.

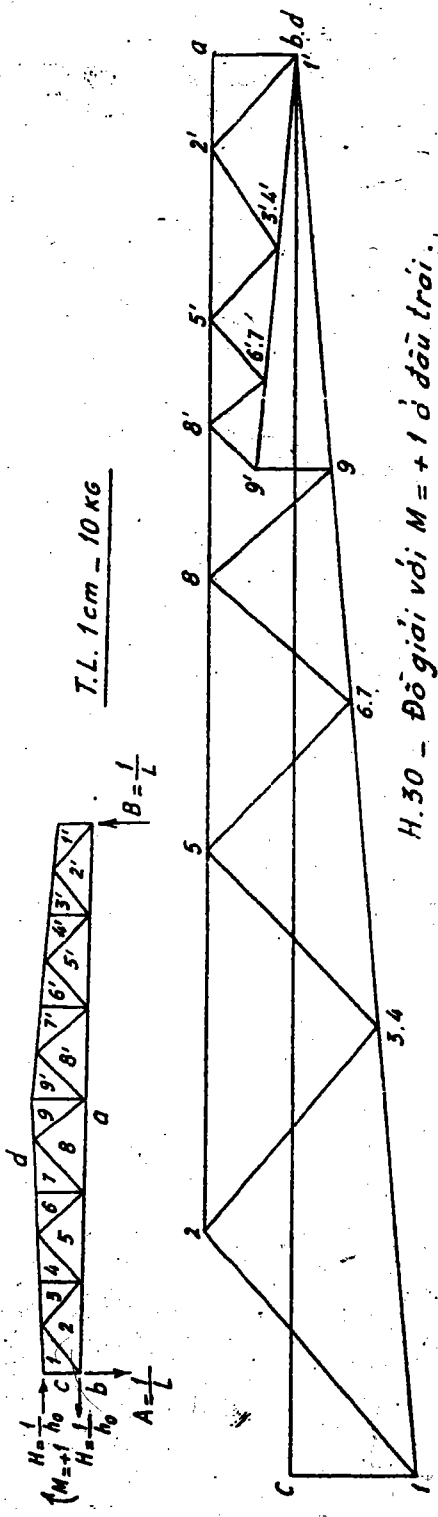
Đồ giải nên vẽ với tỉ lệ lớn: 1cm ứng với 5-12 T.

Do M_1 thì 1cm ứng với 15-25 Kg.





H.29 - Đồ giải crêmona với tải trọng tĩnh.



H.30 - Đồ giải với $M = +1$ ở đầu trái.

Kết quả giải dần được ghi vào bảng có mẫu như sau.

Bảng nội lực thanh dầm (T)

Ti nh	Ký hiệu	Do tải trọng lĩnh	Do hoạt tải			Do mômen đầu dầm				Nội lực tính toán	
			Trái	Phải	Toàn nhịp	$M_{tr}=+1$	$M_{f}=+1$	$M_{tr,max}=15,6$ $M_{f,tu}=-112,3$	$M_{tr,min}=-150,5$ $M_{f,tu}=-67,4$	Kéo	Nén
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cánh trên	0_1	0	0	0	0	-0,467	0	-2,61	+70,0	70,0	-2,61
	0_2	-46,30	-18,50	-6,40	-24,90	-0,277	-0,066	5,86	45,95	-	-71,2

Các cột 3, 4, 5, 7, 8 là kết quả vẽ biểu đồ crêmona.

Cột 6 là do cộng cột 4 và 5.

Cột 9 là do $M_{tr,max}$ nhân với cột 7 cộng với $M_{f,tu}$ nhân với cột 8.

$$S_9 = M_{tr,max} \times \bar{S}_7 + M_{f,tu} \times \bar{S}_8$$

$$-2,61 = 15,6 \times (-0,467) + (-112,3 \times 0)$$

$$5,86 = 5,6 \times (-0,277) + (-112,3 \times 0,066)$$

Cột 10 là do $M_{tr,min}$ nhân với cột 7, cộng với $M_{f,tu}$ nhân với cột 8.

$$S_{10} = M_{tr,min} \times \bar{S}_7 + M_{f,tu} \times \bar{S}_8$$

Cột nội lực tính toán 11, 12 là do cộng cột 3 với một trong các cột 4, 5, 6 và với một trong các cột 9, 10 (hoặc không cộng) sao cho có trị số lớn nhất, dương và âm.

Do dầm đối xứng, chỉ cần lập bảng đối với một nửa trái dầm.

Đối với dầm có hệ thanh bụng chia nhỏ, phải tính thêm một dầm chia nhỏ, chịu tải trọng tập trung của panen

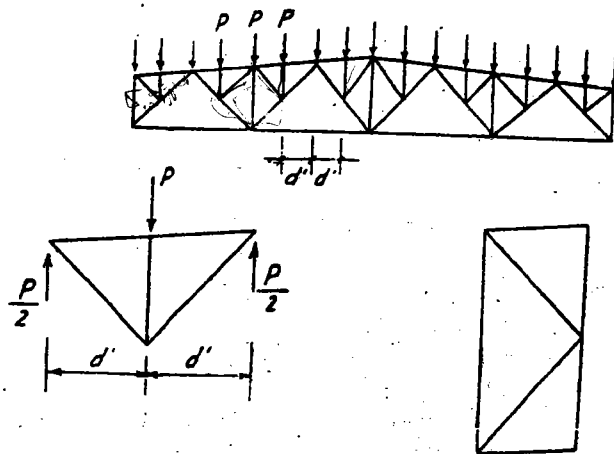
$$P = (g_m + g_d) d' B, \quad d' \text{ là khoảng mắt của dầm chia nhỏ (H.31)}$$

Nội lực các thanh của dầm chia nhỏ sẽ cộng thêm vào nội lực các thanh dầm chính nếu cùng dấu, còn nếu khác dấu thì không cộng vào.

Khi cánh trên không có thanh bụng chia nhỏ mà chịu lực tập trung giữa khoang mắt do panen 1,5m, phải tính thêm mômen uốn

$$\text{cục bộ: } M_m = \frac{0,9 Pd}{4}$$

với $M = +1$.



H. 31 — Tính dãn chia nhỏ

2) Chọn tiết diện thanh dãn

1 — Các dạng tiết diện thanh dãn.

Thanh dãn có tiết diện T gồm hai thép góc ghép lại (H.32). Cánh trên khi mái lợp panen, dùng tiết diện loại α hoặc loại c ; tiết diện c tiết kiệm hơn nhưng kém cứng khi vận chuyển dãn. Cánh dưới dùng tiết diện a , hoặc khi muốn giảm chiều dài tự do ngoài mặt phẳng dãn thì dùng tiết diện e . Các thanh bụng chỉ nên có tiết diện a ; riêng thanh xiên đầu dãn thì tiết diện c là hợp lý. Đối với những thanh đứng nằm trong mặt phẳng hệ giằng đứng, cũng hay dùng tiết diện chữ thập d để tiện liên kết các thanh giằng.

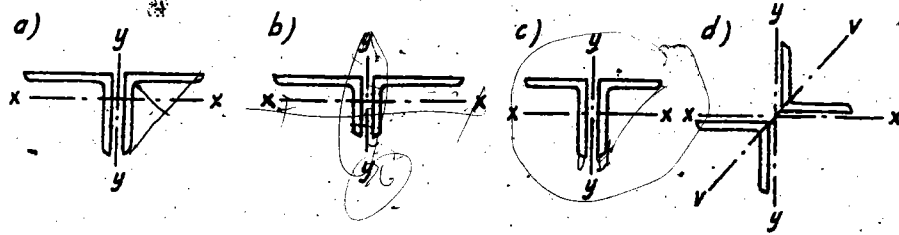
Bề dày bản mặt (khe hở giữa hai thép góc) chọn tùy theo nội lực trong các thanh dãn, có thể lấy theo bảng 6. Thông thường các bản mặt đều cùng bề dày, tuy nhiên khi nội lực thanh xiên đầu dãn lớn trên 10T thì có thể lấy bản mặt mặt gối tựa đầu dãn dày hơn các bản khác 2mm.

Bề dày bản mặt dãn

BẢNG 6

Nội lực lớn nhất trong thanh xiên đầu dãn, T	< 20	20-45	45-75	75-115	115-165	165-225	225-300	300-380	< 500
Bề dày bản mặt, mm.	8	10	12	14	16	18	20	22	25

Số loại thép góc trong một dãn không chọn nhiều quá 6-8 loại.



H.32 - Các loại tiết diện thanh dãn

2 - Chiều dài tính toán của thanh dãn.

Chiều dài tính toán của thanh góc là: trong mặt phẳng dãn, bằng chiều dài hình học $l_x = l$; ngoài mặt phẳng dãn, $l_y = l_1$, l_1 là khoảng cách hai điểm được cố kết ngoài mặt phẳng dãn. Khi có lớp panen mái cỡ lớn, điểm đặt panen chính là điểm cố kết. Ở bên dưới của mái, không có panen, chỉ có thanh chống nên $l_y > l_x$ và thường là $l_y = 2l_x$.

Nếu trên chiều dài l_1 mà nội lực trong thanh thay đổi, ví dụ có $N_2 < N_1$, thì chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng dãn sẽ là

$$l_y = l_1 \left(0,75 + 0,25 \frac{N_2}{N_1} \right)$$

Chiều dài tính toán của thanh xiên đều dãn $l_x = l_y = l_1$.

(Chiều dài tính toán của các thanh bụng khác: $l_x = 0,8l$; $l_y = l$)

Nếu có thanh bụng chia nhỏ thì l_x nhỏ đi một nửa.

Khi chọn tiết diện các thanh phải đảm bảo độ mảnh của thanh cũ λ_x và λ_y không quá độ mảnh giới hạn cho trong bảng 7.

Độ mảnh giới hạn của các thanh dãn.

BẢNG 7

Loại thanh	Thanh nén	Thanh kéo		
		Chịu tải trọng tĩnh	Chịu tải trọng động lực	Trong xưởng chế độ làm việc nặng
Thanh góc, thanh xiên và nhúng truyền phần				
- Lúa	120	400	250	250
- Các thanh bụng khác	150	400	350	300
Thanh giằng	200	400	400	300

3. - Chọn tiết diện các thanh dãn

a) Thanh cánh.

Với dãn nhịp 24 m trở xuống, thanh cánh chỉ làm một loại, không đổi tiết diện. Khi nhịp trên 24 m thì nên đổi tiết diện một lần cho phù hợp với nội lực trong các thanh. Vị trí đổi có thể ở vào mắt 4, mắt 5 đối với cánh trên, mắt 2 hoặc mắt 3 đối với cánh dưới. Không đổi tiết diện 2 lần.

Tiết diện thanh cánh chịu nên chọn theo công thức:

$$F_{ct} = \frac{N}{\varphi R} \quad (4.1)$$

φ : hệ số uốn dọc ứng với độ mảnh tự cho trước vào khoảng 60. 100.

Quyết định hình dạng của tiết diện (L đều cạnh hay không đều) căn cứ vào chiều dài tính toán l_x và l_y , tra bảng qui cách chọn ra cỡ thép góc thích hợp.

Kiểm tra lại tiết diện đã chọn theo trình tự sau:

- Tìm r_x, r_y của tiết diện L kép, r_y có thể tra bảng trực tiếp tuy bề dày δ của bản mặt. Nếu bảng không có bề dày δ tương ứng, thì tự tính lấy r_y theo công thức:

$$r_y = \sqrt{r_1^2 + (z_1 + 0,5 \delta)^2}$$

với r_1 là bán kính quán tính của một thép góc đối với trục bản thân 1-1 song song trục y; z_1 : khoảng cách từ trục 1-1 đến mép ngoài của cánh đứng của thép góc.

- Tính độ mảnh λ_x, λ_y và theo độ mảnh lớn tra ra φ_{min} .

- Kiểm tra ứng suất

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} \leq R \quad (4.2)$$

Nếu thanh cánh có uốn cục bộ thì kiểm tra theo công thức

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{lt} F} \leq R$$

Hệ số φ_{lt} tra theo bảng II.7 phụ lục, tùy theo độ mảnh và $m_1 = \eta \frac{e}{\rho}$, với $e = \frac{M}{N}$; $\rho = \frac{W}{F}$ ($W = \frac{I_x}{z_0}$, z_0 khoảng cách từ trọng tâm N tiết diện đến trục z_0 chịu uốn là đến sống thép góc); $\eta = 1,3 + 0,5 \sqrt{\frac{e}{\rho}}$.

Thanh cánh dưới chịu kéo, được chọn tiết diện theo công thức:

$$F_{ct} = \frac{N}{R} \quad (4.4)$$

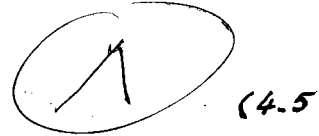
Tiết diện đã chọn được kiểm tra ứng suất theo tiết diện thực có trừ đi các lỗ d' cánh thép góc.

b) Thanh bụng.

Thanh bụng chịu nén được chọn tiết diện theo trình tự như đối với thanh cánh nén. Độ mảnh từ cho ban đầu trong khoảng 80 - 130 (trị số nhỏ đối với thanh nội lực lớn hoặc ngắn).

Kiểm tra tiết diện thanh bụng:

$$\sigma = \frac{N}{\eta \varphi F} \leq R$$



m là hệ số điều kiện làm việc của thanh bụng chịu nén bằng 0,8 khi độ mảnh $\lambda \geq 60$, bằng 1 khi $\lambda < 60$.

Những thanh bụng chịu lực quá nhỏ (thanh ở vùng giữa dầm, sẽ được chọn tiết diện theo độ mảnh giới hạn $[\lambda] = 150$).

Bán kính quán tính cần thiết của tiết diện $r_x = \frac{L_x}{[\lambda]}$, từ đó theo bảng qui cách chọn ra cỡ thép góc nhỏ nhất.

Trong mọi trường hợp, thanh dầm phải có tiết diện không nhỏ hơn $L 50 \times 5$.

Kết quả chọn tiết diện các thanh dầm nên ghi vào bảng tổng kết theo mẫu sau:

Bảng chọn tiết diện thanh dầm.

Tên thanh	Ký hiệu	Nội lực tính toán, T	Tiết diện	Diện tích, cm ²	Chiều dài, cm.		
					L_x	L_y	L
Cánh trên	0 ₁	- 56,4	7Г 125 x 8	39,4	302,4	302,4	302,4

Bán kính quán tính, cm.		Độ mảnh		φ_{min}	m	Ứng suất kg/cm ²
r_x	r_y	λ_x	λ_y			
3,87	5,46	78,2	55,5	0,761	1	1880

Thí dụ 12 -

Chọn tiết diện thanh xiên chịu nén $N = -28,8T$, chiều dài thanh $l = 443 \text{ cm}$.

Chiều dài tính toán: $l_x = 0,8 \cdot 443 = 354 \text{ cm}$, $l_y = 443 \text{ cm}$.

Tỷ cho độ mảnh $\lambda = 110$ ($\varphi = 0,82$ và $m = 0,8$), diện tích tiết diện cần thiết:

$$F_{ct} = \frac{28,8}{0,52 \cdot 0,8 \cdot 2,1} = 33 \text{ cm}^2.$$

Chọn 2 L 110 x 7, có $F = 2 \cdot 15,2 = 30,4 \text{ cm}^2$;

$$r_x = 3,40 \text{ cm}; \quad r_y = 4,85 \text{ cm}.$$

Độ mảnh: $\lambda_x = \lambda_{\max} = \frac{354}{3,40} = 104,2$

$$\varphi_{\min} = 0,566 \text{ và ứng suất } \sigma = \frac{28810}{0,566 \cdot 0,8 \cdot 30,4} = 2009 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

3) Mất dãn

1 - Cấu tạo chung của mắt dãn và tính các đường hàn ở mắt.

Để cấu tạo được mắt dãn, trước hết vẽ các đường trục thanh hội tụ tại một điểm. Đường sống của thép góc cách đường trục một khoảng Z bằng khoảng cách trọng tâm z_0 của thép góc lấy lớn một chút cho tròn 5mm. Kích thước bản mắt sẽ quyết định bởi chiều dài các đường hàn liên kết thành bụng vào bản mắt. Tự chọn trước bề dày đường hàn, tùy theo bề dày cánh thép góc: ở mép, h_h nhỏ hơn bề dày cánh thép góc 1-2 mm; ở sống, h_h có thể lấy tối đa là 1,2 δ , δ là bề dày của cánh thép góc hoặc của bản mắt (đúng trị số nhỏ hơn).

Chiều dài đường hàn:

$$\text{ở sống: } l_h' = \frac{\alpha N}{2 \cdot 0,7 h_h R_g} \quad (4.6)$$

$$\text{ở mép: } l_h'' = \frac{(1-\alpha) N}{2 \cdot 0,7 h_h R_g}$$

α : hệ số phân phối lực N ra sống và mép thép góc.

Khi thép góc đều cạnh $\alpha = 0,7$, thép góc không đều hàn cạnh ngắn vào bản mắt: $\alpha = 0,75$; hàn cạnh dài: $\alpha = 0,65$.

Chiều dài thực tế phải tăng thêm 10 mm. Đường hàn nằm dọc theo cánh thép góc và hàn thêm vào đầu mút thép góc chừng 20 mm.

Đầu mút thanh bụng phải cách thanh cánh không ít hơn 30 - 40 mm.

Kích thước nhỏ nhất của một đường hàn $h_h = 4 \text{ mm}$, $l_h = 50 \text{ mm}$.

2 - Mặt trung gian.

Hình 33a vẽ mặt mặt trung gian trên, không có mối nối thanh cánh. Liên kết thanh bụng vào bản mặt tính chịu nội lực của thanh. Liên kết thanh cánh vào bản mặt tính với hiệu số nội lực của hai thanh cánh, ngoài ra với tải trọng đứng tập trung.

Ứng suất tổng cộng (bỏ qua độ dốc của cánh trên):

$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} \leq R_g^h \quad (4.7)$$

τ_1 : ứng suất do lực đứng tập trung, chia đều cho các đường hàn.

τ_2 : ứng suất do hiệu số nội lực thanh cánh.

Do bản mặt khá dài, l_h lớn, bề dày đường hàn nên chọn nhỏ nhất. Ở chỗ đặt panen mối lên, cần gia cường cho thép góc cánh bằng bản nhỏ, dày 10-12 mm trong trường hợp mà bề dày thép góc cánh dưới 10 mm.

Hình 33b vẽ mặt trung gian dưới có mối nối thanh cánh, khi thép góc hai thanh cánh có cùng bề dày, có thể dùng thanh ghép là thép góc cũng cỡ. Hiện nay hay dùng bản ghép hình cá, vạm vãng hơn. Yêu cầu cấu tạo của mặt nối này

— Thanh cánh tiết diện lớn kéo xa quá tâm mặt một đoạn 300 - 500 mm.

— Bề dày bản ghép không nhỏ hơn bề dày bản mặt. Diện tích bản ghép không nhỏ hơn diện tích của cánh nằm ngang của thép góc thanh nhỏ.

Mặt nối được tính theo cách tính qui ước như sau:

Lực tính toán N_t lấy là 1/2 lần lực N_t của thanh nhỏ; N_t coi như truyền cho diện tích hai bản ghép F_{gh} và một phần của bản mặt, có bề rộng bằng hai lần bề rộng b của cánh thép góc hàn vào bản mặt.

Mai van

A
8/6/86

Ứng suất trong bản ghép :

$$\sigma_t = \frac{N_t}{F_g} \leq R \text{ với } F_g = \sum F_{gh} + \delta \cdot 2b, \quad (4.8)$$

diện tích chịu lực qui ước.

Đường hàn 1 liên kết một bản ghép vào cánh tính theo nội lực

$$N_{gh} = F_{gh} \cdot \sigma_t \quad (4.9)$$

Đường hàn 2 liên kết thanh cánh vào bản mặt, tính với lực tính toán trong mỗi cánh (tức là nội lực thực của cánh tăng lên 20%), trừ đi phần lực truyền qua các bản ghép:

$$\text{Đề liên kết thanh bé : } N' = 1,2 N_1 - 2 N_{gh} \pm \frac{1,2 N_1}{2} \quad (4.10)$$

$$\text{Đề liên kết thanh lớn : } N'' = 1,2 N_2 - 2 N_{gh} \pm \frac{1,2 N_2}{2}$$

3 - Mặt đỉnh và mặt giữa dưới.

Mặt đỉnh và mặt giữa dưới là những mặt khuếch đại hai nửa dòn tại hiện trường. Thanh cánh được nối bằng thép góc ghép (H.34a; 35a) hoặc bằng bản ghép (H.34b; 35b). Trường hợp sau thì nối luôn cả bản mặt và như vậy hai nửa dòn giống nhau. Cũng có thể nối cánh trên bằng bản mặt tiết diện T, cấu tạo rất đơn giản (H.34c).

Nội lực tính toán mỗi nối phủ bằng thép góc hay bản ghép vẫn là $N_t = 1,2 N_1$, cách tính giống như đối với mặt trung gian nói ở trên.

Đối với trường hợp dùng bản mặt chữ T, phải kiểm tra cường độ của bản mặt.

$$\text{Lực tác dụng : } N_t = N + D \cos \alpha$$

N : nội lực cánh

D : nội lực thanh xiên

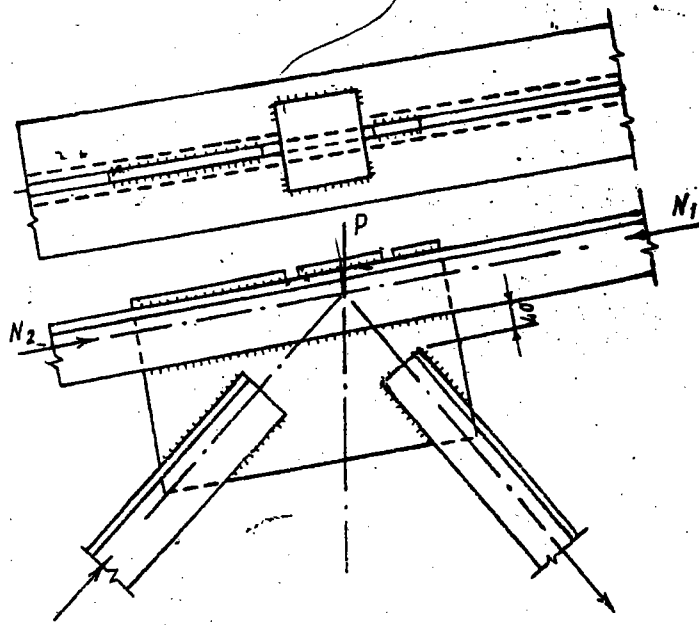
α : góc giữa thanh cánh và thanh xiên

Lực N_t đặt lệch tâm đối với trọng tâm tiết diện T.

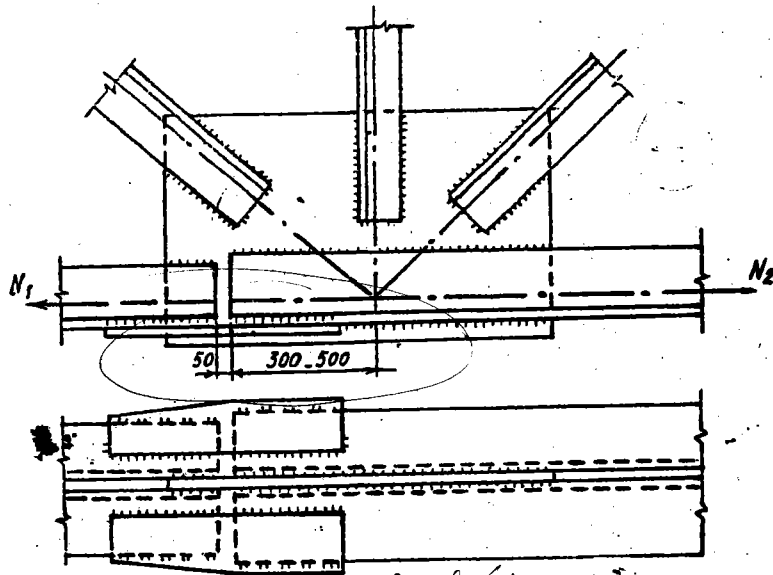
Kiểm tra ứng suất nén lớn nhất của tiết diện T :

$$\sigma = \frac{N_t}{F} + \frac{N_t \cdot e}{W} \leq R$$

a)



b)



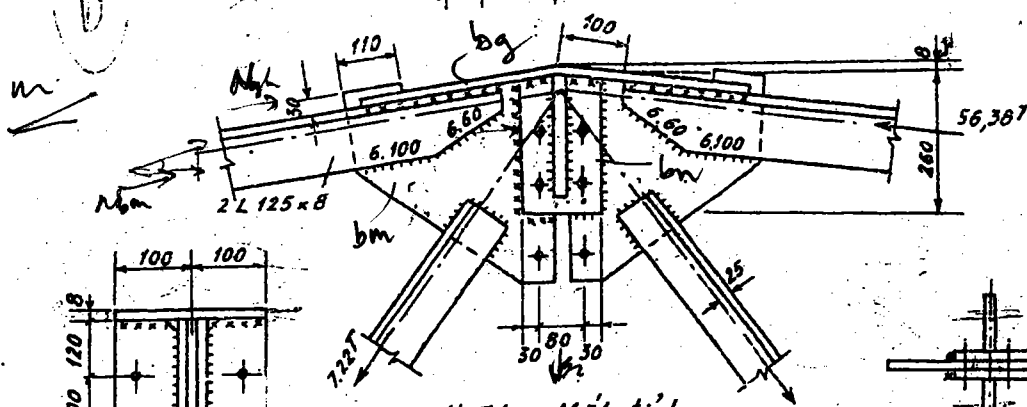
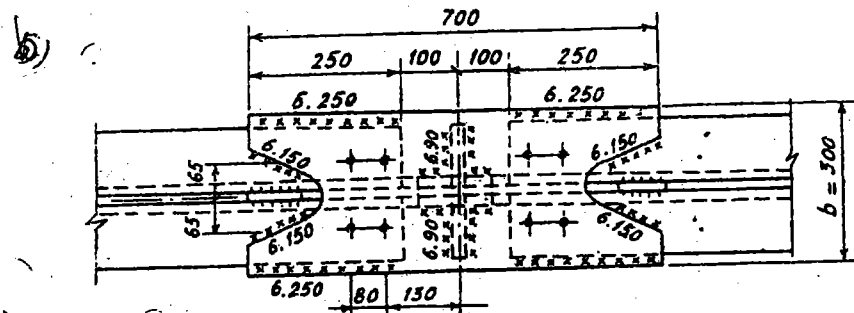
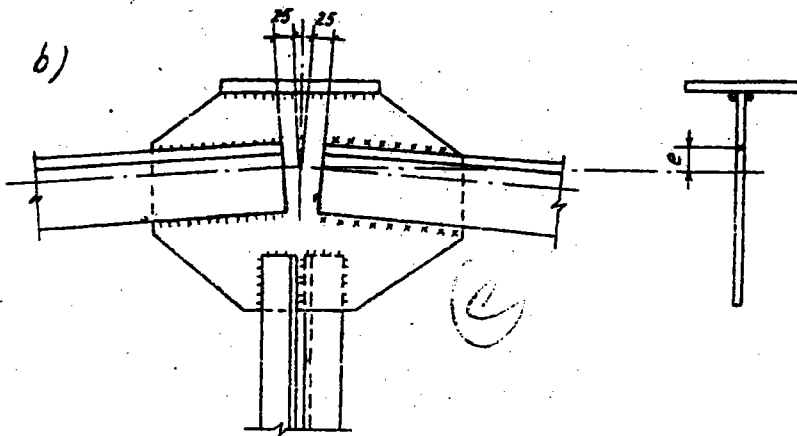
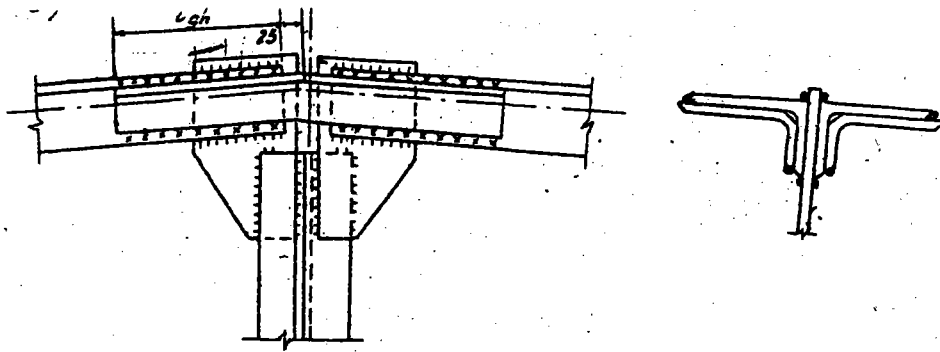
biên ghép trục con cái

H. 33 - Mặt trung gian

a) Mặt trên không nối

b) Mặt dưới có nối

425 → 29,5
12,6



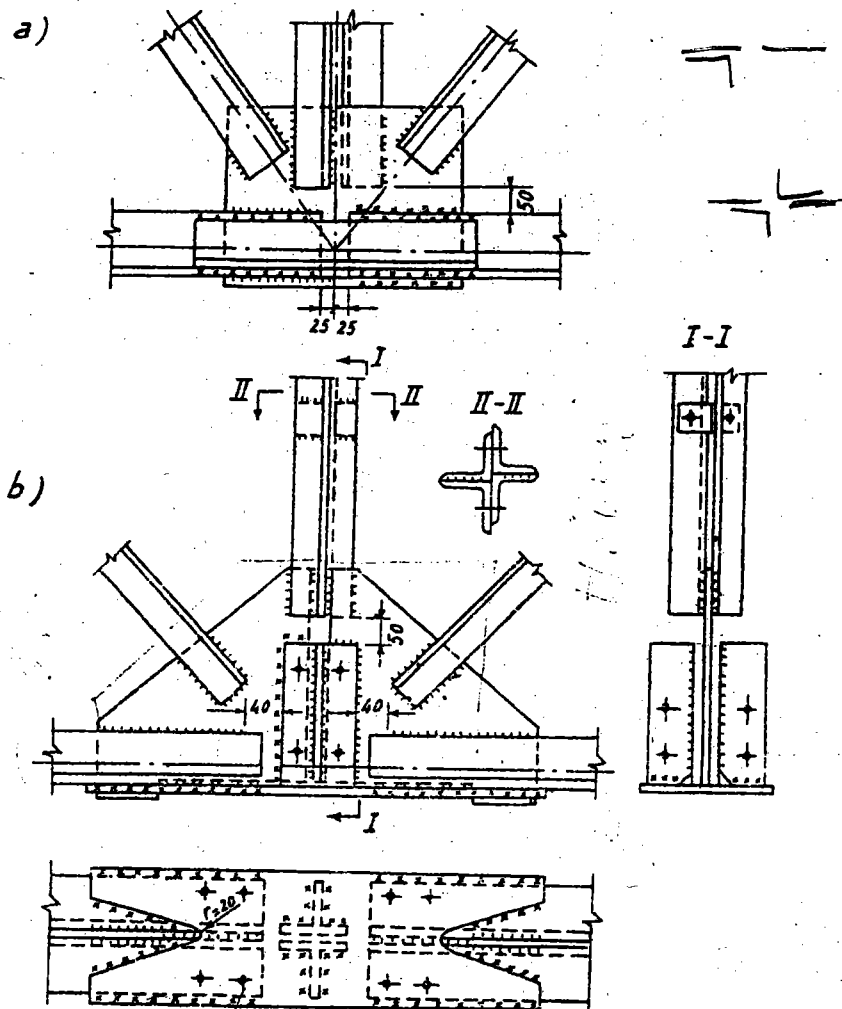
H. 34 - Mặt đỉnh

a - Nối bằng thép góc ; b - Nối bằng bản ghép ;
c - Nối bằng bản mặt tiết diện T.

0,111

g8

210



H. 35 — Mặt giũa dưới.
 a. Nối bằng thép góc.
 b. Nối bằng bản ghép.

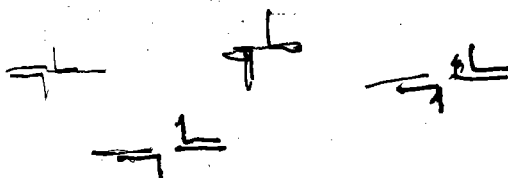
Thí dụ 13 — Tính mặt đỉnh dãn có nội lực
 và cấu tạo như ở H. 34 b.

1) Liên kết thanh xiên $D = 7,22T$: dũa $h'_h = 6\text{mm}$, $h''_h = 4\text{mm}$.
 Chiều dài các đường hàn :

$$l'_h = \frac{0,7 \cdot 7220}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1500} = 4\text{ cm.}$$

$$l''_h = \frac{0,3 \cdot 7220}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 1500} = 2,58\text{ cm.}$$

Chọn kích thước theo cấu tạo như ở hình vẽ.



2) Tính nối thanh cánh.

Lực tính toán: $N_t = 1,2 N_1 = 1,2 \cdot 56,38 = 67,6^T$

Chọn bản ghép - 300×8 (bề rộng 300mm đủ chừa ra ngoài thanh cánh). Diện tích qui ước:

$$F_q = 30 \times 8 + 2 \cdot 125 \cdot 1 = 490 \text{ cm}^2.$$

Ứng suất: $\sigma_t = \frac{67600}{490} = 1380 < 2100 \text{ kg/cm}^2$

Đường hàn 1 giữa bản ghép và cánh tính chịu lực:

$$N_{gh} = \sigma_t F_{gh} = 1380 \cdot 240 = 33150 \text{ KG}$$

Chiều dài hàn:

$$l_{h1} = \frac{33150}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 1500} = 52,6 \text{ cm và thêm 4 cm cho 4 đường hàn.}$$

Dùng hai đường hàn dài 25 cm và hai đường 15 cm.

Đường hàn 2, 3 giữa thanh cánh và bản mặt tính chịu lực

$$N' = 1,2 N_1 - N_{gh} = 67,6 - 33,15 = 34,35 > \frac{1,2 N_1}{2} = 33,8^T$$

Bề dày hàn $h_2 = h_3 = 6 \text{ mm}$, chiều dài hàn là:

$$l_{h2} + l_{h3} = \frac{34350}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 1500} = 54,5 \text{ cm.}$$

Dùng hai đường hàn $l_{h2} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ cm}$ và hai đường $l_{h3} = 2 \cdot 11 = 22 \text{ cm}$

3) Nối bản mặt.

Hai nửa bản mặt nối nhau bằng hai bản đứng - 260×10 , chuyên nội lực:

$$N' + D \sin \alpha = 34,35 + 7,22 \cdot 0,720 = 39,55^T$$

α là góc giữa thanh xiên và thanh cánh, $\alpha = 46^\circ 04'$.

Ứng suất: $\sigma = \frac{39550}{2 \cdot 26 \cdot 1} = 760 \text{ kg/cm}^2$

Đường hàn 4 hàn bản đứng vào bản mặt lấy bề dày bằng bề dày bản đứng $h_4 = 10 \text{ mm}$.

4) Cuối cùng -

4 đường hàn 5 giữa sườn và bản ghép, tính chiều thành n đứng của nội lực bản ghép

$$2 N_{gh} \sin \beta = 2 \cdot 33,15 \cdot 0,124 = 8,23T \quad (\beta = 7^{\circ}08' \text{ là góc nghiêng của cánh trên.})$$

tổng chiều dài tính toán là :

$$l_{h5} = 4(9-1) = 32 \text{ cm.}, \text{ bề dày cần thiết :}$$

$$h_5 = \frac{8230}{0,7 \cdot 32 \cdot 1500} = 0,24 \text{ cm. Lấy } h_5 = 6 \text{ mm.}$$

Nhắc lại là đây chỉ là một phương pháp tính qui ước có thể dùng được trong thực tế thiết kế. Tính theo phương pháp khác có thể cho những kết quả không giống cấu tạo ở đây, nhưng đều đảm bảo độ bền của mối nối.

4) Liên kết dãn với cột.

Dãn được liên kết cứng với cột bằng cách liên kết cả mặt trên và mặt dưới. Mặt liên kết dưới cấu tạo như ở H. 36. Áp lực đứng truyền qua đầu mút bản gối xuống gối đỡ; bản gối bắt bu lông vào cánh cột; đường trục hội tụ vào mép ngoài cột (H. 36).

Tính toán mối này gồm các việc :

- Liên kết thanh xiên và cánh dưới vào bản mặt, tính theo phương pháp thông thường
- Kiểm tra ép mặt của đầu mút bản gối chịu phản lực A_1 và tính đường hàn liên kết gối đỡ vào cột, mỗi bên chịu $\frac{2}{3} A_1$.
- Đường hàn đứng giữa bản mặt và bản gối, chịu lực đứng A và lực ngang H . Lực ngang H gây bởi mômen đầu dãn lớn nhất $H = \frac{M}{h_0}$ (thường là mômen âm)

$$\text{Ứng suất do } A : \tau_A = \frac{A}{2 \cdot 0,7 h_h l_h}$$

$$\text{Ứng suất do } H : \tau_{KH} = \frac{H}{2 \cdot 0,7 h_h l_h} + \frac{H e}{W_h}$$

với e là độ lệch tâm của H đối với trọng tâm của các đường hàn.

W_h : mômen kháng của các đường hàn, bằng

$$\frac{2 \cdot 0,7 h_h \cdot l_h^2}{6}$$

Ứng suất tổng cộng :

$$\sqrt{\tau_A^2 + \tau_H^2} \leq R_g^h$$

— Tính bulông bắt bản gối vào cánh cột. Bulông tính với lực H gây bởi mômen dương lớn nhất, làm tách bản gối ra khỏi cột (không phải lực H tính đường hàn) :

$$N_{bmax} = \frac{H z y_1}{2 \sum y_i^2} \leq \frac{\pi d_o^2}{4} R_b \quad (4.11)$$

z : khoảng cách từ H đến bulông ở xa nhất ở trên cùng.

y_i : khoảng cách từ các trục bulông đến bulông trên cùng.

y_1 : là khoảng cách hai bulông ngoài cùng.

d_o : đường kính bulông ở tiết diện ren.

R_b : cường độ chịu kéo của bulông.

Bố trí bulông trước (6-8 cái) rồi kiểm tra lại.

Nếu đầu dãn không có mômen dương thì các bulông này chỉ đặt theo cấu tạo, 6-8 cái, đường kính 20mm.

— Bề dày bản gối, coi như ngàm giữa hai hăng bu lông :

$$(4.12) \quad \delta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3b'H}{LR}}, \text{ và không lấy nhỏ hơn } 20\text{mm}.$$

b' : khoảng cách giữa hai hăng bulông đứng (H.36)

L : chiều dài bản gối.

H : lực kéo đã dùng tính bulông.

Hình 37a, vẽ mặt liên kết trên của dãn vào cột: dùng 4-6 bulông bắt bản gối vào cánh cột. Các bulông này tính chịu lực kéo lớn nhất H trong cánh trên khoang ngoài cùng.

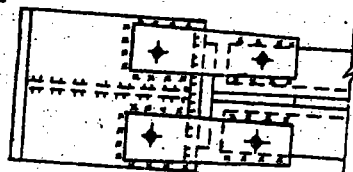
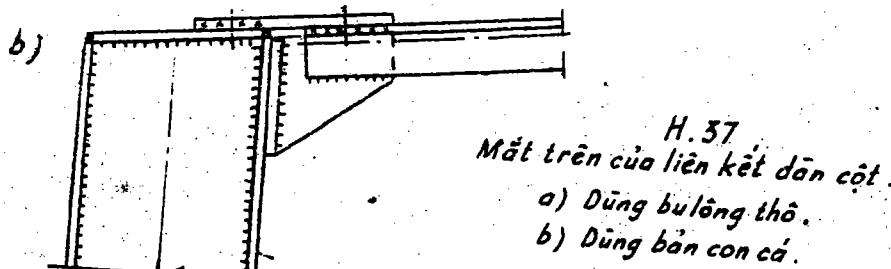
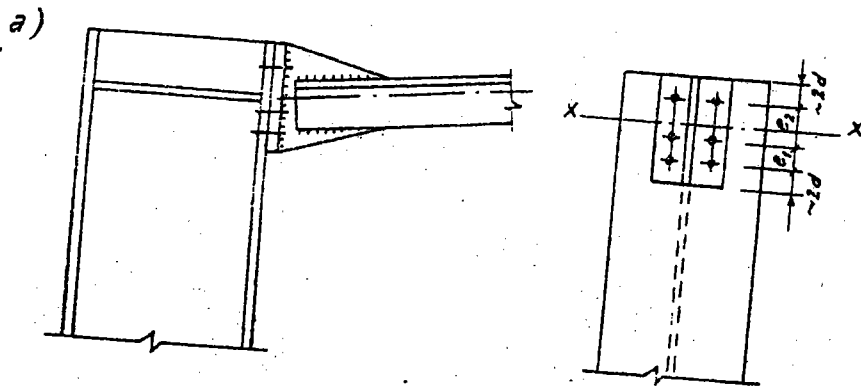
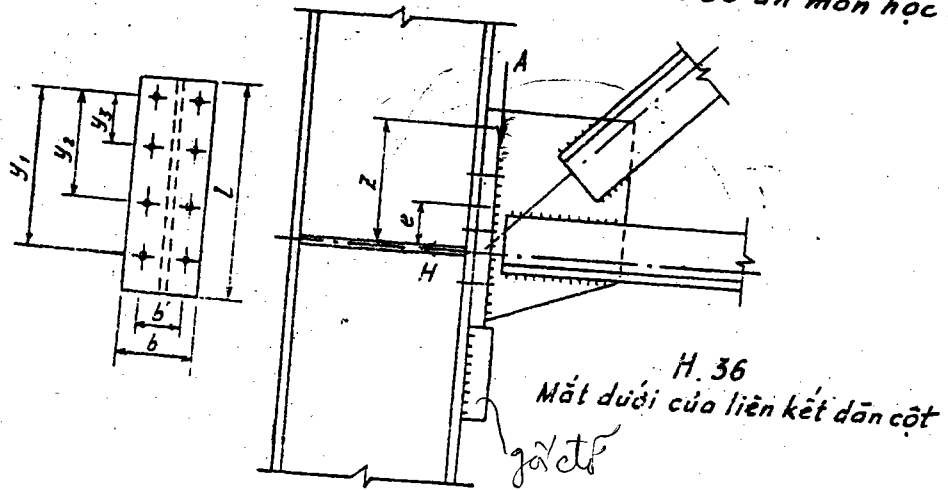
Khi lực kéo này quá lớn, riêng bulông không đủ chịu, phải an toàn cả nối thép góc cánh trên với bụng cột (H.37b)

ở bản phủ đầu cột. Trường hợp này, bản con cái vẫn an toàn với nội lực H , còn bulông chỉ đặt theo cấu

trình : mômen lệch tâm H_e .

Trong đồ án môn học, sinh viên có thể không tính tất cả các mặt dãn mã chỉ cần tính một số. Nhất thiết phải tính các mặt sau: mặt liên kết dãn cột, mặt đỉnh hoặc mặt giữa dưới, một mặt trung gian trên, một mặt trung gian dưới.

Đến đây là xong phần tính toán của bản đồ án môn học.



V - THỂ HIỆN BẢN VẼ

Giai đoạn cuối cùng của quá trình làm thiết kế môn học, sau khi đã hoàn thành phần thuyết minh tính toán, là thể hiện bản vẽ.

Vẽ cũng là một quá trình rất quan trọng rèn luyện kỹ năng thiết kế của sinh viên. Ngoài việc vận dụng đúng các kiến thức về cấu tạo của kết cấu thép, sinh viên phải nắm lại các qui định vẽ kỹ thuật, thể hiện đường nét, chữ viết, con số đúng yêu cầu kỹ thuật. Vẽ bằng bút chì, không vẽ bằng mực.

Khối lượng vẽ gồm hai bản khổ A1 (hoặc tương đương)

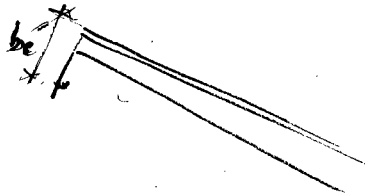
1 - Bản vẽ thứ nhất gồm:

Ở nửa trái, vẽ mặt cắt ngang phân xưởng, mặt bằng hệ giằng cánh trên và cánh dưới, hệ giằng cửa mái, hệ giằng đứng, hệ giằng cột. Các thanh giằng vẽ theo qui ước sơ đồ, mỗi thanh là một nét đậm. Trên mặt cắt ngang, chú ý vẽ rõ cửa tường, cửa, mái. Tỷ lệ nên là 1/200 đối với mặt cắt ngang, 1/300 - 1/600 đối với hệ giằng.

Ở nửa phải, vẽ cột trong giai đoạn thiết kế KM, tỷ lệ 1/50 - 1/75. Các thanh cánh của cột thì vẽ hai nét, còn các thanh bụng chỉ vẽ bằng đường chấm gạch. Trên hình này, có ghi tiết diện của các cấu kiện, các kích thước và cao trình cơ bản, quan hệ với trục định vị v.v... để có thể dựa vào đây mà vẽ bản vẽ KMD. Bên cạnh hình vẽ cột, vẽ chi tiết những mắt quan trọng nhất với các hình chiếu cần thiết: liên kết phần trên phần dưới cột có vẽ cả dầm cầu chạy và dầm hãm; liên kết dầm với cột, chân cột v.v... Các hình chi tiết này vẽ với tỷ lệ 1/20 - 1/25, có ghi đầy đủ mọi kích thước, cao trình, đường kính bulông, kích thước đường hàn.

Góc dưới bên phải là phần ghi chú, có ghi vật liệu kết cấu, loại que hàn, đường kính bulông khi lắp dựng, cách thức nối các cấu kiện (công xưởng, công trường) v.v...

Mọi kích thước ghi bằng milimét, cao trình ghi bằng mét.



2 - Bản vẽ thứ hai : là bản vẽ thi công KMD của một cầu kiến vận chuyên, thường là một nửa dãn.

Ở góc trên trái vẽ sơ đồ hình học của dãn với tỷ lệ $1/100 - 1/200$, trên đó ghi chiều dài hình học của các thanh (khoảng cách các tâm mắt), chính xác đến 1 milimét. Khi tính các kích thước hình học của dãn, kích thước xuất phát là chiều cao đầu dãn h_0 và độ dốc cánh trên, chiều cao đầu dãn lấy bằng 2200 mm. tính từ các sống thép góc, ở tại trục định vị. Do đó kích thước giữa các trục thép góc (tính từ trục định vị) bằng $h_0 - (z_0^t + z_0^d)$ với z_0^t, z_0^d là khoảng cách từ trục đến sống của thép góc cánh trên và cánh dưới, lấy trên 5 mm. Chú ý là dãn liên kết ngay vào cánh cột chứ không kéo dài đến tận trục cột, điều này phải xét đến khi tính kích thước hình học của dãn.

Bản vẽ thi công của dãn gồm mặt đứng, mặt chiếu bằng của cánh trên (vẽ bên trên), của cánh dưới (vẽ bên dưới), của hai hình chiếu cạnh. Để cho dễ thể hiện, trên cũng một hình vẽ đứng hai tỷ lệ $1/20 - 1/30$ để vẽ chiều dài thanh, $1/10 - 1/20$ để vẽ tiết diện thanh và các mắt.

Trước hết, vẽ các đường trục, sau đó vẽ đường viền ngoài của các thanh, do khoảng z_0 đã lấy trên 5 mm. Các đầu thanh bung cách mép thép góc cánh 40-50 mm. Chiều dài các thanh lấy trên 10 mm nhưng tổng chiều dài thanh và hai đoạn cách hai đầu phải đúng bằng chiều dài hình học của thanh ghi trên sơ đồ. Trị số đoạn cách ghi trên bản vẽ, chính xác đến 1 mm.

Kích thước bản mặt xác định bởi chiều dài các đường hàn liên kết các thanh. Bản mặt phải thõ qua sống thép góc cánh 10 - 15 mm. để hàn với sống. Khi mà không thể nhô ra ngoài thép góc cánh (như khi có xà gồ) thì bản mặt thụt xuống dưới 5 - 10 mm. và cũng vẫn có hàn vào khe hở giữa hai sống thép góc. Không được liên kết thanh cánh với bản mặt chỉ bằng đường hàn mép. Để giảm kích thước bản mặt, đường hàn sống nên dày hơn đường hàn mép. Trên một dãn, không dùng quá 3-4 loại bề dày đường hàn.

Giữa hai thép góc của thanh dãn, phải có các miếng đệm, khoảng cách thông thủy giữa chúng không quá 40 r đời.

với thanh nền, $80r$ đối với thanh kéo, r là bán kính quán tính của một thép góc đối với trục bản thân song song với miếng đệm. Bề rộng miếng đệm là 60 mm, bề dài bằng bề rộng cánh thép góc cộng thêm 15-20 mm. Các miếng đệm đặt cách đều nhau giữa mép trong của các bản mặt; không cần ghi khoảng cách giữa các miếng đệm.

Trên hình chiếu bằng của thanh cánh, có vẽ vị trí các lỗ để liên kết thanh giằng. Các lỗ này nên đặt gần phía mép thép góc để bulông khỏi vướng tầm mái.

Mọi thanh và bản mặt đều được đánh số thứ tự. Nên cố giảm bớt số lượng cấu kiện khác nhau, bằng cách thống nhất hoá chúng, nhất là bản mặt và miếng đệm. Không cần ghi tiết diện của chúng trên bản vẽ vì đã ghi trong bảng thống kê. Bản thống kê có mẫu sau:

BẢNG THỐNG KÊ

Cấu kiện	Số chi tiết	Tiết diện	Chiều dài mm.	Số lượng		Trọng lượng KG.			Ghi chú
				T	N	1 cái	Tất cả	Toàn cấu kiện	
Nửa dầm D ₁	1	L 125 x 10	4260	1	1	81,3	163	-	
	12	- 320 x 10	560	1	-	14,1	14	-	

Ghi lần lượt theo số thứ tự, đầu tiên là thép góc thanh cánh, rồi thanh bụng, sau là bản mặt, miếng đệm v.v...

Ở cột số lượng, có hai cột T (thuận) và N (ngược). Ở cột N là những cấu kiện phải chế tạo "ngược" tức là đối xứng mặt gương với cấu kiện T (thuận). Chỉ có những thanh thép góc có lỗ không đối xứng mới phân biệt T, N. ●

Trọng lượng một chi tiết lấy chẵn đến 0,1 KG; trọng lượng các chi tiết lấy tròn KG. Trọng lượng toàn cấu kiện bằng tổng trọng lượng mọi chi tiết, có thêm trọng lượng đường hàn bằng 1-1,5% tổng trọng lượng.

Ngoài ra, trong bản vẽ này, nếu cần chỗ sẽ vẽ thêm mặt khuếch đại hai nửa dãn (mặt trên hoặc mặt dưới).

Dưới cũng là các đồng ghi chú nêu rõ vật liệu, que hàn, kích thước đường hàn đúng chung, đường kính lỗ bulông v.v...

Cách thức trình bày, khung tên v.v... xem bản vẽ mẫu kèm theo.

Trong trường hợp, được sự đồng ý của thầy, chỉ vẽ một bản thi sẽ vẽ: mặt cắt ngang phân xưởng; các hệ giằng mái, cột; một nửa dãn (bản vẽ K.M.D., bỏ hai hình chiếu cạnh), các chi tiết của cột. Bỏ không vẽ cột; các mặt khuếch đại, bảng thống kê vật liệu, các đồng ghi chú. Có thể dùng tỷ lệ nhỏ hơn để đủ chỗ bố trí hình vẽ.

Nhắc lại là các đường nét, chữ viết, qui ước thể hiện phải đúng yêu cầu vẽ kỹ thuật. Bản vẽ phải đẹp, sạch sẽ.



PHỤ LỤC

PHỤ LỤC I

Trích Quy phạm tính tải trọng gió
(QP 01 - 61)

Áp lực pháp tuyến tiêu chuẩn của gió lên 1 m^2 bề mặt công trình tính bằng :

$$q^{TC} = q_0 \cdot k \text{ KG/m}^2$$

k : hệ số khí động .

q_0 là áp lực tốc độ của gió ở chiều cao 20 m , lấy theo bảng sau :

Áp lực tốc độ của gió q_0

BẢNG I - 1

1 - Vùng tam giác châu sông Hồng , gồm các tỉnh : Quảng - ninh , Hải - phòng , Thái - bình , Nam - hà , Hà - đông	120 KG/m ²
2 - Vùng duyên hải Khu IV : dải đất ven biển rộng 40 Km từ Thanh - hóa trở vào	100 KG/m ²
3 - Vùng trung du , các tỉnh Bắc - giang , Thái - nguyên , Vĩnh - phú , Sơn - tây , Hòa - bình , dải đất cách biển 40 - 80 Km của Khu IV	80 KG/m ²
4 - Vùng núi ; toàn miền Bắc , trừ 3 vùng trên . Riêng : Cao - băng 90 KG/m ² ; Ninh - bình 100 KG/m ² ; Chapa , Tam đảo 100 KG/m ²	60 KG/m ²

Khi bề cao công trình khác 20 m , thì nhân thêm vào q_0 hệ số độ cao như sau :

Hệ số độ cao C

BẢNG I-2

H (m)	C	H (m)	C
5	0,62	15	0,91
6	0,66	20	1
8	0,74	30	1,11
10	0,80	40	1,19

Các hệ số khác như hệ số giảm áp G, hệ số thời hạn T không xét khi làm đồ án này.

PHỤ LỤC II

BẢNG II-1 Cường độ tính toán R (KG/cm²) của thép cán

Trạng thái ứng suất	Ký hiệu	Cường độ tính toán của thép cán					
		Thép cac bon		Thép hợp kim thấp			
		Cr. 3 Cr. 4	Cr. 5	14 r2 và 15 r2 khi bề dày cán lớn (mm)		10 r2c	10 x CHA
				20 và ít hơn	21-32	15 x CHA	
Kéo, nén, uốn	R	2100	2300	2900	2800	2900	3400
Cắt	R _c	1300	1400	1700	1700	1700	2000
Ép mặt lên đầu mút (khi ti chặt)	R _{emđ}	3200	3400	4300	4200	4300	5100
Ép cục bộ khi tiếp xúc chặt	R _{cb}	1600	1700	2200	2100	2200	2500
Ép đối kính của con lăn khi tiếp xúc tự do	R _{cl}	80	90	110	110	110	130

BẢNG II - 2 Cường độ tính toán KG/cm^2 của mỗi hãn

Loại mỗi hãn	Trạng thái ứng suất	Ký hiệu	Cường độ tính toán của mỗi hãn trong kết cấu bằng thép mác				
			Cr. 3 Cr. 4	14 r2 và 15 r2 khi bề dày cán		10 r 2c	10 XCHA
				≤ 20mm	21-32	15 XCHA	
Loại que hãn (tay, tự động)							
Hãn đôi đầu - nt -	Nén -----	R_n^h	2100	2900	2800	2900	3400
	Kéo :						
	a - Hãn tự động -----	R_k^h	2100	2900	2800	2900	3400
	b - Hãn nửa tự động hay hãn tay, có kiểm tra chất lượng mỗi hãn bằng phương pháp chính xác -----	R_k^h	2100	2900	2800	2900	3400
	thông thường -----	R_k^h	1800	2500	2400	2500	2900
Hãn đôi đầu	Cắt -----	R_c^h	1300	1700	1700	1700	2000
Hãn góc	Kéo, nén, cắt -----	R_g^h	1500	2000	2000	2000	2400

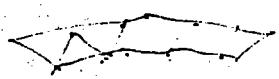
BẢNG II - 3 Cường độ tính toán của liên kết đinh tán (KG/cm^2)

Trạng thái ứng suất và nhóm liên kết	Ký hiệu	Cường độ tính toán khi							
		Cắt và kéo đinh tán làm bằng thép mác		Ép mặt các cấu kiện làm bằng thép mác					
		Cr. 3 dt Cr. 2 dt	09 r2	Cr. 3 Cr. 4	Cr. 5	14 r2 và 15 r2 khi bề dày cán		10 r 2c 10 r 2CA	10 XCHA
				≤ 20	21-32	15 XCHA			
Cắt -----	R_c^{dt}	1800	2200	—	—	—	—	—	
Cắt C -----		1600	—	—	—	—	—	—	
Ép mặt B -----	R_{em}^{dt}	—	—	4200	4600	5800	5600	5800	
Ép mặt C -----		—	—	3800	—	—	—	—	
Kéo (đặt đầu đinh) -----	R_k^{dt}	1200	1500	—	—	—	—	—	

BẢNG II.4

Cường độ tính toán của liên kết bu. lông (KG/cm²)

Loại liên kết bu. lông	Trạng thái ứng suất và nhóm liên kết	Ký hiệu	Cường độ tính toán khi								
			Kéo và cắt bu. lông làm bằng thép mác				Ép mặt các cấu kiện làm bằng thép mác				
Bu. lông tinh và nửa tinh (độ chính xác cao)	Kéo Cắt B Ép mặt B	R _k ^b R _c ^b R _{cm} ^b	BCT.3	14 r2	C.T.3	14 r2 và 15 r2	10 r2c	10 r2c	10 r2c	10 r2c	10 r2c
			BCT.350i	15 r2c	C.T.4	Khi bề dày cán	10 r2cA	10 r2cA	10 r2cA	10 r2cA	
				15 r2cA		≤ 20	21.32				
Bu. lông thô a) trong liên kết 1 bu. lông	Kéo Cắt Ép mặt	R _k ^b R _c ^b R _{cm} ^b		2300							
				2000							
				2000	3800	5200	500	5200	5200	5200	6100
Bu. lông kết nhiều bu. lông	Kéo Cắt Ép mặt	R _k ^b R _c ^b R _{cm} ^b		2300							
				2000							
				1900	3800						
Bu. lông neo	Kéo	R _k ^{neo}		1700							
				1500							



BẢNG II-5

Hệ số uốn dọc φ của cầu kiện chịu nén đúng tâm

Độ mảnh cầu kiện λ	SỐ HIỆU THÉP										
	C7.3 và C7.4										Thép C7.5
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1,000	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991	1,000
10	0,990	0,988	0,986	0,984	0,982	0,980	0,973	0,976	0,974	0,972	0,980
20	0,970	0,968	0,966	0,964	0,962	0,960	0,958	0,956	0,954	0,952	0,960
30	0,950	0,947	0,944	0,941	0,938	0,935	0,932	0,929	0,926	0,923	0,930
40	0,920	0,917	0,914	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893	0,890
50	0,890	0,887	0,884	0,881	0,878	0,875	0,872	0,869	0,866	0,863	0,850
60	0,860	0,855	0,850	0,845	0,840	0,835	0,830	0,825	0,820	0,815	0,800
70	0,810	0,804	0,798	0,792	0,786	0,780	0,774	0,768	0,762	0,756	0,740
80	0,750	0,744	0,738	0,732	0,726	0,720	0,714	0,708	0,702	0,696	0,670
90	0,690	0,681	0,672	0,663	0,654	0,645	0,636	0,627	0,618	0,609	0,590
100	0,600	0,592	0,584	0,576	0,568	0,560	0,552	0,544	0,536	0,528	0,500
110	0,520	0,513	0,506	0,499	0,492	0,485	0,478	0,471	0,464	0,457	0,430
120	0,450	0,445	0,440	0,435	0,430	0,425	0,420	0,415	0,410	0,405	0,370
130	0,400	0,396	0,392	0,388	0,384	0,380	0,376	0,372	0,368	0,364	0,320
140	0,360	0,356	0,352	0,348	0,344	0,340	0,336	0,332	0,328	0,324	0,280
150	0,320	0,317	0,314	0,311	0,308	0,305	0,302	0,299	0,296	0,293	0,250
160	0,290	0,287	0,284	0,281	0,278	0,275	0,272	0,269	0,266	0,263	0,230
170	0,260	0,257	0,254	0,251	0,248	0,245	0,242	0,239	0,236	0,233	0,210
180	0,230	0,228	0,226	0,224	0,222	0,220	0,218	0,216	0,214	0,212	0,190
190	0,210	0,208	0,206	0,204	0,202	0,200	0,198	0,196	0,194	0,192	0,170
200	0,190										0,150

BẢNG II. 6

Hệ số uốn dọc của cầu kiến chịu nén đúng tâm

Độ mảnh cấu kiện λ	SỐ HIỆU THÉP										
	14 r2 , 15 x CHA và 10 r2c										10 x CHA
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1,000	0,998	0,996	0,994	0,992	0,990	0,988	0,986	0,984	0,982	1,00
10	0,980	0,977	0,974	0,971	0,968	0,965	0,962	0,959	0,956	0,953	0,98
20	0,950	0,947	0,944	0,941	0,938	0,935	0,932	0,929	0,926	0,923	0,95
30	0,920	0,917	0,914	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893	0,92
40	0,890	0,885	0,880	0,875	0,870	0,865	0,860	0,855	0,850	0,845	0,88
50	0,840	0,834	0,828	0,822	0,816	0,810	0,804	0,798	0,792	0,786	0,82
60	0,780	0,773	0,766	0,759	0,752	0,745	0,738	0,731	0,724	0,717	0,77
70	0,710	0,702	0,694	0,686	0,678	0,670	0,662	0,654	0,646	0,638	0,68
80	0,630	0,621	0,612	0,603	0,594	0,585	0,576	0,567	0,558	0,549	0,59
90	0,540	0,532	0,524	0,516	0,508	0,500	0,492	0,484	0,476	0,468	0,50
100	0,460	0,453	0,446	0,439	0,432	0,425	0,418	0,411	0,404	0,397	0,43
110	0,390	0,384	0,378	0,372	0,366	0,360	0,354	0,348	0,342	0,336	0,36
120	0,330	0,326	0,322	0,318	0,314	0,310	0,306	0,302	0,298	0,294	0,31
130	0,290	0,286	0,282	0,278	0,274	0,270	0,266	0,262	0,258	0,254	0,27
140	0,250	0,248	0,246	0,244	0,242	0,240	0,238	0,236	0,234	0,232	0,23
150	0,230	0,228	0,226	0,224	0,222	0,220	0,218	0,216	0,214	0,212	0,20
160	0,210	0,208	0,206	0,204	0,202	0,200	0,198	0,196	0,194	0,192	0,18
170	0,190	0,188	0,186	0,184	0,182	0,180	0,178	0,176	0,174	0,172	0,16
180	0,170	0,168	0,166	0,164	0,162	0,160	0,158	0,156	0,154	0,152	0,14
190	0,150	0,148	0,146	0,144	0,142	0,140	0,138	0,136	0,134	0,132	0,12
200	0,130										0,11

0,86 75

BẢNG II - 7

Hệ số φ_{et} của thanh

m λ	Thép mác C1,3 và												
	0,1	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
10	0,967	0,920	0,847	0,781	0,721	0,667	0,618	0,574	0,535	0,468	0,414	0,370	0,333
20	0,959	0,887	0,800	0,729	0,673	0,623	0,577	0,536	0,501	0,439	0,390	0,349	0,315
30	0,942	0,868	0,773	0,699	0,641	0,592	0,550	0,511	0,478	0,420	0,373	0,335	0,303
40	0,920	0,846	0,743	0,668	0,608	0,560	0,520	0,484	0,453	0,399	0,355	0,320	0,290
50	0,890	0,820	0,711	0,634	0,574	0,528	0,490	0,456	0,427	0,377	0,338	0,304	0,277
60	0,860	0,789	0,674	0,598	0,540	0,495	0,459	0,428	0,402	0,355	0,319	0,289	0,263
70	0,810	0,749	0,634	0,560	0,505	0,463	0,429	0,401	0,377	0,334	0,301	0,273	0,249
80	0,750	0,701	0,591	0,521	0,471	0,432	0,400	0,374	0,353	0,314	0,283	0,258	0,236
90	0,690	0,648	0,546	0,483	0,436	0,401	0,372	0,348	0,329	0,294	0,266	0,243	0,224
100	0,600	0,590	0,500	0,444	0,403	0,371	0,345	0,324	0,305	0,275	0,250	0,229	0,211
110	0,520	0,520	0,456	0,407	0,371	0,342	0,320	0,301	0,284	0,257	0,234	0,216	0,200
120	0,450	0,450	0,413	0,372	0,341	0,316	0,296	0,279	0,264	0,239	0,221	0,203	0,189
130	0,400	0,400	0,374	0,339	0,312	0,291	0,273	0,258	0,245	0,224	0,206	0,191	0,178
140	0,360	0,360	0,338	0,309	0,287	0,268	0,253	0,240	0,228	0,209	0,193	0,180	0,168
150	0,320	0,320	0,306	0,282	0,263	0,248	0,234	0,222	0,212	0,195	0,182	0,169	0,158
160	0,290	0,290	0,277	0,257	0,241	0,228	0,216	0,206	0,197	0,182	0,170	0,159	0,149
170	0,260	0,260	0,252	0,237	0,222	0,211	0,200	0,192	0,184	0,170	0,159	0,150	0,141
180	0,230	0,230	0,229	0,216	0,204	0,194	0,185	0,178	0,171	0,159	0,149	0,141	0,133
190	0,210	0,210	0,210	0,199	0,188	0,180	0,172	0,166	0,160	0,149	0,141	0,133	0,126
200	0,190	0,190	0,190	0,182	0,174	0,167	0,160	0,154	0,149	0,140	0,132	0,125	0,119

Chú thích - Đối với các loại thép có R khác, hệ số φ_{et} cũng
 $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R}{2100}}$, nhưng không được lớn hơn

nền vôn bưng đặc

Ct. 4 (R = 2100 Kg/cm²) ^{1,644}
_{0,182}

	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	14,0	17,0	20,0
A	0,303	0,285	0,256	0,235	0,220	0,205	0,182	0,162	0,147	0,123	0,106	0,089	0,075
B	0,288	0,263	0,243	0,225	0,210	0,196	0,174	0,157	0,141	0,120	0,102	0,085	0,072
C	0,277	0,254	0,234	0,218	0,203	0,191	0,169	0,152	0,138	0,117	0,100	0,084	0,071
D	0,265	0,243	0,226	0,210	0,196	0,184	0,164	0,148	0,135	0,114	0,099	0,083	0,070
E	0,255	0,234	0,216	0,201	0,189	0,177	0,159	0,143	0,130	0,111	0,096	0,081	0,069
F	0,241	0,224	0,207	0,193	0,182	0,171	0,153	0,138	0,126	0,107	0,094	0,079	0,068
G	0,230	0,213	0,198	0,185	0,174	0,164	0,147	0,134	0,122	0,104	0,091	0,077	0,066
H	0,218	0,203	0,189	0,177	0,167	0,157	0,142	0,129	0,118	0,101	0,089	0,075	0,065
I	0,207	0,192	0,180	0,169	0,160	0,151	0,136	0,124	0,114	0,098	0,087	0,073	0,063
J	0,197	0,183	0,172	0,161	0,153	0,144	0,131	0,120	0,110	0,095	0,084	0,071	0,062
K	0,186	0,173	0,163	0,154	0,146	0,138	0,126	0,115	0,106	0,092	0,081	0,069	0,060
L	0,176	0,165	0,155	0,147	0,138	0,132	0,120	0,110	0,102	0,089	0,079	0,067	0,059
M	0,166	0,156	0,147	0,139	0,132	0,126	0,115	0,106	0,098	0,086	0,076	0,065	0,057
N	0,158	0,149	0,140	0,133	0,126	0,121	0,110	0,102	0,095	0,084	0,074	0,063	0,055
O	0,149	0,141	0,133	0,126	0,120	0,115	0,106	0,099	0,091	0,080	0,071	0,062	0,054
P	0,141	0,134	0,127	0,120	0,115	0,110	0,101	0,094	0,087	0,077	0,069	0,060	0,053
Q	0,134	0,127	0,120	0,114	0,110	0,105	0,097	0,090	0,084	0,074	0,067	0,059	0,052
R	0,126	0,120	0,114	0,108	0,104	0,100	0,093	0,086	0,080	0,072	0,065	0,057	0,051
S	0,120	0,114	0,109	0,104	0,099	0,096	0,090	0,083	0,078	0,070	0,063	0,055	0,049
T	0,113	0,107	0,103	0,099	0,095	0,092	0,086	0,079	0,075	0,067	0,061	0,053	0,048

xác định bằng bảng này, tra theo độ mảnh qui ước
 trị số φ của bảng II-6.

BẢNG II - 8

Hệ số φ_{et} của thanh

λ_{td}	Thép mác C13 v̄												
	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
20	0,906	0,794	0,660	0,565	0,495	0,440	0,395	0,360	0,330	0,283	0,248	0,220	0,199
30	0,901	0,786	0,651	0,557	0,487	0,433	0,390	0,355	0,326	0,280	0,245	0,218	0,197
40	0,893	0,774	0,638	0,545	0,477	0,424	0,383	0,348	0,320	0,275	0,241	0,215	0,194
50	0,882	0,757	0,621	0,530	0,464	0,413	0,373	0,340	0,313	0,269	0,237	0,212	0,191
60	0,860	0,735	0,600	0,512	0,448	0,400	0,361	0,330	0,304	0,263	0,231	0,207	0,187
70	0,810	0,706	0,574	0,490	0,430	0,385	0,348	0,319	0,294	0,255	0,225	0,202	0,183
80	0,750	0,669	0,544	0,466	0,410	0,368	0,334	0,306	0,283	0,246	0,218	0,196	0,178
90	0,690	0,624	0,510	0,439	0,389	0,350	0,319	0,293	0,272	0,237	0,211	0,190	0,173
100	0,600	0,573	0,474	0,411	0,366	0,331	0,302	0,279	0,259	0,227	0,203	0,184	0,168
110	0,520	0,520	0,437	0,382	0,342	0,311	0,286	0,264	0,247	0,218	0,195	0,177	0,162
120	0,450	0,450	0,400	0,354	0,319	0,291	0,269	0,250	0,234	0,207	0,187	0,170	0,156
130	0,400	0,400	0,364	0,326	0,296	0,272	0,252	0,235	0,221	0,197	0,178	0,163	0,150
140	0,360	0,360	0,331	0,299	0,274	0,253	0,236	0,221	0,208	0,187	0,170	0,160	0,144
150	0,320	0,320	0,301	0,275	0,253	0,236	0,221	0,208	0,196	0,177	0,162	0,149	0,138
160	0,290	0,290	0,274	0,252	0,234	0,219	0,206	0,195	0,185	0,168	0,154	0,142	0,132
170	0,260	0,260	0,249	0,231	0,216	0,203	0,192	0,182	0,173	0,158	0,146	0,135	0,126
180	0,230	0,230	0,227	0,213	0,200	0,189	0,179	0,171	0,163	0,149	0,138	0,129	0,120
190	0,210	0,210	0,208	0,196	0,185	0,176	0,167	0,160	0,153	0,141	0,131	0,122	0,115
200	0,190	0,190	0,190	0,180	0,171	0,163	0,156	0,149	0,143	0,133	0,124	0,116	0,110

Chú thích - Đối với các loại thép có R khác, hệ số φ_{et} cũng

$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R}{2100}}$, nhưng không được lớn hơn

$k = 20$

$m = 0,62$

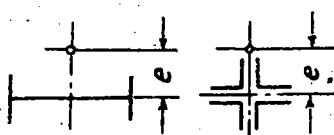
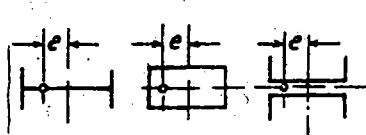
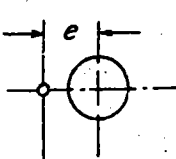
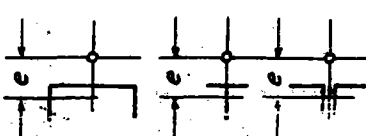
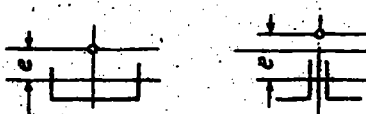
rỗng nén uôn

C_T. 4 (R = 2100 K_G/cm²)

4,50	5,00	5,50	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	14,0	17,0	20,0
0,180	0,165	0,153	0,142	0,138	0,124	0,110	0,099	0,091	0,077	0,067	0,055	0,048
0,179	0,164	0,152	0,141	0,132	0,123	0,110	0,099	0,090	0,076	0,066	0,055	0,047
0,177	0,162	0,150	0,140	0,131	0,122	0,109	0,098	0,090	0,076	0,066	0,055	0,047
0,174	0,160	0,148	0,138	0,129	0,121	0,108	0,097	0,089	0,075	0,065	0,055	0,047
0,171	0,157	0,146	0,136	0,127	0,120	0,107	0,096	0,088	0,075	0,065	0,055	0,047
0,167	0,154	0,143	0,133	0,125	0,118	0,105	0,095	0,087	0,074	0,064	0,054	0,046
0,163	0,151	0,140	0,131	0,123	0,115	0,103	0,094	0,086	0,073	0,064	0,053	0,046
0,159	0,147	0,137	0,128	0,120	0,113	0,102	0,092	0,084	0,072	0,063	0,053	0,046
0,154	0,143	0,133	0,125	0,117	0,111	0,100	0,090	0,083	0,071	0,062	0,052	0,045
0,149	0,139	0,129	0,121	0,114	0,108	0,097	0,089	0,081	0,070	0,061	0,052	0,045
0,144	0,134	0,126	0,118	0,111	0,105	0,095	0,087	0,080	0,069	0,060	0,051	0,044
0,139	0,130	0,122	0,114	0,108	0,102	0,093	0,085	0,078	0,067	0,059	0,050	0,044
0,134	0,125	0,118	0,111	0,105	0,100	0,090	0,083	0,076	0,066	0,058	0,050	0,043
0,129	0,121	0,113	0,107	0,102	0,097	0,088	0,081	0,075	0,065	0,057	0,049	0,043
0,123	0,116	0,109	0,103	0,098	0,094	0,085	0,078	0,073	0,063	0,056	0,048	0,042
0,118	0,111	0,105	0,100	0,095	0,091	0,083	0,076	0,071	0,062	0,055	0,047	0,041
0,113	0,107	0,101	0,096	0,092	0,087	0,080	0,074	0,069	0,060	0,054	0,046	0,041
0,108	0,102	0,097	0,093	0,088	0,084	0,078	0,072	0,067	0,059	0,053	0,045	0,040
0,104	0,098	0,093	0,089	0,085	0,082	0,075	0,070	0,065	0,058	0,052	0,045	0,039

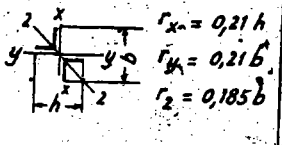
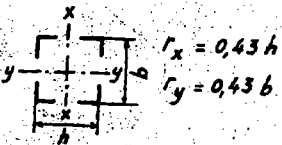
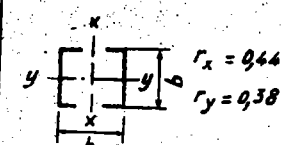
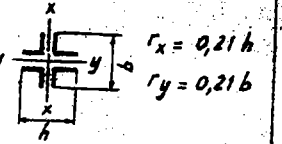
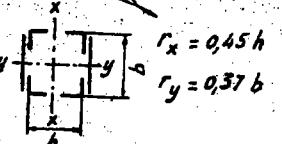
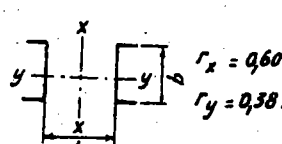
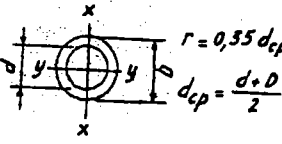
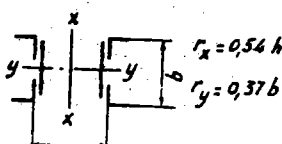
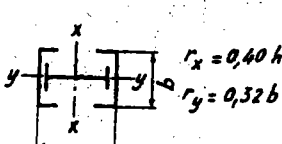
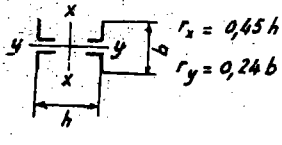
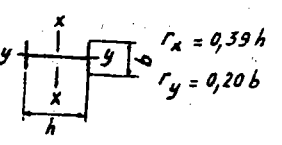
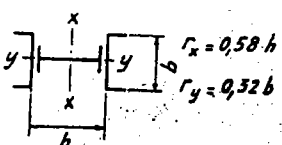
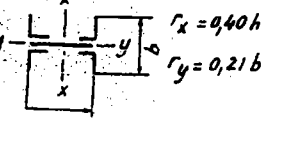
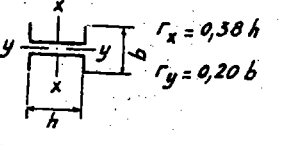
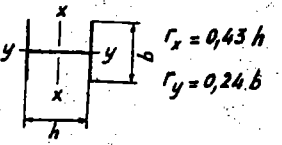
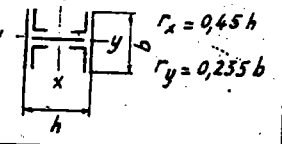
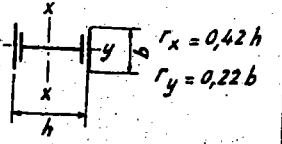
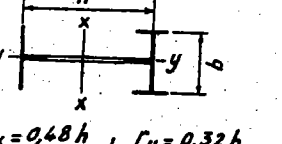
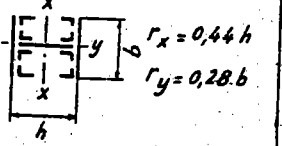
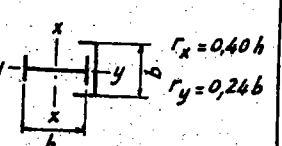
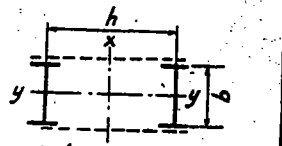
xác định bằng bảng này, tra theo độ mảnh qui ước
trị số φ của bảng II - 6.

BẢNG II 9 Hệ số η ảnh hưởng của tiết diện

Tiết diện	η khi	
	$20 < \lambda \leq 150$	$\lambda > 150$
	$0,775 + 0,0015 \lambda$	1,0
	$1,45 - 0,003 \lambda$	1,0
	$1,3 - 0,002 \lambda$	1,0
	$1,3 + 0,5 \sqrt{m}$	$1,3 + 0,5 \sqrt{m}$
	1,0	1,0

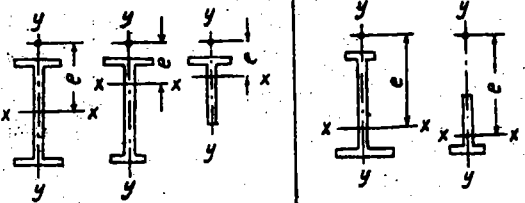
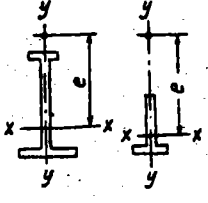
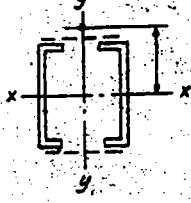
BẢNG II-10

Bán kính quán tính của một số loại tiết diện

 <p> $r_x = 0,21 h$ $r_y = 0,21 h$ $r_z = 0,185 h$ </p>	 <p> $r_x = 0,43 h$ $r_y = 0,43 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,44 h$ $r_y = 0,38 b$ </p>
 <p> $r_x = 0,21 h$ $r_y = 0,21 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,45 h$ $r_y = 0,37 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,60 h$ $r_y = 0,38 b$ </p>
 <p> $r = 0,55 d_{cp}$ $d_{cp} = \frac{d + D}{2}$ </p>	 <p> $r_x = 0,54 h$ $r_y = 0,37 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,40 h$ $r_y = 0,32 b$ </p>
 <p> $r_x = 0,45 h$ $r_y = 0,24 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,39 h$ $r_y = 0,20 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,58 h$ $r_y = 0,32 b$ </p>
 <p> $r_x = 0,40 h$ $r_y = 0,21 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,38 h$ $r_y = 0,20 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,43 h$ $r_y = 0,24 b$ </p>
 <p> $r_x = 0,45 h$ $r_y = 0,255 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,42 h$ $r_y = 0,22 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,48 h$, $r_y = 0,32 b$ </p>
 <p> $r_x = 0,44 h$ $r_y = 0,28 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,40 h$ $r_y = 0,24 b$ </p>	 <p> $r_x = 0,50 h$ x $r_y = 0,39 b$ </p>

BẢNG II.11

Hệ số α, β

Loại tiết diện và điểm đặt lực dọc	Tiết diện hơ chữ I và chữ T		Tiết diện kín, hoặc có thanh giằng (bằng giằng)
			
α	0,7	$1 - 0,3 \frac{J_2}{J_1}$	0,6
β (khi $\lambda_y \leq \lambda_c$)	1	1	1
β (khi $\lambda_y > \lambda_c$)	$\frac{0,6}{\varphi_y}$	$1 - \left(1 - \frac{0,6}{\varphi_y}\right) \times$ $\times \left(2 \frac{J_2}{J_1} - 1\right)$ khi $J_2/J_1 < 0,5$ thì $\beta = 1$	$\frac{0,6}{\varphi_y}$

Chú thích - Hệ số α và β này dùng cho công thức tính c khi kiểm tra ổn định ngoài mặt phẳng mômen của thanh nén uốn
 $c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}$ Các ký hiệu trong bảng: J_1, J_2 là mômen quán tính đối với trục $y-y$ của cánh lớn và cánh nhỏ;
 λ_c : trị số cho trong bảng sau:

Mác thép	λ_c
$C_T.3$ và $C_T.4$	100
$C_T.5$	90
14 r2, 15 r2, 10 r2c, 10 r2cД, 15 XCHД	85
10 XCHД	80

BẢNG II.12

Trị số lớn nhất của hệ số C khi $\lambda_y > \lambda_c$

$\frac{\rho \sigma_c}{bh}$	Trị số lớn nhất của C khi M/Nh là															
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3	4	5	10
0,1	1	0,88	0,69	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10	0,049
0,5	1	0,89	0,73	0,59	0,50	0,42	0,37	0,32	0,30	0,27	0,24	0,20	0,17	0,13	0,11	0,054
0,8	1	0,91	0,77	0,64	0,54	0,47	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,23	0,19	0,15	0,12	0,062
1,0	1	0,93	0,80	0,67	0,58	0,50	0,44	0,39	0,35	0,32	0,30	0,26	0,21	0,16	0,13	0,068
1,5	1	0,95	0,85	0,74	0,66	0,58	0,52	0,47	0,43	0,39	0,37	0,30	0,26	0,20	0,18	0,086
2,0	1	0,97	0,90	0,80	0,73	0,66	0,60	0,54	0,50	0,45	0,42	0,36	0,31	0,24	0,22	0,105
$\geq 2,5$	1	0,99	0,92	0,85	0,78	0,72	0,66	0,61	0,56	0,52	0,49	0,41	0,36	0,28	0,24	0,126

Chú thích — Khi độ mảnh λ_y lớn hơn λ_c , hệ số C đối với thanh tiết diện hở không được lấy lớn hơn trị số cho trong bảng này còn đối với thanh tiết diện kín thì không lấy lớn hơn 1. Ký hiệu trong bảng này: h là chiều cao tiết diện; b và σ_c là bề rộng và bê dày của cánh bị nén nhiều hơn.

PHỤ LỤC III

Chỉ dẫn để xác định chiều dài tính toán của cột bậc thang.

Hệ số chiều dài tính toán μ_1 của phần dưới cột bậc thang được xác định tùy theo liên kết đầu cột, tỉ số độ cứng giữa phần trên và phần dưới cột:

$$k = \frac{i_{tr}}{i_d} = \frac{J_2 H_d}{J_1 H_{tr}}$$

vô thông số:
$$c = \frac{H_{tr}}{H_d} \sqrt{\frac{J_1}{J_2 m}}$$

trong đó J_1, J_2, H_d, H_{tr} là mômen quán tính của tiết diện và chiều dài của phần dưới và phần trên cột; $m = \frac{N_d}{N_{tr}} = \frac{P_1 + P_2}{P_2}$.

Đối với cột chỉ được giữ cho đầu không quay, hệ số μ_1 được xác định theo đúng bảng III.2.

Đối với cột có đầu trên được giữ không di động và không quay, hệ số μ_1 xác định theo công thức:

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\mu_{12}^2 + \mu_{11}^2 (m-1)}{m}}$$

trong đó μ_{12} : hệ số chiều dài tính toán của phần dưới cột, khi $P_1 = 0$ (xem bảng III.3)

μ_{11} : cũng vậy, khi $P_2 = 0$ (xem bảng III.3).

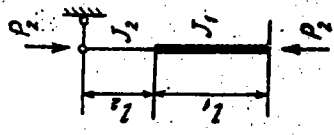
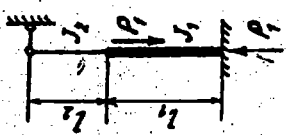
Tri số của μ_{12} và μ_{11} khi đầu trên cột liên kết khớp thì tra trong bảng III.1.

Hệ số chiều dài tính toán μ_2 của phần trên cột, trong mọi trường hợp, được xác định theo công thức:

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{c_1} \leq 3.$$

BẢNG III.1

Hệ số μ_{12} và μ_{11} của cột đầu trên liên kết khớp cơ định

Số độ tự do tính toán	J_2/l_2 / J_1/l_1		Hệ số μ_{12}														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2		
	0,04	1,02	1,84	2,25	2,59	2,85	3,08	3,24	3,42	3,70	4,00	4,55	5,25	5,80	6,55	7,20	
	0,06	0,91	1,47	1,93	2,26	2,57	2,74	2,90	3,05	3,24	3,45	3,88	4,43	4,90	5,43	5,94	
	0,08	0,86	1,31	1,73	2,05	2,31	2,49	2,68	2,85	3,00	3,14	3,53	3,95	4,37	4,85	5,28	
	0,10	0,83	1,21	1,57	1,95	2,14	2,33	2,46	2,60	2,76	2,91	3,28	3,61	4,03	4,43	4,85	
	0,20	0,79	0,98	1,23	1,46	1,67	1,85	2,02	2,15	2,28	2,40	2,67	2,88	3,11	3,42	3,71	
	0,30	0,78	0,90	1,09	1,27	1,44	1,60	1,74	1,86	1,98	2,11	2,35	2,51	2,76	2,99	3,25	
	0,40	0,78	0,88	1,02	1,17	1,32	1,45	1,58	1,69	1,81	1,92	2,14	2,31	2,51	2,68	2,88	
	0,50	0,78	0,86	0,99	1,10	1,22	1,35	1,47	1,57	1,67	1,76	1,96	2,15	2,34	2,50	2,76	
	1,00	0,78	0,85	0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	1,27	1,34	1,41	1,54	1,68	1,82	1,97	2,10	
		0,04	0,67	0,67	0,83	1,25	1,43	1,55	1,65	1,70	1,75	1,78	1,84	1,87	1,88	1,90	1,92
0,06		0,67	0,67	0,81	1,07	1,27	1,41	1,51	1,60	1,64	1,70	1,78	1,82	1,84	1,87	1,88	
0,08		0,67	0,67	0,75	0,98	1,19	1,32	1,43	1,51	1,58	1,63	1,72	1,77	1,81	1,82	1,84	
0,10		0,67	0,67	0,73	0,93	1,11	1,25	1,36	1,45	1,52	1,57	1,66	1,72	1,77	1,80	1,82	
0,20		0,67	0,67	0,69	0,75	0,89	1,02	1,12	1,21	1,29	1,36	1,46	1,54	1,60	1,65	1,69	
0,30		0,67	0,67	0,67	0,71	0,80	0,90	0,99	1,08	1,15	1,22	1,33	1,41	1,48	1,54	1,59	
0,40		0,67	0,67	0,67	0,69	0,75	0,84	0,92	1,00	1,07	1,13	1,24	1,33	1,40	1,47	1,51	
0,50		0,67	0,67	0,67	0,69	0,73	0,81	0,87	0,94	1,01	1,07	1,17	1,26	1,33	1,39	1,44	
1,00		0,67	0,67	0,67	0,68	0,71	0,74	0,78	0,82	0,87	0,91	0,99	1,07	1,13	1,19	1,24	

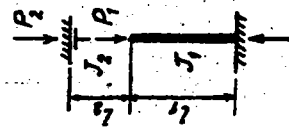
Hệ số μ_1 chiều dài tính toán phần dưới của cột bậc thang,
có đầu trên liên kết cho không quay được.

$$k = \frac{i_2}{i_1} = \frac{J_2 l_1}{J_1 l_2} \quad ; \quad c_1 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{J_1}{J_2 m}}$$

$$m = \frac{P_1 + P_2}{P_2}$$

BẢNG III-2

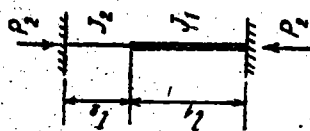
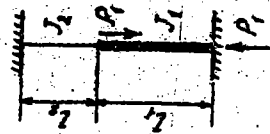
Số đố tính toán	c_1	Trị số μ_1 khi k bằng																			
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	5	10	20
0	2,0	1,92	1,86	1,80	1,76	1,70	1,67	1,64	1,60	1,57	1,55	1,50	1,46	1,4	1,40	1,37	1,32	1,18	1,10	1,05	
0,2	2,0	1,93	1,87	1,82	1,76	1,71	1,68	1,64	1,62	1,59	1,56	1,52	1,48	1,45	1,41	1,39	1,33	1,20	1,11		
0,4	2,0	1,94	1,88	1,83	1,77	1,75	1,72	1,69	1,66	1,62	1,61	1,57	1,53	1,50	1,48	1,45	1,40				
0,6	2,0	1,95	1,91	1,86	1,83	1,79	1,77	1,76	1,72	1,71	1,69	1,66	1,63	1,61	1,59						
0,8	2,0	1,97	1,94	1,92	1,90	1,88	1,87	1,86	1,85	1,83	1,82	1,80	1,79								
1,0	2,0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,5	2,0	2,12	2,25	2,33	2,38	2,43	2,48	2,52													
2	2,0	2,45	2,66	2,81	2,91	3,00															
2,5	2,5	2,94	3,17	3,34	3,50																
3,0	3,0	3,43	3,70	3,93	4,12																



BẢNG III. 3

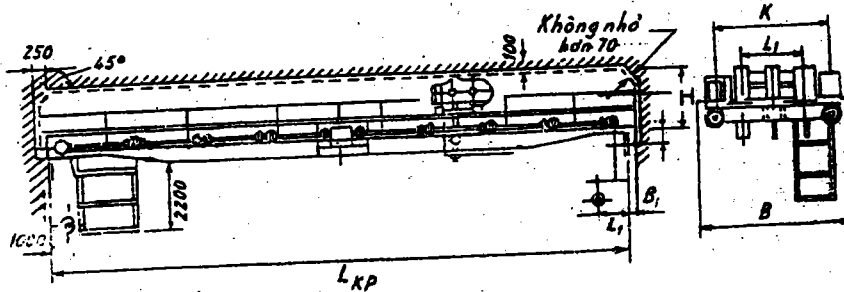
Hệ số M_{10} và M_{12} đối với cột có đầu trên cố định và không quay được

Số độ tính toán	$\frac{J_2/J_1}{J_2/J_1}$		Hệ số M_{10}										Hệ số M_{11}																																																																																																																																																																																																																																																																
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2	0,04	0,06	0,08	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	0,04	0,06	0,08	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00																																																																																																																																																																																																																																												
	0,76	1,02	1,55	1,75	2,01	2,21	2,38	2,54	2,65	2,85	3,24	3,70	4,20	4,76	5,23	0,70	0,86	1,23	1,47	1,73	1,93	2,08	2,23	2,49	2,81	3,17	3,50	3,92	4,30	0,68	0,79	1,05	1,31	1,54	1,74	1,91	2,05	2,20	2,31	2,58	2,80	3,11	3,45	3,73	0,67	0,76	1,00	1,20	1,42	1,61	1,78	1,92	2,04	2,20	2,40	2,60	2,86	3,18	3,41	0,64	0,70	0,79	0,93	1,07	1,23	1,41	1,50	1,60	1,72	1,92	2,11	2,28	2,45	2,64	0,62	0,68	0,74	0,85	0,95	1,06	1,18	1,26	1,39	1,48	1,67	1,82	1,96	2,12	2,28	0,60	0,66	0,71	0,78	0,87	0,99	1,07	1,16	1,26	1,34	1,50	1,65	1,79	1,94	2,08	0,59	0,65	0,70	0,77	0,82	0,93	0,99	1,08	1,17	1,25	1,39	1,53	1,66	1,79	1,92	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	0,66	0,68	0,75	0,94	1,08	1,24	1,37	1,47	1,55	1,64	1,72	1,78	1,81	1,85	1,89	0,65	0,67	0,68	0,76	0,94	1,10	1,25	1,35	1,44	1,50	1,61	1,69	1,74	1,79	1,82	0,64	0,66	0,67	0,68	0,84	1,00	1,12	1,25	1,34	1,41	1,53	1,62	1,68	1,75	1,79	0,64	0,65	0,65	0,65	0,78	0,92	1,05	1,15	1,25	1,33	1,45	1,55	1,62	1,68	1,71	0,62	0,64	0,65	0,65	0,66	0,73	0,83	0,92	1,01	1,09	1,23	1,33	1,41	1,48	1,54	0,60	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,75	0,81	0,89	0,94	1,09	1,20	1,28	1,35	1,41	0,58	0,63	0,63	0,64	0,64	0,66	0,68	0,75	0,82	0,88	1,01	1,10	1,19	1,26	1,32	0,57	0,61	0,63	0,64	0,64	0,65	0,68	0,72	0,77	0,83	0,94	1,04	1,12	1,19	1,25	0,55	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,70	0,73	0,80	0,88	0,93	1,01	1,05



PHỤ LỤC IV

BẢNG IV.1 — Cấu trúc điển thông dụng, sức trục
từ 5 đến 50 tấn



Cấu trúc một móc, chế độ làm việc trung bình.

Sức Trục	Nhịp L _K	Kích thước gabarit chính, mm						Loại ray		Trong lượng			Nhịp L _K
		Bề rộng B	Đáy K	H	B ₁	F	Bánh xe xe con L ₁	Đặc biệt	Đường sắt	Áp lực bánh xe lên ray	Xe con	Tổng cầu trục	
T	m	mm	mm	mm			mm	không bé hơn	T			m	
5	19,5	5000	3500	1650	230	350	1400	K.P. 70	P. 38	2,2	20,8	19,5	
	22,5										25,0	22,5	
	25,5	5000	20,0								25,5		
	28,5		31,2								28,5		
	31,5		33,3								31,5		
10	19,5	6300	4400	1900	260	300	2000	K.P. 70	P. 38	4,0	24,0	19,5	
	22,5					27,0					22,5		
	25,5					5000					30,0	25,5	
	28,5										34,8	28,5	
	31,5										40,0	31,5	
15	19,5	6300	4400	2300	260	250	2000	K.P. 70	P. 45	5,3	28,0	19,5	
	22,5					31,0					22,5		
	25,5					5000					34,0	25,5	
	28,5										41,0	28,5	
	31,5										45,0	31,5	

BẢNG IV.1 (tiếp theo)

Cầu trục hai móc, chế độ làm việc trung bình.

Sức trục		Nhịp LK	Kích thước gabarit chính						Loại ray		Áp lực bánh xe lên ray	Trọng lượng		Nhịp LK
Móc chính	Móc phụ		Bề rộng B	Đáy K	H	B ₁	F	Xe con LT	Đặc biệt	Đường sắt		Xe con	Toàn cầu trục	
T		m	mm	mm	mm	mm	mm	m	không bé hơn		T	T	m	
15	8	19,5	6300	4400	2300	260	250	2000	K.P. 70	P. 43	18,5	7	80,5	19,5
		22,5					450				19,0		34,0	22,5
		25,5					450				20,0		36,5	25,5
		28,5					750				22,0		43,5	28,5
		31,5					750				23,0		47,5	31,5
20	5	19,5	6300	4400	2400	260	250	K.P. 70	P. 43	21,0	8,5	32,5	19,5	
		22,5					450			22,0		36,0	22,5	
		25,5					450			23,5		41,0	25,5	
		28,5					750			25,5		46,5	28,5	
		31,5					850			26,5		50,0	31,5	
30	5	19,5	6300	5100	2750	300	250	K.P. 70	-	30,0	12	47,5	19,5	
		22,5					500			31,5		52,0	22,5	
		25,5					500			33,0		56,5	25,5	
		28,5					850			34,5		62,0	28,5	
		31,5					850			36,0		67,5	31,5	
50	10	19,5	6650	5250	3150	300	250	K.P. 80	-	45,0	18,0	61,5	19,5	
		22,5					500			46,5		66,5	22,5	
		25,5					500			48,0		72,0	25,5	
		28,5					650			49,0		77,0	28,5	
		31,5					650			51,5		84,0	31,5	

BẢNG IV.2 — Cầu trục điện thông dụng, sức trục
từ 5 đến 50 tấn.

Cầu trục một móc, chế độ làm việc nặng.

Sức trục	Nhịp L _K	Kích thước gabarit chính						Ray		Áp lực bánh xe lên ray		Trọng lượng		Nhịp L _K
		Bề rộng B	Đáy K	H	B ₁	F	Bánh xe xe con-L _T	Đặc biệt	Đường sắt	Xe con	Toán cầu trục			
T	m	mm	mm	mm			m	không bé hơn		T		m		
5	19,5	5000	3500 5000	1750	230	350	1400	K P. 70	P. 38	9,5	3	21,8	19,5	
	22,5					10,7				26,0		22,5		
	25,5					11,3				29,0		25,5		
	28,5					12,1				32,2		28,5		
	31,5					12,8				34,3		31,5		
10	19,5	6300	4400 5000	2100	260	300	2000			14,5	5,6	26,0	19,5	
	22,5					15,0				28,0		22,5		
	25,5					16,0				31,0		25,5		
	28,5					17,5				36,8		28,5		
	31,5					18,5				41,5		31,5		
15	19,5	6300	4400 5000	2300	260	250	2000			27,5	6	31,5	19,5	
	22,5					18,5				35,0		22,5		
	25,5					19,5				38,5		25,5		
	28,5					21,5				44,5		28,5		
	31,5					22,5				48,5		31,5		

BẢNG IV. 2 (tiếp theo)

Cầu trục hai móc, chế độ làm việc nặng.

Sức trục		Nhịp Lx	Kích thước gabarit chính						Ray		Áp lực bánh xe lên ray	Trọng lượng		Nhịp Lx				
Móc chính	Móc phụ		Bề rộng B	Đáy K	H	B ₁	F	Xe con L ₁	Đặc biệt	Đường sắt		Xe con	Tổng cầu trục					
T		m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	không bé hơn		T	T	m					
15	5	19,5	6300	4400	2500	260	250	2000	K.P. 70	K.P. 43	19	7,8	34	19,5				
		22,5												20	37	22,5		
		25,5												21	40	25,5		
		28,5												23	47	28,5		
		31,5												24	51	31,5		
20	5	19,5	6300	4400	2400	260	250	2000			K.P. 70	K.P. 43	22	9,5	33,5	19,5		
		22,5														23	37	22,5
		25,5														24,5	41	25,5
		28,5														26	46,5	28,5
		31,5														27	51	31,5
30	5	19,5	6300	5100	2750	300	250	2500	K.P. 70	-	31	12,5	50	19,5				
		22,5												32,5	54,5	22,5		
		25,5												35,5	59	25,5		
		28,5												36,5	65	28,5		
		31,5												36,5	70	31,5		
50	10	19,5	6650	5250	3150	300	250	2500	K.P. 80	-	45	18,5	64,5	19,5				
		22,5												47	69	22,5		
		25,5												49	74	25,5		
		28,5												50,5	79,5	28,5		
		31,5												52,5	86	31,5		

01008

BẢNG IV-3 — Cầu trục điện thông dụng, sức trục
từ 75 đến 250 tấn.

Cầu trục chế độ làm việc trung bình, độ cao nâng bình thường.

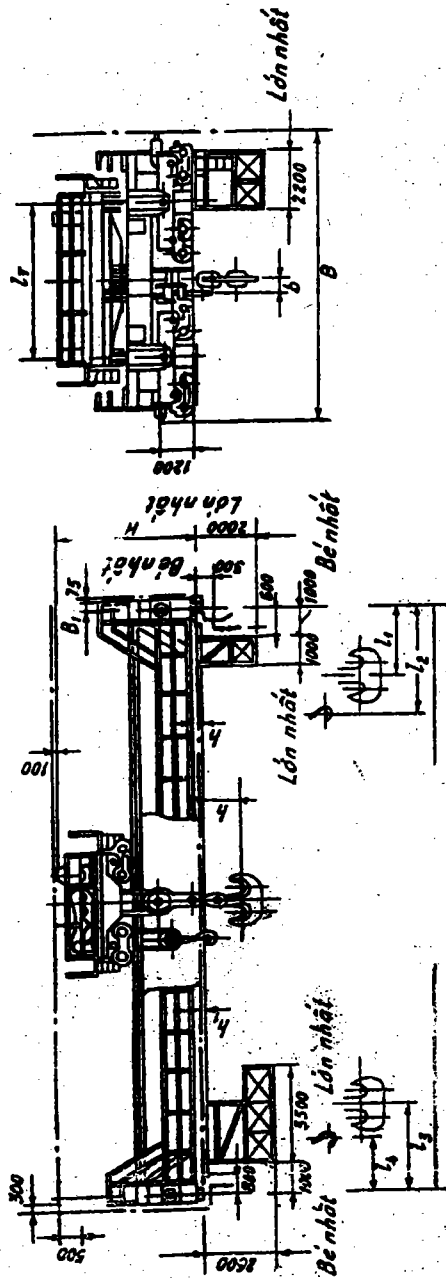
Sức trục		Nhịp L _K	Kích thước gabarit chính							Loại ray	Áp lực bánh xe lên ray		Trọng lượng		Nhịp L _K
Móc chính	Móc phụ		H	B ₁	F	L _T	T	J	B		P ₁	P ₂	Xe con	Cầu trục	
T	m		mm								T	T	m		
75	20	19,5	3700	400	250	4400	4560	4400	8800	K.P. 100	33	34	38	105	19,5
		22,5									35	36		115	22,5
		25,5									36	37		125	25,5
		28,5									38	39		135	28,5
		31,5									39	40		140	31,5
100	20	19	3700	400	250	4400	4560	4400	8800	K.P. 120	41	42	42	115	19
		22									42	43		125	22
		25									44	45		135	25
		28									46	47		145	28
		31									48	49		155	31
125	20	19	4000	400	250	4400	4560	4400	8800	K.P. 120	47	48	43	125	19
		22									49	50		135	22
		25									51	52		145	25
		28									53	54		155	28
		31									55	56		165	31
150	30	19	4800	500	250	5500	1900	5200	10400	K.P. 120	29	30		165	19
		22									30	31		175	22
		25									31	32		185	25
		28									32	33		195	28
		31									33	34		210	31

BẢNG IV. 3 (tiếp theo)

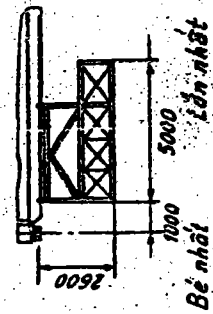
Cầu trục chế độ làm việc trung bình, độ cao nâng bình thường.

Sức trục		Nhịp L _K	Kích thước gabarit chính							Loại ray	Áp lực bánh xe lên ray		Trọng lượng		Nhịp L _K
Móc chính	Móc phụ		H	B ₁	F	L _T	T	J	B		Xe con	Cầu trục			
T		m	mm							T		T		m	
200	30	19	4800	500	250	5500	1980	5200	10400	K.P. 120	36	37	72	180	19
		22									38	39		190	22
		25									39	40		205	25
		28									40	41		220	28
		31									41	42		235	31
250	30	22	4800	500	250	5500	1980	5200	10400	K.P. 120	46	47	75	230	22
		25									47	48		240	26
		28									48	49		255	28
		31									49	50		270	31
											50	51			

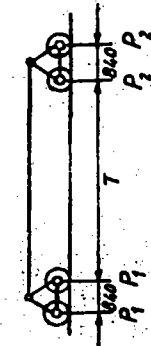
Cầu trục điện sức trục từ 75 đến 250 T.
(Hình vẽ của bảng IV-3)



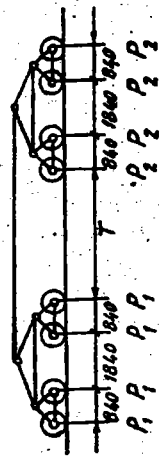
H.1 - Sơ đồ chung.



H.2 - Kích thước cabin của cầu trục 150/30 ; 200/300 ; 250/30 khi độ cao lớn hơn.



H.3 - Cầu trục 75, 100, 125, 150 T nhíp dưới 16 m.

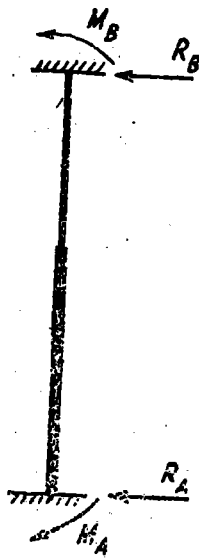


H.4 - Cầu trục 150 T nhíp trên 16 m. võ cầu trục 200 và 250 T.

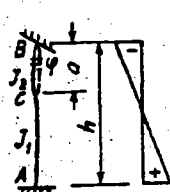
PHỤ LỤC V

Hệ số để xác định nội lực trong cột
bậc thang hai đầu ngàm.

Sơ đồ chiều dương của nội lực



BẢNG V.1 — Đầu trên xoay góc $\varphi = 1$.



$$\lambda = \frac{a}{h}; \quad n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$M_B = k_B \frac{EJ_1}{h}$$

$$M_C = k_C \frac{EJ_1}{h}$$

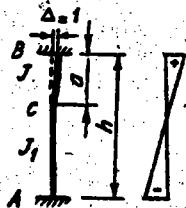
$$M_A = k_A \frac{EJ_1}{h}$$

$$R_B = k'_B \frac{EJ_1}{h^2}$$

$$R_A = k'_A \frac{EJ_1}{h^2}$$

Hệ số	$\lambda \backslash n$	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	-0,814	-0,983	-1,689	-2,224	-2,642	-2,979	-4,000
	0,2	-0,545	-0,664	-1,216	-1,705	-2,140	-2,530	-4,000
	0,3	-0,480	-0,580	-1,055	-1,499	-1,918	-2,313	-4,000
	0,4	-0,472	-0,566	-1,006	-1,423	-1,825	-2,215	-4,000
	0,5	-0,470	-0,564	-1,000	-1,405	-1,799	-2,182	-4,000
k_C	0,1	-0,680	-0,824	-1,427	-1,883	-2,240	-2,528	-3,400
	0,2	-0,527	0,401	0,806	-1,156	-1,468	-1,747	-2,800
	0,3	-0,144	0,200	0,472	-0,731	-0,976	-1,208	-2,200
	0,4	-0,008	-0,040	-0,218	-0,403	-0,586	-0,766	-1,600
	0,5	0,090	-0,083	0,000	-0,113	-0,237	-0,364	-1,000
k_A	0,1	0,531	0,610	0,935	1,182	1,375	1,530	2,000
	0,2	0,547	0,600	0,835	1,040	1,222	1,386	2,000
	0,3	0,640	0,687	0,887	1,061	1,220	1,369	2,000
	0,4	0,688	0,749	0,965	1,128	1,273	1,407	2,000
	0,5	0,650	0,730	1,000	1,180	1,325	1,455	2,000
k'_B	0,1	1,345	1,594	2,625	3,405	4,017	4,509	6,000
	0,2	1,092	1,264	2,051	2,748	3,362	3,916	6,000
	0,3	1,120	1,268	1,942	2,560	3,138	3,682	6,000
	0,4	1,160	1,315	1,971	2,551	3,098	3,622	6,000
	0,5	1,120	1,295	2,000	2,586	3,124	3,636	6,000
k'_A	0,1	-1,345	-1,594	-2,625	-3,405	-4,017	-4,509	-6,000
	0,2	-1,092	-1,264	-2,051	-2,748	-3,362	-3,916	-6,000
	0,3	-1,120	-1,268	-1,942	-2,560	-3,138	-3,682	-6,000
	0,4	-1,160	-1,315	-1,971	-2,551	-3,098	-3,622	-6,000
	0,5	-1,120	-1,295	-2,000	-2,586	-3,124	-3,636	-6,000

BẢNG V.2 — Hai đầu chuyển dịch tương đối $\Delta = 1$



$$\lambda = \frac{a}{h}$$

$$n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$M_B = k_B \frac{EJ_1}{h^2}$$

$$M_C = k_C \frac{EJ_1}{h^2}$$

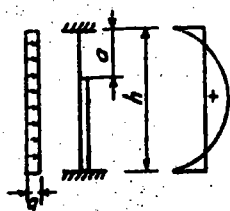
$$M_A = k_A \frac{EJ_1}{h^2}$$

$$R_B = k'_B \frac{EJ_1}{h^3}$$

$$R_A = k'_A \frac{EJ_1}{h^3}$$

Hệ số'	λ \n	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	1,345	1,594	2,624	3,405	4,017	4,509	6
	0,2	1,092	1,264	2,051	2,745	3,362	3,916	6
	0,3	1,120	1,268	1,942	2,560	3,135	3,682	6
	0,4	1,160	1,315	1,971	2,551	3,098	3,622	6
	0,5	1,120	1,295	2,000	2,586	3,124	3,636	6
k_C	0,1	0,826	1,038	1,918	2,584	3,106	3,527	4,8
	0,2	0,104	0,224	0,778	1,272	1,713	2,109	3,6
	0,3	-0,347	-0,287	0,092	0,402	0,735	1,047	2,4
	0,4	-0,668	-0,668	-0,529	-0,322	-0,100	0,125	1,2
	0,5	-0,830	-0,896	-1,000	-0,953	-0,852	-0,727	1,0
k_A	0,1	-3,84	-3,962	-4,442	-4,803	-5,085	-5,312	-6
	0,2	-3,85	-3,940	-4,314	-4,619	-4,885	-5,121	-6
	0,3	-3,77	-3,915	-4,341	-4,633	-4,880	-5,101	-6
	0,4	-3,41	-3,642	-4,277	-4,632	-4,897	-5,121	-6
	0,5	-2,78	-3,087	-4,000	-4,492	-4,828	-5,091	-6
k'_B	0,1	-5,19	-5,555	-7,066	-8,208	-9,102	9,821	-12
	0,2	-4,94	-5,203	-6,365	-7,364	-8,247	-9,036	-12
	0,3	-4,89	-5,182	-6,283	-7,193	-8,018	-8,783	-12
	0,4	-4,57	-4,956	-6,248	-7,183	-7,995	-8,743	-12
	0,5	-3,90	-4,382	-6,000	-7,078	-7,953	-8,727	-12
k'_A	0,1	5,9190	5,555	7,066	8,208	9,102	9,821	12
	0,2	4,94	5,203	6,365	7,364	8,247	9,036	12
	0,3	4,89	5,182	6,283	7,193	8,018	8,783	12
	0,4	4,57	4,956	6,248	7,183	7,995	8,743	12
	0,5	3,90	4,382	6,000	7,078	7,953	8,727	12

BẢNG V.3 — Tải trọng ngang phân bố đều q



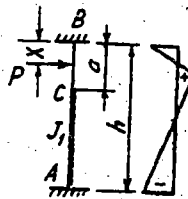
$$\lambda = \frac{a}{h} \quad \left| \begin{array}{l} M_B = k_B q h^2 \\ M_C = k_C q h^2 \\ M_A = k_A q h^2 \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} R_B = k'_B q h \\ R_A = k'_A q h \end{array} \right.$$

$$n = \frac{J_2}{J_1}$$

Hệ số'	λ \n	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	-0,031	-0,034	-0,046	-0,054	-0,061	-0,067	-0,083
	0,2	-0,040	-0,042	-0,049	-0,055	-0,060	-0,065	-0,083
	0,3	-0,048	-0,050	-0,056	-0,060	-0,064	-0,068	-0,083
	0,4	-0,051	-0,054	-0,061	-0,065	-0,069	-0,072	-0,083
	0,5	-0,049	-0,053	-0,063	-0,068	-0,071	-0,074	-0,083
k_C	0,1	0,006	0,006	-0,006	-0,014	-0,019	-0,024	-0,038
	0,2	0,026	0,025	0,021	0,017	0,013	0,010	-0,003
	0,3	0,034	0,035	0,035	0,033	0,032	0,030	0,022
	0,4	0,031	0,033	0,039	0,040	0,040	0,040	0,037
	0,5	0,017	0,021	0,031	0,036	0,038	0,040	0,042
k_A	0,1	-0,108	-0,107	-0,101	-0,097	-0,094	-0,091	-0,083
	0,2	-0,110	-0,108	-0,101	-0,097	-0,091	-0,092	-0,083
	0,3	-0,124	-0,117	-0,104	-0,098	-0,094	-0,092	-0,083
	0,4	-0,146	-0,137	-0,113	-0,103	-0,097	-0,093	-0,083
	0,5	-0,168	-0,156	-0,125	-0,111	-0,102	-0,097	-0,083
k'_B	0,1	0,423	0,427	0,444	0,457	0,467	0,476	0,5
	0,2	0,428	0,434	0,448	0,458	0,466	0,474	0,5
	0,3	0,425	0,432	0,452	0,462	0,470	0,477	0,5
	0,4	0,405	0,417	0,449	0,463	0,472	0,479	0,5
	0,5	0,383	0,397	0,438	0,457	0,469	0,477	0,5
k'_A	0,1	0,577	0,573	0,556	0,543	0,533	0,525	0,5
	0,2	0,572	0,566	0,552	0,542	0,534	0,526	0,5
	0,3	0,575	0,568	0,548	0,538	0,530	0,523	0,5
	0,4	0,595	0,583	0,552	0,537	0,528	0,521	0,5
	0,5	0,617	0,603	0,563	0,543	0,531	0,523	0,5

BẢNG V-4 — Lực tập trung nằm ngang P.

a) Cách đầu trên $\alpha = 0,1$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; \quad n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B Ph$$

$$M_A = k_A Ph$$

$$M_C = k_C Ph$$

$$R_B = k'_B P$$

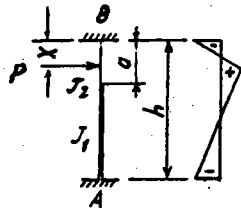
$$M_A = k_F Ph$$

$$R_A = k'_A P$$

Hệ số	$\lambda \backslash n$							
		0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	-0,052	-0,054	-0,06	-0,065	-0,069	-0,072	-0,081
	0,2	-0,068	-0,069	-0,071	-0,073	-0,075	-0,076	-0,081
	0,3	-0,072	-0,073	-0,075	-0,076	-0,077	-0,078	-0,081
	0,4	-0,073	-0,074	-0,077	-0,078	-0,079	-0,079	-0,081
	0,5	-0,073	-0,074	-0,077	-0,078	-0,079	-0,079	-0,081
k_C	0,1	0,041	0,040	0,034	0,030	0,027	0,024	0,016
	0,2	0,021	0,020	0,020	0,019	0,018	0,017	0,013
	0,3	0,010	0,011	0,012	0,012	0,012	0,012	0,011
	0,4	0,003	0,003	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008
	0,5	-0,006	-0,004	0,001	0,003	0,003	0,004	0,005
k_F	0,1	0,044	0,040	0,034	0,030	0,027	0,024	0,016
	0,2	0,026	0,026	0,024	0,023	0,022	0,020	0,016
	0,3	0,022	0,021	0,020	0,020	0,019	0,019	0,016
	0,4	0,021	0,020	0,019	0,019	0,018	0,018	0,016
	0,5	0,021	0,020	0,019	0,018	0,018	0,017	0,016
k_A	0,1	-0,025	-0,024	-0,020	-0,017	-0,015	-0,014	-0,009
	0,2	-0,024	-0,023	-0,017	-0,015	-0,013	-0,012	-0,009
	0,3	-0,030	-0,028	-0,019	-0,015	-0,013	-0,012	-0,009
	0,4	-0,033	-0,031	-0,021	-0,016	-0,014	-0,012	-0,009
	0,5	-0,038	-0,034	-0,022	-0,117	-0,015	-0,015	-0,009
k'_B	0,1	0,928	0,930	0,94	0,948	0,954	0,958	0,972
	0,2	0,945	0,946	0,954	0,958	0,961	0,964	0,972
	0,3	0,942	0,945	0,957	0,961	0,964	0,966	0,972
	0,4	0,940	0,943	0,956	0,962	0,965	0,967	0,972
	0,5	0,935	0,940	0,955	0,961	0,964	0,967	0,972
k'_A	0,1	0,072	0,070	0,060	0,052	0,046	0,042	0,028
	0,2	0,055	0,055	0,046	0,042	0,039	0,036	0,028
	0,3	0,057	0,055	0,043	0,039	0,036	0,034	0,028
	0,4	0,060	0,058	0,034	0,039	0,035	0,033	0,028
	0,5	0,065	0,060	0,045	0,039	0,035	0,034	0,028

BẢNG T. 4 (tiếp theo)

b) Cách đầu trên $\alpha = 0,2$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B Ph$$

$$M_A = k_A Ph$$

$$M_C = k_C Ph$$

$$R_B = k'_B P$$

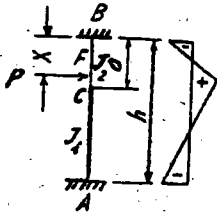
$$M_A = k_F Ph$$

$$R_A = k'_A P$$

Hệ số	$\lambda \backslash n$								
	λ	n	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	0,1	-0,055	-0,059	-0,075	-0,088	-0,097	-0,105	-0,128
	0,2	0,2	-0,082	-0,084	-0,092	-0,099	-0,104	-0,109	-0,128
	0,3	0,3	-0,100	-0,101	-0,108	-0,111	-0,115	-0,117	-0,128
	0,4	0,4	-0,102	-0,104	-0,113	-0,116	-0,119	-0,121	-0,128
	0,5	0,5	-0,102	-0,104	-0,113	-0,118	-0,121	-0,122	-0,128
k_C	0,1	0,1	0,024	0,020	0,006	0,004	0,011	0,019	0,038
	0,2	0,2	0,081	0,079	0,075	0,072	0,068	0,064	0,051
	0,3	0,3	0,042	0,044	0,047	0,047	0,046	0,046	0,041
	0,4	0,4	0,015	0,017	0,025	0,028	0,030	0,030	0,030
	0,5	0,5	-0,009	-0,005	0,007	0,012	0,015	0,017	0,020
k_F	0,1	0,1	0,102	0,100	0,088	0,080	0,073	0,068	0,051
	0,2	0,2	0,081	0,079	0,075	0,071	0,068	0,064	0,051
	0,3	0,3	0,061	0,062	0,062	0,061	0,059	0,058	0,051
	0,4	0,4	0,056	0,056	0,056	0,056	0,055	0,055	0,051
	0,5	0,5	0,055	0,056	0,055	0,054	0,054	0,053	0,051
k_A	0,1	0,1	0,069	0,066	0,057	0,051	0,047	0,043	0,032
	0,2	0,2	0,069	0,067	0,055	0,049	0,045	0,042	0,032
	0,3	0,3	0,193	0,085	0,060	0,050	0,045	0,041	0,032
	0,4	0,4	0,110	0,101	0,068	0,055	0,047	0,043	0,032
	0,5	0,5	0,115	0,105	0,073	0,058	0,050	0,045	0,032
k'_B	0,1	0,1	0,786	0,794	0,818	0,836	0,851	0,862	0,896
	0,2	0,2	0,813	0,817	0,837	0,850	0,859	0,868	0,896
	0,3	0,3	0,807	0,816	0,848	0,861	0,870	0,876	0,896
	0,4	0,4	0,792	0,803	0,842	0,862	0,872	0,878	0,896
	0,5	0,5	0,787	0,800	0,840	0,859	0,870	0,878	0,896
k'_A	0,1	0,1	0,214	0,206	0,182	0,164	0,150	0,138	0,104
	0,2	0,2	0,187	0,183	0,163	0,150	0,141	0,133	0,104
	0,3	0,3	0,193	0,184	0,152	0,139	0,130	0,124	0,104
	0,4	0,4	0,208	0,197	0,155	0,138	0,128	0,122	0,104
	0,5	0,5	0,213	0,200	0,160	0,141	0,130	0,122	0,104

BẢNG V-4. (tiếp theo)

c) Cách đầu trên $\alpha = 0,3$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B Ph$$

$$M_A = k_A Ph$$

$$M_C = k_C Ph$$

$$R_B = k'_B P$$

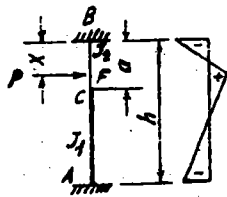
$$M_F = k_F Ph$$

$$R_A = k'_A P$$

Hệ số'	λ	n							
		0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	
k_B	0,1	-0,054	-0,058	-0,079	-0,095	-0,107	-0,117	-0,147	
	0,2	-0,072	-0,075	-0,098	-0,098	-0,107	-0,116	-0,147	
	0,3	-0,093	-0,096	-0,114	-0,114	-0,120	-0,125	-0,147	
	0,4	-0,100	-0,105	-0,125	-0,125	-0,130	-0,133	-0,147	
	0,5	-0,100	-0,104	-0,128	-0,128	-0,133	-0,136	-0,147	
k_C	0,1	0,010	0,007	0,011	0,024	0,035	0,043	0,069	
	0,2	0,060	0,059	0,051	0,044	0,038	0,032	0,010	
	0,3	0,101	0,103	0,105	0,104	0,102	0,099	0,088	
	0,4	0,043	0,048	0,061	0,065	0,067	0,058	0,067	
	0,5	0,005	0,003	0,023	0,031	0,036	0,039	0,045	
k_F	0,1	0,139	0,138	0,126	0,117	0,111	0,105	0,088	
	0,2	0,126	0,126	0,121	0,115	0,110	0,106	0,088	
	0,3	0,101	0,103	0,105	0,104	0,102	0,099	0,088	
	0,4	0,082	0,085	0,091	0,093	0,093	0,093	0,088	
	0,5	0,078	0,080	0,086	0,088	0,089	0,089	0,088	
k_A	0,1	-0,109	-0,105	-0,095	-0,087	-0,082	-0,077	-0,063	
	0,2	-0,112	-0,107	-0,094	-0,087	-0,082	-0,078	-0,063	
	0,3	-0,116	-0,113	-0,102	-0,090	-0,082	-0,077	-0,063	
	0,4	-0,192	-0,173	-0,121	-0,100	-0,088	-0,081	-0,063	
	0,5	-0,210	-0,190	-0,135	-0,110	-0,095	-0,085	-0,063	
k'_B	0,1	0,645	0,653	0,684	0,707	0,726	0,740	0,784	
	0,2	0,660	0,668	0,693	0,711	0,725	0,738	0,784	
	0,3	0,647	0,663	0,704	0,724	0,737	0,748	0,784	
	0,4	0,608	0,632	0,697	0,725	0,741	0,753	0,784	
	0,5	0,590	0,615	0,625	0,718	0,738	0,751	0,784	
k'_A	0,1	0,355	0,347	0,316	0,293	0,275	0,260	0,284	
	0,2	0,340	0,332	0,307	0,289	0,275	0,262	0,284	
	0,3	0,353	0,337	0,296	0,276	0,263	0,252	0,284	
	0,4	0,392	0,368	0,303	0,275	0,259	0,247	0,284	
	0,5	0,410	0,385	0,315	0,282	0,262	0,249	0,284	

BẢNG V-4 (tiếp theo)

d) Cách đều trên $\alpha = 0,4$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B Ph$$

$$M_A = k_A Ph$$

$$M_C = k_C Ph$$

$$R_B = k'_B P$$

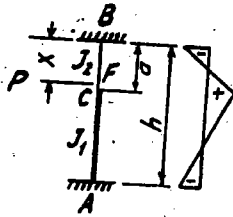
$$M_F = k_F Ph$$

$$R_A = k'_A P$$

Hệ số	n		λ						
	λ		0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1		-0,047	-0,053	-0,074	-0,090	-0,103	-0,113	-0,144
	0,2		-0,059	-0,062	-0,076	-0,088	-0,099	-0,108	-0,144
	0,3		-0,075	-0,078	-0,090	-0,099	-0,107	-0,114	-0,144
	0,4		-0,082	-0,097	-0,103	-0,111	-0,118	-0,123	-0,144
	0,5		-0,080	-0,087	-0,107	-0,117	-0,124	-0,129	-0,144
k_C	0,1		0,004	-0,001	-0,019	-0,033	-0,044	-0,053	-0,079
	0,2		0,044	0,042	0,033	0,025	0,018	0,011	-0,014
	0,3		0,076	0,077	0,077	0,074	0,070	0,067	0,050
	0,4		0,098	0,103	0,115	0,119	0,120	0,120	0,115
	0,5		0,021	0,029	0,053	0,064	0,070	0,074	0,079
k_F	0,1		0,155	0,153	0,144	0,138	0,132	0,128	0,115
	0,2		0,147	0,146	0,143	0,138	0,134	0,130	0,115
	0,3		0,126	0,129	0,132	0,131	0,129	0,127	0,115
	0,4		0,098	0,103	0,115	0,119	0,120	0,120	0,115
	0,5		0,080	0,066	0,101	0,111	0,111	0,113	0,115
k_A	0,1		-0,142	-0,139	-0,129	-0,121	-0,115	-0,110	-0,096
	0,2		-0,145	-0,141	-0,129	-0,122	-0,117	-0,112	-0,096
	0,3		-0,172	-0,160	-0,135	-0,124	-0,117	-0,112	-0,096
	0,4		-0,231	-0,210	-0,158	-0,136	-0,124	-0,116	-0,096
	0,5		-0,275	-0,255	-0,187	-0,155	-0,136	-0,124	-0,096
k'_B	0,1		0,505	0,513	0,545	0,569	0,588	0,603	0,648
	0,2		0,514	0,522	0,547	0,566	0,582	0,596	0,648
	0,3		0,503	0,518	0,555	0,575	0,590	0,602	0,648
	0,4		0,451	0,477	0,545	0,575	0,594	0,607	0,648
	0,5		0,401	0,432	0,520	0,562	0,587	0,604	0,648
k'_A	0,1		0,495	0,487	0,455	0,434	0,412	0,397	0,352
	0,2		0,486	0,478	0,453	0,434	0,418	0,404	0,352
	0,3		0,497	0,482	0,445	0,425	0,410	0,398	0,352
	0,4		0,549	0,523	0,455	0,425	0,406	0,393	0,352
	0,5		0,599	0,568	0,480	0,438	0,413	0,396	0,352

BẢNG V-4 (tiếp theo)

e) Cách đầu trên $\alpha = 0,5$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; \quad n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B Ph$$

$$M_A = k_A Ph$$

$$M_C = k_C Ph$$

$$R_B = k'_B P$$

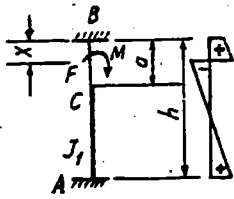
$$M_F = k_F Ph$$

$$R_A = k'_A P$$

Hệ số	$\lambda \backslash n$								
		0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	
k_B	0,1	-0,039	-0,043	-0,062	-0,077	-0,088	-0,097	-0,125	
	0,2	-0,046	-0,049	-0,062	-0,073	-0,083	-0,092	-0,125	
	0,3	-0,057	-0,060	-0,071	-0,079	-0,087	-0,095	-0,125	
	0,4	-0,062	-0,066	-0,080	-0,088	-0,095	-0,100	-0,125	
	0,5	-0,057	-0,064	-0,083	-0,094	-0,101	-0,106	-0,125	
k_C	0,1	-0,001	-0,005	-0,022	-0,034	-0,044	-0,051	-0,075	
	0,2	0,030	0,028	0,020	0,012	0,005	-0,001	-0,025	
	0,3	0,054	0,055	0,053	0,050	0,046	0,042	0,025	
	0,4	0,071	0,075	0,082	0,084	0,084	0,083	0,075	
	0,5	0,076	0,083	0,104	0,113	0,118	0,121	0,125	
k_F	0,1	0,148	0,147	0,142	0,138	0,135	0,132	0,125	
	0,2	0,144	0,143	0,142	0,139	0,137	0,134	0,125	
	0,3	0,128	0,131	0,135	0,135	0,134	0,133	0,125	
	0,4	0,104	0,110	0,123	0,127	0,128	0,129	0,125	
	0,5	0,076	0,083	0,104	0,113	0,118	0,121	0,125	
k_A	0,1	-0,165	-0,164	-0,154	-0,147	-0,142	-0,138	-0,125	
	0,2	-0,167	-0,165	-0,155	-0,149	-0,144	-0,140	-0,125	
	0,3	-0,181	-0,178	-0,159	-0,150	-0,144	-0,140	-0,125	
	0,4	-0,231	-0,214	-0,175	-0,159	-0,149	-0,143	-0,125	
	0,5	-0,291	-0,270	-0,208	-0,180	-0,163	-0,152	-0,125	
k'_B	0,1	0,373	0,380	0,408	0,429	0,446	0,459	0,500	
	0,2	0,379	0,384	0,407	0,424	0,439	0,452	0,500	
	0,3	0,370	0,381	0,412	0,429	0,443	0,455	0,500	
	0,4	0,331	0,352	0,405	0,429	0,446	0,458	0,500	
	0,5	0,266	0,295	0,375	0,414	0,438	0,455	0,500	
k'_A	0,1	0,627	0,620	0,592	0,571	0,554	0,541	0,500	
	0,2	0,621	0,616	0,593	0,576	0,561	0,548	0,500	
	0,3	0,630	0,619	0,588	0,571	0,557	0,545	0,500	
	0,4	0,669	0,648	0,595	0,571	0,554	0,542	0,500	
	0,5	0,734	0,705	0,625	0,586	0,562	0,545	0,500	

BẢNG V.5 — Mômen tập trung.

a) Cách đầu trên $\alpha = 0,1$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; \quad n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B M$$

$$M_C = k_C M$$

$$M_F^t = k_F^t M$$

$$M_F^d = k_F^d M$$

$$M_A = k_A M$$

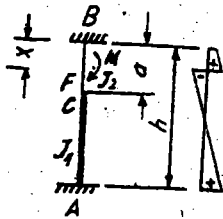
$$R_B = k_R \frac{M}{h}$$

$$R_A = k_R' \frac{M}{h}$$

Hệ số'	λ \n n	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	0,067	0,096	0,221	0,316	0,390	0,449	0,630
	0,2	0,399	0,399	0,443	0,478	0,507	0,533	0,630
	0,3	0,468	0,483	0,521	0,543	0,560	0,574	0,630
	0,4	0,480	0,500	0,546	0,568	0,582	0,593	0,630
	0,5	0,490	0,500	0,550	0,574	0,589	0,600	0,630
k_C	0,1	xem k_F^t và k_F^d						
	0,2	-0,399	-0,400	-0,384	-0,364	-0,346	-0,328	-0,262
	0,3	-0,208	-0,214	-0,235	-0,237	-0,235	-0,231	-0,208
	0,4	-0,056	-0,074	-0,122	-0,140	-0,146	-0,152	-0,154
	0,5	0,070	0,038	-0,025	-0,054	-0,070	-0,080	-0,100
k_F^t	0,1	0,203	0,228	0,335	0,415	0,479	0,530	0,684
	0,2	0,496	0,499	0,530	0,557	0,581	0,602	0,684
	0,3	0,576	0,584	0,603	0,616	0,628	0,639	0,684
	0,4	0,596	0,606	0,629	0,641	0,650	0,657	0,684
	0,5	0,606	0,608	0,635	0,649	0,658	0,664	0,684
k_F^d	0,1	-0,797	-0,772	-0,665	-0,585	-0,521	-0,470	-0,316
	0,2	-0,504	-0,501	-0,470	-0,443	-0,419	-0,398	-0,316
	0,3	-0,424	-0,416	-0,397	-0,384	-0,372	-0,361	-0,316
	0,4	-0,404	-0,394	-0,371	-0,359	-0,350	-0,343	-0,316
	0,5	-0,394	-0,392	-0,365	-0,351	-0,343	-0,336	-0,316
k_A	0,1	0,424	0,412	0,357	0,314	0,280	0,253	0,170
	0,2	0,445	0,403	0,310	0,270	0,245	0,226	0,170
	0,3	0,548	0,492	0,355	0,276	0,244	0,223	0,170
	0,4	0,640	0,566	0,375	0,299	0,259	0,230	0,170
	0,5	0,650	0,576	0,400	0,318	0,271	0,240	0,170
k_R	0,1	1,538	1,316	1,136	0,998	0,890	0,804	0,540
	0,2	1,055	1,004	0,866	0,792	0,738	0,693	0,540
	0,3	1,080	1,008	0,814	0,733	0,684	0,649	0,540
	0,4	1,160	1,067	0,829	0,731	0,675	0,637	0,540
	0,5	1,160	1,076	0,850	0,744	0,682	0,640	0,540

BẢNG V.5 (tiếp theo)

b) Cách đầu trên $\alpha = 0,2$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; \quad n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B M$$

$$M_C = k_C M$$

$$M_F^t = k_F^t M$$

$$M_F^d = k_F^d M$$

$$M_A = k_A M$$

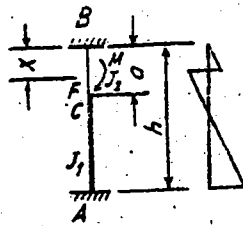
$$R_B = k_R \frac{M}{h}$$

$$R_A = k_R \frac{M}{h}$$

Hệ số	$\lambda \quad n$		λ						
	λ	n	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1		0,007	0,022	0,092	0,144	0,186	0,219	0,320
	0,2		0,088	0,075	0,011	0,046	0,098	0,145	0,320
	0,3		0,076	0,093	0,139	0,171	0,198	0,222	0,320
	0,4		0,105	0,131	0,191	0,221	0,242	0,259	0,320
	0,5		0,110	0,130	0,200	0,235	0,257	0,273	0,320
k_C	0,1		0,140	0,161	0,221	0,266	0,301	0,330	0,426
	0,2			xem	k_F^t và k_F^d				
	0,3		-0,454	-0,458	-0,467	-0,461	-0,452	-0,441	-0,392
	0,4		-0,183	-0,214	-0,271	-0,290	-0,298	-0,302	-0,296
	0,5		0,020	-0,013	-0,100	-0,139	-0,161	-0,175	-0,200
k_F^t	0,1		0,240	0,300	0,350	0,388	0,417	0,440	0,512
	0,2		0,211	0,222	0,272	0,314	0,352	0,386	0,512
	0,3		0,389	0,393	0,402	0,447	0,432	0,446	0,512
	0,4		0,461	0,458	0,460	0,466	0,472	0,479	0,512
	0,5		0,473	0,473	0,480	0,485	0,490	0,495	0,512
k_F^d	0,1		-0,710	-0,700	-0,650	-0,613	-0,583	-0,560	-0,488
	0,2		-0,789	-0,778	-0,728	-0,686	-0,648	-0,615	-0,488
	0,3		-0,611	-0,607	-0,598	-0,583	-0,569	-0,554	-0,488
	0,4		-0,539	-0,542	-0,540	-0,534	-0,528	-0,521	-0,488
	0,5		-0,527	-0,527	-0,520	-0,515	-0,510	0,505	-0,488
k_A	0,1		0,418	0,414	0,384	0,360	0,341	0,326	0,280
	0,2		0,409	0,411	0,403	0,385	0,367	0,349	0,280
	0,3		0,641	0,592	0,453	0,398	0,366	0,344	0,280
	0,4		0,885	0,769	0,537	0,443	0,391	0,358	0,280
	0,5		0,930	0,843	0,600	0,487	0,421	0,378	0,280
k_R	0,1		1,445	1,392	1,292	1,216	1,156	1,107	0,960
	0,2		1,497	1,487	1,445	1,339	1,269	1,205	0,960
	0,3		1,565	1,499	1,314	1,227	1,168	1,122	0,960
	0,4		1,780	1,638	1,346	1,222	1,149	1,099	0,960
	0,5		1,820	1,743	1,400	1,252	1,165	1,106	0,960

BẢNG V-5 (tiếp theo)

c) Cách đầu trên $\alpha = 0,3$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B M$$

$$M_C = k_C M$$

$$M_F^t = k_F^t M$$

$$M_F^d = k_F^d M$$

$$M_A = k_A M$$

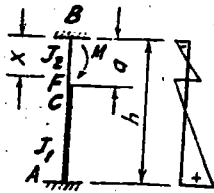
$$R_B = k_R \frac{M}{h}$$

$$R_A = k_R \frac{M}{h}$$

Hệ số	λ \n n	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	-0,042	-0,037	-0,012	0,007	0,022	0,034	0,070
	0,2	-0,116	-0,110	0,082	-0,055	-0,032	-0,011	0,070
	0,3	-0,174	-0,171	0,147	-0,115	-0,085	-0,056	0,070
	0,4	-0,120	-0,107	-0,066	-0,041	-0,021	-0,003	0,070
	0,5	-0,130	-0,110	-0,050	0,019	0,002	0,016	0,070
k_C	0,1	0,100	0,105	0,126	0,142	0,155	0,165	0,196
	0,2	0,181	0,167	0,211	0,230	0,248	0,264	0,322
	0,3		xem	k_F^t và	k_F^d			
	0,4	-0,413	-0,421	-0,446	-0,451	-0,451	-0,448	-0,426
	0,5	-0,130	-0,154	-0,225	-0,256	-0,273	-0,284	-0,300
k_F^t	0,1	0,384	0,387	0,402	0,413	0,421	0,428	0,448
	0,2	0,329	0,334	0,357	0,373	0,388	0,401	0,448
	0,3	0,260	0,271	0,305	0,329	0,350	0,369	0,448
	0,4	0,410	0,407	0,399	0,401	0,407	0,413	0,448
	0,5	0,470	0,463	0,445	0,439	0,437	0,437	0,438
k_F^d	0,1	-0,616	-0,613	-0,598	-0,588	-0,579	-0,572	-0,552
	0,2	-0,671	-0,665	-0,643	-0,627	-0,612	-0,599	-0,552
	0,3	-0,740	-0,729	-0,695	-0,671	-0,650	-0,631	-0,552
	0,4	-0,690	-0,593	-0,601	-0,599	-0,593	-0,587	-0,552
	0,5	-0,530	-0,537	-0,555	-0,561	-0,563	-0,563	-0,552
k_A	0,1	0,376	0,376	0,366	0,358	0,352	0,346	0,330
	0,2	0,370	0,373	0,379	0,374	0,367	0,360	0,330
	0,3	0,267	0,300	0,354	0,366	0,366	0,363	0,330
	0,4	0,655	0,607	0,484	0,433	0,383	0,383	0,330
	0,5	0,870	0,802	0,600	0,506	0,415	0,415	0,330
k_R	0,1	1,420	1,412	1,378	1,351	1,330	1,312	1,260
	0,2	1,482	1,483	1,461	1,429	1,399	1,371	1,260
	0,3	1,444	1,471	1,500	1,481	1,452	1,419	1,260
	0,4	1,775	1,713	1,550	1,474	1,424	1,386	1,260
	0,5	2,000	1,912	1,650	1,524	1,449	1,396	1,260

BẢNG VI. 5 (tiếp theo)

d) Cách đầu trên $\alpha = 0,4$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B M$$

$$M_C = k_C M$$

$$M_F^t = k_F^t M$$

$$M_F^d = k_F^d M$$

$$M_A = k_A M$$

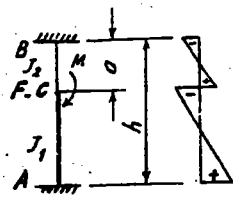
$$R_B = k_R \frac{M}{h}$$

$$R_A = k_R \frac{M}{h}$$

Hệ số	λ	n						
		-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	-0,077	-0,079	-0,089	-0,096	-0,102	-0,106	-0,120
	0,2	-0,131	-0,132	-0,132	-0,130	-0,128	-0,127	-0,120
	0,3	-0,182	-0,184	-0,183	-0,176	-0,167	-0,159	-0,120
	0,4	-0,204	-0,213	-0,224	-0,218	-0,206	-0,192	-0,120
	0,5	-0,227	-0,222	-0,200	-0,186	-0,174	-0,164	-0,120
k_C	0,1	0,061	0,059	0,051	0,044	0,040	0,036	0,024
	0,2	0,153	0,153	0,157	0,159	0,161	0,163	0,168
	0,3	0,231	0,244	0,259	0,270	0,278	0,285	0,312
	0,4		xem	k_F^t và	k_F^d			
	0,5	0,377	0,385	0,400	0,405	0,407	0,407	0,400
k_F^t	0,1	0,471	0,472	0,468	0,464	0,463	0,462	0,456
	0,2	0,437	0,439	0,446	0,448	0,450	0,452	0,456
	0,3	0,373	0,382	0,407	0,418	0,427	0,433	0,456
	0,4	0,286	0,305	0,353	0,377	0,394	0,407	0,456
	0,5	0,453	0,448	0,440	0,439	0,440	0,441	0,456
k_F^d	0,1	-0,529	-0,529	-0,532	-0,534	-0,537	-0,538	-0,544
	0,2	-0,563	-0,561	-0,554	-0,552	-0,550	-0,548	-0,544
	0,3	-0,627	-0,618	-0,593	-0,582	-0,573	-0,567	-0,544
	0,4	-0,714	-0,695	-0,667	-0,623	-0,606	-0,593	-0,544
	0,5	-0,547	-0,552	-0,560	-0,651	-0,560	-0,559	-0,544
k_A	0,1	0,294	0,298	0,304	0,308	0,311	0,313	0,320
	0,2	0,288	0,295	0,311	0,316	0,318	0,319	0,320
	0,3	0,200	0,232	0,291	0,310	0,317	0,321	0,320
	0,4	0,020	0,080	0,218	0,269	0,293	0,306	0,320
	0,5	0,473	0,451	0,400	0,375	0,360	0,349	0,320
k_R	0,1	1,370	1,377	1,353	1,404	1,413	1,420	1,440
	0,2	1,420	1,427	1,443	1,446	1,446	1,446	1,440
	0,3	1,383	1,416	1,474	1,485	1,485	1,480	1,440
	0,4	1,224	1,293	1,442	1,486	1,499	1,459	1,440
	0,5	1,700	1,673	1,600	1,561	1,534	1,513	1,440

BẢNG V-5 (tiếp theo)

e) Cách đầu trên $\alpha = 0,5$ chiều cao.



$$\lambda = \frac{a}{h}; n = \frac{J_2}{J_1}$$

$$\alpha = \frac{x}{h}$$

$$M_B = k_B M$$

$$M_C = k_C M$$

$$M_F^t = k_F^t M$$

$$M_F^d = k_F^d M$$

$$M_A = k_A M$$

$$R_B = k_R \frac{M}{h}$$

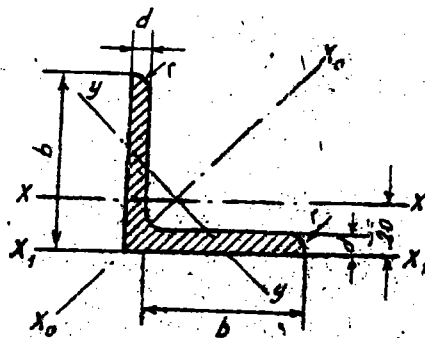
$$R_A = k_R \frac{M}{h}$$

Hệ số	$\lambda \backslash n$	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
k_B	0,1	-0,098	-0,106	-0,140	-0,165	-0,185	-0,201	-0,250
	0,2	-0,137	-0,142	-0,161	-0,177	-0,191	-0,203	-0,250
	0,3	-0,180	-0,185	-0,201	-0,210	-0,218	-0,224	-0,250
	0,4	-0,199	-0,210	-0,236	-0,245	-0,249	-0,251	-0,250
	0,5	0,185	-0,203	-0,250	-0,267	-0,272	-0,273	-0,250
k_C	0,1	0,030	0,023	-0,006	-0,045	-0,058	-0,058	-0,100
	0,2	0,126	0,122	0,111	0,092	0,083	0,083	0,050
	0,3	0,203	0,208	0,215	0,214	0,211	0,211	0,200
	0,4	0,255	0,271	0,307	0,331	0,336	0,336	0,350
	0,5		xem	k_F^t	và	k_F^d		
k_F^t	0,1	0,540	0,537	0,529	0,523	0,517	0,513	0,500
	0,2	0,520	0,518	0,520	0,518	0,515	0,512	0,500
	0,3	0,457	0,470	0,492	0,498	0,501	0,502	0,500
	0,4	0,368	0,391	0,443	0,464	0,476	0,483	0,500
	0,5	0,266	0,295	0,375	0,414	0,438	0,455	0,500
k_F^d	0,1	-0,460	-0,463	-0,471	-0,478	-0,483	-0,487	-0,500
	0,2	-0,480	-0,482	-0,480	-0,482	-0,485	-0,488	-0,500
	0,3	-0,543	-0,530	-0,508	-0,502	-0,499	-0,498	-0,500
	0,4	-0,632	-0,609	-0,557	-0,536	-0,525	-0,517	-0,500
	0,5	-0,734	-0,705	-0,625	-0,586	-0,562	-0,545	-0,500
k_A	0,1	0,117	0,181	0,198	0,210	0,220	0,227	0,250
	0,2	0,169	0,178	0,201	0,212	0,221	0,227	0,250
	0,3	0,093	0,124	0,184	0,207	0,220	0,228	0,250
	0,4	-0,063	-0,009	0,122	0,173	0,200	0,217	0,250
	0,5	-0,285	-0,208	0,000	0,095	0,148	0,182	0,250
k_R	0,1	1,275	1,287	1,338	1,375	1,405	1,429	1,500
	0,2	1,314	1,319	1,361	1,389	1,412	1,431	1,500
	0,3	1,275	1,310	1,385	1,417	1,438	1,453	1,500
	0,4	1,135	1,201	1,358	1,418	1,449	1,468	1,500
	0,5	0,903	0,996	1,250	1,361	1,420	1,455	1,500

3,46
 1,12
 1,17
 3,67

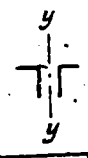
PHỤ LỤC VI

BẢNG VI.1 — Thép góc đều cạnh
 (Gost 8509-57)




Số hiệu	Kích thước (mm)				Diện tích tiết diện cm ²	Trọng lượng 1m dài (kg)	Trị số'	
	b	d	R	r			x-x	
							J _x cm ⁴	i _x cm
4	40	3	5	1,7	2,55	1,85	3,55	1,25
		4			3,08	2,42	4,58	1,22
4,5	45	3	5	1,7	2,65	2,08	5,13	1,39
		4			3,48	2,73	6,63	1,38
		5			4,29	3,37	8,03	1,37
5 052 002	50	3	5,5	1,8	2,96	2,32	7,11	1,55
		4			3,89	3,05	9,21	1,54
		5			4,80	3,77	11,20	1,53
5,6	56	3,5	6	2	3,86	3,03	11,6	1,75
		4			4,38	3,44	13,1	1,73
		5			5,41	4,25	16,0	1,72
6,3	63	4	7	2,5	4,96	3,90	18,9	1,95
		5			6,13	4,81	23,1	1,94
		6			7,28	5,72	27,1	1,93
7	70	4,5	8,0	2,7	6,20	4,87	29,0	2,16
		5			6,86	5,38	31,9	2,16
		6			8,15	6,39	37,6	2,15
		7			9,42	7,39	43,0	2,14
		8			10,70	8,37	48,2	2,13

- Ký hiệu :
- b : bề rộng cánh
 - d : bề dày cánh
 - R : bán kính góc tròn bên trong
 - r : bán kính góc tròn bên ngoài
 - J : mômen quán tính
 - i : bán kính quán tính
 - Z_0 : khoảng cách trọng tâm

đổi với các trục						Bán kính quán tính i_y (cm)		
$x_0 - x_0$		$y_0 - y_0$		$x_1 - x_1$	Z_0			
J_{x_0} max cm ⁴	i_{x_0} max cm	J_{y_0} min cm ⁴	i_{y_0} min cm	J_{x_1} cm		10 mm	12 mm	14 mm
5,63	1,55	1,47	0,79	6,35	1,09			
7,26	1,53	1,90	0,78	8,53	1,13			
8,13	1,75	2,12	0,89	9,04	1,21			
10,5	1,74	2,74	0,89	12,1	1,26			
12,7	1,72	3,33	0,88	15,3	1,30			
11,3	1,95	2,95	1,00	12,4	1,33			
14,6	1,94	3,80	0,99	16,6	1,38	2,43	2,51	2,58
17,8	1,92	4,63	0,98	20,9	1,42	2,45	2,53	2,61
18,4	2,18	4,80	1,12	20,3	1,50			
20,8	2,18	5,41	1,11	23,3	1,52	2,66	2,74	2,61
25,4	2,16	6,59	1,10	29,2	1,57	2,69	2,77	2,84
29,9	2,45	7,81	1,25	33,1	1,69	2,93	3,01	3,08
36,6	2,44	9,52	1,25	41,5	1,74	2,96	3,04	3,11
42,9	2,43	11,20	1,24	50,0	1,78	2,98	3,06	3,14
46,0	2,72	12,0	1,39	51,0	1,88	3,22	3,29	3,36
50,7	2,72	13,2	1,39	56,7	1,90	3,23	3,30	3,38
59,6	2,71	15,5	1,38	68,4	1,94	3,25	3,33	3,40
68,2	2,69	17,8	1,37	80,1	1,99	3,28	3,36	3,43
76,4	2,68	20,0	1,37	91,9	2,09	3,29	3,37	3,45

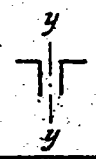
BẢNG VI.1 (tiếp theo)

Số hiệu	Kích thước (mm)				Diện tích tiết diện cm^2	Trọng lượng 1m dài (KG)	Trị số	
	b	d	R	r			x - x	
							J_x cm^4	i_x cm
7,5	75	5	9	3	7,39	5,8	39,5	2,31
		6			8,78	6,89	46,6	2,30
		7			10,10	7,96	53,3	2,29
		8			11,50	9,02	59,8	2,28
		9			12,80	10,1	66,1	2,27
8	80	5,5	9	3	8,63	6,78	52,7	2,47
		6			9,38	7,36	57,0	2,47
		7			10,80	8,51	65,3	2,45
		8			12,30	9,65	73,4	2,44
9	90	6	10	3,3	10,6	8,35	82,1	2,78
		7			12,3	9,64	94,3	2,77
		8			13,9	10,90	106,0	2,76
		9			15,6	12,20	118,0	2,75
10	100	6,5	12	4	12,8	10,1	122	3,09
		7			13,8	10,8	131	3,08
		8			15,6	12,2	147	3,07
		10			19,2	15,1	179	3,05
		12			22,8	17,9	209	3,03
		14			26,3	20,6	237	3,00
		16			29,7	23,3	264	2,98
11	110	7	12	4	15,2	11,9	176	3,40
		8			17,2	13,5	196	3,39
12,5	125	8	14	4,6	19,7	15,5	294	3,87
		9			22,0	17,3	327	3,86
		10			24,3	19,1	360	3,85
		12			28,9	22,7	422	3,82
		14			33,4	26,2	482	3,80
		16			37,8	29,6	539	3,78

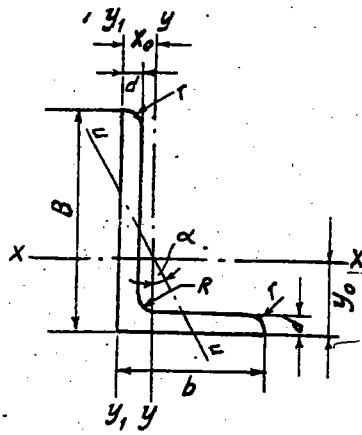
đối với các trục						Bán kính quán tính i_y, cm		
$x_0 - x_0$		$y_0 - y_0$		$x_1 - x_1$	$-z_0$			
J_{x_0} max cm ⁴	i_{x_0} max cm	J_{y_0} min cm ⁴	i_{y_0} min cm	J_{x_1} cm		10 mm	12 mm	14 mm
62,6	2,91	16,4	1,49	69,6	2,02	3,42	3,49	3,56
73,9	2,90	19,3	1,48	83,9	2,06	3,44	3,52	3,59
84,6	2,89	22,1	1,48	98,3	2,10	3,47	3,55	3,61
94,9	2,87	24,8	1,47	113,0	2,15	3,50	3,57	3,65
105,0	2,86	27,5	1,46	127,0	2,18	3,51	3,59	3,66
83,6	3,11	21,8	1,59	93,2	2,17	3,64	3,71	3,78
90,4	3,11	23,5	1,58	102,0	2,19	3,65	3,72	3,80
104,0	3,09	27,0	1,58	119,0	2,23	3,67	3,75	3,81
116,0	3,08	30,3	1,57	137,0	2,27	3,69	3,77	3,84
130	3,50	34,0	1,39	145	2,43	4,04	4,11	4,18
150	3,49	38,9	1,78	169	2,47	4,06	4,13	4,21
168	3,48	43,8	1,77	194	2,51	4,08	4,15	4,23
186	3,46	48,6	1,77	219	2,55	4,11	4,18	4,25
193	3,88	50,7	1,99	214	2,68	4,43	4,50	4,58
207	3,88	54,2	1,98	231	2,71	4,45	4,52	4,59
233	3,87	60,9	1,98	265	2,75	4,47	4,54	4,61
284	3,84	74,1	1,96	333	2,83	4,52	4,59	4,66
331	3,81	86,9	1,95	402	2,91	4,56	4,64	4,71
375	3,78	99,3	1,94	472	2,99	4,60	4,68	4,75
416	3,74	112,0	1,94	542	3,06	4,64	4,72	4,79
279	4,29	72,7	2,19	308	2,96	4,85	4,92	4,99
315	4,26	81,8	2,18	353	3,00	4,87	4,95	5,01
467	4,87	122	2,49	516	3,36	5,46	5,53	5,60
520	4,86	135	2,48	582	3,40	5,48	5,56	5,63
571	4,84	149	2,47	649	3,45	5,52	5,59	5,66
670	4,82	174	2,46	782	3,53	5,55	5,63	5,70
764	4,78	200	2,45	916	3,60	5,60	5,67	5,74
853	4,75	224	2,44	1051	3,68	5,63	5,71	5,78

BẢNG VI.1 (tiếp theo)

Số hiệu	Kích thước (mm)				Diện tích tiết diện cm ²	Trọng lượng 1m dài (Kg)	Trị số	
	b	d	R	r			x - x	
							J _x cm ⁴	i _x cm
14	140	9	14	4,6	24,7	19,4	466	4,34
		10			27,5	21,5	512	4,33
		12			32,5	25,5	602	4,31
16	160	10	16	5,3	31,4	24,7	774	4,96
		11			34,4	27,0	644	4,95
		12			37,4	29,4	913	4,94
		14			43,3	34,0	1046	4,92
		16			49,1	38,5	1175	4,89
		18			54,8	43,0	1299	4,87
		20			60,4	47,4	1419	4,85
18	180	11	16	5,3	38,8	30,5	1216	5,60
		12			42,2	33,1	1317	5,59
20	200	12	18	6	47,1	37,0	1823	6,22
		13			50,9	39,9	1961	6,21
		14			54,6	42,8	2097	6,20
		16			62,0	48,7	2363	6,17
		20			78,5	60,1	2871	6,12
		25			94,3	74,0	3466	6,06
		30			111,5	87,6	4020	6,00
22	220	14	21	7	60,4	47,4	2814	6,83
		16			68,6	53,8	3175	6,81
25	250	16	24	8	78,4	61,5	4717	7,76
		18			87,7	68,9	5247	7,73
		20			97,0	76,1	5765	7,71
		22			106,1	83,3	6270	7,69
		25			119,7	94,0	7006	7,65
		28			133,1	104,5	7717	7,61
		30			142,0	111,4	8177	7,59

đối với các trục						 Bán kính quán tính i_y , cm		
$x_0 - x_0$		$y_0 - y_0$		$x_1 - x_1$	Z_0			
J_{x_0} max cm ⁴	i_{x_0} max cm ⁴	J_{y_0} min cm ⁴	i_{y_0} min cm ⁴	J_{x_1} cm ⁴		10 mm	12 mm	14 mm
739	5,47	192	2,79	818,	3,78	6,10	6,17	6,23
814	5,46	211	2,78	911	3,82	6,12	6,19	6,25
957	5,43	248	2,76	1097	3,90	6,15	6,23	6,30
1229	6,25	319	3,19	1356	4,30	6,91	6,98	7,04
1341	6,24	348	3,18	1494	4,35	6,95	7,00	7,07
1450	6,23	376	3,17	1633	4,39	6,95	7,02	7,09
1662	6,20	431	3,16	1911	4,47	6,99	7,06	7,13
1866	6,17	485	3,14	2191	4,55	7,03	7,10	7,17
2061	6,13	557	3,13	2472	4,63	7,07	7,15	7,22
2248	6,10	589	3,12	2756	4,70	7,11	7,18	7,25
1933	7,08	500	3,59	2128	4,85	7,74	7,81	7,88
2093	7,04	540	3,58	2324	4,89	7,76	7,83	7,90
2896	7,84	749	3,99	3182	5,37	8,55	8,62	8,69
3116	7,83	805	3,98	3452	5,42	8,58	8,65	8,71
3333	7,81	861	3,97	3722	5,46	8,6	8,67	8,74
3755	7,78	970	3,96	4264	5,54	8,64	8,71	8,77
4560	7,72	1182	3,93	5355	5,70	8,72	8,79	8,85
5494	7,63	1438	3,91	6733	5,89	8,81	8,88	8,95
6351	7,55	1688	3,89	8130	6,07	8,9	8,97	9,04
4470	8,60	1159	4,38	4941	5,93	9,38	9,45	9,51
5045	8,58	1306	4,36	5661	6,02	9,42	9,49	9,56
7492	9,78	1942	4,98	8286	6,75	10,62	10,69	10,75
8337	9,75	2158	4,96	9342	6,83	10,65	10,73	10,79
9160	9,72	2370	4,94	10401	6,91	10,69	10,76	10,83
9981	9,69	2579	4,93	11464	7,00	10,74	10,81	10,88
11125	9,64	2887	4,91	13064	7,11	10,79	10,86	10,93
12244	9,59	3190	4,89	14674	7,23	10,85	10,92	10,99
12965	9,56	3389	4,89	15753	7,31	10,89	10,96	11,03

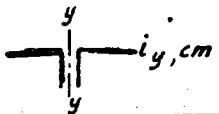
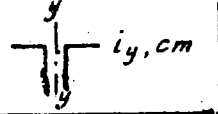
BẢNG VI - 2
Thép góc không đều cạnh
(Gost 8510-57)



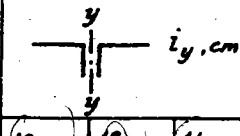
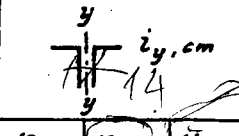
Số hiệu	Kích thước (mm)					Diện tích tiết diện cm ²	Trọng lượng 1m dài - KG	Trị số			
	B	b	d	R	r			x-x		y-y	
								J _x cm ⁴	i _x cm	J _y cm ⁴	i _y cm
6.6/3.6	56	36	3,5	6	2	3,16	2,48	10,1	1,79	3,30	1,02
			4			3,58	2,81	11,4	1,78	3,70	1,02
			5			4,11	3,46	13,8	1,77	4,48	1,01
6.3/4	63	40	4	7	2,3	4,04	3,17	16,3	2,01	5,16	1,13
			5			4,98	3,91	19,9	2,00	6,26	1,22
			6			5,90	4,63	23,3	1,99	7,28	1,11
			8			7,68	6,03	29,6	1,96	9,15	1,09
7/4.5	70	45	4,5	7,5	2,5	5,07	3,98	25,3	2,23	8,25	1,28
			5			5,59	4,39	27,8	2,23	9,05	1,27
7.5/5	75	50	5	8	2,7	6,11	4,79	34,8	2,39	12,5	1,43
			6			7,25	5,69	40,9	2,38	14,6	1,42
			8			9,47	7,43	52,4	2,35	18,5	1,40
8.5	80	50	5	8	2,7	6,36	4,99	41,6	2,56	12,7	1,41
			6			7,55	5,92	49,0	2,55	14,8	1,40
9/5.6	90	56	5,5	9	3	7,86	6,17	65,3	2,88	19,7	1,58
			6			8,54	6,70	70,6	2,88	21,2	1,58
			8			11,18	8,77	90,9	2,85	27,1	1,56

Ký hiệu :

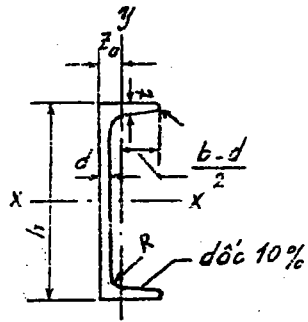
- B : bề rộng cánh lớn
 b : bề rộng cánh nhỏ
 d : bề dày cánh
 R : bán kính góc tròn trong
 r : bán kính góc tròn bên mép
 J : mômen quán tính
 i : bán kính quán tính
 x_0, y_0 : khoảng cách trọng tâm

đối với các trục						Bán kính quán tính					
$x_1 - x_1$		$y_1 - y_1$		$u - u$							
J_{x1} cm ⁴	Khoảng cách trọng tâm y_0 , cm	J_{y1} min cm ⁴	Khoảng cách trọng tâm x_0 , cm	J_u min cm ⁴	i_u min cm	10mm	12mm	14mm	10mm	12mm	14mm
20,3	1,80	5,43	0,82	1,95	0,79						
23,2	1,82	6,25	0,84	2,19	0,78	2,93	3,01	3,08	1,68	1,76	1,84
29,2	1,86	7,91	0,88	2,66	0,78	2,95	3,03	3,11	1,71	1,79	1,87
33,0	2,03	8,51	0,91	3,07	0,87	3,33	3,31	3,39	1,80	1,88	1,96
41,4	2,08	10,8	0,95	3,73	0,86	3,26	3,34	3,42	1,83	1,91	1,99
49,9	2,12	13,1	0,99	4,36	0,86	3,29	3,37	3,45	1,86	1,94	2,02
69,9	2,20	17,9	1,07	5,58	0,85	3,34	3,42	3,50	1,91	1,99	2,08
51,0	2,25	13,6	1,03	4,88	0,98	3,54	3,62	3,69	1,99	2,07	2,15
56,7	2,28	15,2	1,05	5,34	0,98	3,56	3,64	3,72	2,01	2,08	2,16
69,7	2,39	20,8	1,17	7,24	1,09	3,75	3,82	3,90	2,20	2,27	2,35
83,9	2,44	25,2	1,21	8,48	1,08	3,78	3,86	3,94	2,22	2,30	2,36
112,0	2,52	34,2	1,29	12,90	1,07	3,83	3,90	3,98	2,27	2,35	2,43
84,6	2,60	20,8	1,13	7,58	1,09	4,02	4,10	4,17	2,16	2,23	2,34
102,0	2,65	25,2	1,17	8,88	1,08	4,05	4,13	4,21	2,18	2,25	2,35
132	2,92	32,2	1,26	11,8	1,22	4,47	4,55	4,62	2,37	2,44	2,51
145	2,95	35,2	1,28	12,7	1,22	4,49	4,57	4,65	2,38	2,45	2,53
194	3,04	47,8	1,36	16,3	1,21	4,55	4,62	4,70	2,43	2,50	2,58

Số hiệu	Kích thước (mm)					Diện tích tiết diện cm ²	Trọng lượng 1m dài - KG	Tri số			
	B	b	d	R	r			x-x		y-y	
								J _x cm ⁴	Z _x cm	J _y cm ⁴	Z _y cm
10/6.3	100	63	6	10	3,3	9,59	7,53	98,3	3,20	30,6	1,79
			7			11,1	8,70	113	3,19	35,0	1,78
			8			12,6	9,87	127	3,18	39,2	1,77
			10			15,5	12,10	154	3,15	47,1	1,75
11/7	110	70	6,5	10	3,3	11,4	8,98	142	3,55	45,6	2,00
			7			12,3	9,64	152	3,52	48,7	1,99
			8			13,9	10,90	172	3,51	54,6	1,98
12,5/8	125	80	7	11	3,7	14,1	11,0	227	4,01	73,7	2,29
			8			16,0	12,5	256	4,00	83,0	2,28
			10			19,7	15,5	312	3,98	100,0	2,26
			12			23,4	18,3	365	3,95	117,0	2,24
14/9	140	90	8	12	4	18,0	14,1	364	4,49	120	2,58
			10			22,2	17,5	444	4,47	146	2,56
16/10	160	100	9	13	4,3	22,9	18,0	606	5,15	186	2,85
			10			25,5	19,8	667	5,13	204	2,84
			12			30,0	23,6	784	5,11	239	2,82
			14			34,7	27,3	897	5,08	272	2,80
18/11	180	110	10	14	4,7	28,3	22,2	952	5,80	276	3,12
			12			33,7	26,4	1123	5,77	324	3,10
20/12,5	200	125	11	14	4,7	34,9	27,4	1449	6,45	446	3,58
			12			37,9	29,7	1568	6,43	482	3,57
			14			43,9	34,4	1801	6,41	551	3,54
			16			49,8	39,1	2026	6,38	617	3,52
25/16	250	160	12	18	6	48,3	37,9	3147	8,07	1032	4,62
			16			63,6	49,9	4091	8,02	1333	4,58
			18			71,1	55,8	4545	7,99	1475	4,56
			20			78,5	61,7	4987	7,97	1613	4,53

đôi với các trục						Bán kính quán tính					
$x_1 - x_1$		$y_1 - y_1$		$u - u$							
J_{x1} cm ⁴	Khoảng cách trọng tâm y_0 cm.	J_{y1} min cm ⁴	Khoảng cách trọng tâm x_0 cm.	J_u min cm ⁴	i_u min cm	10 mm	12 mm	14 mm	10 mm	12 mm	14 mm
198	3,23	49,9	1,42	18,2	1,38	4,92	4,99	5,06	2,62	2,70	2,77
232	3,28	58,7	1,46	20,8	1,37	4,95	5,02	5,10	2,64	2,72	2,80
266	3,32	67,6	1,50	23,4	1,36	4,97	5,04	5,12	2,67	2,74	2,82
333	3,40	85,8	1,58	28,3	1,35	5,01	5,09	5,17	2,71	2,79	2,87
286	3,55	74,3	1,58	26,9	1,53	5,37	5,45	5,52	2,89	2,96	3,03
309	3,57	80,3	1,60	28,8	1,53	5,37	5,45	5,53	2,89	2,97	3,04
353	3,61	92,3	1,64	32,3	1,52	5,41	5,49	5,55	2,92	2,99	3,06
452	4,01	119	1,80	43,4	1,76	6,04	6,11	6,18	3,24	3,31	3,39
518	4,05	137	1,84	48,8	1,75	6,06	6,13	6,21	3,27	3,34	3,41
649	4,14	173	1,92	59,3	1,74	6,11	6,19	6,26	3,31	3,38	3,46
781	4,22	220	2,00	69,5	1,72	6,15	6,23	6,30	3,33	3,43	3,50
727	4,49	194	2,03	70,3	1,98	6,72	6,79	6,86	3,61	3,69	3,75
911	4,58	245	2,12	85,5	1,96	6,77	6,84	6,91	3,60	3,74	3,80
1221	5,19	300	2,23	110	2,20	7,67	7,75	7,82	3,95	4,02	4,09
1359	5,23	335	2,28	121	2,19	7,69	7,77	7,84	3,97	4,04	4,11
1634	5,32	405	2,36	142	2,18	7,74	7,82	7,89	4,02	4,09	4,16
1910	5,4	477	2,43	162	2,16	7,79	7,86	7,93	4,05	4,13	4,20
1933	5,88	444	2,44	165	2,42	8,62	8,70	8,77	4,29	4,36	4,42
2324	5,97	537	2,52	194	2,40	8,67	8,75	8,81	4,33	4,40	4,47
2920	6,50	718	2,79	264	2,75	9,51	9,59	9,66	4,86	4,93	5,00
3189	6,54	786	2,83	285	2,74	9,54	9,62	9,68	4,88	4,95	5,02
3726	6,62	922	2,91	327	2,73	9,58	9,73	9,73	4,92	4,98	5,05
4264	6,71	1061	2,99	367	2,72	9,63	9,77	9,77	4,96	5,03	5,10
6212	7,97	1634	3,53	604	3,54	11,70	11,77	11,84	6,13	6,20	6,26
8308	8,14	2200	3,69	781	3,50	11,78	11,86	11,93	6,21	6,27	6,34
9358	8,23	2487	3,77	866	3,49	11,84	11,91	11,98	6,24	6,31	6,38
10410	8,31	2776	3,85	949	3,48	11,88	11,95	12,02	6,28	6,35	6,42

BẢNG VI.3
Thép cán chữ C
(GOST 8240-56*)



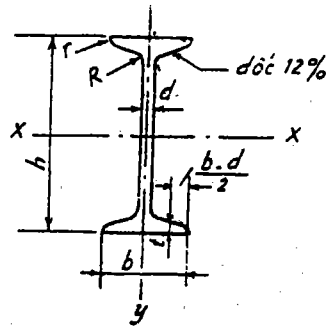
Số hiệu	Trọng lượng 1m dài (KG)	Kích thước (mm)						Diện tích tiết diện cm ²
		h	b	d	t	R	r	
5	4,84	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16
6,5	5,90	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	7,51
8	7,05	80	40	4,5	7,4	5,5	2,5	8,98
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,9
12	10,4	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,3
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,6
14a	13,3	140	62	4,9	8,7	8,0	3,0	17,0
16	14,2	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,1
16a	15,3	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,5
18	16,3	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	20,7
18a	17,4	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	22,2
20	18,4	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,4
20a	19,8	200	80	5,2	9,7	9,5	4,0	25,2
22	21,0	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	26,7
22a	22,6	220	87	5,4	10,2	10,0	4,0	28,8
24	24,0	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,6
24a	25,8	240	95	5,6	10,7	10,5	4,0	32,9
27	27,7	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,2
30	31,8	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,5
35	36,5	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,5
36	41,9	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,4
40	48,3	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,5

Ký hiệu

h : bề cao	J : mômen quán tính.
b : bề rộng cánh	W : mômen chống uốn
d : bề dày bụng	i : bán kính quán tính
t : bề dày trung bình của cánh	S : mômen tĩnh nửa tiết diện
R : bán kính góc tròn trong	Z_0 : khoảng cách từ trục $y-y$ đến mặt ngoài bụng.
r : bán kính góc tròn mép	

Các trị số đối với các trục							Z_0 cm
$x - x$				$y - y$			
J_x, cm^4	W_x, cm^3	i_x, cm	S_x, cm^2	J_y, cm^4	W_y, cm^3	i_y, cm	
22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16
48,6	15,0	2,54	9,0	8,7	3,68	1,08	1,24
89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
491	70,2	5,60	40,8	45,4	11,0	1,70	1,67
545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,3	1,84	1,87
747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,80
823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2,00
1090	121	7,24	69,8	86	17,0	2,04	1,94
1190	132	7,32	76,1	105	20,0	2,18	2,13
1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,20	2,07
1670	167	8,15	95,9	139	24,2	2,35	2,28
2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
2330	212	8,99	121	187	30,0	2,55	2,46
2900	242	9,73	139	208	31,6	2,60	2,42
3180	265	9,84	151	254	37,2	2,78	2,67
4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
5810	387	12,0	224	327	43,6	2,84	2,52
7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
10820	601	14,2	350	513	61,7	3,10	2,68
15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

BẢNG VI. 4
Thép cán chữ I
(GOST 8239 - 56*)



Số hiệu	Trọng lượng 1m dài (KG)	Kích thước mm					
		h	b	d	t	R	r
10	9,46	100	55	4,5	7,2	7	2,5
12	11,5	120	64	4,8	7,3	7,5	3
14	13,7	140	73	4,9	7,5	8	3
16	15,9	150	81	5,0	7,8	8,5	3,5
18	18,4	180	90	5,1	8,1	9	3,5
18a	19,9	180	100	5,1	8,3	9	3,5
20	21,0	200	100	5,2	8,4	9,5	4
20a	22,7	200	110	5,2	8,6	9,5	4
22	24,0	220	110	5,4	8,7	10	4
22a	25,8	220	120	5,4	8,9	10	4
24	27,3	240	115	5,6	9,5	10,5	4
24a	29,4	240	125	5,6	9,8	10,5	4
27	31,5	270	125	6,0	9,8	11	4,5
27a	33,9	270	135	6,0	10,2	11	4,5
30	36,5	300	135	6,5	10,2	12	5
30a	39,2	300	145	6,5	10,7	12	5
33	42,2	330	140	7,0	11,2	13	5
36	48,6	360	145	7,5	12,3	14	6
40	56,1	400	155	8,0	13,0	15	6
45	65,2	450	160	8,6	14,2	16	7
50	76,8	500	170	9,5	15,2	17	7
55	89,8	550	180	10,3	16,5	18	7
60	104	600	190	11,1	17,8	20	8
65	120	650	200	12,0	19,2	22	9
70	138	700	210	13,0	20,8	24	10
70a	158	700	210	15,0	24,0	24	10
70b	184	700	210	17,5	28,2	24	10

h : bề cao
 b : bề rộng cánh
 d : bề dày bụng
 t : bề dày trung bình cánh
 R : bán kính góc tròn trong
 r : bán kính góc tròn mép
 J : mômen quán tính
 W : mômen chống uốn
 S : mômen tĩnh nửa tiết diện
 i : bán kính quán tính

Diện tích tiết diện cm^2	Tri số đối với các trục						
	$x - x$				$y - y$		
	J_x, cm^4	W_x, cm^3	i_x, cm	S_x, cm^2	J_y, cm^4	W_y, cm^3	i_y, cm
12,0	198	39,7	4,06	23	17,9	6,49	1,22
14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
20,2	373	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,70
23,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
25,4	1430	159	7,51	89,8	114	22,8	2,12
26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
28,9	2030	203	8,37	114	155	28,2	2,32
30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
32,8	2790	254	9,22	143	206	34,3	2,50
34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
37,5	3800	317	10,1	178	260	41,6	2,63
40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
43,2	5500	407	11,3	229	337	50	2,8
46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
49,9	7780	518	12,5	292	436	60,1	2,95
53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
71,4	18930	947	16,3	540	666	85,9	3,05
83,0	27450	1220	18,2	699	887	101	3,12
97,8	39290	1570	20,0	905	1040	122	3,26
114	55150	2000	22,0	1150	1350	150	3,44
132	75450	2510	23,9	1450	1720	181	3,6
153	104400	3120	25,8	1800	2170	217	3,77
176	134600	3840	27,7	2230	2730	260	3,94
202	152700	4360	27,5	2550	3240	309	4,01
234	175370	5010	27,4	2940	3910	373	4,09

BẢNG VI.3
Thép tấm
(Gost 5681 - 57)

Bề dày, mm.	Bề rộng, mm.	Bề dài, mm.
4 ; 4,5	600 ; 700 ; 1000 ; 1250 ; 1400 ; 1500 ; 1600 .	2000 ; 2500 ; 2800 ; 3500 ; 4500 ; 5000 ; 6000 .
5 ; 5,5	1250 ; 1400 ; 1500 ; 1600	2500 ; 2800 ; 3000 ; 3500 ; 4500 ; 5000 ; 5500 ; 6000 .
6 ; 7	1250 ; 1400 ; 1500 ; 1600 ; 1800	2800 ; 3500 ; 4500 ; 5000 ; 5500 ; 6000 ; 7000 .
8	1250 ; 1400 ; 1500 ; 1600 ; 1800 ; 2000 .	2800 ; 3500 ; 4500 ; 5000 ; 5500 ; 6000 ; 7000 .
9 ; 10 ; 11	1250 ; 1400 ; 1500 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2200 .	2800 ; 3500 ; 4500 ; 5000 ; 5500 ; 6000 ; 7000 .
12 ; 14 ; 16 ; 18 ; 20	1400 ; 1500 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2200 ; 2400 .	4500 ; 5000 ; 5500 ; 6000 ; 7000 ; 8000 .
22 ; 25 ; 28 ; 30 ; 32	1400 ; 1500 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2200 ; 2400 .	4500 ; 5000 ; 5500 ; 6000 ; 7000 ; 8000 .
36 ; 40	1500 ; 1600 ; 1800 ; 2000 ; 2200 ; 2500 .	4500 ; 5000 ; 5500 ; 6000 ; 7000 ; 8000 .

BẢNG VI-6
Thép ống không hàn
(Gost 8732-58)

<i>Kích thước, mm.</i>					
<i>Đường kính ngoài</i>	<i>Bề dày</i>	<i>Đường kính ngoài</i>	<i>Bề dày</i>	<i>Đường kính ngoài</i>	<i>Bề dày</i>
25; 28; 32; 38	2,5 - 3	108; 114; 121	4 - 28	377; 402; 426 450	9 - 75
42; 45; 50	2,5 - 10	127	4 - 30	(464)	9 - 15
54	3 - 11	133	4 - 32		20 - 75
57	3 - 13	140; 146; 152	4,5 - 36	480; 500; 530 (550)	9 - 15 25 - 75
60; 63,5	3 - 14	159			
68; 70	3 - 16	168; 180; 194	5 - 45	560; 600;	9 - 15
73; 76	3 - 19	203; 219	6 - 50	630; 710; 800	
83	3,5 - 19	245; 273	6,5 - 50		
89; 95; 102	3,5 - 24	299; 325	7,5 - 75		
		351	8 - 75		

Các cấp bề dày:

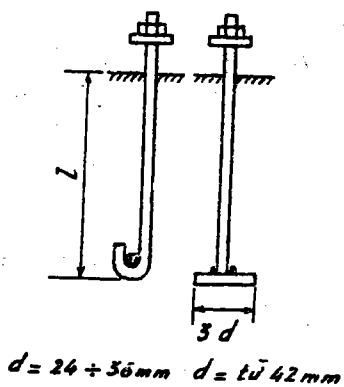
2,5 ; 2,8 ; 3-6 cách 0,5 mm ; (6,5) ; 7 ; (7,5) ; 8 ; (8,5) ;
 9 ; (9,5) ; 10 ; 11 ; 12 ; (13) ; 14 ; (15) ; 16 ; (17) ;
 18 ; (19) ; 20 ; 22 ; (24) ; 25 ; (26) ; 28 ; 30 ; 32 ; (34) ;
 (35) ; 36 ; (38) ; 40 ; (42) ; 45 ; (48) ; 50 ; 56 ; 60 ;
 63 ; (65) ; 70 ; 75 mm.

Kích thước cho trong ngoặc là không nên dùng.

BẢNG VI.7 – Ray cầu chạy

Loại ray	Bề rộng mặt ray b, mm	Bề rộng đế ray b_2, mm	h, mm	F, cm^2	Mômen quán tính cm^4		Trọng lượng 1m dài
					J_x	J_y	
KP 70	70	120	120	67,30	1081,99	327,16	52,70
KP 80	80	130	130	81,13	1567,40	482,39	63,52
KP 100	100	150	150	113,32	2864,73	940,98	88,75
KP 120	120	170	170	150,44	4923,79	1694,83	117,89

BẢNG VI.8 – Bulông neo

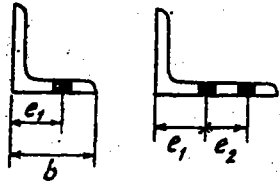


Đường kính ngoài của bu lông d, mm .	Diện tích tiết diện thu hẹp cm^2	Chiều dài neo mm		Nội lực cho phép của 1 bu lông $(R_k = 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})$
		L_1	L_2	
20	2,25	700		3150
22	2,81	750		3940
24	3,24	850		4540
27	4,27	950		5980
30	5,18	1050		7250
36	7,58	1250		10600
42	10,	1450		14000
48	13,4		1450	18700
56	18,75		1650	26200
64	24,65		1850	34500
72	31,6		2000	44200
76	35,8		2100	50100

BẢNG VI.9

Bố trí hăng đinh trên thép góc

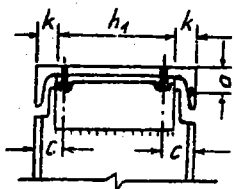
Ký hiệu



- b : bề rộng cánh thép góc.
- e_1 : khoảng cách từ hăng đinh đến sớng thép góc
- e_2 : khoảng cách hăng đinh khi bố trí hai lớp so le hoặc song song.
- Z : khoảng cách từ sớng đến trục hội tụ thanh dãn
- d : đường kính lỗ nên dùng.

Một hăng đinh				Hai hăng đinh khi bố trí so le và song song				
b	e_1	Z_0	d	b	e_1	e_2	Z_0	d
45	25	15	14	125	50	40	40	20-23
50 và 56	30	15	17	140	50	50	40	20-26
63	35	20	17-20	160	60	60	45	23-26
70	40	20	20-23	180	70	70	50	23-26
75	45	25	20-23	200	80	80	60	23-26
80	45	25	20-23	220	80	80	70	23-26
90	50	30	20-23	250	80	80	80	23-26
100	55	30	20-23					
110	60	35	20-23					

BẢNG VI.10
Bố trí lỗ đinh trên thép mỏng



k : khoảng cách từ cánh đến chỗ đầu góc tròn.

$$c = k + 1,5d ; c_1 = k + 0,5D$$

t : bề dày cánh ở hàng đinh

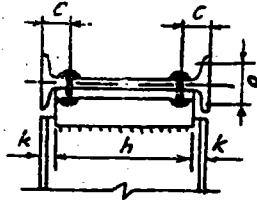
d_{max} : đường kính lỗ lớn nhất

d : đường kính lỗ nên dùng

D : đường kính mũ đinh tôn

Số hiệu	Cánh			Bụng				
	a	t	d_{max}	k	h_1	c	c_1	d
5	20	7	10	14	22	—	—	—
6,5	25	7,4	12	15	35	—	—	—
8	25	7,4	14	16	48	—	25	12
10	30	7,5	14	17	66	35	26	12
12	30	7,7	17	17	86	38	29	14
14	35	8	17	18	104	44	33	17
14a	35	8,5	17	19	102	44	34	17
16	35	8,3	20	19	122	50	36	20
16a	35	8,6	20	20	120	50	37	20
18	40	8,7	20	21	138	50	38	20
18a	40	9,2	20	21	138	50	38	20
20	50	9	23	22	156	52	39	20
20a	50	9,6	23	22	156	52	39	20
22	50	9,6	23	23	174	54	40	20
22a	50	10,2	23	24	172	54	41	20
24	50	10	26	24	192	60	44	23
24a	50	10,7	26	25	190	60	45	23
27	60	10,5	26	25	220	60	45	23
30	60	11	29	27	246	62	47	23
33	60	11,7	29	29	272	65	49	23
36	60	12,6	29	31	298	66	51	23
40	60	13,5	29	33	354	66	53	23

BẢNG VI. 11
Bố trí lỗ đinh trên thép I



k : khoảng cách từ cánh đến chỗ đầu góc tròn
 t : bề dày cánh ở chỗ hãm đinh. $c = k + 1,5d$
 d_{max} : đường kính lỗ lớn nhất.
 d : đường kính lỗ nên dùng.

Số hiệu	Cánh		d	Bụng			
	a	t		k	h_1	c	d_{max}
10	32	7,2	10	15	70	36	14
12	38	7,3	12	16	88	37	14
14	44	7,5	12	17	107	42	17
16	48	7,7	14	18	124	48	20
18	50	8	14	19	142	50	20
18a	54	8,2	17	19	142	50	20
20	54	8,2	17	20	161	50	20
20a	58	8,3	17	20	160	50	20
22	58	8,6	17	21	178	55	23
22a	62	8,8	17	21	178	55	23
24	60	9,5	20	22	196	58	23
24a	66	9,8	20	23	194	58	23
27	66	9,8	20	24	223	58	23
27a	72	10,2	20	24	222	58	23
30	72	10,2	20	25	250	60	23
30a	72	10,7	23	25	250	60	23
33	74	11,2	23	27	276	62	23
36	76	12,3	23	29	302	64	23
40	82	13	23	31	338	66	23
45	86	14,2	23	33	384	68	23
50	90	15,2	26	35	430	70	23
55	96	16,2	26	38	474	73	23
60	100	17,8	29	41	518	76	23
65	106	19,2	29	45	560	80	23
70	112	20,8	29	48	604	83	23
70a	114	24	29	51	598	86	23
70b	114	28,2	29	55	590	90	23

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	1
S.1 - Mục đích yêu cầu của đồ án	2
S.2 - Nội dung và khối lượng yêu cầu	3
I - Chọn sơ đồ kết cấu	
1) Sơ đồ khung ngang và kết cấu của nhà công nghiệp	5
2) Kích thước chính của khung ngang	7
1 - Kích thước cột	7
2 - Kích thước dầm	8
3) Hệ giằng	9
1 - Hệ giằng mái	9
2 - Hệ giằng cột	11
II - Tính khung ngang	
1) Tính tải trọng tác dụng lên khung	13
1 - Tải trọng tác dụng lên dầm	13
2 - Tải trọng tác dụng lên cột	16
3 - Tải trọng gió lên khung	19
2) Tính nội lực khung	21
1 - Sơ đồ tính toán của khung	21
2 - Tính khung với tải trọng đứng trên xà ngang	22
3 - Tính với mômen cầu chày	27
4 - Tính với lực hãm ngang	29
5 - Tính với tải trọng gió	31
3) Xác định nội lực tính toán	32
- Bảng nội lực	35
- Bảng tổ hợp nội lực	37
III - Tính cột	
1) Chiều dài tính toán của cột	38
2) Tiết diện cột trên	40
1 - Dạng tiết diện	-
2 - Chọn tiết diện	-
3 - Kiểm tra tiết diện chọn	41
3) Cột dưới dầm	47
4) Cột dưới rỗng	51

5) Nối hai phân cột - vai cầu chạy	60
1. Liên kết dầm cầu chạy	-
2. Nối cột trên với cột dưới rộng	-
3. Nối cột trên với cột dưới đặc	62
6) Chân cột đặc	67
1. Xác định kích thước bản đế	-
2. Tính dầm đế, sườn ngăn và sườn gia cố	70
3. Tính bulông neo	71
7) Chân cột rộng	80

IV - Tính dầm

1) Xác định tải trọng và nội lực của các thanh dầm	86
2) Chọn tiết diện thanh dầm (T)	90
1. Các dạng tiết diện thanh dầm	-
2. Chiều dài tính toán của thanh dầm	91
3. Chọn tiết diện các thanh dầm	92
3) Mặt dầm	94
1. Cấu tạo chung của mặt dầm	-
2. Mặt trung gian	95
3. Mặt đỉnh và mặt giữa dưới	96
4) Liên kết dầm với cột	101

V - Thể hiện bản vẽ

PHỤ LỤC

Phụ lục I - Bảng I-1	108
- I-2	109
Phụ lục II - Bảng II-1	109
- II-2 ; II-3	110
- II-4	111
- II-5	112
- II-6	113
- II-7	114 - 115
- II-8	116 - 117

<i>Phụ lục II</i> - <i>Bảng II-9</i>	.....	118
- <i>II-10</i>	.....	119
- <i>II-11</i>	.....	120
- <i>II-12</i>	.....	121
<i>Phụ lục III</i> - <i>Bảng III-1</i>	.....	122-123
- <i>III-2</i>	.....	124
- <i>III-3</i>	.....	125
<i>Phụ lục IV</i> - <i>Bảng IV-1</i>	.....	126-127
- <i>IV-2</i>	.....	128-129
- <i>IV-3</i>	.....	130-131
<i>Phụ lục V</i> - <i>Bảng V-1</i>	.....	133-134
- <i>V-2</i>	.....	135
- <i>V-3</i>	.....	136
- <i>V-4</i>	.....	137-141
- <i>V-5</i>	.....	142-146
<i>Phụ lục VI</i> - <i>Bảng VI-1</i>	.....	147-152
- <i>VI-2</i>	.....	153-156
- <i>VI-3</i>	.....	157-158
- <i>VI-4</i>	.....	159-160
- <i>VI-5</i>	.....	161
- <i>VI-6</i>	.....	162
- <i>VI-7 ; VI-8</i>	.....	163
- <i>VI-9</i>	.....	164
- <i>VI-10</i>	.....	165
- <i>VI-11</i>	.....	166

