

CHỦ BIÊN  
NGUYỄN VĂN YÊN

TÍNH TOÁN  
**KẾT CẤU THÉP**

IN LẦN 2 CÓ SỬA

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



# MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<i>Lời nói đầu</i>	
<b>CHƯƠNG I: NGUYÊN TẮC TÍNH TOÁN KẾT CẤU THÉP</b>	
§ 1. Thành lập sơ đồ kết cấu công trình	9
§ 2. Mô hình thực tế và mô hình tính toán	9
§ 3. Các giai đoạn tính toán kết cấu thép	10
§ 4. Nguyên lý tính kết cấu thép theo phương pháp trạng thái giới hạn	11
§ 5. Tải trọng	12
§ 6. Thép xây dựng và cường độ tính toán của thép	13
§ 7. Quy cách thép xây dựng	13
<b>CHƯƠNG II: LIÊN KẾT</b>	
<b>A. LIÊN KẾT HÀN</b>	
§ 8. Nguyên tắc tính liên kết hàn	15
§ 9. Cường độ tính toán đường hàn	15
§ 10. Những công thức cơ bản tính liên kết	16
§ 11. Những yêu cầu cấu tạo đối với đường hàn và liên kết hàn	18
§ 12. Các ví dụ	19
<b>B. LIÊN KẾT ĐINH TÁN VÀ ĐINH BU LÔNG</b>	
§ 13. Nguyên tắc tính liên kết đinh	22
§ 14. Cường độ tính toán và khả năng chịu lực của đinh	22
§ 15. Công thức tính một số trường hợp lực tác dụng lên một đinh	24
§ 16. Cấu tạo đinh và liên kết	24
§ 17. Cấu tạo bu lông neo	26
§ 18. Liên kết bu lông cường độ cao	27
§ 19. Các ví dụ	27
<b>CHƯƠNG III: DẪM</b>	
<b>HỆ DẪM SÀN</b>	
§ 20. Bản sàn	30
§ 21. Tính dầm phụ	31
§ 22. Tính dầm chính	32
§ 23. Chọn tiết diện dầm tổ hợp bản	33

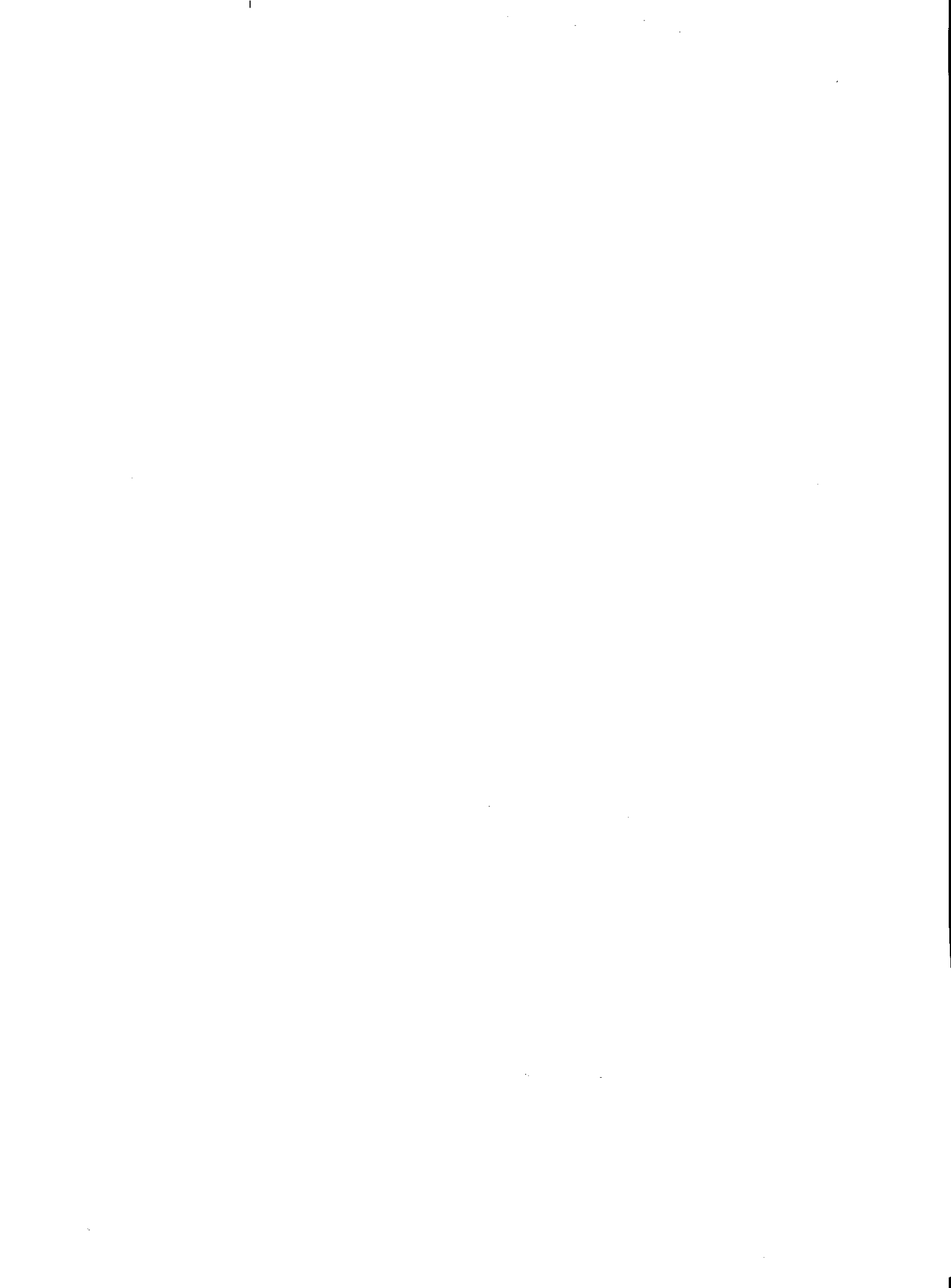
	<b>Trang</b>
§24. Đòi tiết diện dầm hàn	34
§25. Liên kết giữa cánh và bụng dầm	35
§26. Kiểm tra ổn định tổng thể	37
§27. Kiểm tra ổn định cục bộ	37
§28. Tính đầu dầm và nối dầm	38
§29. Ví dụ	
<b>B. ĐẶC ĐIỂM TÍNH HỆ DẦM CẦU TRỤC</b>	
§30. Tính tải trọng	48
§31. Nội lực	49
§32. Chọn tiết diện	49
§33. Kiểm tra tiết diện	50
§34. Tính liên kết giữa cánh và bụng dầm	51
§35. Kiểm tra ổn định tổng thể và ổn định cục bộ	51
§36. Ví dụ	
<b>CHƯƠNG IV : CỘT</b>	
§37. Nguyên tắc tính cột	59
<b>A. CỘT NÉN ĐÚNG TÂM</b>	
§38. Công thức tính và yêu cầu cấu tạo tiết diện cột	59
§39. Trình tự chọn tiết diện cột	63
§40. Tính chân cột	64
§41. Các ví dụ	67
<b>B. CỘT NÉN LỆCH TÂM</b>	
§42. Công thức tính và yêu cầu cấu tạo tiết diện cột đặc	74
§43. Công thức tính và cấu tạo tiết diện cột rỗng	80
§44. Ví dụ	82
§45. Tính chân cột đặc	84
§46. Tính chân cột rỗng	85
<b>CHƯƠNG V : DÀN</b>	
§47. Sơ đồ dàn	86
§48. Xác định tải trọng và nội lực dàn	87
Chiều dài tính toán thanh dàn	92
Độ mảnh giới hạn thanh dàn	92
Bố trí tiết diện thanh dàn hai thép góc	93
Bề dày yêu cầu của bản mắt	94
Chọn tiết diện thanh dàn	94
Ví dụ	

	<i>Trang</i>
§55. Những yêu cầu về cấu tạo dàn	
§56. Cấu tạo và tính toán mắt dàn	96
§57. Mắt nối cánh	97
§58. Mắt nối dàn	98
§59. Mắt gối dàn	101
§60. Ví dụ : Tính kết cấu cầu trục áp tường	104
	105

#### **CHƯƠNG VI : KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP**

§61. Sơ đồ và kích thước kết cấu khung	
§62. Hệ giằng	110
§63. Xác định tải trọng	112
§64. Đặc điểm tính khung	114
§65. Nguyên tắc tổ hợp nội lực tính kết cấu khung	117
§66. Tổ hợp nội lực tính cột	130
§67. Tổ hợp nội lực tính dàn gối khớp lên cột	131
§68. Tổ hợp nội lực tính dàn liên kết cứng với cột	131
§69. Tổ hợp nội lực tính liên kết cứng dàn với cột	131
§70. Chiều dài tính toán cột	132
§71. Ví dụ : Tính cột khung	142
§72. Tính liên kết đầu dàn với cột	143
	152

#### **PHỤ LỤC : QUY CÁCH THÉP HÌNH**



## LỜI NÓI ĐẦU

Quyển sách tính toán kết cấu thép gồm có 6 chương. Năm chương đầu giới thiệu nguyên tắc tính toán kết cấu thép, tính liên kết và các cấu kiện cơ bản dầm, cột và dầm. Nội dung này thuộc phần cơ sở kết cấu thép cho các ngành công trình xây dựng. Chương cuối cùng là Khung nhà công nghiệp dùng cho ngành xây dựng công nghiệp và dân dụng.

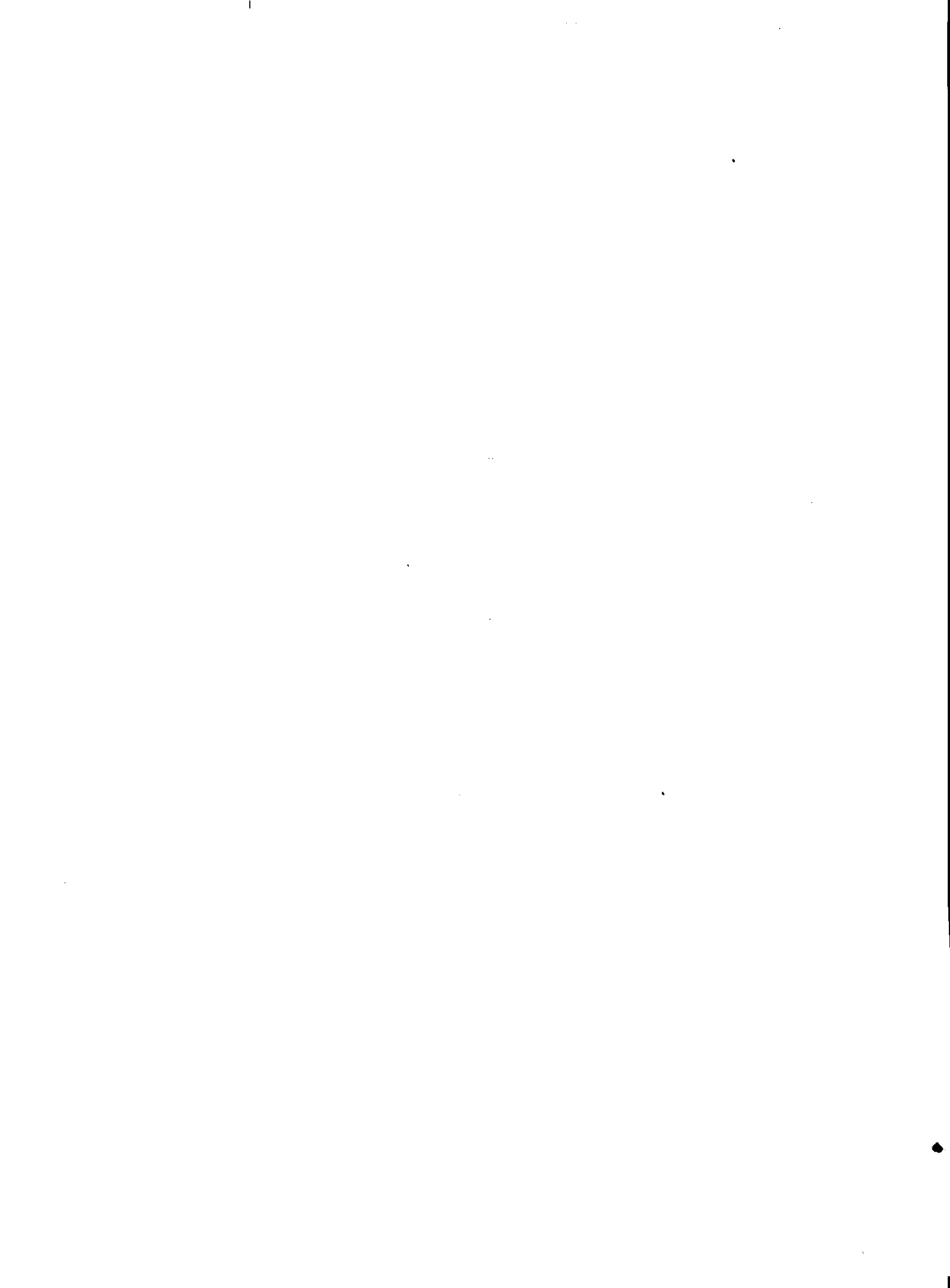
Mục đích của quyển Tính toán kết cấu thép nhằm giới thiệu **CÁCH TÍNH** các loại kết cấu đã nêu trên. Lý thuyết của mỗi vấn đề được trình bày ngắn gọn và tập trung ở những điểm chính.

Biên soạn tài liệu có những người sau :

Nguyễn Văn Yên — chủ biên và viết các chương I, IV, VI; Đỗ Đào Hải — chương III; Nguyễn Minh Thu — chương II và V. Cộng tác hoàn thành có Phạm Văn Tư — chương IV, Đoàn Ngọc Tranh và Hoàng Quang — chương VI, Ngô Vi Long — chương III.

Tác giả chân thành cảm ơn Gs Đỗ Quốc Sam đã đọc và góp ý kiến. Cảm ơn tổ công tác giáo trình trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh đã góp sức hoàn thành việc xuất bản.

Tác giả





## Chương I

# NGUYÊN TẮC TÍNH TOÁN KẾT CẤU THÉP

### §1. Thành lập sơ đồ kết cấu công trình.

Thành lập sơ đồ kết cấu thép hoặc kết cấu công trình nói chung dựa trên những yếu tố sau :

— Qui mô công trình : gồm có kích thước chính của công trình, điều kiện tác dụng của tải trọng, mục đích và niên hạn sử dụng công trình. Về căn bản qui mô công trình được xác định theo yêu cầu sử dụng và hồ trí công nghệ.

— Điều kiện của nền móng và tác dụng của môi trường.

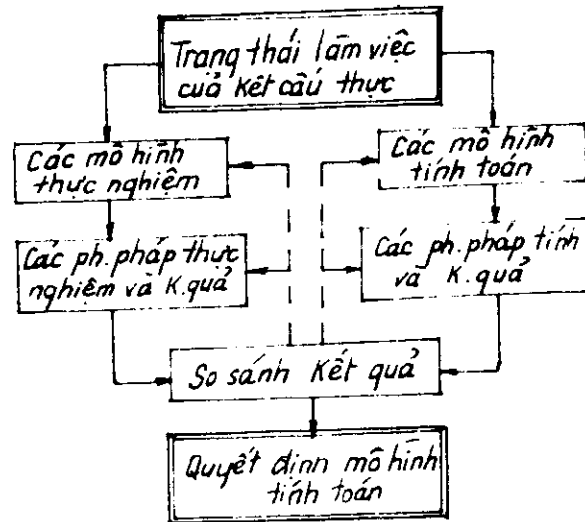
— Tình hình cung cấp vật tư.

Khi thành lập sơ đồ công trình đồng thời dự kiến bố trí tiết diện kết cấu, giải quyết những nút liên kết chính, điều kiện kỹ thuật và khả năng về chế tạo kết cấu, về vận chuyển và dựng lắp công trình. Khi thành lập sơ đồ công trình cần tận dụng các kích thước theo mô đun và thống nhất hóa, tận dụng thiết kế định hình và thiết kế mẫu của cấu kiện và công trình. Đối với công trình cá biệt thì việc thành lập sơ đồ phải qua nhiều phương án so sánh, đòi hỏi nhiều sáng tạo. Theo xu thế hiện đại, sơ đồ kết cấu công trình phải đồng thời thỏa mãn sự làm việc hợp lý về mặt kết cấu và thể hiện phong phú về mặt kiến trúc. Giá thành của công trình về căn bản được quyết định bởi sơ đồ kết cấu công trình.

### §2. Mô hình thực tế của kết cấu công trình và mô hình tính toán.

Mô hình (sơ đồ) tính toán là mô hình đã được lý tưởng hóa dùng để tính toán, phản ánh đầy đủ trạng thái làm việc của kết cấu. Việc quyết định mô hình tính toán bao gồm việc định ra các mô hình và lựa chọn mô hình là khâu rất quan trọng trong tính toán, nó phụ thuộc vào trình độ khoa học kỹ thuật đương thời và nhiệm vụ đặt ra trong tính toán (xem sơ đồ H. 1).

Theo xu hướng hiện nay, mô hình tính cần đạt hai yêu cầu : — Phản ánh được những trạng thái làm việc chủ yếu nhất để khai thác tối đa khả năng chịu lực, đồng thời bảo đảm công trình làm việc an toàn ; — mô hình cần được đơn giản để thuận tiện trong thiết kế. Những ví dụ cụ thể về vấn đề này xem các phương pháp tính về liên kết, sơ đồ tính dàn và khung nhà công nghiệp...



Hình 1.1

### §3. Các giai đoạn tính kết cấu thép.

Trên cơ sở sơ đồ tính đã được xác định, nội dung tính gồm có xác định nội lực, chọn tiết diện của kết cấu, tính các chi tiết và liên kết. Trong một số trường hợp cần xác định chuyên vị, các thông số dao động... Đối với kết cấu thép hoặc kết cấu công trình nói chung, nội dung tính toán thường phải thông qua hai giai đoạn:

— Giả định trước các thông số về hình học, tiết diện, độ cứng của kết cấu, bộ nhập hoặc chi tiết.

— Xác định nội lực và kiểm tra tiết diện đã giả định.

Để thực hiện giai đoạn một phải dùng các kết quả về lý thuyết tối ưu, các bài toán hợp lý, các điều kiện về cấu tạo và sử dụng, các kết quả thực nghiệm và kinh nghiệm, các phương pháp gần đúng. Tổng hợp các kết quả này đã được thể hiện thành các chỉ dẫn và nội dung phương pháp để giả định cho các trường hợp tính toán kết cấu thép.

Nội dung giai đoạn hai là sử dụng các lý thuyết tính kết cấu thép để kiểm tra sự làm việc của kết cấu và chi tiết theo các nhóm trạng thái giới hạn. Đây là giai đoạn quan trọng hơn cả và quyết định trong toàn bộ nội dung tính toán kết cấu thép. Nếu nội dung kiểm tra ở giai đoạn hai không đạt yêu cầu thì điều chỉnh các giả định ở giai đoạn một và tính lại theo giai đoạn hai. Các ví dụ về vấn đề này xem cách tính liên kết, phương pháp chọn tiết diện các loại cấu kiện, các giả định độ cứng tính nội lực khung...

#### § 4. Nguyên lý tính kết cấu thép theo phương pháp trạng thái giới hạn.

Kết cấu thép được tính theo hai nhóm trạng thái giới hạn về khả năng chịu lực và về biến dạng. Nhóm thứ nhất bao gồm các trạng thái giới hạn về bền, ổn định và mỗi khi vượt quá các giới hạn này thì kết cấu không thể tiếp tục sử dụng được nữa hoặc kết cấu bị phá hoại do một trong ba nguyên nhân trên. Các giới hạn của nhóm thứ hai gồm có độ võng, góc xoay, các thông số về dao động ... được qui định nhằm đảm bảo yêu cầu và điều kiện sử dụng công trình một cách bình thường. Vì vậy khi vượt quá trạng thái giới hạn thứ hai thì điều kiện sử dụng của công trình sẽ bị hạn chế, tuy rằng trong nhiều trường hợp kết cấu vẫn còn khả năng chịu lực.

Công thức dùng để xác định các trạng thái giới hạn như sau:

đối với nhóm 1

$$N \leq \phi$$

đối với nhóm 2

$$f \leq f_{gh}$$

Trong đó lực tính toán  $N$  trong kết cấu là nội lực lớn nhất xảy ra trong suốt quá trình sử dụng, xác định theo tải trọng tính toán.

Đại lượng  $\phi = mRFA$  là khả năng chịu lực tối thiểu của kết cấu, phụ thuộc vào cường độ tính toán của vật liệu  $R$ , hệ số điều kiện làm việc của kết cấu  $m$ , đặc trưng hình học của tiết diện  $F$  và hệ số về trạng thái làm việc  $A$  của kết cấu.

Hệ số điều kiện làm việc  $m$  thông thường có giá trị bằng 1. Ở một số trường hợp đặc biệt có  $m < 1$  và được chỉ dẫn cụ thể trong tính toán.

Đặc trưng hình học tiết diện  $F$  là diện tích, mômen chống uốn hoặc mômen quán tính v.v...

Đại lượng  $A$  là các hệ số tương ứng với từng trạng thái làm việc của kết cấu về ổn định, mỏi và bền. Ví dụ  $A$  sẽ là hệ số:

- — Hệ số ổn định của thanh nén đúng tâm, hoặc gọi là hệ số uốn dọc,
- $\varphi_{ll}$  — Hệ số nén lệch tâm khi xét ổn định trong mặt phẳng uốn của thanh chịu nén lệch tâm,
- $\sigma_d$  — Hệ số ổn định của dầm,
- $\gamma$  — Hệ số mỏi, và
- $A = 1$  khi làm việc bền.

Các giá trị  $A$  đều nhỏ hơn hoặc bằng 1.

Đại lượng  $f$  là biến dạng xác định theo tính toán và giá trị  $f_{gh}$  là biến dạng giới hạn lấy theo quy phạm. Vì  $f_{gh}$  qui định theo điều kiện sử dụng bình thường nên  $f$  được tính theo tải trọng tiêu chuẩn.

Chú ý rằng các trạng thái giới hạn cần được kiểm tra cho cả kết cấu và cho từng bộ phận kết cấu (cấu kiện, chi tiết, liên kết). Đối với cả hệ thống kết cấu thì thường kiểm tra về ổn định và chuyển vị. Đối với cấu kiện thì kiểm tra về bền, ổn

định, chuyển vị. Trong nhiều trường hợp, việc tính toán trạng thái giới hạn về ổn định của cả kết cấu sẽ dẫn đến mục đích là xác định chiều dài tính toán để tính ổn định cho cấu kiện. Trong mọi trường hợp, kết cấu và bộ phận cần được kiểm tra theo các trạng thái giới hạn của nhóm một, còn đối với nhóm hai thì chỉ tiến hành kiểm tra khi mà chuyển vị sẽ gây trở ngại cho điều kiện sử dụng của kết cấu.

**§ 5. Tải trọng. Tải trọng tiêu chuẩn và tính toán :**

Tải trọng tiêu chuẩn  $P^{tc}$  là tải trọng tương ứng với điều kiện sử dụng bình thường của kết cấu. Tải trọng tính toán  $P$  là tải trọng lớn nhất có thể xảy ra trong quá trình sử dụng và  $P = P^{tc} \cdot n$ . Hệ số vượt tải  $n$  xét đến sự biến động (độ sai lệch ngẫu nhiên) của giá trị tải trọng so với điều kiện sử dụng bình thường. Đối với tải trọng tác dụng đồng thì khi xác định tải trọng tính toán phải kể thêm hệ số động  $k$ . Các giá trị  $P^{tc}$ ,  $n$ ,  $k$  được giới thiệu trong các trường hợp tính toán cụ thể.

*Phân loại và tổ hợp tải trọng.* Theo tiêu chuẩn «Tải trọng và tác động — TCVN . 2737 . 78» cách phân loại và tổ hợp tải trọng được sắp xếp theo bảng 1.1.

**Bảng 1.1**

*Phân loại và tổ hợp tải trọng*

Phân loại tải trọng			
Thường xuyên	Tạm thời		
	Dài hạn	Ngắn hạn	Đặc biệt
Trọng lượng bản thân của kết cấu, trọng lượng và áp lực đất, lực căng trước, ...	Trọng lượng thiết bị cố định, trọng lượng vật chứa trong nhà kho ...	Áp lực gió, tải trọng cầu trục, tải trọng khi thi công, tác dụng nhiệt, ...	Tác dụng của động đất, nổ và do thiết bị hư hỏng, ...
Tổ hợp tải trọng			
Các loại tổ hợp	Tổ hợp cơ bản		Tổ hợp đặc biệt
	1	2	
Loại tải trọng trong tổ hợp	Tải trọng thường xuyên, dài hạn và 1 tải trọng ngắn hạn	Tải trọng thường xuyên, dài hạn và có 2 ngắn hạn trở lên	Tải trọng thường xuyên, dài hạn, ngắn hạn và một đặc biệt
Hệ số tổ hợp $c$	$c = 1$	$c = 0.9$ . Nhân với các tải trọng ngắn hạn	$c = 0.8$ . Nhân với các tải trọng ngắn hạn

## § 6. Thép xây dựng và cường độ tính toán của thép.

Trên thế giới hiện nay sản xuất rất nhiều loại thép xây dựng. Ở nước ta sử dụng rộng rãi nhất là thép CT3 của Liên Xô và các thép có tính năng cơ học tương đương. Thép CT3 là thép các bon thấp loại cường độ trung bình. Ưu điểm của thép CT3 là bảo đảm tính hàn (sau khi hàn xong không bị nứt) vào bảo đảm tính dẻo. Thép CT3 được dùng làm kết cấu chịu lực cho tất cả các loại công trình xây dựng, thủy lợi, cầu và các loại công trình công nghiệp khác, như: kết cấu nhà dân dụng, nhà công cộng, nhà cao tầng, nhà sản xuất và công nghiệp, kết cấu cửa van, cầu, cần trục, bể chứa dầu mỏ, tháp trụ... Riêng một số loại kết cấu nặng và chịu tác động động lớn như cầu nhịp lớn, dầm cầu trục loại nặng thì dùng thép CT3 có chất lượng cao hơn ký hiệu là M16C hoặc CT3 MOCT.

Cường độ tính toán của thép CT3 có các giá trị sau:

$R = 21 \text{KN/cm}^2$  — cường độ tính toán chịu kéo, nén và uốn.

$R_c = 13 \text{KN/cm}^2$  — cường độ tính toán chịu cắt.

$R_{cm} = 32 \text{KN/cm}^2$  — cường độ tính toán chịu ép mặt.

Các đặc trưng cơ lý của thép có những giá trị sau:

$E = 2,1 \times 10^4 \text{KN/cm}^2$  — môđun đàn hồi.

$G = 8400 \text{KN/cm}^2$  — môđun biến dạng trượt.

$M = 0,3$  — hệ số biến dạng ngang (hệ số poisson).

$\alpha = 12 \times 10^{-6}$  — hệ số dẫn nhiệt.

$\gamma = 78,5 \text{KN/m}^3$  — trọng lượng thể tích.

Trong vài năm gần đây, một số trường hợp trong ngành xây dựng công trình ở nước ta đã đưa vào sử dụng các loại thép tròn đặc và thép hình cỡ nhỏ do các nhà máy luyện và cán thép Thái nguyên, Gia sàng, VICASA Biên hòa sản xuất. Nhưng các chỉ tiêu cơ học và cường độ tính toán của các loại thép này chưa được công bố chính thức dùng để thiết kế.

## § 7. Qui cách thép xây dựng.

Thép dùng trong xây dựng có các loại thép cán hình và thép cán tấm. Hiện nay nước ta đã có tiêu chuẩn của thép hình phổ thông. Qui cách các loại thép tấm và hình khác vẫn sử dụng theo tiêu chuẩn của Liên Xô.

Thép hình phổ thông có các loại: thép góc đều cạnh (TCVN 1656 — 75) và không đều cạnh (TCVN 1657 — 75), thép I (TCVN 1655 — 75) và thép U (TCVN 1654 — 75). Thép hình phổ thông có chiều dài  $L = 4 \sim 13 \text{m}$ . Qui cách về tiết diện xem các bảng phụ lục.

Ngoài các loại thép hình phổ thông, có các thép hình I cánh rộng bụng mỏng, thép chữ T, thép ống, thép hình thành mỏng, thép đặc tròn và vuông.

Thép tấm có các loại :

Thép tấm dày : có bề dày  $\delta = 40 \sim 160\text{mm}$ . Bề dày lấy cách nhau 1mm khi  $\delta \leq 26$ , lấy 2mm khi  $\delta = 26 \sim 40$  và 10mm khi  $\delta \geq 40\text{mm}$ . Chiều dài tấm  $L = 6\text{m}$ . Tấm dày làm kết cấu bản ; kết cấu đặc như dầm, cột.

Tấm mỏng : có  $\delta = 0,5 \sim 4\text{mm}$  ; bề rộng  $B = 600 \sim 1400\text{mm}$  và  $L$  đến 4m. Tấm mỏng làm tấm lợp và hình dấp.

Tấm phổ thông : có  $\delta = 4 \sim 60\text{mm}$ . Bề dày lấy cách nhau 1mm khi  $\delta \leq 12\text{mm}$ , tiếp theo là 2mm và 5mm. Bề rộng  $B = 160 \sim 1050\text{mm}$  ; Lấy cách nhau 10, 20 và 50mm.  $L = 6 \sim 12\text{m}$ . Tấm phổ thông dùng làm dầm, cột. Tấm có biên phẳng nên ít tốn công chế tạo.

Ngoài 3 loại chính kể trên, còn có một số loại thép cấu tấm như sau :

Tấm cuộn dày đến 10mm, rộng 200 ~ 2300mm. Thường dùng làm kết cấu bê chứa lớn.

Tấm gờ và lỗ dùng làm sàn công tác và bậc thang. Tấm gờ có  $\delta = 6,8, 10\text{mm}$  ;  $B = 600 \sim 1400\text{mm}$ .  $L$  đến 6m. Tấm lỗ có  $\delta = 4 \sim 6\text{mm}$  ;  $B = 500 \sim 1400\text{mm}$  và  $L$  đến 6m.

Tấm mạ kẽm và tấm sóng dùng làm tấm lợp. Tấm mạ kẽm có  $\delta = 0,25 \sim 2\text{mm}$  ;  $B = 510 \sim 1500\text{mm}$  ;  $L = 7,1 \sim 2,5\text{m}$ . Tấm sóng có  $\delta = 1 \sim 1,8\text{mm}$  ;  $B = 710 \sim 1000\text{mm}$  ;  $L = 1,42 \sim 2\text{m}$ .

## Chương II

### LIÊN KẾT

#### A. LIÊN KẾT HÀN

##### §8. Nguyên tắc tính liên kết hàn.

*Liên kết hàn đối đầu.* Sự làm việc và trạng thái ứng suất của đường hàn đối đầu được xác định như đối với thép cơ bản. Cường độ tính toán đường hàn đối đầu gồm có kéo, nén và cắt:  $R_k^h, R_n^h, R_c^h$ . Tiết diện tính toán của đường hàn đối đầu gồm có  $l_h$  và  $\delta_h$ . Trong đó  $l_h = l - l_{cm}$  và  $\delta_h = \delta_{min}$ .

$l_h$  — chiều dài tính toán của đường hàn.

$l$  — chiều dài đường hàn.

$\delta_h$  — bề dày tính toán của đường hàn.

$\delta_{min}$  — bề dày nhỏ nhất của các hàn thép.

*Liên kết hàn góc.* Dưới tác dụng lực, đường hàn góc thường xuất hiện cả 3 loại ứng suất kéo hoặc nén, uốn và cắt, nhưng căn bản là ứng suất cắt. Khảo sát bằng thực nghiệm liên kết dùng đường hàn góc đều lúc phá hoại thấy rằng đường hàn góc bị phá hoại theo mặt phân giác của đường hàn. Do kết quả nghiên cứu trên, tính đường hàn góc được qui định như sau. Dưới tác dụng lực bất kỳ (M, N, Q), ở đường hàn góc chỉ xuất hiện một loại ứng suất cắt  $\tau$  (tương ứng với  $\tau_M, \tau_N, \tau_Q$ ). Vì vậy chỉ có một loại cường độ tính toán đường hàn góc là  $R_p^h$ . Ứng suất cắt  $\tau$  phân bố trên tiết diện tính toán là mặt phân giác của đường hàn góc  $l_h$  và  $\delta_h$ .

Trong đó  $l_h$  — xác định như trên.

$$\delta_h = 0,7h_h \text{ (đối với hàn tay)}$$

$h_h$  — chiều dày đường hàn góc.

##### §9. Cường độ tính toán đường hàn.

Cường độ tính toán đường hàn phụ thuộc loại thép (thép cơ bản và que hàn), và phương pháp hàn. Các số liệu cho trong tài liệu này tương ứng với thép CT3, que hàn E42 và phương pháp hàn tay.

Đường hàn đối đầu  $R_h^h = 21 \text{ KN/cm}^2$

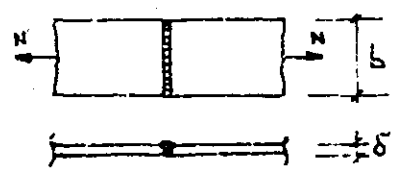

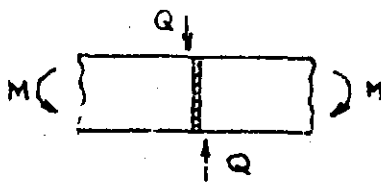


$R_k^h = 18 \text{ KN/cm}^2$

$R_o^h = 13 \text{ KN/cm}^2$

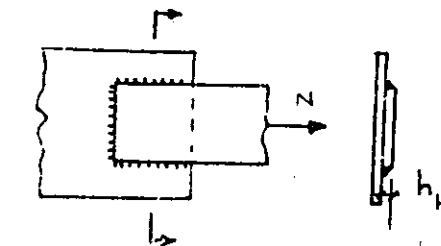
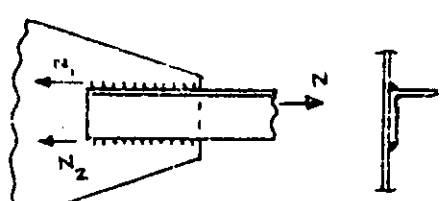
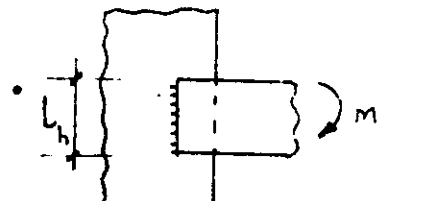
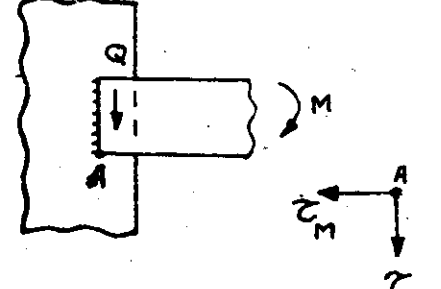
Đường hàn góc  $R_g^h = 15 \text{ KN/cm}^2$ .

§10. Những công thức cơ bản để tính liên kết.

Biểu 2.1

Số thứ	Công thức tính
<p>1.</p> 	<p>Kéo <math>\sigma = \frac{N}{F_h} \leq R_k^h</math></p> <p>Nén <math>\sigma = \frac{N}{F_h} \leq R_n^h</math></p> <p><math>F_h = l_h \cdot \delta_h</math>; <math>l_h = b - 1\text{cm}</math>; <math>\delta_h = \delta</math></p>
<p>2.</p> 	<p><math>\sigma = \frac{M}{W_h} = \frac{6M}{\delta_h \cdot l_h^2} \leq R_k^h</math></p>
<p>3.</p> 	<p>Kiểm tra theo 3 điều kiện</p> <p><math>\sigma = \frac{M}{W_h} &lt; R_k^h</math></p> <p><math>\tau = \frac{Q \cdot S_h}{J_h \cdot \delta_h} &lt; R_c^h</math></p> <p><math>\sigma_{td} = \sqrt{\left(\frac{M}{W_h}\right)^2 + 3\left(\frac{Q}{F_h}\right)^2} &lt; R_k^h</math></p> <p>Trong đó:</p> <p><math>S_h = \frac{\delta_h \cdot l_h^3}{8}</math>; <math>J_h = \frac{\delta_h \cdot l_h^3}{12}</math></p>
<p>4.</p> 	<p><math>\sigma = \frac{M}{W_h} + \frac{N}{F_h} \leq R_k^h</math></p>
<p>5.</p> 	<p><math>\sigma = \frac{N \cdot \sin \alpha}{\delta_h \cdot l_h} \leq R_k^h</math></p> <p><math>\tau = \frac{N \cdot \cos \alpha}{\delta_h \cdot l_h} \leq R_c^h</math></p> <p><math>l_h = \frac{b}{\sin \alpha} - 1\text{cm}</math>.</p>



(1)	(2)
<p>6.</p> 	$\tau = \frac{N}{\delta_b \cdot \sum l_h} \leq R_s^h$ $\delta_b = 0,7l_h$
<p>7.</p>  <p> <math>K = \begin{matrix} 0,7 \\ 0,3 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 0,65 \\ 0,35 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 0,75 \\ 0,25 \end{matrix}</math> </p>	$N_1 = K \cdot N$ $N_2 = (1 - K)N$ <p><math>N_1, N_2</math> — lực tác dụng trên đường hàn sống và mép thép góc.</p>
<p>8.</p> 	$\tau = \frac{M}{W_h} = \frac{6 \cdot M}{\delta_b \cdot l_h^2} \leq R_s^h$
<p>9.</p> 	$\sqrt{\tau_M^2 + \tau_Q^2} \leq R_s^h$ $\tau_M = \frac{M}{W_h}; \tau_Q = \frac{Q}{F_h}$

§ 14. Những yêu cầu cấu tạo đối với đường hàn và liên kết hàn.

Tên gọi	Nội dung																													
1. Chiều dày của đường hàn góc $h_b$	<p><b>Lớn nhất:</b></p> <p>a) Không quá 1,2 lần chiều dày nhỏ nhất của phần tử đem hàn</p> <p>b) Khi hàn dọc theo biên mép (có vát tròn): đối với thép góc có chiều dày cạnh <math>\delta</math>:</p> <table data-bbox="627 537 1123 694"> <tr> <td>Khi <math>\delta \leq 6\text{mm}</math></td> <td><math>h_b \leq \delta - 1</math></td> </tr> <tr> <td>Khi <math>\delta = 7 - 16</math></td> <td><math>h_b \leq \delta - 2</math></td> </tr> <tr> <td>Khi <math>\delta &gt; 16</math></td> <td><math>h_b \leq \delta - 4</math></td> </tr> </table> <p><b>đối với thép chữ I:</b></p> <table data-bbox="627 761 1123 1008"> <tr> <td>Nº 15 - 12</td> <td><math>h_b \leq 4\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 14 - 16</td> <td><math>h_b \leq 5\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 18 - 27</td> <td><math>h_b \leq 6\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 30 - 40</td> <td><math>h_b \leq 8\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 45</td> <td><math>h_b \leq 10\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 50 - 60</td> <td><math>h_b \leq 12\text{mm}</math></td> </tr> </table> <p><b>đối với thép chữ U</b></p> <table data-bbox="627 1075 1123 1299"> <tr> <td>Nº 5 - 8</td> <td><math>h_b \leq 4\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 10 - 14</td> <td><math>h_b \leq 5\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 16 - 27</td> <td><math>h_b \leq 6\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 30</td> <td><math>h_b \leq 8\text{mm}</math></td> </tr> <tr> <td>Nº 36 - 4</td> <td><math>h_b \leq 10\text{mm}</math></td> </tr> </table> <p><b>Nhỏ nhất:</b></p> <p>a) Nhỏ đủ thỏa mãn những yêu cầu tính toán và cấu tạo.</p> <p>b) Thỏa mãn những số hiệu cho dưới đây</p>		Khi $\delta \leq 6\text{mm}$	$h_b \leq \delta - 1$	Khi $\delta = 7 - 16$	$h_b \leq \delta - 2$	Khi $\delta > 16$	$h_b \leq \delta - 4$	Nº 15 - 12	$h_b \leq 4\text{mm}$	Nº 14 - 16	$h_b \leq 5\text{mm}$	Nº 18 - 27	$h_b \leq 6\text{mm}$	Nº 30 - 40	$h_b \leq 8\text{mm}$	Nº 45	$h_b \leq 10\text{mm}$	Nº 50 - 60	$h_b \leq 12\text{mm}$	Nº 5 - 8	$h_b \leq 4\text{mm}$	Nº 10 - 14	$h_b \leq 5\text{mm}$	Nº 16 - 27	$h_b \leq 6\text{mm}$	Nº 30	$h_b \leq 8\text{mm}$	Nº 36 - 4	$h_b \leq 10\text{mm}$
	Khi $\delta \leq 6\text{mm}$	$h_b \leq \delta - 1$																												
Khi $\delta = 7 - 16$	$h_b \leq \delta - 2$																													
Khi $\delta > 16$	$h_b \leq \delta - 4$																													
Nº 15 - 12	$h_b \leq 4\text{mm}$																													
Nº 14 - 16	$h_b \leq 5\text{mm}$																													
Nº 18 - 27	$h_b \leq 6\text{mm}$																													
Nº 30 - 40	$h_b \leq 8\text{mm}$																													
Nº 45	$h_b \leq 10\text{mm}$																													
Nº 50 - 60	$h_b \leq 12\text{mm}$																													
Nº 5 - 8	$h_b \leq 4\text{mm}$																													
Nº 10 - 14	$h_b \leq 5\text{mm}$																													
Nº 16 - 27	$h_b \leq 6\text{mm}$																													
Nº 30	$h_b \leq 8\text{mm}$																													
Nº 36 - 4	$h_b \leq 10\text{mm}$																													
Chiều dày phần tử dày nhất trong liên kết (mm)	Chiều dày đường hàn $h_b$ đối với thép. (mm)																													
	Thép	Hợp kim thấp																												
Dưới 10	$\frac{4}{}$	6																												
11 - 20	6	8																												
21 - 30	8	10																												
31 - 50	10	12																												
Trên 50	12	—																												

(1)	(2)
2. Chiều dài tính toán của đường hàn góc	Không nhỏ thua 40mm và không lớn hơn 60b <sub>t</sub> . Nếu đường hàn truyền lực (lực xuất hiện trên toàn bộ chiều dài đường hàn) thì chiều dài lớn nhất của mỗi bản không hạn chế. Đối với các phần tử của dàn, chiều dài nhỏ nhất khi hàn cạnh là 60mm, khi hàn đầu là toàn chiều dài mặt đầu.
3. Đường hàn đứt quãng	Với tải trọng tĩnh khoảng cách thông thủy giữa các đoạn đường hàn ngắt quãng không được lớn hơn 15δ trong những cấu kiện chịu nén và không lớn hơn 30δ trong những cấu kiện chịu kéo và cấu kiện không chịu lực (δ — chiều dày phần tử mảnh nhất trong liên kết).
4. Mỗi nối bản có chiều dày hoặc chiều rộng khác nhau	Tại mỗi nối kích thước các bản phải giống nhau, do đó đối với bản có chiều dày hoặc chiều rộng lớn hơn phải vát đi với độ nghiêng không quá 1 : 5. Cho phép không vát chiều dày khi chênh lệch chiều dày bản không lớn hơn 4mm và không lớn hơn 1/8 chiều dày bản mảnh nhất.
5. Đường hàn ở các mắt của kết cấu dàn	Hàn các phần tử vào bản mắt theo đường viền. Các phần tử dàn được sắp xếp sao cho khoảng cách giữa các đường hàn trên bản mắt không nhỏ thua 50 mm.
6. Đoạn chồng lên nhau trong liên kết chồng	Không nhỏ thua 5 lần chiều dày của phần tử mảnh nhất trong liên kết.

### §12. Các ví dụ.

**Ví dụ 2.1 :** Tính liên kết hàn theo sơ đồ 1 (bảng 2.1). Lực kéo tính toán  $N=500\text{KN}$ . Tiết diện bản thép  $250 \times 12\text{mm}$ .

Ứng suất trong đường hàn

$$\sigma = \frac{500}{(25 - 1) 1,2} = 17,4 \text{ KN/cm}^2 < R_k^h = 18 \text{ KN/cm}^2.$$

**Ví dụ 2.2 :** Tính liên kết hàn theo sơ đồ 5. Tiết diện bản thép  $b \times \delta = 250 \times 12\text{mm}$ . Lực kéo tính toán  $N = 600\text{KN}$ . Đường hàn đối đầu bố trí xiên 2 : 1 tương ứng với  $\alpha = 83^\circ 26'$ .

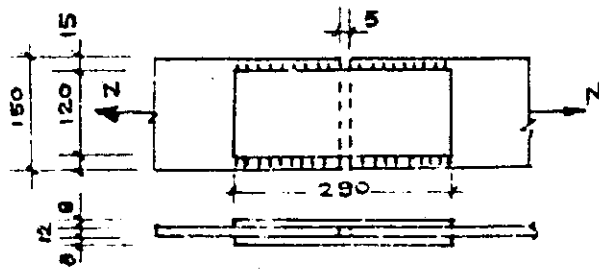
Diện tích tính toán của đường hàn

$$F_k = b_h \cdot \delta_h = \delta \left( \frac{b}{\sin \alpha} - 1 \right) = 1,2 \left( \frac{25}{0,894} - 1 \right) = 32,4 \text{ cm}^2.$$

Kiểm tra ứng suất kéo và cắt

$$\sigma = \frac{N \cdot \sin \alpha}{F_k} = \frac{600 \cdot 0,894}{32,4} = 16,6 \text{ KN/cm}^2 < R_k^h = 18 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{N \cdot \cos \alpha}{F_k} = \frac{600 \cdot 0,447}{32,4} = 8,3 \text{ KN/cm}^2 < R_c^h = 13 \text{ KN/cm}^2$$



Hình 2.1

**Ví dụ 2.3:** Tính mối nối thép bản 150 × 12mm chịu kéo  $N = 370\text{KN}$ . Dùng 2 bản ốp và đường hàn biên (H.2.1).

Chiều rộng bản ốp  $15 - 2 \times 1,5 = 12\text{cm}$ , trong đó 1,5cm là khoảng để hàn ở mỗi bên.

Diện tích tiết diện 2 bản ốp.

$$2F_{op} = \frac{N}{R} = \frac{370}{21} = 17,6\text{cm}^2.$$

Chiều dày cần thiết của 1 bản ốp.

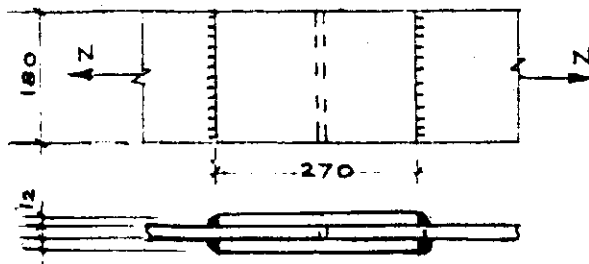
$$\delta_{op} = \frac{17,6}{2 \cdot 12} = 0,73\text{cm}.$$

Chọn  $\delta_{op} = 0,8\text{cm}$  và chiều cao đường hàn góc  $h_h = 0,8\text{cm}$ .

Tổng chiều dài đường hàn ở mỗi phía

$$\Sigma l_h = \frac{N}{\delta_h \cdot R_g^h} = \frac{370}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 15} = 44\text{cm}.$$

Chiều dài của 1 đường hàn  $(44 : 4) + 1 = 12\text{cm}$ .



Hình 2.2

**Ví dụ 2.4:** Tính mối nối thép bản 180 × 12mm chịu kéo  $N = 420\text{KN}$ . Dùng 2 bản ốp và bố trí đường hàn góc theo 2 cách.

1) Đường hàn đầu (H.2.2).

Tổng chiều dài đường hàn ở mỗi phía mối nối

$$\Sigma l_h = 2(18 - 1) = 34\text{cm}$$

Chiều cao đường hàn cần thiết

$$h_h \geq \frac{N}{0,7 \Sigma l_h R_g^h} = \frac{420}{0,7 \cdot 34 \cdot 15} = 1,18\text{cm}$$

chọn  $h_h = \delta_{op} = 1,2\text{cm}$ .

Ứng suất trong bản ốp

$$\sigma_{op} = \frac{N}{F_{op}} = \frac{N}{2 \cdot b \cdot \delta_{op}} = \frac{420}{2 \cdot 18 \cdot 1,2} = 9,7\text{KN/cm}^2 < R = 21\text{KN/cm}^2$$

Ở đây bản ốp thừa nhiều.

2) Đường hàn vòng quanh (H.23)

Cho bản thép  $140 \times 8 \text{ mm}$ ,  $h_h = 8 \text{ mm}$  tính được tổng chiều dài đường hàn cần thiết.

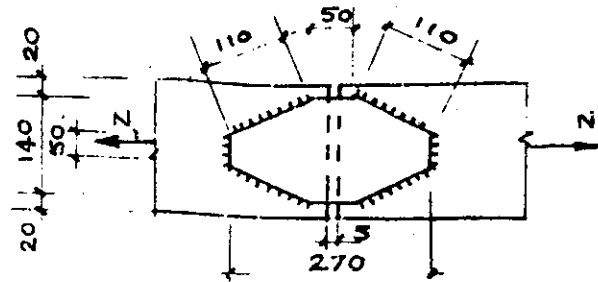
$$l_h = \frac{420}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 15} = 50 \text{ cm.}$$

Cho chiều dài đường hàn đều

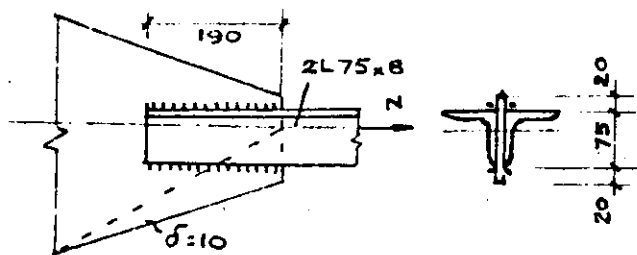
$$l^d = 5 \text{ cm} > l_{\min} = 4 \text{ cm.}$$

Vậy chiều dài cấu tạo của 1 đường hàn xiên là

$$l^s = \frac{1}{2} \left( \frac{50}{2} - 5 \right) + 1 = 11 \text{ cm}$$



Hình 2.3



Hình 2.4

Ví dụ 2.5: Tính liên kết 2 thép góc  $75 \times 8$  vào bản mặt dày  $\delta = 10 \text{ mm}$  (H.2.4). Lực kéo thép góc

$$N = 425 \text{ KN}$$

Chiều cao đường hàn

$$h_h = 0,8 \text{ cm.}$$

Chiều dài đường hàn sống ở mỗi bên cần

$$l_1 = \frac{\sum l_1}{1} = \frac{0,7N}{2 \cdot 0,7 \cdot h_h \cdot R_f^h} = \frac{425}{2 \cdot 0,8 \cdot 15} = 17,7 \text{ cm.}$$

Chiều dài cấu tạo của đường hàn sống

$$l_1 = 17,7 + 1 = 18,7 \approx 19 \text{ cm.}$$

Có thể giảm kích thước bản mặt theo đường đứt nét (vì chiều dài đường hàn mép tính được là  $l_2 = 7,6 + 1 = 8,6 \text{ cm}$ ).

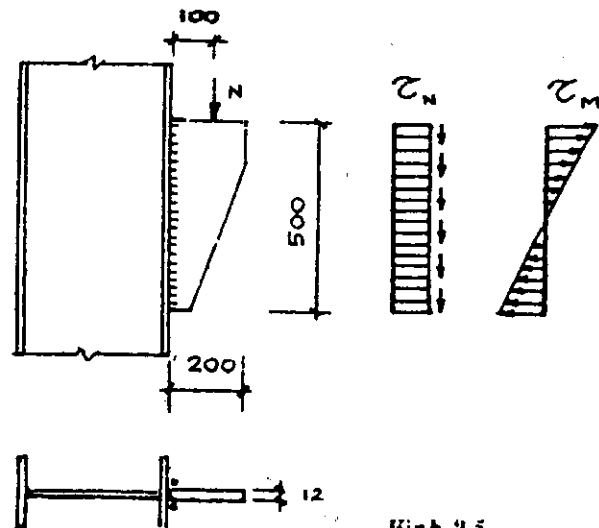
Ví dụ 2.6: Tính liên kết thép bản  $500 \times 12 \text{ mm}$  vào cột chữ I. Dùng đường hàn góc. Lực tập trung  $N = 750 \text{ KN}$  đặt lệch tâm đường hàn một đoạn  $a = 10 \text{ cm}$  (H.2.5).

Cho  $h_h = 1,2 \text{ cm}$ ,  $l_h = (50 - 1) \text{ cm}$

Ứng suất cắt phân bố trên khe hàn

$$\tau_N = \frac{N}{\delta_h \cdot \sum l_h} = \frac{750}{0,7 \cdot 1,2 \cdot 2(50 - 1)} = 9,1 \text{ KN/cm}^2$$

Ứng suất do uốn khe hàn, tính tại biên



Hình 2.5

$$\tau_M = \frac{M}{W_h} = \frac{N \cdot a}{2 \cdot \frac{\delta_h \cdot l_h^2}{6}} = \frac{3 \cdot 750 \cdot 10}{0,7 \cdot 1,2 \cdot (50 - 1)^2} = 12 \text{KN/cm}^2$$

Kiểm tra khe hàn chịu tác dụng đồng thời cắt và uốn

$$\tau_h = \sqrt{\tau_N^2 + \tau_M^2} = \sqrt{9,1^2 + 12^2} = 14,5 \text{KN/cm}^2 < R_c^h = 15.$$

## B. LIÊN KẾT ĐINH TÁN VÀ ĐINH BULÔNG

### §13. Nguyên tắc tính liên kết đinh

Trong liên kết chia ra 3 trường hợp chịu lực của đinh.

Trường hợp 1 — đinh chịu kéo, khi lực tác dụng dọc theo thân đinh.

Trường hợp 2 — đinh vừa chịu ép mặt vừa chịu cắt, khi lực tác dụng thẳng góc với thân đinh.

Trường hợp 3 — đinh đồng thời chịu lực tác dụng của 2 trường hợp 1 và 2.

Ở mỗi trường hợp cần xác định nội lực tác dụng lên thân đinh và yêu cầu giá trị nội lực đó không vượt quá khả năng chịu lực của đinh.

Ở trường hợp 1 khả năng chịu lực của đinh là khả năng chịu kéo. Ở trường hợp 2 là giá trị nhỏ nhất trong 2 khả năng chịu ép mặt và cắt của đinh. Ở trường hợp 3 — gồm 2 trường hợp trên.

Tính liên kết đinh thường thực hiện theo các bước sau đây.

Bước 1: Xác định lực tác dụng trong liên kết, vật liệu thép cơ bản và đinh, loại lỗ khoan hoặc đục (tương ứng lỗ loại B hoặc C); dự kiến hình thức liên kết.

Bước 2: Dự kiến số đinh, cách bố trí đinh và đường kính đinh, xác định nội lực lên 1 đinh và so sánh với khả năng chịu lực của đinh (hoặc ngược lại, lấy khả năng chịu lực của đinh làm cơ sở để tính số lượng đinh rồi bố trí liên kết). Cuối cùng cần kiểm tra khả năng chịu lực của thép cơ bản sau khi đã khoét lỗ đinh.

### §14. Cường độ tính toán và khả năng chịu lực của đinh

Cường độ tính toán của đinh tán  $R^d$ . KN/cm<sup>2</sup>.

Trạng thái chịu lực của đinh	Ký hiệu	Đinh thép CT33, CT34	Thép liên kết CT3
Cắt, B	$R_c^d$	18	—
Cắt, C	$R_c^d$	16	—
Ép mặt, B	$R_{cm}^d$	—	42
Ép mặt, C	$R_{cm}^d$	—	38
Kéo	$R_k^d$	12	—

Khi  $\gamma_3$  liên kết dùng đinh tán đầu chìm hoặc nửa chìm thì cường độ tính toán khi cắt và ép mặt giảm xuống 20% ( $0,8R^d$ ). Không cho phép dùng đinh tán loại này để chịu kéo.

Cường độ tính toán của bulông.  $R^{bl}$  KN/cm<sup>2</sup>

Loại bulông	Trạng thái chịu lực	Ký hiệu	Bulông thép BCT3	Thép liên kết CT3
Bulông tính	Kéo	$R_k^{bl}$	17	
	Cắt, B	$R_c^{bl}$	17	—
	Ép mặt, B	$R_{em}^{bl}$	—	38
Bulông thường và thô: — Liên kết có 1bulông	Kéo	$R_k^{bl}$	17	—
	Cắt	$R_c^{bl}$	15	—
	Ép mặt	$R_{em}^{bl}$	—	38
— Liên kết có nhiều bulông	Kéo	$R_k^{bl}$	17	—
	Cắt	$R_c^{bl}$	13	—
	Ép mặt	$R_{em}^{bl}$	—	34
Bulông neo	Kéo	$R_k^{bl}$	14	—

Khả năng chịu lực của một đinh  $N^{d,bl}$

Trạng thái chịu lực	Đinh tán $N^d$	Bulông $N^{bl}$
Cắt	$N_c^d = n_c \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_c^d$	$N_c^{bl} = n_c \cdot \frac{\pi d_0^2}{4} \cdot R_c^{bl}$
Ép mặt	$N_{em}^d = d \cdot \sum \delta \cdot R_{em}^d$	$N_{em}^{bl} = d_0 \sum \delta R_{em}^{bl}$
Kéo	$N_k^d = \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_k^d$	$N_k^{bl} = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot R_k^{bl}$

Trong bảng trên:  $d, d_0$  — đường kính lỗ đinh và thân đinh. Khi tính liên kết đinh tán, đường kính thân đinh được phép lấy bằng đường kính lỗ đinh.

$d_1$  — đường kính qua đoạn ren thân đinh ( $d_1 < d_0$ )

$n_c$  — số mặt cắt qua một đinh.

$\sum \delta$  — tổng nhỏ nhất các bề dày của liên kết bị ép mặt về một phía.

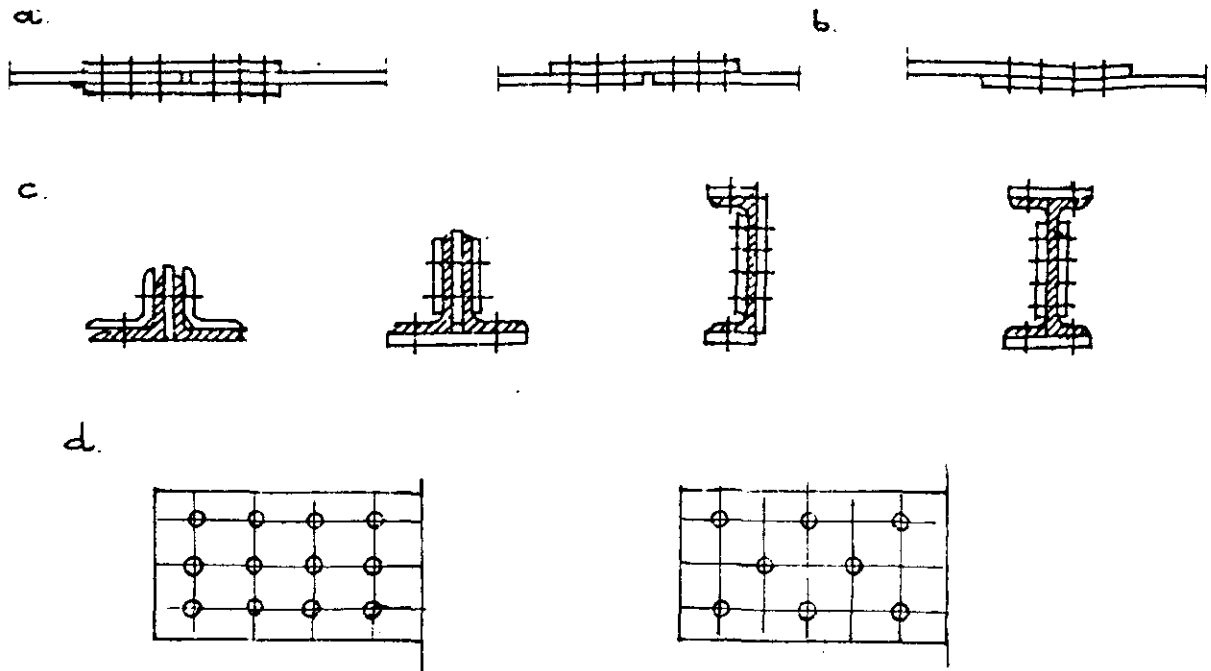
§ 15. Công thức tính một số trường hợp lực tác dụng lên một đỉnh

<p>Sơ đồ liên kết</p>	
<p>Tải trọng</p>	<p>Lực lớn nhất <math>N_1</math></p>
<p>Kéo hoặc nén đúng tâm <math>N</math></p>	$N_1 = \frac{N}{n}$ <p><math>n</math> — số đỉnh ở một phía liên kết</p>
<p>Mômen uốn <math>M</math></p>	$N_1 = \frac{M \cdot l_{max}}{K \cdot \sum l_i^2} \text{ (khi } l_1 \geq 3l_2)$ <p><math>K</math> — số hàng đỉnh ở một phía thẳng góc với trục liên kết.</p> $\sum l_i^2 = l_1^2 + l_2^2 + l_3^2 + \dots$
<p>Kéo hoặc nén lệch tâm (<math>N</math> và <math>M</math>)</p>	$N_1 = \frac{N}{n} + \frac{M \cdot l_{max}}{K \cdot \sum l_i^2}$
<p>Uốn và cắt (<math>M</math> và <math>Q</math>)</p>	$N_1 = \sqrt{\left(\frac{Q}{n}\right)^2 + \left(\frac{M \cdot l_{max}}{K \cdot \sum l_i^2}\right)^2}$

§ 16. Cấu tạo đỉnh và liên kết

1. Các hình thức liên kết. Hình 2.6 giới thiệu một số hình thức liên kết thép bản bố trí đối xứng (H.2.6a), không đối xứng (H.2.6b) và thép hình (H.2.6c). Liên kết không đối xứng (H.2.6b) ít dùng hơn vì trong liên kết sẽ gây ra mômen lệch tâm, lúc đó số đỉnh cần tăng lên 10% so với tính toán đối xứng. Đỉnh có thể bố trí thẳng hàng hoặc xen kẽ (H.2.6d). Trong liên kết phân tố chịu lực số đỉnh không được ít hơn 2. Đối với liên kết đỉnh tán, tổng bề dày các tấm trong liên kết không được quá 5 lần đường kính đỉnh, nếu dùng đỉnh mũ cao thì không quá 7 lần.





Hình 2.6. Các hình thức liên kết  
 a. đối xứng; b. không đối xứng; c. liên kết thép hình; d. bố trí đỉnh

2. Yêu cầu khoảng cách giữa các đỉnh

Phân loại	Khoảng cách
1. Khoảng cách giữa các tâm đỉnh lân cận theo phương bất kỳ.	
— nhỏ nhất	3d
— lớn nhất ở các hàng đỉnh ngoài, khi không có thép góc viền	8δ hay 12δ
— lớn nhất ở các hàng đỉnh ngoài khi có thép góc viền và ở các hàng đỉnh trong khi chịu kéo	16d hay 24δ
— như trên, khi chịu nén	12d hay 18δ
2. Khoảng cách từ tâm đỉnh đến biên phân tử	
— nhỏ nhất, dọc theo lực	2d
— nhỏ nhất, theo phương ngang lực đối với biên cắt	1,5d
— như trên, đối với biên thép cân	1,2d
— lớn nhất	4d hay 8δ

Chú thích: d — đường kính lỗ đỉnh.  
 δ — bề dày của tấm ngoài mỏng nhất.

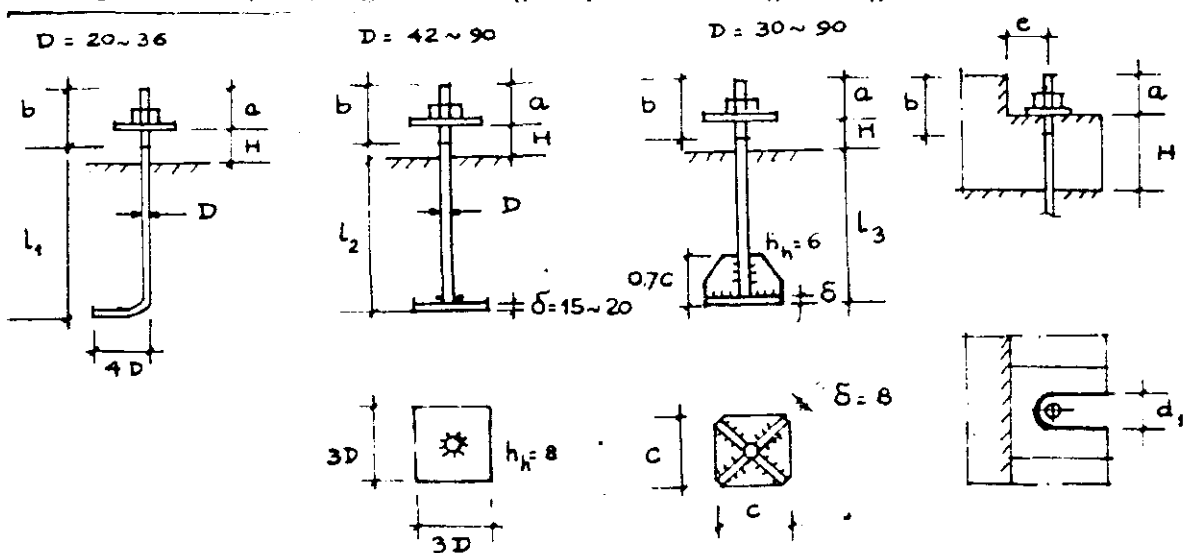
3. Đường kính đỉnh tán (mm).

Lỗ đỉnh d	12	15	17	19	21	23	25	28	31
Thân đỉnh d <sub>0</sub>	12	14	16	18	20	22	24	27	30

Đường kính đỉnh bulông thường và thô (mm)

Thân đỉnh d <sub>0</sub>	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30
Qua ren d <sub>1</sub>	9,8	11,5	13,5	14,9	16,9	18,9	20,3	23,3	25,7
Lỗ đỉnh d	15	17	19	21	23	25	(27)	30	33
Chú thích :	Không nên dùng rỗng loại đường kính ghi trong dấu móc.								

§ 17. Cấu tạo bulông neo. Dùng thép BCT3, Móng bê tông mác 100 ~ 150



D	d	F <sub>min</sub>	N	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	C × δ	a	b	c	d <sub>1</sub>
mm	mm	cm <sup>2</sup>	KN	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
20	16,93	2,25	31,5	700	—	—	—	35	60	30	30
22	18,93	2,81	39,4	800	—	—	—	40	65	30	35
24	20,32	3,24	45,3	850	—	—	—	45	70	30	35
27	23,32	4,27	59,7	1000	—	—	—	50	75	35	40
30	25,71	5,19	72,5	1050	—	500	140 × 20	55	80	40	50
36	31,09	7,58	100	1300	—	600	200 × 20	65	90	45	60
42	36,46	10,45	146	—	1500	700	200 × 20	70	100	50	70
48	41,86	13,75	192	—	1700	800	240 × 25	80	100	60	80
56	49,25	19,02	266	—	2000	1000	240 × 25	100	120	70	90
64	56,64	25,2	352	—	2300	1100	280 × 30	110	130	80	100
72	64,64	32,8	459	—	2600	1300	280 × 30	120	145	90	110
80	72,64	41,4	580	—	2800	1400	350 × 40	140	155	100	120
85	77,64	47,3	652	—	3000	1500	350 × 40	140	170	120	130
90	82,64	53,6	750	—	3200	1600	400 × 40	150	180	130	140

Chú thích : d — đường kính qua ren.  
N — khả năng chịu lực.

§18. Liên kết bulông cường độ cao. Bulông làm bằng thép cường độ cao CT35 (có giới hạn bền  $\sigma_b = 80 \text{ KN/cm}^2$ ) và CT40× (có  $\sigma_b = 120 \text{ KN/cm}^2$ ). Dưới tác dụng của lực căng bulông  $P_b$ , các tấm của liên kết bị ép chặt lên nhau và gây ra lực ma sát để chịu lực trượt  $N$  ngang qua thân đinh.

Vậy mỗi bulông cường độ cao sẽ có khả năng chịu lực trượt  $N^{bc}$  là

$$N^{bc} = P_b \cdot f \cdot m$$

trong đó :

$m = 0,9$  — hệ số điều kiện làm việc, xét đến sự làm việc không đều nhau giữa các đinh trong liên kết.

$f$  — hệ số ma sát giữa 2 tấm trong liên kết có xu hướng trượt lên nhau.

$f = 0,45$  — khi bề mặt tấm được làm sạch bằng cách phun cát (đối với tấm thép CT3).

$f = 0,35$  — khi dùng bàn chải sắt.

$f = 0,25$  — khi bề mặt tấm không làm sạch.

Lực căng bulông  $P_b$  lấy bằng 60% khả năng chịu kéo của bulông

$$P_b = 0,60 \cdot \sigma_b \cdot F_1$$

trong đó:  $F_1$  — diện tích tiết diện qua ren.

Cuối cùng, có :

$$N^{bc} = 0,60 \cdot \sigma_b \cdot F_1 \cdot f \cdot m$$

Yêu cầu kiểm tra liên kết theo điều kiện

$$N \leq N^{bc} \cdot n_t$$

trong đó:  $N$  — ngoại lực trượt (tác dụng thẳng góc thân đinh) lên 1 đinh.

$n_t$  — số mặt ma sát trong liên kết.

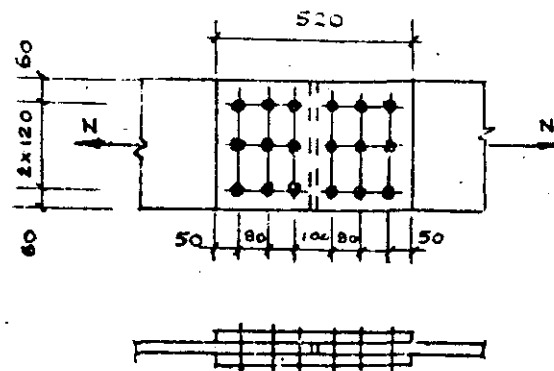
Đường kính lỗ và đinh bulông cường độ cao có qui cách như đối với bulông thường.

### §19. Các ví dụ.

Ví dụ 2.7: Tính liên kết đinh tán 2 bản  $360 \times 20 \text{ mm}$ , có 2 bản ốp, chịu lực kéo đúng tâm  $N = 1200 \text{ KN}$  (H. 2.7). Vật liệu thép CT3; đinh — thép CT2d. Lô đục loại C.

Lấy đường kính đinh  $d = 2,3 \text{ cm}$  và chiều dày bản ốp 1,2 cm. Số lượng mặt cắt  $n_c = 2$ ;  $\Sigma s = 2,0 \text{ cm}$ .

Khả năng chịu lực của 1 đinh theo điều kiện cắt và ép mặt.



Hình 2.7

$$[N]_c^d = n_c \cdot R_c^d \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 2 \cdot 16 \cdot \frac{\pi \cdot 2,3^2}{4} = 133 \text{ KN.}$$

$$[N]_{am}^d = R_{em}^d \cdot d \cdot \sum \delta = 38 \cdot 2,3 \cdot 2 = 175 \text{ KN} > [N]_c^d = 133.$$

Số đinh cần thiết:

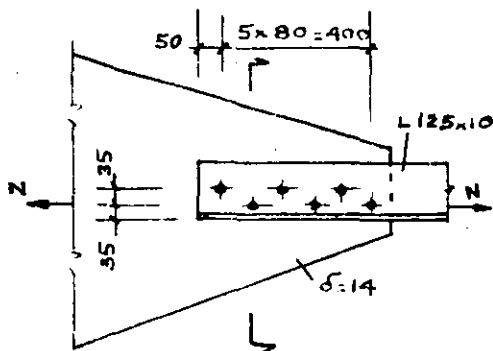
$$n = \frac{N}{[N]_c^d} = \frac{1200}{133} \approx 9 \text{ cái.}$$

Kiểm tra tiết diện bản theo hàng đinh thứ nhất

$$\sigma = \frac{N}{F_{th}} = \frac{N}{(b - kd)\delta} = \frac{1200}{(36 - 3 \cdot 2,3)2} = 20,6 \text{ KN/cm}^2 < R = 21.$$

Bố trí đinh phù hợp với những yêu cầu cấu tạo của liên kết.

**Ví dụ 2.8.** Tính liên kết thép góc L 125 × 10 vào bản mặt dày δ = 14mm. Lực kéo thép góc N = 350KN. Dùng đinh tán đường kính d = 23mm, lỗ đinh nhóm C. Thép CT3. Đinh CT2d.



Hình 2.8

Khả năng chịu cắt của 1 đinh

$$[N]_c^d = n_c \cdot \frac{\pi d^2}{5} \cdot R_c^d = 1 \cdot \frac{\pi \cdot 2,3^2}{4} \cdot 16 = 66,4 \text{ KN.}$$

Khả năng chịu ép mặt của 1 đinh

$$[N]_{am}^d = d \cdot \sum \delta \cdot R_{em}^d = 2,3 \cdot 1 \cdot 38 = 87,5 \text{ KN} > [N]_c^d.$$

Số lượng đinh tính toán

$$n = 1,1 \cdot \frac{N}{[N]_c^d} = 1,1 \cdot \frac{350}{66,4} = 5,8 \text{ cái.}$$

trong đó 1,1 là hệ số kể đến sự bố trí không đối xứng của liên kết làm giảm khả năng chịu lực của đinh.

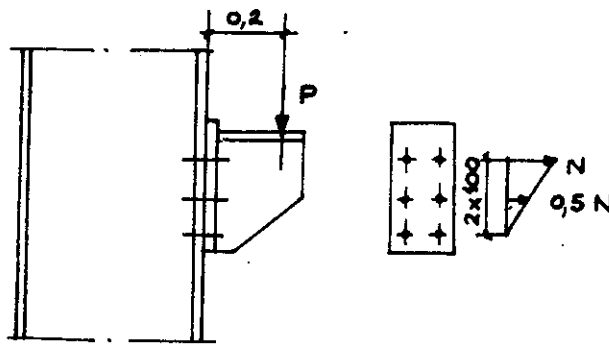
Vậy dùng 6 đinh, bố trí so le như hình vẽ (H. 2.8).

**Ví dụ 2.9.** Xác định đường kính của 6 bulông trong liên kết giá đỡ vào cột (H. 2.9). Lực tác dụng lệch tâm P = 60KN, e = 20cm. Vật liệu kết cấu và bulông là thép CT.3. Bản đế của giá đỡ dày 10mm. Cột chữ I cánh dày 12 mm.

Đường kính bulông theo điều kiện chịu cắt và ép mặt

$$d_c = \sqrt{\frac{4P}{n\pi \cdot R_c^{bl}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 60}{6 \cdot 3,14 \cdot 13}} = 0,99 \text{ cm.}$$

$$d_{em} = \frac{P}{n \cdot \sum \delta \cdot R_{em}^{bl}} = \frac{60}{6 \cdot 1,0 \cdot 34} = 0,29 \text{ cm.}$$



Hình 2-9

Momen  $M = P \cdot e$  gây kéo không đều các bulông. Lực kéo 1 bulông phía trên lớn nhất là :

$$N_i = \frac{M \cdot e_{\max}}{K \cdot \sum e_i^2} = \frac{60 \cdot 0,2 \cdot 0,2}{2(0,1^2 + 0,2^2)} = 24 \text{KN.}$$

Diện tích cần thiết của bulông :

$$F_{th} = \frac{N_i}{R_k^{bi}} = \frac{24}{17} = 1,41 \text{cm}^2$$

Chọn bulông có đường kính  $d = 16 \text{mm} > d_c$ .

Vi dụ 2-10. Tính liên kết (H. 2.10) đỉnh tán chịu  $M = 638 \text{KNm}$ . Đinh đường kính  $d = 23 \text{mm}$ . Lỗ khoan.

Xác định lực lớn nhất tác dụng lên một đinh ngoài cùng :

$$N_{\max} = \frac{M \cdot l_{\max}}{n \sum l_i^2} = \frac{63800 \cdot 130}{2 \cdot 45500} = 91 \text{KN.}$$

$$l_{\max} = 130 \text{cm.}$$

$$\sum l_i^2 = 10^2(1 + 3^2 + 5^2 + 7^2 + 9^2 + 11^2 + 13^2) = 45500 \text{cm}^2.$$

Khả năng chịu lực nhỏ nhất của một đinh theo điều kiện ép mặt :

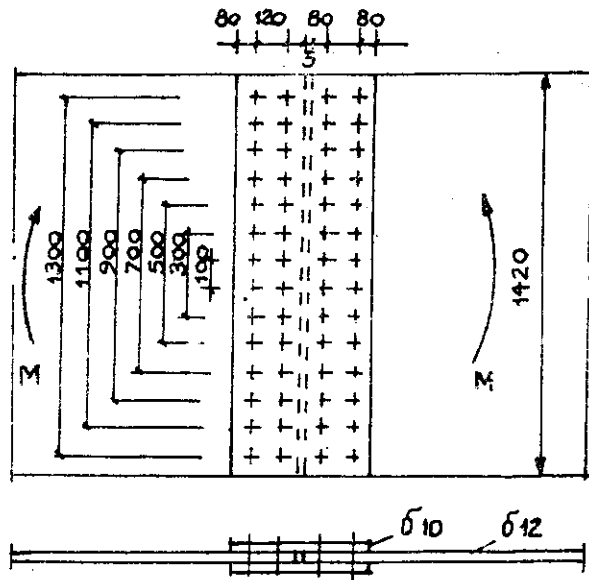
$$[N]_{em}^d > d \cdot \sum \delta \cdot R_{em}^d = 2,3 \cdot 1,2 \cdot 42 = 116 \text{KN.}$$

Vậy liên kết bảo đảm chịu lực.

Kiểm tra điều kiện bền của thép cơ bản sau khi trừ lỗ đinh :

$$J = \frac{1,2 \cdot 142^3}{12} - 1,2 \times 2,3 \times \frac{1}{2} \sum l_i^2 = 223539 \text{cm}^4.$$

$$\sigma = \frac{M \cdot h}{J \cdot 2} = \frac{63800 \cdot 142}{2 \cdot 223539} = 20,3 < R = 21 \text{KN/cm}^2.$$



Hình 2-10

## Chương III

### DẪM THÉP

Trong chương này sẽ trình bày 2 phần: tính hệ dầm sàn và tính hệ dầm cầu trục

#### A. HỆ DẪM SÀN

Tính hệ dầm sàn bao gồm: tính bản sàn, tính dầm phụ, tính dầm chính.

##### § 20. Bản sàn.

##### 1. Phân bố tải trọng.

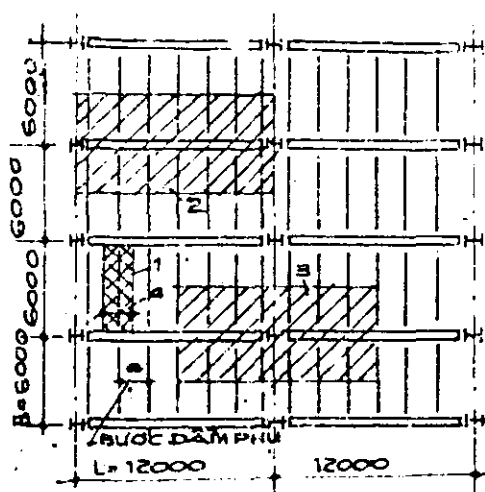
Tác dụng lên sàn thường là tải trọng phân bố đều: tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời. Tải trọng thường xuyên là trọng lượng bản thân của toàn bộ hệ sàn. Lúc đầu chưa biết chính xác thường căn cứ vào kinh nghiệm thiết kế để giả thiết trước. Do kết cấu thép có trọng lượng bản thân nhỏ, nên sự giả thiết ban đầu này không ảnh hưởng lớn đến kết quả chọn tiết diện. Tùy từng loại sàn mà có tải trọng tạm thời khác nhau, căn cứ vào qui phạm «Tải trọng và tác động» (TCVN 2737 — 78) để quyết định.

Diện tích nhận tải trọng phân bố đều tác dụng lên các kết cấu chịu lực của sàn

được trình bày trên hình 3.1. Tác dụng lên dầm phụ là diện tích 1, lên dầm chính là diện tích 2, lên cột là diện tích 3.

Bản sàn trực tiếp nhận tải trọng tác dụng lên sàn để truyền xuống dầm phụ, vì vậy bản sàn phải đủ cường độ và độ cứng để chịu tải trọng. Bản sàn có thể bằng beton cốt thép hoặc bằng thép.

2. Chọn chiều dày bản sàn. Khi thiết kế có thể sơ bộ chọn chiều dày bản sàn bằng beton cốt thép như các trị số ghi trong bảng 3.1.



Hình 3.1. Phân bố tải trọng lên các kết cấu chịu lực của sàn

Chiều dày bản sàn bằng beton cốt thép

Bảng 3-1.

Nhịp tính toán của bản (m)	Chiều dày bản tính bằng cm khi có tải trọng tiêu chuẩn <sup>2</sup> tính bằng KN/m <sup>2</sup>			
	15 ~ 20	20 ~ 25	25 ~ 30	30 ~ 35
1,5 ~ 2,0	10	12	12	14
2 ~ 2,5	12	12	14	16
2,5 ~ 3	14	14	16	18

Chiều dày bản sàn bằng thép có thể sơ bộ chọn như sau: khi tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên sàn  $\leq 10\text{KN/m}^2$  chọn 6mm, khi  $10 \sim 20\text{KN/m}^2$  chọn 6 ~ 8mm, khi  $> 20\text{KN/m}^2$  chọn 12 -- 14mm.

Khi cần kiểm tra lại độ dày chính xác của bản sàn cần xem thêm giáo trình kết cấu thép tập I và giáo trình beton cốt thép.

§ 21. Tính dầm phụ.

Dầm phụ có nhịp nhỏ nên làm bằng thép định hình có tiết diện I, C. Tiết diện I hay dùng hơn tiết diện C vì nó đối xứng theo cả hai trục ngang và đứng.

1. Chọn tiết diện.

Dầm phụ được tính theo sơ đồ dầm đơn giản nên trị số momen lớn nhất ở giữa dầm rất dễ xác định. Khi dùng sơ đồ dầm liên tục nhiều nhịp phải dùng phương trình 3 mômen để xác định nội lực ở gối và ở nhịp. Dùng mômen lớn nhất để chọn tiết diện dầm.

Khi dầm làm việc trong trạng thái đàn hồi:

$$W_{yc} = \frac{M_{max}}{R} \quad (3-1)$$

Khi dầm làm việc trong trạng thái phát triển biến hình dẻo:

$$W_{yc} = \frac{M_{max}}{1,12R} \quad (3-2)$$

Trong đó  $W_{yc}$  — mômen chống uốn nhỏ nhất để chịu được momen lớn nhất  $M_{max}$  do tải trọng gây ra trong dầm  $R$  — cường độ tính toán của thép.

Có được  $W_{yc}$  tra bảng chọn thép hình thích hợp.

2. Kiểm tra lại tiết diện.

— Tại tiết diện có  $M_{max}$  phải thỏa mãn:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_{th}} \leq R \quad (3-3)$$

hoặc

$$\sigma = \frac{M_{max}}{1,12W_{th}} \leq R \quad (3-4)$$

$W_{th}$  — mômen chống uốn của tiết diện dầm đã chọn.

— Tại tiết diện có  $Q_{\max}$  (gỗ: tựa, hoặc nơi có tải trọng tập trung tác dụng lên dầm) phải thỏa mãn

$$\tau = \frac{Q_{\max} S}{J \delta_b} \leq R_c \quad (3-5)$$

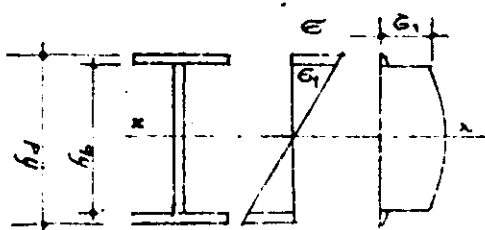
Trong đó:  $Q_{\max}$  — lực cắt lớn nhất.

$S$  — mômen tĩnh của tiết diện

$J$  — mômen quán tính

$\delta_b$  — chiều dày bụng dầm.

— Tại tiết diện có  $M$  và  $Q$  tương đối lớn cần kiểm tra lại ứng suất tương đương:



$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} \leq 1,15R. \quad (3-6)$$

$\sigma_1, \tau_1$  — trình bày trên hình (3.2).

— Khi có tải trọng tập trung tác dụng vào cánh trên của dầm cần kiểm tra ứng suất cục bộ:

$$\sigma_{cb} = \frac{P}{z\delta_b} \leq R \quad (3-7)$$

Hình 3.2. Sơ đồ để xác định  $\sigma_1, \tau_1$

Trong đó:  $z$  — chiều dài đoạn phân bố ứng suất tập trung

$$z = b + 2(t + r) \quad (3-8)$$

$b$  — chiều rộng tấm đệm để đặt tải trọng tập trung

$t$  — chiều dày cánh dầm

$r$  — bán kính góc lượn tại nơi giao nhau của bản cánh và bụng dầm.

Dầm phụ không cần kiểm tra ổn định tổng thể và ổn định cục bộ. Bởi vì dầm phụ luôn có bản sàn liên kết ở cánh trên, do vậy trong mọi điều kiện cánh trên của dầm không thể vênh ra ngoài mặt phẳng dầm. Dầm phụ thường làm bằng thép cán nóng nên độ dày của thành bụng và cánh dày hơn những giới hạn về ổn định cục bộ.

### § 22. Tính dầm chính.

Dầm chính có thể là dầm định hình hoặc dầm tổ hợp hàn. Khi kích thước nhịp nhỏ, tải trọng nhỏ nên tận dụng dùng dầm định hình.

Cách tính dầm chính bằng dầm định hình cũng giống như cách tính dầm phụ đã trình bày ở mục trước. Chỉ khác ở chỗ phải xem xét đến ổn định tổng thể.

Các giới hạn để phải xem xét đến ổn định tổng thể của dầm được ghi trong bảng (3-2).



Tỷ số lớn nhất của  $l_0/b$  khi không cần kiểm tra ổn định tổng thể của dầm bằng thép CT3

Bảng 3-2

Kiểu dầm	$\frac{h}{b}$	Giá trị lớn nhất của $l_0/b$ đối với dầm có tỷ số kích thước					
		$h/\delta_c = 100$			$h/\delta_c = 50$		
		Khi tải trọng đặt ở		Khi có cổ kết trung gian đặt ở cánh trên không phụ thuộc nơi đặt tải	Khi tải trọng đặt ở		Khi có cổ kết trung gian đặt ở cánh trên không phụ thuộc nơi đặt tải
		Cánh trên	Cánh dưới		Cánh trên	Cánh dưới	
Hàn	2	18	28	22	19	30	23
	4	16	26	19	18	27	21
	6	15	24	18	16	25	19
Tán	2	21	30	24	30	42	33
	4	18	28	21	25	35	27
	6	16	25	19	21	32	24

Trong đó:  $l_0$  -- Chiều dài tính toán của dầm bằng khoảng cách giữa các điểm cố kết của cánh chịu nén.

$\delta_c, b$  -- Chiều dày và chiều rộng của cánh chịu nén.

$h$  -- Chiều cao tiết diện dầm.

Trường hợp tỷ số  $l_0/b$  lớn hơn những trị số ghi trong bảng (3-2) phải kiểm tra dầm về ổn định tổng thể.

### §23. Chọn tiết diện dầm tổ hợp hàn.

— Chiều cao tiết diện dầm có thể xác định theo công thức kinh nghiệm sau:

$$h = (5,5 \sim 6,5) \sqrt{W_{yc}} \quad (3-9)$$

Trong đó  $W_{yc} = \frac{M_{max}}{R}$  -- mômen quán tính yêu cầu của tiết diện dầm.

— Chiều dày bụng dầm có thể xác định theo công thức kinh nghiệm sau:

$$\delta_b = 7 + 3h \quad (3-10)$$

$h$  -- Chiều cao tiết diện dầm tính bằng m.

$a$  -- Chiều dày bụng dầm tính bằng mm.

— Chiều dày nhỏ nhất của bụng dầm phải đủ để chịu lực cắt  $Q$  lớn nhất ở giới hạn theo điều kiện:

$$\delta_{min} \geq \frac{3}{2} \frac{Q}{hR_c} \quad (3-11)$$

$R_c$  -- Cường độ chịu cắt của thép.

-- Chiều cao có lợi nhất của dầm

$$h_{ln} = k \sqrt{\frac{W_{yc}}{\delta_b}} \quad (3-12)$$

$k = 1,15$  khi tiết diện dầm không dôi.

$k = 1,10$  khi tiết diện dầm thay dôi.

Sau khi có chiều cao lợi nhất của tiết diện  $h_{ln}$  và chiều dày  $\delta_b$  của bụng dầm, tiếp tục chọn tiết diện dầm như sau:

-- Mômen quán tính yêu cầu của tiết diện:

$$J_{yo} = W_{yo} \frac{h}{2} = J_b + J_c \quad (3-13)$$

$J_b, J_c$  -- momen quán tính của bụng và của cánh dầm đối với trục ngang đi qua tiết diện giữa dầm.

-- Mômen quán tính cánh dầm:

$$J_c = 2F_c \left(\frac{h}{2}\right)^2 \quad (3-14)$$

từ đó rút ra được:

$$F_c = \frac{W_{yc}}{h} - \frac{F_b}{6}$$

tiết diện dầm có lợi nhất khi  $2F_c = F_b$  và do vậy:

$$F_c = \frac{3}{4} \frac{W_{yc}}{h} \quad (3-15)$$

Có được diện tích bản cánh sẽ phân phối ra chiều dày và chiều rộng  $a_c$  và  $b_c$ . Khi phân phối cần chú ý đảm bảo: -- điều kiện ổn định cục bộ  $b_c \leq 30 a_c$  (đối với thép CT3) và  $b_c \leq 30 a_c \sqrt{\frac{21}{R}}$  (đối với các loại thép khác). Chiều rộng bản cánh càng lớn càng có lợi về ổn định tổng thể. -- Điều kiện về cấu tạo:  $\delta_b \leq \delta_c \leq 3\delta_b$ .

$\delta_b, \delta_c$  phải tuân theo qui cách thép xây dựng.

-- Kiểm tra tiết diện dầm đã chọn.

Kiểm tra tiết diện dầm về cường độ cũng dùng các công thức (3-3), (3-4), (3-5), (3-6), (3-7) đã dùng ở mục trước. Chỉ khác là các đặc trưng hình học  $W, J, \delta$  đều lấy theo tiết diện thực đã chọn.

#### § 24. Dầm tiết diện dầm hàn.

Dầm đơn giản có momen lớn nhất ở vùng giữa, vùng gần đầu dầm có momen nhỏ. Nếu chọn tiết diện theo momen lớn nhất ở giữa dầm rồi dùng tiết diện đó cho suốt chiều dài dầm sẽ gây lãng phí. Dầm có nhịp  $\leq 30m$  chỉ biến đổi tiết diện tại vị trí cách gối tựa  $1/6$  nhịp.

Tại tiết diện cách gối tựa  $1/6$  nhịp có mômen uốn là  $M_1$ , từ đó tìm được  $W_1$  tương ứng với  $M_1$ , từ  $W_1$  theo công thức (3-15) tìm ra được  $F_1$  là tiết diện bản cánh của dầm chịu được  $M_1$ . Tiết diện mới này có  $\delta_b$ ,  $h$ ,  $\delta_c$  giống tiết diện giữa dầm, chỉ khác chiều rộng bản cánh  $b_1$ . Bề rộng  $b_1$  phải thỏa mãn điều kiện:

$$b_1 \geq \frac{1}{10} h, \quad h_1 \geq 180\text{mm}, \quad h_1 \geq \frac{1}{2} b_c.$$

Dùng công thức (3-3), (3-5) để kiểm tra lại khả năng chịu lực của tiết diện. Nếu tại chỗ dầm tiết diện chịu tải trọng tập trung cần kiểm tra lại ứng suất cục bộ (3-7) và ứng suất tương đương.

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_{cb}^2 - \sigma_1 \sigma_{cb} + 3\tau_1^2} \leq 1,15R \quad (3-16)$$

$\sigma_1, \tau_1$  — Xác định như đã chỉ dẫn trên hình (3-2).

### § 25. Liên kết giữa cánh và bụng dầm.

Dưới tác dụng của tải trọng cánh và bụng dầm trượt lên nhau, liên kết là để chống lại sự trượt đó. Lực trượt trên 1cm liên kết giữa cánh và bụng dầm là:

$$T = \frac{QS_c}{J} \quad (3-17)$$

Lực trượt  $T$  đó phải nhỏ hơn khả năng chịu lực của 1cm đường hàn liên kết giữa cánh và bụng dầm.

$$\frac{QS_c}{J} \leq 2\beta h R_g^h$$

Do vậy chiều cao đường hàn liên kết giữa cánh và bụng dầm phải thỏa mãn:

$$h_h \geq \frac{QS_c}{2\beta J R_g^h} \quad (3-18)$$

Trong đó:  $Q$  — Lực cắt lớn nhất, có thể xảy tại gối tựa

$S_c$  — Mômen tĩnh của cánh dầm đối với trục trung hòa

$J$  — Mômen quán tính của tiết diện dầm.

$R_g^h$  — Cường độ đường hàn góc.

$\beta$  — Hệ số độ cao đường hàn,  $\beta = 0,7$  dùng cho đường hàn góc thường,  $\beta = 1$  dùng cho đường hàn sâu.

### § 26. Kiểm tra ổn định tổng thể.

Trường hợp tỷ số  $l_0/h$  lớn hơn những trị số ghi trong bảng (3-2) phải kiểm tra lại ổn định tổng thể của dầm theo công thức:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq r_1 R \quad (3-19)$$

$\varphi_d = \frac{\sigma_{th}}{R}$  — hệ số giảm yếu khả năng chịu lực của dầm khi xét đến ổn định tổng thể và được tính theo công thức:

$$\varphi_d = \varphi \frac{J_y}{J_x} \left( \frac{h}{l_0} \right)^2 \times 10^3 \quad (3-20)$$

$\varphi$  — Hệ số tra bảng (3-3) theo  $\alpha$ .

$$\alpha = 8 \left( \frac{l_0 \delta_c}{bh} \right)^2 \left( 1 + \frac{d\delta_b^2}{b\delta_c^2} \right) \quad (3-21)$$

$l_0$  — Khoảng cách giữa 2 điểm cố kết của cánh trên không cho vênh ra ngoài mặt phẳng dầm.

$b, \delta_c$  — Chiều rộng và chiều dày của cánh trên.

$d = 0,5h_b$  ( $h_b$  — Chiều cao bán bụng dầm).

$\delta_b$  — Chiều dày bụng dầm.

$h$  — Chiều cao tiết diện dầm

$J_y, J_x$  — Momen quán tính theo trục  $y$  và  $x$  của dầm.

Khi tính ra  $\varphi_d > 0,85$  phải dùng  $\varphi'_d$  thay cho  $\varphi_d$  trong công thức (3-19).  $\varphi'_d$  tra bảng (3-4)

Trị số  $\varphi$  trong công thức (3-20)

Bảng 3-3

$\alpha$	Đối với dầm không có các ổ kết & nhịp				Khi có các ổ kết trong giữa & cánh trên, không phụ thuộc vào vị trí tải trọng
	Khi tải trọng tập trung đặt ở		Khi tải trọng phân bố đều đặt ở		
	Cánh trên	Cánh dưới	Cánh trên	Cánh dưới	
0,1	1,73	5,00	1,57	3,81	2,17
0,4	1,77	5,03	1,60	3,85	2,20
1,0	1,85	5,11	1,67	3,90	2,27
4	2,21	5,47	1,98	4,23	2,56
8	2,63	5,91	2,35	4,59	2,90
16	3,37	6,65	2,99	5,24	3,50
24	4,03	7,31	3,55	5,79	4,00
32	4,59	7,92	4,04	6,25	4,45
48	5,60	8,88	4,90	7,13	5,23
64	6,52	9,80	5,65	7,92	5,91
80	7,31	10,59	6,30	8,58	6,51
96	8,05	11,29	6,93	9,21	7,07
128	9,40	12,67	8,05	10,29	8,07
160	10,59	13,83	9,04	11,30	8,95
240	13,21	16,36	11,21	13,48	10,86
320	15,31	18,55	13,04	15,29	12,48
400	17,24	20,48	14,57	16,80	13,91

Hệ số  $\varphi_d$

Bảng 3-4

$\varphi_d$	0,85	0,9	0,95	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,55
$\varphi_d'$	0,85	0,871	0,89	0,904	0,927	0,948	0,964	0,98	1,00

§ 27. Kiểm tra ổn định cục bộ.

Để đảm bảo ổn định cục bộ chiều rộng cánh dầm phải luôn luôn thỏa mãn điều kiện  $b \leq 30 \delta_c$ .

— Đối với phần bụng dầm gần gối tựa, chủ yếu chịu ứng suất tiếp.

Nếu  $h_b \leq 70 \delta_b$  sẽ bảo đảm ổn định cục bộ, nếu ngược lại sẽ mất ổn định cục bộ.

— Đối với phần bụng ở vùng giữa dầm mất ổn định chủ yếu do ứng suất pháp.

Nếu  $h_b \leq 160 \delta_b$  sẽ đảm bảo ổn định cục bộ, nếu ngược lại sẽ mất ổn định cục bộ.

Các giới hạn này chỉ dùng cho thép CT3.

Khi bản bụng mất ổn định cục bộ cần đặt các sườn cứng và sau đó kiểm tra lại ổn định cục bộ của dầm. (Xem thêm giáo trình kết cấu thép tập I mục 4.2 chương III).

§ 28. Tính đầu dầm và nối dầm.

Đầu dầm là phần trực tiếp chịu phản lực của gối tựa, cần kiểm tra lại theo ép mặt và theo ổn định. Theo ép mặt phải thỏa mãn điều kiện.

$$\sigma_{cm} = \frac{A}{F_{cm}} \leq R_{cm} \quad (3-22)$$

Trong đó: A — Phản lực gối tựa của dầm

$F_{cm}$  — Diện tích trực tiếp chịu ép mặt

$R_{cm}$  — Cường độ chịu ép mặt.

Theo ổn định phải thỏa mãn:

$$\sigma = \frac{A}{\varphi F_d} \leq R \quad (3-23)$$

Trong đó  $F_d$  — Diện tích tiết diện gân đầu dầm, bao gồm diện tích sườn cứng đầu dầm với phần bản bụng cách hai bên sườn cứng đầu dầm một khoảng  $15 \delta_b$ .

$\varphi$  — Hệ số uốn dọc theo phương ngoài mặt phẳng dầm, tra bảng theo độ mảnh  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{h}{r_d} = \frac{h}{\sqrt{\frac{J_d}{F_d}}} \quad (3-24)$$

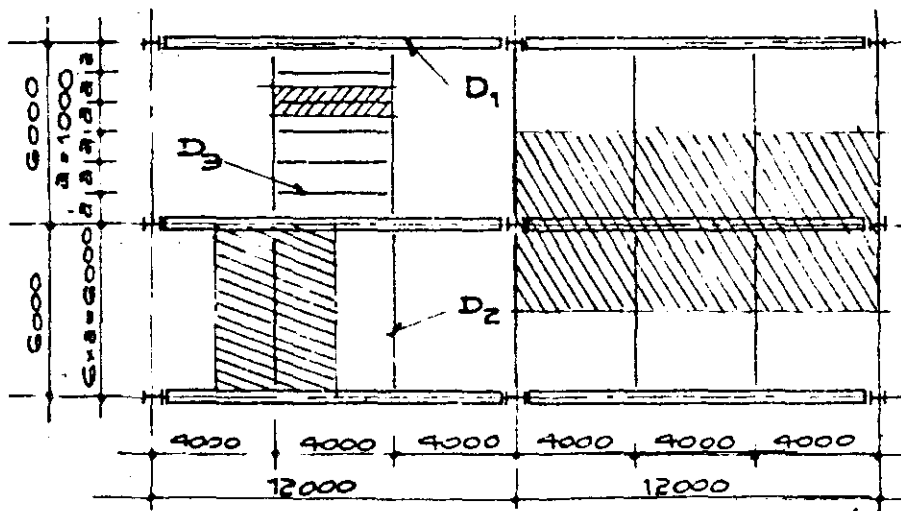
Khi dầm dài quá độ dài của thép bản cần phải nối. Mỗi nối tại vị trí có momen nhỏ hơn  $0,85 M_{max}$  chỉ cần dùng đường hàn đối đầu thẳng góc ở bản bụng cũng như ở bản cánh. Nếu buộc phải nối dầm tại vị trí có momen xấp xỉ với  $M_{max}$  như vùng giữa dầm trong dầm đơn giản thì dùng đường hàn đối đầu thẳng góc đối với bản bụng và xiên góc đối với bản cánh chịu kéo.

§ 29. Ví dụ (3-1) : Tính sàn công tác bằng thép cho một phòng xường có lưới cột  $6 \times 12\text{m}$ . Hoạt tải tiêu chuẩn phân bố đều tác dụng lên sàn là  $q_0 = 1.600 \text{ daN/m}^2$  hệ số vượt tải  $n = 1,2$ . Độ võng cho phép  $\frac{1}{n_0}$  của bản sàn là  $\frac{1}{150}$ , của dầm phụ  $\frac{1}{n_0} = \frac{1}{250}$ . Dùng thép CT3 có cường độ  $R = 2.100 \text{ daN/cm}^2$ , que hàn E42 hoặc tương đương.

Bài giải

Bố trí hệ dầm như hình 3-3

Nội dung gồm tính bản sàn, dầm phụ dọc  $D_3$ , dầm phụ ngang  $D_2$ , dầm chính  $D_1$ .



Hình 3-3. Bố trí hệ dầm theo ví dụ 3-1.

1) Tính bản sàn.

— Xác định chiều dày bản sàn.

$$\text{Theo công thức: } \frac{l}{\delta} = \frac{4n_0}{15} \left( 1 + \frac{72E_1}{n_0^4 q_0} \right)$$

$$\text{thay } l = 100\text{cm, } n_0 = 150, E_1 = \frac{E}{1 - \mu^2} = 2,3 \times 10^4 \text{ KN/cm}^2$$

$$q_0 = 1600 \text{ daN/m}^2 = 16 \text{ KN/m}^2 = 0,0016 \text{ KN/cm}^2;$$

có :

$$\frac{100}{\delta} = \frac{4 \times 150}{15} \left( 1 + \frac{72 \times 2,3 \times 10^4}{150^4 \times 0,0016} \right) = 122$$

$$\text{tìm được } \delta = \frac{100}{122} = 0,82\text{cm} \quad \text{chọn } \delta = 8\text{mm}$$

— Kiểm tra cường độ và độ võng :

Mômen của dầm đơn giản tương ứng với một dải rộng 1cm cắt từ bản sàn theo chiều dài nhịp bản sàn :

$$M_b = \frac{q l^2}{8} = \frac{0,0016 \times 100^2}{8} = 2 \text{ KN cm}$$

$$I = 100 \text{ cm}, D = \frac{E \delta^3}{12} = 2,3 \times 10^4 \times 0,8^3 = 0,976 \times 10^3 \text{ KN/cm}^2$$

$$\text{thay vào được } f_0 = \frac{M_b l^3}{10 D} = \frac{2 \times 100^3}{10 \times 0,976 \times 10^3} = 2,05 \text{ cm},$$

Tìm giá trị  $\alpha$  theo công thức :

$$\alpha(1 + \alpha)^2 = \frac{3f_0^2}{\delta^2} = \frac{3 \times 2,05^2}{0,8^2} = 19,7 \text{ giải tìm được } \alpha = 2,08$$

Độ võng của bản là :

$$f = \frac{f_0}{1 + \alpha} = \frac{2,05}{3,08} = 0,667 \text{ cm}$$

Độ võng tương đối của bản là :

$$\frac{f}{1} = \frac{0,667}{100} = \frac{1}{150} = \frac{1}{n_s}$$

Lực kéo trong bản được xác định theo công thức :

$$H = n \frac{10 D \alpha}{l^2} = 1,2 \frac{10 \times 0,976 \times 10^3 \times 2,08}{100^2} = 2,44 \text{ KN}$$

Mômen tại điểm giữa nhịp của dải bản rộng 1cm là :

$$M = n \frac{M_b}{1 + \alpha} = 1,2 \frac{2}{1 + 2,08} = 0,78 \text{ KNcm}$$

Ứng suất tại điểm giữa nhịp bản :

$$\begin{aligned} \sigma &= \sigma_H + \sigma_M = \frac{H}{\delta} + \frac{6M}{\delta^2} = \frac{2,44}{0,8} + \frac{6 \times 0,78}{0,8^2} \\ &= 3,04 + 7,22 = 10,26 \text{ KN/cm}^2 < 21 \text{ KN/cm}^2 \end{aligned}$$

— Chiều cao đường hàn liên kết bản vào dầm phụ dọc  $h_h = \frac{N}{0,7 l_h R_s^h}$

$$N = H = 2,44 \text{ KN}, l_h = 1 \text{ cm}, R_s^h = 15 \text{ KN/cm}^2$$

$$h_h = \frac{2,44}{0,7 \times 1 \times 15} = 0,23 \text{ cm để chống rỉ chọn } h_h = 4 \text{ mm}.$$

2) Tính dầm phụ dọc  $D_s$

$$\begin{aligned} \text{Nhịp dầm } l_s &= 4 \text{ m, tải trọng } q_0 = 1600 \text{ daN/m}^2 \times 1 \text{ m} \\ &= 1600 \text{ daN/m} \end{aligned}$$

hệ số vượt tải 1,2.

Trọng lượng bản thân sàn :

$$g_0 = 7850 \text{ daN/m}^2 \times 0,008 \text{ m} = 62,8 \text{ daN/m}^2$$

hệ số vượt tải  $n = 1,1$ .

— Chọn tiết diện dầm :

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{16 \times 1,2 \times 4^2}{8} = 38,4 \text{ KNm}$$

$$W_{yc} = \frac{M}{1,12R} = \frac{3840}{1,12 \times 21} = 161 \text{ cm}^3$$

Tra bảng chọn dầm có tiết diện I  $\approx 20$ , có các đặc trưng hình học như sau

$$h = 200 \text{ mm}, \text{ trọng lượng bản thân } 21 \text{ daN/m}$$

$$J_x = 1840 \text{ cm}^4, W_x = 184 \text{ cm}^3, S_x = 104 \text{ cm}^3, \delta_y = 0,52 \text{ cm}.$$

— Kiểm tra tiết diện :

Tải trọng tác dụng lên dầm :

$$\text{Hoạt tải tính toán } 1600 \text{ daN/m} \times 1,2 = 1920 \text{ daN/m}$$

$$\text{Trọng lượng bản thân } 62,8 \text{ daN/m}^2 \times 1 \text{ m} \times 1,1 = 69 \text{ daN/m}$$

$$\text{Trọng lượng dầm } D_3, 21 \text{ daN/m} \times 1,1 = 23 \text{ daN/m}$$
$$\underline{\underline{2012 \text{ daN/m}}}$$

Ứng suất pháp tại tiết diện giữa dầm :

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{20,12 \times 4^2}{8} = 40,24 \text{ KNm}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{40 \cdot 2400}{1,12 \times 184} = 1950 \text{ daN/cm}^2 < 2100 \text{ daN/cm}^2$$

Ứng suất tiếp tại tiết diện gối tựa, giữa bụng dầm

$$Q = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{20,14 \times 4}{2} = 40,28 \text{ KN}$$

$$\tau = \frac{QS}{I \delta_y} = \frac{40,28 \times 104}{1840 \times 0,52} = 4,38 \text{ KN/cm}^2 < R_c = 15 \text{ KN/cm}^2.$$

Kiểm tra độ võng của dầm :

$$\text{Tải trọng tiêu chuẩn } 1600 + 62,8 + 21 = 1684 \text{ daN/m}$$

$$J = \frac{5}{384} \frac{9l^4}{EJ} = \frac{5}{384} \times \frac{0,1684 \times 400^3}{2,1 \times 10^4 \times 1840} = 1,12 \text{ cm}^4$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1,12}{400} = \frac{0,7}{250} < \frac{1}{250} \text{ đạt yêu cầu.}$$



3) Tính dầm phụ ngang  $D_2$ .

Nhịp dầm  $l_2 = 6\text{m}$ .

Hoạt tải tiêu chuẩn  $q_0 = 1600 \times 4 = 6400\text{daN/m}$ .

$n = 1,2$  nên hoạt tải tính toán  $q^t = 6400 \times 1,2 = 7680\text{daN/m}$ .

Trọng lượng sàn  $g_0 = 62,8 \times 4 = 251,2\text{daN/m}$ ;  $n = 1,1$ ;

$$g_0^t = 251,2 \times 1,1 = 276\text{daN/m}.$$

Trọng lượng dầm  $D_2$   $g_1 = \frac{21\text{daN/m} \times 4\text{m} \times 5 \text{ dầm}}{6\text{m}} = 70\text{daN/m}$

$n = 1,1$  nên  $g_1^t = 70 \times 1,1 = 77\text{daN/m}$

$$\text{Cộng: } 8\,033\text{daN/m}$$

— Chọn tiết diện dầm:

$$M = \frac{80,33 \times 6^2}{8} = 361,485 \text{ KNm}$$

$$W_{yo} = \frac{36148}{21} = 1721\text{cm}^3 \text{ tra bảng chọn thép I}\leq 55$$

Có  $h = 550\text{mm}$ ,  $\delta_b = 11$ , trọng lượng  $1\text{m}$   $92,6\text{kg}$ .

$$J_x = 55962\text{cm}^4, W_x = 2035\text{cm}^3, S_x = 1181\text{cm}^3.$$

— Kiểm tra lại tiết diện.

Tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên dầm:

$$6400 + 251,2 + 70 + 92,6 = 6\,814\text{daN/m}.$$

Tải trọng tính toán

$$8\,033 + 1,1 \times 92,6 = 8\,135\text{daN/m}$$

Kiểm tra ứng suất pháp:

$$M = \frac{q l^2}{8} = \frac{81,35 \times 6^2}{8} = 366,075 \text{ KNm}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{3660750}{2035} = 17,98 \text{ KN/cm}^2 < R = 21 \text{ KN/cm}^2$$

Ứng suất tiếp tại tiết diện gối tựa ở giữa bụng dầm:

$$Q = \frac{q l}{2} = \frac{81,35 \times 6}{2} = 244,05 \text{ KN}$$

$$\tau = \frac{QS}{J_{\delta_b}} = \frac{244,05 \times 1181}{55962 \times 1,1} = 4,43 \text{ KN/cm}^2 < R_s = 15 \text{ KN/cm}^2$$

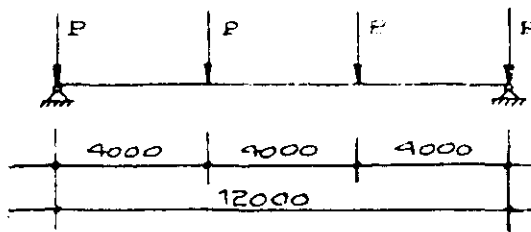
Kiểm tra độ võng của dầm

$$\frac{f}{l} = \frac{Ml}{10EI} = \frac{3660750 \times 600}{10 \times 2,1 \times 10^9 \times 55962} = \frac{1}{533} < \frac{1}{250}$$

Kiểm tra ổn định tổng thể:

Chiều rộng cánh trên của dầm  $b = 180\text{mm}$

Tỷ số  $\frac{l_0}{b} = \frac{100}{18} = 5,5$  quá nhỏ nên bảo đảm ổn định tổng thể.



Hình 3.4

4.) Tính dầm chính  $D_1$ .

Tải trọng tác dụng lên dầm chính là phần lực gối tựa của 2 dầm phụ hai bên truyền xuống (H.3.4).

$$P_{tc} = 2 \frac{6814 \times 6}{2} = 40\,884 \text{ daN}$$

$$P_{tt} = 2 \frac{8033 \times 6}{2} = 48\,198 \text{ daN} = 482 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = \frac{Pl}{3} = \frac{482 \times 12}{3} = 1928 \text{ kNm}$$

$$Q_{\max} = P = 482 \text{ kN}$$

— Xác định chiều cao tiết diện dầm

Chiều cao nhỏ nhất của tiết diện dầm.

$$h_{\min} = \frac{ln_0}{4800} \frac{1}{n_1} = \frac{1200 \times 400}{4800} \times \frac{1}{1,2} = \frac{400}{4,8} \approx 83,3 \text{ cm}$$

Mômen quán tính yêu cầu:

$$W_{rc} = \frac{M_{\max}}{R} = \frac{192\,800}{21} = 9\,180 \text{ cm}^3$$

Dùng công thức (3-9) để sơ bộ xác định chiều cao tiết diện dầm.

$$h = 5,5 \sqrt[3]{9180} = 5,5 \times 20,9 = 115 \text{ cm}$$

Theo công thức (3-10) để xác định sơ bộ  $\delta_b$ .

$$\delta_b = 7 + 1,15 \sqrt[3]{3} = 10,45 \text{ mm}$$

Chọn chiều dày bản bụng  $\delta_b = 10 \text{ mm}$ .

Dùng công thức (3-12) để xác định chiều cao có lợi nhất của tiết diện dầm

$$h_{ln} = 1,15 \sqrt{\frac{9180}{1}} = 110 \text{ cm}$$

Chọn chiều cao tiết diện dầm là  $h = 100 \text{ cm}$ .

– Chọn tiết diện dầm.

Theo công thức (3.11) kiểm tra lại chiều dày bụng dầm.

$$\frac{3}{2} \frac{Q}{hR_c} = \frac{3}{2} \cdot \frac{482}{100 \times 15} = 0.48 \text{ cm} < \delta_b = 1 \text{ cm}$$

Dùng công thức (3.15) để xác định diện tích tiết diện cánh dầm.

$$F_c = \frac{3}{4} \frac{W_{yc}}{h} = \frac{3}{4} \frac{9180}{100} = 68.85 \text{ cm}^2$$

Chọn  $\delta_c = 25 \text{ mm}$   $b_c = 360 \text{ mm}$ .

– Kiểm tra tiết diện dầm đã chọn (H.3.5).

Các đặc trưng hình học :

$$F = 95 + 2,5 \times 36 \times 2 = 275 \text{ cm}^2$$

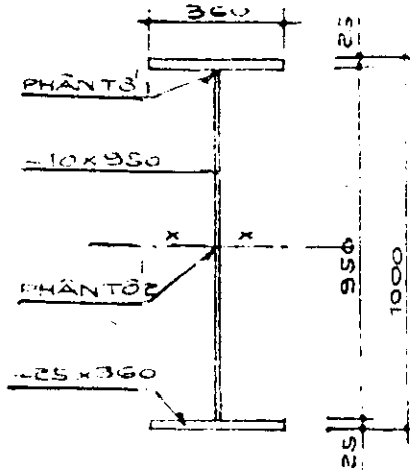
$$J_x = \frac{1 \times 95^3}{12} + 2 \times \left( \frac{97,5}{2} \right)^2 \times 90$$

$$= 71447 + 327781 = 499228 \text{ cm}^4$$

$$W = \frac{25}{100} = \frac{2 \times 499228}{100} = 9984 \text{ cm}^3$$

$$S_c = F_c \times \frac{h_c}{2} = 36 \times 2,5 \times \frac{97,5}{2} = 4387 \text{ cm}^3$$

$$S = S_c + S_b = 4387 + 1 \times 47,5 \times 23,75 = 5515 \text{ cm}^3$$



Hình 3.5

Mômen do trọng lượng bản thân của dầm gây ra tại tiết diện có  $M_{\max}$

Trong lượng 1m dầm.

$$YF = 78,5 \text{ kN/m}^3 \times 1 \text{ m} \times 0,0275 \text{ m}^2 = 2,16 \text{ kN}$$

$$M = 1,1 \times 2,16 \times 6 \times 4 - 1,1 \times 2,16 \times 4 \times 2 = 38 \text{ kNm}$$

Ứng suất pháp :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{192800 + 3800}{9984} = 19,69 \text{ kN/cm}^2 < R = 21 \text{ kN/cm}^2$$

Ứng suất tiếp :

$$\tau = \frac{QS}{J_{\delta_b}} = \frac{482 \times 5515}{499228 \times 1} = 5,43 \text{ kN/cm}^2 < R_c = 14 \text{ kN/cm}^2$$

Ứng suất trượt dọc tại chỗ cánh liên kết với bụng dầm.

$$\tau_1 = \frac{QS_c}{J_{\delta_b}} = \frac{482 \times 4387}{499228 \times 1} = 4,32 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma \frac{h_b}{h} = 19,69 \times \frac{95}{100} = 18,7 \text{KN/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_{td} &= \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} = \sqrt{18,7^2 + 3 \times 4,32^2} \\ &= 20,14 \text{KN/cm}^2 < R = 21 \text{KN/cm}^2. \end{aligned}$$

— Thay đổi tiết diện dầm.

Điểm thay đổi tiết diện cách gối tựa  $\frac{l}{6} = 2\text{m}$ .

Tại đó có  $M_1 = P \times 2 = 482 \times 2 = 964 \text{KNm}$ .

$$W_1 = \frac{96400}{21} = 4590 \text{cm}^3$$

$$J_1 = W_1 \frac{h}{2} = 4590 \times \frac{100}{2} = 229500 \text{cm}^4$$

$$J_{c1} = J_1 - J_b = 229500 - 71447 = 158053 \text{cm}^4.$$

$$F_{c1} = \frac{2J_{c1}}{h^2} = \frac{2 \times 158053}{97,5^2} = 33,25 \text{cm}^2$$

Chiều rộng bản cánh  $b_{c1} = \frac{33,25}{2,5} = 13,3 \text{cm}$ . Chọn  $b_{c1} = 180 \text{mm}$

Kiểm tra lại tiết diện đã thay đổi:

$$\begin{aligned} J_1 &= J_b + J_{c1} = 71400 + 2 \times 2,5 \times 18 \times \left(\frac{97,5}{2}\right)^2 \\ &= 285290 \text{cm}^4 \end{aligned}$$

$$S_{1c} = 2,5 \times 18 \times \frac{95}{2} = 2137,5 \text{cm}^3$$

$$M_1 = 964 \text{KNm}, Q_1 = 482 \text{KN}, W_1 = \frac{2J_1}{h} = \frac{2 \times 285290}{100} = 5706 \text{cm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{96400}{5706} = 16,89 \text{KN/cm}^2 < R = 21 \text{KN/cm}^2$$

Tại chỗ đổi tiết diện dùng đường bán kính đều thẳng góc để nối bản cánh.

Ứng suất tương đương tại chỗ liên kết giữa cánh và bụng dầm:

$$\sigma_1 = \sigma \frac{h_b}{h} = 16,89 \times \frac{95}{100} = 16,04 \text{KN/cm}^2$$

$$\tau_1 = \frac{QS_{1c}}{J_1 \delta_b} = \frac{482 \times 2137}{285290 \times 1} = 3,61 \text{KN/cm}^2$$

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} = \sqrt{16,04^2 + 3 \times 3,61^2} = 17,21 \text{KN/cm}^2 < R = 21 \text{KN/cm}^2$$

— Tính liên kết giữa cánh và bụng dầm.

Lực trượt trên 1cm dài đường hàn liên kết giữa cánh và bụng dầm

$$T = \tau_{\delta_b} \times 1 \text{cm} = 4,32 \times 1 \times 1 = 4,32 \text{KN/cm}$$

Theo (3-18) ta có  $h_h \geq \frac{T}{2\beta R_g^h} = \frac{4,32}{2 \times 0,7 \times 15} = 0,2 \text{cm}$

Để chống rỉ chọn chiều cao đường hàn liên kết giữa cánh và bụng dầm  $h_h = 4 \text{mm}$ .

— Kiểm tra ổn định tổng thể.

Tỷ số  $\frac{l_b}{b} = \frac{400}{36} = 11$  quá nhỏ nên dầm đảm bảo ổn định tổng thể.

— Kiểm tra ổn định cục bộ (H.3.6).

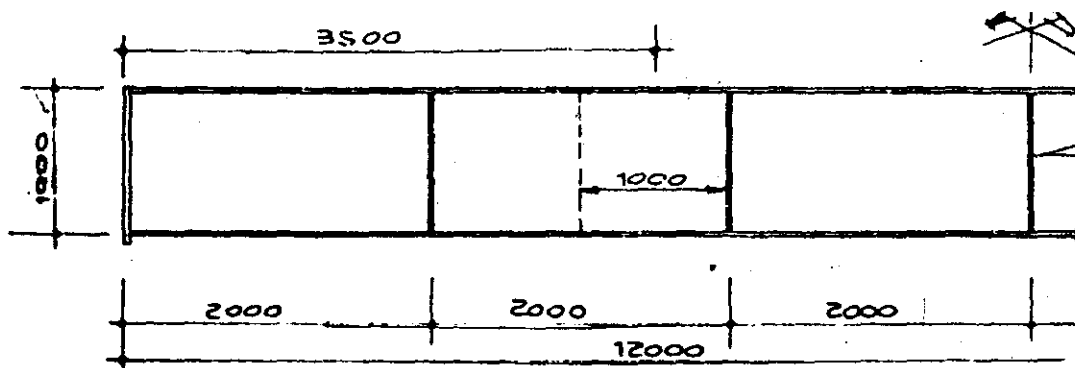
Tỷ số  $\frac{h_b}{\delta_b} = \frac{95}{1} = 95 > 70$  do vậy bản bụng dầm sẽ mất ổn định cục bộ do

ứng suất tiếp ở vùng gần gối tựa. Cần phải đặt các sườn cứng ngang, các sườn cứng này đặt cách nhau 2m, do vậy  $\mu = 2$ .

$$\begin{aligned} \tau_{th} &= \left(12,5 + \frac{9,5}{\mu^2}\right) \left(\frac{100\delta_b}{h}\right)^2 \\ &= \left(12,5 + \frac{9,5}{4}\right) \left(\frac{100 \times 1}{100}\right)^2 = 14,9 \text{KN/cm}^2 \end{aligned}$$

$\tau_{max}$  trong dầm tại tiết diện có  $Q_{max}$  là  $5,43 \text{KN/cm}^2$ , vì  $\tau_{max} < \tau_{th}$  nên bản bụng bảo đảm ổn định khi chịu ứng suất tiếp.

Vì tỷ số  $\frac{h_b}{\delta_b} = 95 < 160$  nên bản bụng sẽ ổn định trong vùng giữa dầm là vùng có ứng suất pháp lớn.



Hình 3.6

Kiểm tra lại ở bản thứ 2 là vùng có ứng suất tiếp và ứng suất pháp đều lớn  
Mômen và lực cắt tại giữa ở bản cần kiểm tra là :

$$M = 482 \times 3,5 = 1687 \text{ KNm.}$$

$$Q = 482 \text{ KN.}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{168700}{9984} = 16,89 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau = 5,43 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{th} = \frac{A_2}{k_2^2} (\text{T/cm}^2) \text{ trong đó } A_2 = k_0 \cdot 10^4$$

$$k_0 \text{ tra bảng theo } \gamma = c \frac{b_c}{h_b} \left( \frac{\delta_c}{\delta_b} \right)^3$$

$$c = \infty \text{ nên } k_0 = 7,46 \text{ vậy } A_2 = 7,46 \times 10^4$$

$$k_2 = \frac{h_b}{\delta_b} = 95 \text{ do vậy } \sigma_{th} = \frac{7,46 \times 10^4}{95^2} \approx 7,46 \text{ T/cm}^2 \\ = 74,6 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau_{th} = 14,9 \text{ KN/cm}^2$$

Điều kiện để đảm bảo ổn định

$$\sqrt{\left( \frac{\sigma}{\sigma_{th}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{th}} \right)^2} \leq 1$$

$$\sqrt{\left( \frac{16,89}{74,6} \right)^2 + \left( \frac{5,43}{14,9} \right)^2} = 0,44 < 1 \text{ bằng bằng ổn định cục bộ dưới tác} \\ \text{dụng đồng thời của mômen và lực cắt.}$$

Kích thước sườn cứng ngang :

$$b_s \geq \frac{h}{30} + 40 = \frac{1000}{30} + 40 = 73 \text{ mm}$$

$$\delta_s \geq \frac{1}{15} b_s \text{ chọn sườn cứng có kích thước :}$$

$$b_s = 80 \text{ mm ; } \delta_s = 8 \text{ mm.}$$

— Tính sườn dầm (H. 3.7)

Theo (3-22) diện tích tiết diện chịu ép mặt là :

$$F_{em} = 1,6 \times 18 = 29 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{em} = \frac{A}{F_{em}} = \frac{482}{29} = 16,62 \text{ KN/cm}^2 \\ < R_{em} = 32 \text{ KN/cm}^2$$

Kiểm tra ổn định theo (3-23) :

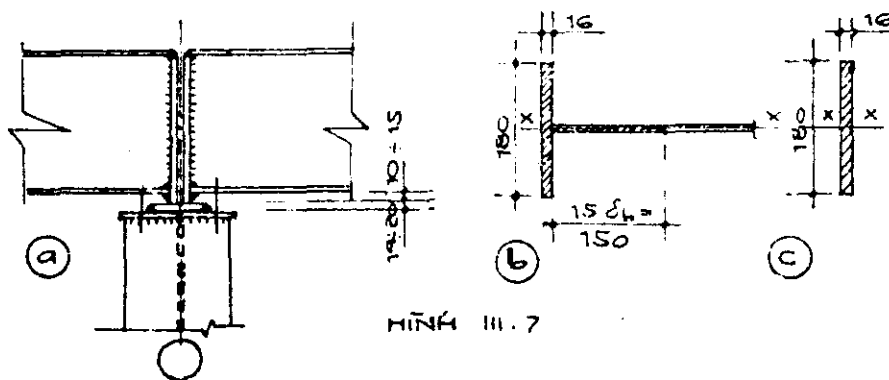
$$J_d = \frac{1,6 \times 18^3}{12} + \frac{15 \times 1^3}{12} = 780 \text{ cm}^4$$

$$F_d = 1,6 \times 18 + 15 \times 1 = 44 \text{ cm}^2$$

$$r_d = \sqrt{\frac{J_d}{F_d}} = \sqrt{\frac{780}{44}} = 4,48 \text{ cm}$$

$$l_0 = 100 \text{ cm} \quad \lambda = \frac{l_0}{r} = \frac{100}{4,48} = 22,4 ; \text{ tra bảng được } \varphi = 0,966$$

$$\sigma = \frac{A}{\varphi F_d} = \frac{482}{0,966 \times 44} = 11,5 \text{ KN/cm}^2 < R = 21 \text{ KN/cm}^2$$



Hình 3.7. a) Cấu tạo đầu dầm

b) Diện tích tiết diện tham gia chịu phân lực gối tựa

c) Diện tích tiết diện chịu ép mặt

— Nối dầm.

Nối tại tiết diện giữa dầm. Tại mối nối có :

$$M = M_{\max} = 192,8 \text{ KNm}, \quad Q = 0.$$

Nối bản bụng dùng đường hàn đối đầu thẳng góc. Ứng suất tại mép bản bụng liên kết với bản cánh là  $18,7 \text{ KN/cm}^2$  vượt hơn cường độ chịu kéo của đường hàn  $R_t^h = 18 \text{ KN/cm}^2$  3%, nằm trong giới hạn cho phép. Hơn nữa ứng suất này sẽ giảm rất nhanh về phía trục trung hòa nên không gây ảnh hưởng gì lớn cho đường hàn.

Nối bản cánh dùng đường hàn xiên góc  $45^\circ$ . Chiều dài đường hàn

$$\sqrt{18^2 + 18^2} = 25,4 \text{ cm}.$$

Ứng suất trong đường hàn xiên góc là :

$$\sigma \times \cos \alpha = 19,69 \times 0,707 = 13,92 \text{ KN/cm}^2 < R_t^h = 14 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma \times \sin \alpha = 19,69 \times 0,707 = 13,92 \text{ KN/cm}^2 < R_t^h = 18 \text{ KN/cm}^2$$

## B. ĐẶC ĐIỂM TÍNH HỆ DẦM CẦU TRỤC

Hệ dầm cầu trục gồm dầm cầu trục và dầm hãm. Hệ dầm cầu trục trực tiếp nhận tải trọng từ cầu trục để truyền vào khung ngang, cho nên nó chịu lực động và di động của cầu trục.

Tính hệ dầm cầu trục về nguyên tắc cũng giống như hệ dầm sàn. Trong phần này chỉ trình bày những đặc điểm khi tính dầm cầu trục và dầm hãm.

### § 30. Tính tải trọng

Tác dụng vào dầm cầu trục có 3 loại tải trọng. Tải trọng cầu trục, hoạt tải do người, dụng cụ mang lên đặt trên dầm hãm trong khi sửa chữa cầu trục, trọng lượng bản thân dầm cầu trục.

Tải trọng do cầu trục gây ra gồm tải trọng đứng và tải trọng ngang.

— Tải trọng đứng được tính theo công thức:

$$P = 1,1 \times 1,2 \times P_{\max} \quad (3-25)$$

Trong đó: 1,1 là hệ số động lực.

1,2 là hệ số vượt tải (đối với cầu trục có sức nâng  $< 5T$  thì hệ số vượt tải  $n = 1,3$ )

$P_{\max}$  — Áp lực bánh xe cầu trục tác dụng vào dầm (tra trong các bảng về cầu trục).

— Tải trọng ngang được tính theo công thức:

$$T = \alpha n T_c = \alpha n \frac{1}{10} (Q + g) \frac{2}{4} = \alpha n \frac{Q + g}{20} \quad (3-26)$$

Trong đó:  $\alpha$  — Hệ số kể đến sự tăng tải trọng ngang của cầu trục có chế độ làm việc nặng và lấy theo bảng (3-5)

Hệ số  $\alpha$

Bảng 3-5

Loại cầu trục	Hệ số $\alpha$ khi tính	
	Cánh trên của dầm cầu trục và dầm hãm	Liên kết dầm hãm vào đầu cầu trục và vào cột
cầu trục móc mềm có sức nâng tính bằng KN		
50 — 100	2,5	5
150 — 200	2	4
300 — 1500	1,5	3
1750 — 2750	1,3	2,8
3000 — 3500	1,1	2,2
Cầu trục móc cứng	1,5	3



$n$  — Hệ số vượt tải.

$Q$  — Sức nặng lớn nhất của cầu trục.

$g$  — Trọng lượng xe con mang móc cầu của cầu trục, khi không có trong các bảng cho sẵn có thể tính bằng  $0,3Q$ .

$\frac{1}{10}$  — Hệ số ma sát giữa bánh xe và ray.

$\frac{z}{4}$  — Tỷ lệ giữa số bánh xe bị hãm trên tổng số bánh xe của xe con.

— Tải trọng do người, dụng cụ mang lên để sửa chữa cầu trục được lấy là  $200daN/m^2$  hệ số vượt tải  $n = 1,2$

— Trọng lượng bản thân dầm cầu trục và dầm hãm lúc đầu chưa biết chính xác nên được xác định theo các hệ số  $\beta_1, \beta_2$ . Các hệ số này lấy theo bảng (3-6)

Hệ số  $\beta_1, \beta_2$

Bảng 3.6

Nhịp dầm cầu trục (m)	6	12	18 và lớn hơn
$\beta_1$ dùng cho mômen M	1,03	1,05	1,08
$\beta_2$ dùng cho lực cắt Q	1,02	1,04	1,07

Dùng hệ số này để nhân với các trị số nội lực M, Q do cầu trục gây ra. Ví dụ như đối với dầm cầu trục nhịp 6m, nội lực do trọng lượng bản thân của dầm gây ra đối với mômen uốn là 3% của toàn thể momen do cầu trục gây ra và 2% đối với lực cắt.

### § 31. Nội lực

Tải trọng của bánh xe cầu trục tác dụng vào dầm là tải trọng di động, do vậy để xác định nội lực trong dầm cần vẽ đường ảnh hưởng của mômen và đường ảnh hưởng của lực cắt. Thường vẽ đối với các tiết diện cách nhau 1/10 nhịp. Sau đó dùng phương pháp sắp xe để tìm hình bao nội lực của dầm (xem giáo trình cơ học kết cấu).

Trong trường hợp này có thể dùng định lý Ba-rê để xác định vị trí các tải trọng gây ra nội lực mômen lớn nhất trong dầm. Nội dung định lý đó như sau: mômen lớn nhất trong dầm đơn giản chịu tác dụng của hệ lực di động sẽ xuất hiện tại nơi đặt lực tập trung khi lực này nằm ở vị trí đối xứng với hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên dầm qua trục đối xứng của dầm.

Khi tính dầm cầu trục bao giờ cũng tính với hai cầu trục mang sức nặng lớn nhất đứng sát vào nhau.

### § 32. Chọn tiết diện

— Tính mômen chống uốn yêu cầu:

$$W_{xc} = \frac{M_{max}}{mR - (150 + 250)} \quad (3-26)$$

Trong đó:  $M_{\max}$  — mômen uốn lớn nhất trong dầm;  $150 \div 250 \text{ daN/cm}^2$  kể đến tác dụng của lực hãm ngang vào dầm;  $m = 0,9$  — hệ số điều kiện làm việc  
 — Xác định chiều dày bụng dầm theo điều kiện ứng suất cục bộ.

Ứng suất cục bộ tác dụng vào bản bụng dầm cầu trục được tính theo công thức:

$$\sigma_{cb} = \frac{n_1 P_1}{\delta z} \quad (3-27)$$

Trong đó:  $P_1$  — trị số lực tập trung không kể đến hệ số động lực nhưng có kể đến hệ số vượt tải.

$n_1$  — hệ số dùng cho cầu trục có chế độ làm việc nặng. Lấy như sau: cầu trục móc cứng là 1,5; cầu trục móc mềm chạy điện 1,3; cầu trục móc mềm quay tay 1,1.

$\delta$  — chiều dày dụng dầm.

$z$  — chiều dài phân bố ứng suất tập trung dọc theo bản bụng.

$$z = C \sqrt{\frac{J_c}{\delta}} \quad (3-28)$$

$C$  — hệ số lấy theo: dầm hàn 3,25; dầm tôn 3,75.

$J_c$  — tổng mômen quán tính cánh và ray dầm đối với trục trung hòa của mỗi phần tử. Khi  $\sigma_{cb}$  đạt đến giới hạn cường độ thì:

$$\delta_{\min} = \frac{n_1 P_1}{3,25 R} \sqrt{\frac{n_1 P_1}{3,25 R J_c}} \text{ cm} \quad (3-29)$$

— Chiều cao có lợi nhất của dầm được xác định theo công thức (3-12) hoặc theo:

$$h_{\text{ta}} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} k_b W_{rc}} \quad (3-30)$$

Trong đó  $k_b = \frac{h_b}{\delta_b}$  — độ mảnh bản bụng dầm.

— Dùng công thức (3-15) để xác định diện tích tiết diện bản cánh.

### § 33. Kiểm tra tiết diện.

Đối với cánh trên:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} + \frac{M_T}{W_T} \leq R \quad (3-31)$$

Đối với cánh dưới:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \leq R \quad (3-32)$$

Trong đó:  $M$  — mômen lớn nhất do tất cả các tải trọng đứng gây ra trong dầm.

$M_T$  — mômen do lực hãm ngang.

$W_x^u, W_x^d$  — momen chống uốn phần tiết diện trên và phần tiết diện dưới của dầm.

$W_T$  — momen chống uốn của dầm hãm.

Kiểm tra độ võng theo công thức :

$$f = \frac{M^u l^3}{10EJ} \quad (3-33)$$

Yêu cầu độ võng này không vượt quá các độ võng giới hạn đã qui định.

### § 34. Tính liên kết giữa cánh và bụng dầm.

Ứng suất tiếp của đường hàn góc liên kết giữa cánh và bụng dầm :

$$\tau = \sqrt{\tau_h^2 + \sigma_{cb}^2} = \frac{1}{2\beta h_h} \sqrt{\left(\frac{QS_c}{J}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P_1}{z}\right)^2} \leq R_g^h \quad (3-34)$$

từ đó rút ra :

$$h_h \geq \frac{1}{2\beta R_g^h} \sqrt{\left(\frac{QS_c}{J}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P_1}{z}\right)^2} \quad (3-35)$$

### § 35. Kiểm tra ổn định tổng thể và ổn định cục bộ.

Khi có dầm hãm thì không cần kiểm tra ổn định tổng thể. Khi không có dầm hãm thì kiểm tra ổn định tổng thể theo công thức (3-19).

Kiểm tra ổn định cục bộ xem giáo trình kết cấu thép.

§ 36. Ví dụ (3-2). Tính dầm cầu trục và dầm hãm của nhà xưởng có cầu trục sức nâng 300/50 KN (30/5 tấn), chế độ làm việc trung bình, nhịp cầu trục  $l_c = 19,5m$ , nhịp của nhà  $l = 21m$ , hoạt tải trên dầm hãm  $200 daN/m^2$ , hệ số vượt tải  $n = 1,2$ ; hệ số động lực  $n = 1,1$ . Dùng thép CT3, que hàn E42.

*Bài giải :*

1) Tải trọng tác dụng lên dầm :

Số liệu về cầu trục :  $P_{max} = 300 KN$

Trọng lượng xe con :  $g = 120 KN$

Số liệu ray KP70 :  $J_T = 1082 cm^4$

— Tải trọng tạm thời trên dầm hãm  $p = 200 daN/m^2$  qui về tải trọng phân bố đều trên dầm cầu trục.

$$q = 0,5m \times 200 daN/m^2 \times 1,2 = 120 daN/m$$

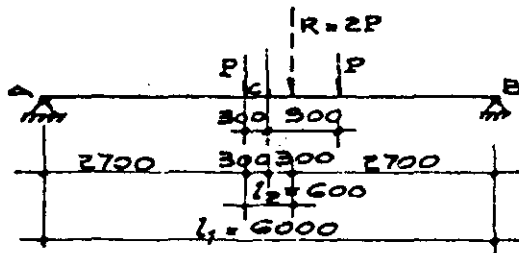
(lấy bề rộng dầm hãm là 1m)

— Áp lực đứng của 1 bánh xe :

$$P = n \times n_d \times P_{max} = 1,2 \times 1,1 \times 300 = 396 KN.$$

– Lực hãm ngang của 1 bánh xe :

$$T = \frac{Q + g}{2 \times 20} n = \frac{300 + 120}{2 \times 20} \times 1,2 = 12,6 \text{ KN}$$



2) Xác định nội lực.

$$R_A = \frac{R \times 2,7}{6} = \frac{2 \times 396 \times 2,7}{6} = 356,4 \text{ KN}$$

Vị trí gây ra nội lực bất lợi nhất như hình 3.8.

$$M_c = M_{\max} = R_A \times 2,7 = R_A \times 2,7 = 962,3 \text{ KNm (chỉ do áp lực bánh xe gây ra)}$$

$$Q_c = 356,4 \text{ KN,}$$

$$Q_B = Q_{\max} = 435,6 \text{ KN.}$$

Hình 3.8. Vị trí để xác định nội lực bất lợi nhất của dầm dẹt cho ví dụ (3-2).

$$\text{Tại C: } M_q = q \left( \frac{l_1^2 - l_2^2}{8} \right) = 1,2 \left( \frac{6^2 - 0,6^2}{8} \right) = 5,346 \text{ KNm}$$

$$Q_c^q = \frac{ql_1}{2} = \frac{1,2 \times 0,6}{2} = 0,36 \text{ KN}$$

$$Q_{\max}^q = \frac{ql}{2} = \frac{1,2 \times 6}{2} = 3,6 \text{ KN}$$

$$\text{Vậy } M_{\max}'' = 962,3 + 5,346 = 967,6 \text{ KNm}$$

$$Q_c'' = 356,4 + 0,36 = 356,8 \text{ KN}$$

$$Q_{\max}'' = 435,6 + 3,6 = 439,2 \text{ KN}$$

Khi kể đến trọng lượng bản thân của dầm cầu trục nhân hệ số 1,03 với mômen, hệ số 1,02 với lực cắt (theo bảng 3-6).

$$M_{\max}''' = 1,03 \times 967,6 = 996,6 \text{ KNm.}$$

$$Q_c''' = 1,02 \times 356,8 = 363,9 \text{ KN.}$$

$$Q_{\max}''' = 1,02 \times 439,2 = 447,98 \text{ KN.}$$

Đối với lực hãm ngang :

$$M_T = M_{\max} \frac{T}{P} = 30,62 \text{ KNm.}$$

$$Q_T^c = 8,59 \text{ KN.}$$

$$Q_T^{\max} = 13,86 \text{ KN.}$$

3) Chọn tiết diện.

Dùng dầm I không đối xứng. Chiều cao nhỏ nhất của dầm được xác định theo điều kiện độ cứng  $\frac{1}{n_v} = \frac{1}{600}$  :

$$h_{\min} = \frac{ln_0}{4800} \times \frac{1}{n} = \frac{600 \times 600}{4800 \times 1,2} = 62,5\text{cm}$$

Chiều cao lợi nhất của dầm xác định theo công thức (3-30) :

$$h_{1a} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} k_b W_{yc}}$$

$$W_{yc} = \frac{M_{\max}}{0,8R} = \frac{99660}{0,8 \times 21} = 5932\text{cm}^3.$$

$$k_b = \frac{h_b}{\delta_b}; \text{ tạm chọn } 100.$$

$$h_{1a} = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \times 100 \times 5932} = 96,18\text{cm}.$$

Chọn chiều cao tiết diện dầm 1000mm, chiều cao bụng dầm  $h_b = 960\text{mm}$ .

Chiều dày bụng dầm phải thỏa mãn hai công thức (3-11) và (3-29).

$$\delta_{\min} = \frac{3}{2} \frac{Q_{\max}}{h_l R_{c,m}} = \frac{1,5 \times 448}{96 \times 13 \times 0,9} = 0,598\text{cm}$$

$$\delta_{\min} = \frac{n_1 P_1}{3,25mR} = \sqrt{\frac{n_1 P_1}{3,25mR J_r}} = \frac{1,3 \times 360}{3,25 \times 0,9 \times 2100} \sqrt{\frac{1,3 \times 3,60}{3,25 \times 0,9 \times 2100 \times 1082}} = 0,639\text{cm}$$

Chọn  $\delta_b = 8\text{mm}$ .

Sơ bộ định diện tích tiết diện cánh dầm

$$2F_c = \frac{3}{2} \frac{W_{yc}}{h_0} = \frac{3}{2} \frac{5932}{96} = 92,68\text{cm}^2$$

Tiết diện dầm chọn như

sau :

Bụng dầm — 8 × 960

Cánh trên — 20 × 300

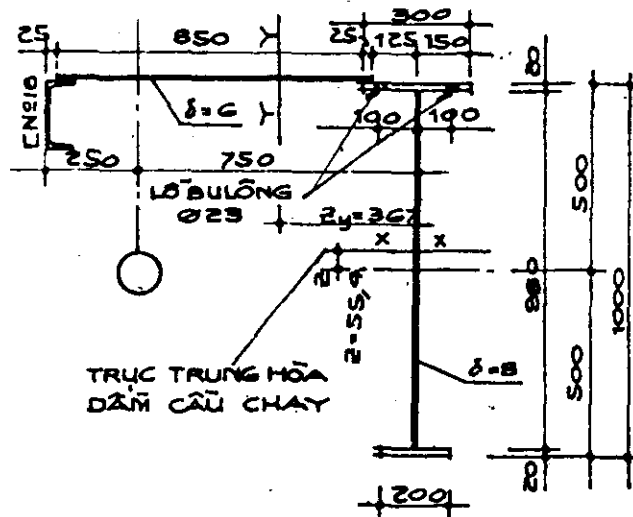
Cánh dưới — 20 × 200

Dầm hàn theo điều kiện độ võng. Chọn U N<sup>o</sup> 18.

Thép bản bụng dầm hàn  $\delta = 6\text{mm}$  (H.3.9).

4) Kiểm tra lại tiết diện.

Các đặc trưng hình học của dầm cầu trục :



Hình 3.9. Tiết diện dầm đã chọn trong ví dụ 3-2.

— Vị trí trục trung hòa :

$$z = \frac{30 \times 2 \times 49 - 20 \times 2 \times 49}{30 \times 2 + 96 \times 0,8 + 20 \times 2} = 5,54 \text{cm}$$

— Mômen quán tính :

Tiết diện nguyên :

$$J_{ng} = \frac{0,8 \times 93^3}{12} + 0,8 \times 96 \times 5,54^2 + 30 \times 2 \times (49 - 5,54)^2 + 20 \times 2 \times (49 + 5,54)^2 = 293 \ 650 \text{cm}^4$$

Tiết diện đã thu hẹp sau khi đã trừ lỗ bulông do cần liên kết với ray cầu trục

$$J_{th} = J_{ng} - J_{l}; = 293 \ 650 - 2 \times 2 \times 2,3 \times (49 - 5,54)^2 = 276 \ 273 \text{cm}^4$$

— Mômen chống uốn

Tiết diện nguyên :

$$W_{ng}^{tr} = \frac{293 \ 650}{50 - 5,54} = 6 \ 605 \text{cm}^3$$

$$W_{ng}^d = \frac{293 \ 650}{50 + 5,54} = 5 \ 287 \text{cm}^3$$

Tiết diện thu hẹp :

$$W_{th}^{tr} = \frac{276 \ 273}{50 - 5,54} = 6 \ 214 \text{cm}^3$$

$$W_{th}^d = \frac{276 \ 273}{50 + 5,54} = 4 \ 974 \text{cm}^3$$

— Mômen tĩnh của nửa tiết diện :

$$S_x = 30 \times 2 \times (49 - 5,54) + \left( \frac{48 - 5,54}{2} \right) 0,8 = 3329 \text{cm}^3$$

— Đặc trưng hình học của dầm hãm (theo phương ngang).

$$z_y = \frac{20,7 \times (100 - 1,94) + (100 - 15) \times 0,6 \times \left( \frac{85}{2} + 12,5 \right)}{20,7 + 85 \times 0,6 + 2 \times 30} = 36,7 \text{cm}$$

— Mômen quán tính của dầm hãm :

$$J_{th} = 20,7 \times (100 - 1,94 - 36,7)^2 + 85 \times 0,6 \times \left( \frac{85}{2} + 12,5 - 36,7 \right)^2 + \frac{0,6 \times 85^3}{12} + \frac{2 \times 30^3}{12} + 2 \times 30 \times 36,7^2 - 2 \times 2 \times 2,3 \times 36,7^2 = 198 \ 644 \text{cm}^4$$

Mômen chống uốn của dầm hãm đối với mép cánh trên dầm cầu trục

$$W_{th} = \frac{198 \ 644}{36,7 + 15} = 3 \ 842 \text{cm}^3$$

— Kiểm tra ứng suất pháp

Cánh trên dầm cầu trục :

$$\sigma = \frac{M}{W_{th}^{tr}} + \frac{M_T}{W_{th}} = \frac{99\,660}{6\,214} + \frac{3\,062}{3\,842} = 16,83 \text{KN/cm}^2 < 21 \text{KN/cm}^2$$

Cánh dưới dầm cầu trục :

$$\sigma = \frac{M}{W_{th}^d} = \frac{99\,660}{4\,974} = 20,04 \text{KN/cm}^2 < 21 \text{KN/cm}^2.$$

— Kiểm tra ứng suất tiếp ở gờ

$$\tau = \frac{QS_c}{J_{ng} \delta} = \frac{447,98 \times 3\,328,7}{293\,650 \times 0,8} = 6,348 \text{KN/cm}^2 < 13 \text{KN/cm}^2$$

— Kiểm tra độ võng của dầm cầu trục :

$$M^{tc} = \frac{M}{1,1 \times 1,2} = \frac{99\,660}{1,1 \times 1,2} = 75\,503 \text{KNcm}$$

$$f = \frac{M^{tc} l^3}{10 E J_{ng}} = \frac{75\,503 \times 600^3}{10 \times 2,1 \times 10^4 \times 293\,650} = 0,4407 \text{cm}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{0,4407}{600} = \frac{1}{1362} < \frac{1}{600}$$

— Kiểm tra ứng suất cục bộ :

$$J_c = \frac{2^3 \times 30}{12} + 1\,082 = 1\,102 \text{cm}^4$$

$$z = C^3 \sqrt{\frac{J}{\delta_b}} = 3,25^3 \sqrt{\frac{1\,102}{0,8}} = 36,14 \text{cm}$$

$$\sigma_{cb} = \frac{n_1 P_1}{\delta_b z} = \frac{1,3 \times 360}{0,8 \times 36,14} = 16,18 \text{KN/cm}^2 < 21 \text{KN/cm}^2$$

5) Kiểm tra ổn định cục bộ của bản bụng dầm :

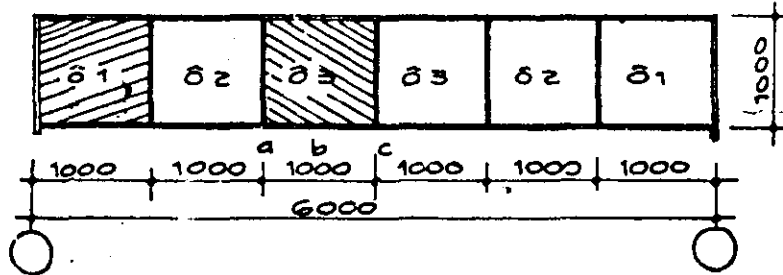
$$\frac{h_b}{\delta_b} = \frac{960}{8} = 120 > 80 \text{ bản bụng mất ổn định cục bộ do ứng suất tiếp:}$$

Bố trí các sườn cứng cách nhau các khoảng  $a = 100 \text{cm}$ .

Bề rộng sườn  $b_s \geq \frac{960}{30} + 40 = 72 \text{mm}$  chọn  $80 \text{mm}$ .

$$\delta_s = \frac{b_s}{15} = 5,33 \text{mm lấy } \delta_s = 6 \text{mm.}$$

Kiểm tra  $\delta$  có  $M_{max}$  (xem hình 3.10)



Hình 3.10. Bố trí sườn cứng ở bụng dầm cầu trục.

Xác định giá trị  $M_{ib}$  trong  $\delta_3$ , lấy giá trị trung bình tại 3 điểm a, b, c.

$$M_a = 356,4 \times 2 + 1,2 \times \frac{(6^2 - 2^2)}{8} = 717,6 \text{KNm.}$$

$$M_b = 356,4 \times 2,5 + 1,2 \times \frac{(6^2 - 1^2)}{8} = 896 \text{KNm.}$$

$$M_c = 356,4 \times 3 - 396 \times 0,3 + 1,2 \frac{6^2}{8} = 955,8 \text{KNm.}$$

$$M_{ib} = \frac{717,6 + 896 + 955,8}{3} = 856,5 \text{KNm.}$$

Ứng suất :

$$\sigma = \frac{M_{ib}}{J_{xx}} y = \frac{85650 \times (50 - 2 - 5,54)}{293650} = 12,38 \text{KN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{Q_b}{h_b \delta_b}$$

$$Q_a = 356,4 + \frac{1,2 \times 2}{2} = 357,6 \text{KN.}$$

$$Q_b = 386,4 + \frac{1,2 \times 1}{2} = 357 \text{KN.}$$

$$Q_c = 356,4 - 396 = -39,6 \text{KN.}$$

$$Q_{ib} = \frac{357,6 + 357 - 39,6}{3} = 225 \text{KN.}$$

$$\tau = \frac{225}{96 \times 0,8} = 2,93 \text{KN/cm}^2$$

$$\sigma_{ob} = 16,18 \text{KN/cm}^2$$



$$\text{vì } \frac{a}{h_b} = \frac{100}{96} = 1,04 > 0,8$$

$$\frac{\sigma_{cb}}{\sigma} = \frac{16,18}{12,38} = 1,307 \text{ vượt quá giới hạn tra bảng có } k_2 = 82,3$$

$$\sigma_o = K_2 \left( \frac{100\delta}{h_o} \right)^2 = 82,3 \left( \frac{100 \times 0,8}{96} \right)^2 = 57,15 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{cb0} = \frac{k_1 10^4}{\text{kn}^2} = k_1 \left( \frac{100\delta}{a} \right)^2$$

$k_1$  tra theo  $\frac{a}{h_o}$  và  $\gamma$

$$\gamma = c \frac{b_o}{h_o} \left( \frac{\delta_c}{\delta_b} \right)^2 = 0,8 \frac{30}{96} \left( \frac{2}{0,8} \right)^2 = 3,9$$

$$k_1 = 45,3$$

$$\sigma_{cb0} = 45,3 \left( \frac{100 \times 0,8}{100} \right)^2 = 29 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau_o = \left( 12,5 + \frac{9,5}{\mu^2} \right) \left( \frac{100\delta}{d} \right)^2$$

$$\mu = \frac{a}{h_b} = 1,04, \quad d = h_b = 96, \quad \delta = 0,8$$

$$\tau_o = \left( 12,5 + \frac{9,5}{1,04} \right) \left( \frac{100 \times 0,8}{96} \right)^2 = 15,02 \text{ KN/cm}^2$$

Kiểm tra:

$$\sqrt{\left( \frac{\sigma}{\sigma_o} + \frac{\sigma_{cb}}{\sigma_{cb0}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_o} \right)^2} = \sqrt{\left( \frac{12,38}{57,15} + \frac{16,18}{29} \right)^2 + \left( \frac{2,93}{15,02} \right)^2} = 0,638 < 0,9.$$

Đảm bảo ổn định.

Tương tự như vậy kiểm tra cho ô bản 1.

$$M_{1b} = \frac{356,4 \times 1}{2} + 1,2 \times \frac{(6^2 - 5^2)}{8} = 179,85 \text{ KNm}$$

$$Q_{1b} = 435,6 + \frac{1,2 \times 5}{2} = 438,6 \text{ KN}$$

$$\sigma = \frac{17985}{293650} \times (50 - 5,54 - 2) = 2,6 \text{ KN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{438,6}{96 \times 0,8} = 5,79 \text{ KN/cm}^2.$$

Kiểm tra:

$$\sqrt{\left( \frac{2,6}{57,15} + \frac{16,18}{29} \right)^2 + \left( \frac{5,79}{15,02} \right)^2} = 0,512 < 0,9. \text{ Đảm bảo ổn định.}$$

6) Tính liên kết giữa cánh và bụng dầm :

$$h_h \geq \frac{1}{2\beta R_g^h} \sqrt{\left(\frac{QS_c}{J}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P_1}{z}\right)^2}$$

$$S_c = 2 \times 30 \times (49 - 5,54) = 2607 \text{ cm}^2$$

$$h_h \geq \frac{1}{2 \times 0,7 \times 15} \sqrt{\left(\frac{448 \times 2607}{293650}\right)^2 + \left(\frac{1,3 \times 360}{36,14}\right)^2}$$

$$= 0,645 \text{ cm. Chọn } h_h = 8 \text{ mm.}$$

7) Tính sườn cứng đầu dầm :-

Chọn chiều rộng sườn cứng  $b = 200 \text{ mm}$  và chiều dày  $10 \text{ mm}$ .

Kiểm tra lại ép mặt :

$$\sigma_{em} = \frac{A}{F_{em}} = \frac{448 \times 1,2}{20 \times 1} = 26,88 \text{ KN/cm}^2 < 32 \text{ KN/cm}^2.$$

Kiểm tra ổn định :

$$F_d = 20 \times 1 + 0,8 \times 12 = 29,6 \text{ cm}^2$$

$$15 \delta_b = 15 \times 0,8 = 12 \text{ cm.}$$

$$J_d = \frac{1 \times 20^3}{12} \times 12 + \frac{0,8^3}{12} = 666,75 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{666,75}{29,6}} = 4,74 \text{ cm}$$

$$l_0 = 100 \text{ cm} \quad \lambda = \frac{100}{4,74} = 21 \text{ tra bảng } \varphi = 0,968$$

$$\sigma = \frac{448}{0,968 \times 29,6} = 15,63 \text{ KN/cm}^2 < 21 \text{ KN/cm}^2.$$

## Chương IV

### CỘT

#### § 37. Nguyên tắc tính cột.

Cột được dùng phổ biến trong các loại kết cấu và công trình. Tính cột dựa vào nguyên lý tính toán ổn định của thanh nén dẹt tâm hoặc lệch tâm.

Ở trường hợp nén dẹt tâm cột sẽ mất ổn định theo phương trục có độ mảnh lớn nhất  $\lambda_{\max}$  (lấy từ độ mảnh đối với hai trục chính x và y của tiết diện cột). Để tiết kiệm vật liệu, tiết diện cột nên bố trí sao cho độ mảnh theo hai phương cột xấp xỉ nhau  $\lambda_x \approx \lambda_y$ .

Ở trường hợp nén lệch tâm, nội dung tính toán có phức tạp hơn, khả năng chịu lực của cột cần được lần lượt kiểm tra theo phương ổn định trong mặt phẳng uốn và ngoài mặt phẳng uốn của cột.

Về cấu tạo, tiết diện cột có thể bố trí đặc hoặc rỗng. Theo nguyên lý tính ổn định, bụng đặc của cột không bị biến dạng theo phương lực cắt trong quá trình mất ổn định, nói cách khác hơn là lượng biến dạng này không đáng kể và xem giá trị của nó bằng không; còn bụng rỗng, thì có giá trị biến dạng đáng kể và làm giảm khả năng ổn định của cột rỗng. Vì vậy khi tính ổn định cột đặc thì dùng độ mảnh  $\lambda$  — phụ thuộc J và F của tiết diện cột; còn khi tính ổn định cột rỗng thì dùng độ mảnh tương đương  $\lambda_{\text{tr}}$  — phụ thuộc J và F của tiết diện cột, phụ thuộc tiết diện và sơ đồ bố trí thanh giằng và bản giằng của bụng rỗng.

Toàn bộ khả năng chịu lực nêu trên còn được gọi là ổn định tổng thể. Tiết diện cột cấu tạo từ các bản mỏng (cột đặc) hoặc từ các thanh (cột rỗng) — gọi là các phần tử. Khi các phần tử này chịu lực nén thì cũng xảy ra mất ổn định — gọi là mất ổn định cục bộ. Như vậy ngoài việc tính kiểm tra ổn định tổng thể, cần phải tính kiểm tra ổn định cục bộ. Yêu cầu ứng suất ổn định cục bộ không nhỏ hơn ứng suất ổn định tổng thể.

#### A. CỘT NÉN ĐÚNG TÂM

#### § 38. Công thức tính và yêu cầu cấu tạo tiết diện cột.

##### 1. Đối với cột tiết diện đặc và rỗng.

Tính cột (thanh) theo điều kiện ổn định

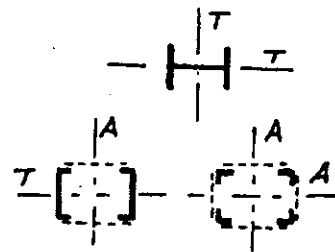
$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} \leq R.$$

F — diện tích tiết diện cánh ( $F_c$ ) và bụng ( $F_b$ ) đối với cột đặc  
 — diện tích tiết diện các nhánh đối với cột rỗng.

$\varphi$  — hệ số uốn dọc xác định theo độ mảnh:

$\lambda$  — đối với cột đặc và đối với trục thực của cột rỗng (trục T)

$\lambda_{td}$  — đối với trục ảo của cột rỗng (trục A).



$\lambda, \lambda_{td}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$\varphi$ (thép CT3)	1	0,988	0,97	0,943	0,905	0,867	0,82	0,77	0,715	0,67	0,582	0,512
$\lambda, \lambda_{td}$	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	—
$\varphi$ (thép CT3)	0,448	0,397	0,348	0,305	0,27	0,24	0,216	0,196	0,175	0,16	0,146	—

•  $l_0 = \mu l$  — chiều dài tính toán cột

Sơ đồ liên kết				
$\mu$	2	1	0,7	0,5

•  $l_0$  của các trường hợp khác xem mục cột nhà công nghiệp.

Độ mảnh giới hạn

$[\lambda] = 120$  — đối với thanh chịu lực chính.

150 — đối với thanh phụ (cột sườn tường, thanh bụng dầm, thanh giằng...).

Giá trị bán kính quán tính gần đúng  $r_x, r_y$

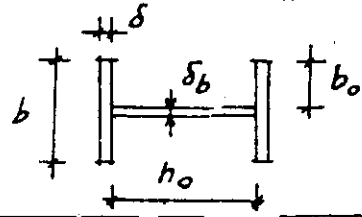
$r_x = 0,21h$ $r_y = 0,21b$	$0,43h$ $0,24b$	$0,33D$ $0,33D$	$0,40h$ $0,40b$
$r_x = 0,38h$ $r_y = 0,44b$	$0,38h$ $0,60b$	$0,41h$ $0,52b$	$0,43h$ $0,43b$

2. Đối với cột tiết diện đặc.

Tính độ mảnh

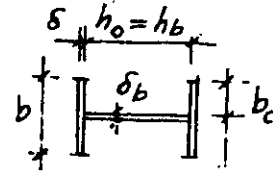
$$\lambda = \frac{l_0}{r};$$

$$r = \sqrt{\frac{J}{F}} - \text{bán kính quán tính.}$$



Tỷ số giới hạn b/d của bản cánh (đối với thép CT3) phụ thuộc  $\lambda$ .

$\lambda$	25	50	75	100	125
$b_0/\delta$	14	16	18,5	20,5	23

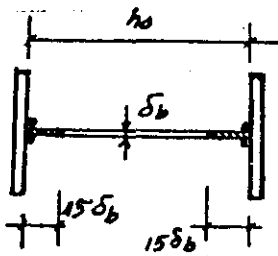


Diện tích tiết diện bản bụng được lấy  $F_b = h_b \times \delta_b$  khi:

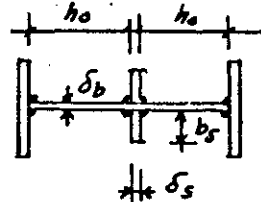
$$\frac{h_0}{\delta_b} \leq 75 \quad \text{và} \quad \frac{h_0}{\delta_b} \leq 40 + 0,4\lambda$$

(đối với thép CT3). Nếu không thỏa mãn yêu cầu trên thì được tính theo một trong hai cách sau:

$F_b = \delta_b (2 \times 15\delta_b)$   
(không đặt sườn dọc).



$F_b = h_0 \times \delta_b$ . Nhưng với điều kiện đặt sườn dọc để thỏa mãn yêu cầu trên.



$$b_s \geq 10\delta_b; \quad \delta_s \geq 0,75\delta_b; \\ b_s/\delta_s \leq 15$$

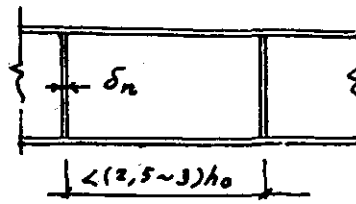
Yêu cầu đặt sườn ngang khi

$$\frac{h_0}{\delta_b} \geq \frac{320}{\sqrt{R}}$$

R tính theo KN/cm<sup>2</sup>. Trong 1 đoạn chuyển chỗ ít nhất có 2 sườn ngang.

$$b_n \geq \frac{h_0}{30} + 40\text{mm};$$

$$\delta_n \geq b_n/15$$



Bề dày các bản thường lấy

$$\delta_n = 8 \sim 40 \text{ mm}; \quad \delta_b = 6 \sim 16 \text{ mm}$$

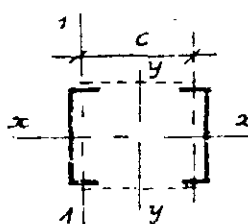
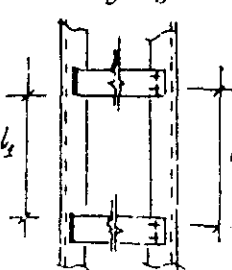
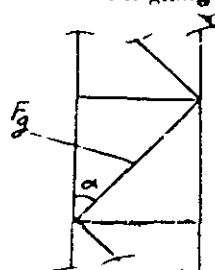
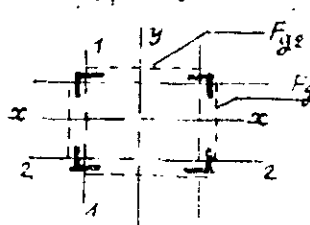
Liên kết các bản trong cột yêu cầu:

— dương hàn liên tục,  $b_n \approx 0,5\delta_b$  và  $b_n \geq 0\text{mm}$

— liên kết đinh tán lấy khoảng cách đinh tối đa theo cấu tạo và không quá  $18\delta_{\text{min}}$ .

3. Đối với cột rỗng.

Tính độ mảnh  $\lambda_{td}$

	Bản giăng	Thanh giăng
		
	$\lambda_{td} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$	$\lambda_{td} = \sqrt{\lambda_y^2 + K \frac{F}{F_g}}$
	$\lambda_{td} = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2}$	$\lambda_{td} = \sqrt{\lambda^2 + F \left( \frac{K_1}{F_{g1}} + \frac{K_2}{F_{g2}} \right)}$

Trong đó :

$\lambda_y$  — độ mảnh của cột đối với trục y

$\lambda$  — độ mảnh lớn nhất của cột

$\lambda_1, \lambda_2$  — độ mảnh của từng nhánh đối với trục 1 và 2, lấy theo chiều dài  $l_1$ .

F — diện tích tiết diện các nhánh

$F_g, F_{g1}, F_{g2}$  — diện tích tiết diện các thanh xiên của các mặt rỗng 1 và 2.

K,  $K_1, K_2$  — hệ số phụ thuộc góc  $\alpha$  ở các mặt rỗng.

$\alpha^\circ$	30 <sup>0</sup>	40 <sup>0</sup>	45—60 <sup>0</sup>
K	45	31	27

Q — lực cắt qui ước dùng để tính thanh và bản giăng

$$Q = 20F \text{ daN} \quad (\text{đối với thép CT3})$$

F tính theo cm<sup>2</sup>

**Tính bản giằng.**

Nội lực cắt

$$T = \frac{Q_1 \cdot l_1}{C}$$

Mômen uốn

$$M = \frac{Q_1 \cdot l_1}{2}$$

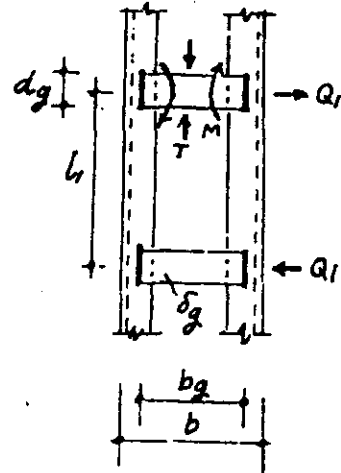
$Q_1$  — lực cắt trên 1 mặt rộng ;  $Q_1 = \frac{Q}{n}$  ;

$n$  — số mặt rộng chịu lực  $Q$

Kích thước bản giằng :

$$d_g = (0.5 \sim 0.75) b$$

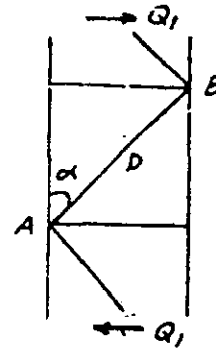
$$\delta_g = 6 \sim 10 \text{ mm và } \delta_g \geq \frac{1}{50} b_k.$$



**Tính thanh giằng.**

— Thanh xiên thường làm bằng một thép góc. Tính như thanh chịu nén đúng tâm với : chiều dài tính toán bằng chiều dài hình học  $l_{AB}$ , hệ số điều kiện làm việc  $m = 0.75$ , và nội lực  $D = Q_1 / \sin \alpha$ .

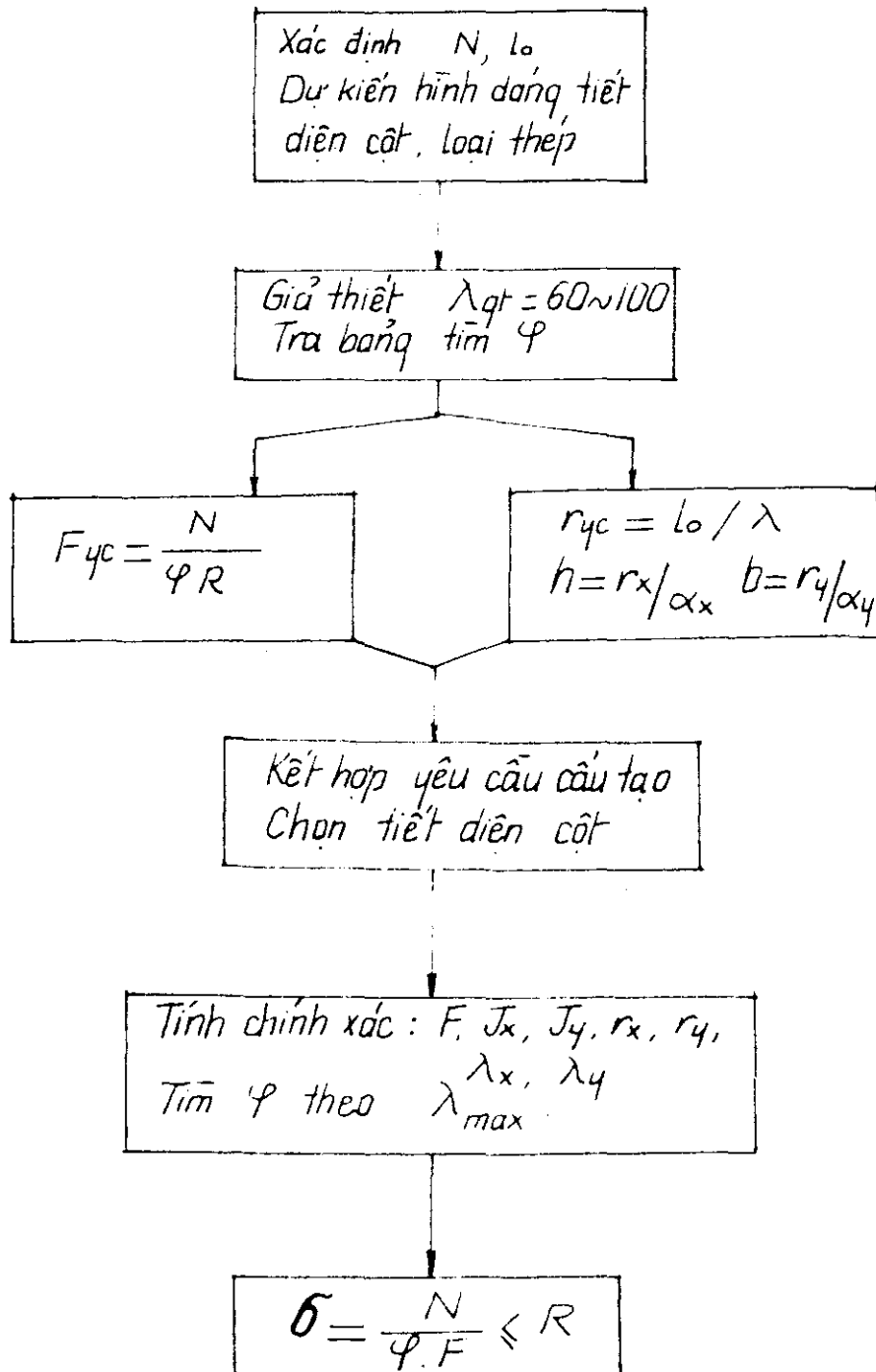
— Thanh ngang lấy tiết diện bằng thanh xiên.



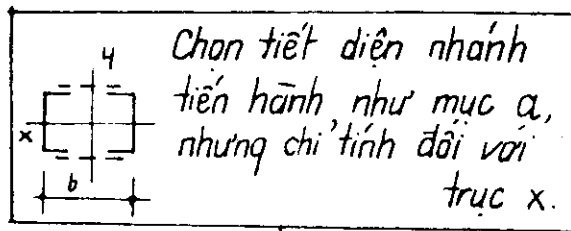
**§ 39. Trình tự chọn tiết diện cột**

1. Cột tiết diện đặc.

2. Cột rỗng.







Giả thiết:  $\lambda_{td} = \lambda_x$   
 $F_g$  và  $\alpha$   
hoặc  $\lambda_1 = 30$

Tính  $\lambda_y$  và  
 $b$  yêu cầu.

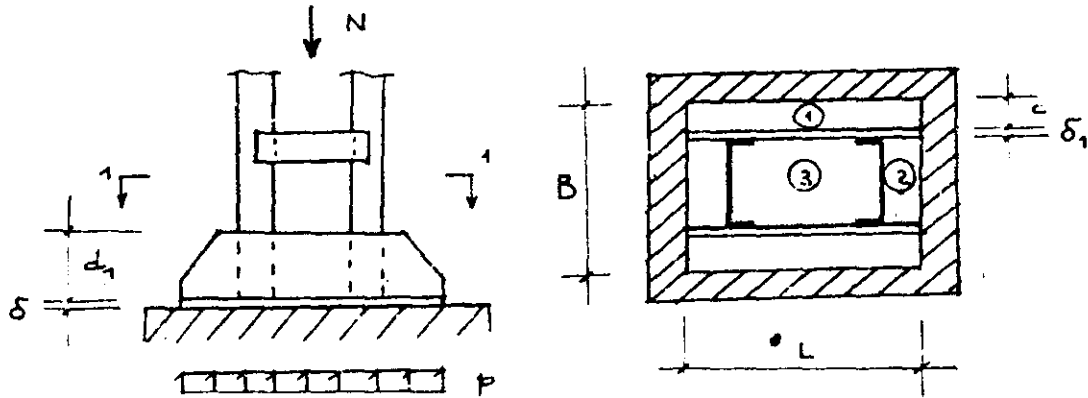
Chọn  $b$

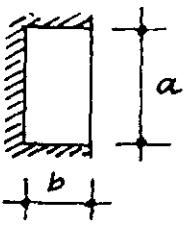
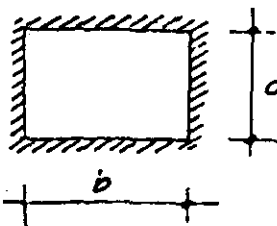
Tính thanh giằng  
hoặc bản giằng

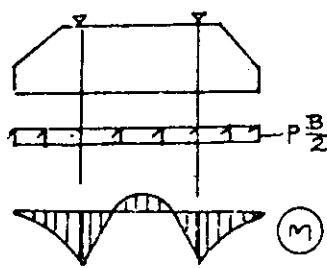
Tính  $\lambda_{td}$

Yêu cầu  
 $\lambda_{td} \leq \lambda_x$

§40. Tính chân cột



Nội dung	Công thức tính																										
Diện tích bản đế	$F = B \cdot L \geq \frac{N}{R_{bt}}$ $R_{bt} = R_{btt} \cdot \psi; \psi = \sqrt[3]{\frac{F_m}{F}} \leq 2.$ <p><math>R_{btt}, R_{bt}</math> — cường độ tính toán của bê tông chịu nén và chịu ép cục bộ.  <math>R_{btt} = 0,44 \text{ KN/cm}^2</math> đối với bê tông mác 100 và bằng 0,6 — mác 150.  <math>F_m</math> — diện tích mặt móng.</p>																										
Mômen uốn trong bản đế	<p><b>Bản 1</b> — công xôn. Mômen lớn nhất <math>M</math>.</p> $M = \frac{1}{2} p a^2 \quad \text{KNcm/cm}$ $p = \frac{N}{BL} \quad \text{KN/cm}^2$																										
	<p><b>Bản 2</b> — Kê trên 3 cạnh. <math>M = \alpha p a^2 \quad \text{KNcm/cm}</math>.</p> <table border="1"> <tr> <td>b/a</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,7</td> <td>0,8</td> <td>0,9</td> <td>1,0</td> <td>1,2</td> <td>1,4</td> <td>2</td> <td>&gt;2</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>0,06</td> <td>0,074</td> <td>0,088</td> <td>0,097</td> <td>0,107</td> <td>0,112</td> <td>0,12</td> <td>0,126</td> <td>0,132</td> <td>0,133</td> </tr> </table>	b/a	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	2	>2	$\alpha$	0,06	0,074	0,088	0,097	0,107	0,112	0,12	0,126	0,132	0,133				
b/a	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	2	>2																	
$\alpha$	0,06	0,074	0,088	0,097	0,107	0,112	0,12	0,126	0,132	0,133																	
	<p><b>Bản 3</b> — Kê trên 4 cạnh</p> $M = \alpha p a^2$ <table border="1"> <tr> <td>b/a</td> <td>1</td> <td>1,1</td> <td>1,2</td> <td>1,3</td> <td>1,4</td> <td>1,5</td> <td>1,6</td> <td>1,7</td> <td>1,8</td> <td>1,9</td> <td>2</td> <td>&gt;2</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>0,048</td> <td>0,055</td> <td>0,063</td> <td>0,069</td> <td>0,075</td> <td>0,081</td> <td>0,086</td> <td>0,091</td> <td>0,094</td> <td>0,098</td> <td>0,1</td> <td>0,125</td> </tr> </table>	b/a	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	>2	$\alpha$	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081	0,086	0,091	0,094	0,098	0,1	0,125
b/a	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	>2															
$\alpha$	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081	0,086	0,091	0,094	0,098	0,1	0,125															

1	2
Bề dày bản đế	$\delta \geq \sqrt{\frac{6M}{R}}$ <p>M — được chọn giá trị lớn nhất trong các mômen trên  <math>\delta</math> — thường lấy từ 16 ~ 40 mm</p>
Dầm đế	 $\sigma = \frac{6M}{\delta_1 \cdot d_1^2} \leq R.$ $\tau = \frac{Q}{\delta_1 \cdot d_1} \leq R_c.$
Đường hàn	Tính theo lực do áp lực p tác dụng trên diện tích tương ứng.

#### § 41. Các ví dụ.

**Ví dụ 4.1.** Chọn tiết diện cột đặc. Chiều dài cột 8m, hai đầu liên kết khớp. Cột chịu tải trọng thường xuyên 400 KN và hoạt tải 1300 KN. Các hệ số vượt tải tương ứng là 1,1 và 1,2. Thép CT3.

Xác định nội lực tính toán :

$$N = 1,1 \cdot 400 + 1,2 \cdot 1300 = 2000 \text{ KN.}$$

Chiều dài tính toán cột :

$$l_0 = l_x = l_y = 8\text{m.}$$

Tiết diện cột bố trí theo dạng chữ I.

Giả thiết  $\lambda = 100$ , theo bảng § 38.1 tra hệ số  $\varphi = 0,582$  ; tính được :

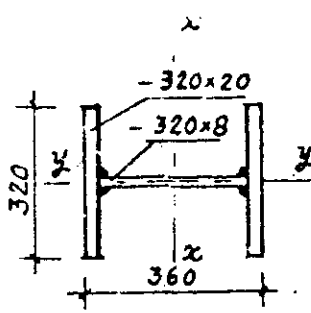
$$F_{yc} = \frac{2000}{0,582 \cdot 21} = 164 \text{ cm}^2 ;$$

$$r_{y,yc} = r_{x,yc} = \frac{800}{100} = 8 \text{ cm ;}$$

$$h_{yc} = \frac{8}{0,43} = 18,6 \text{ cm.}$$

$$b_{yc} = \frac{8}{0,24} = 36,4 \text{ cm.}$$

Định kích thước các bản : cánh — 320 × 20 mm  
 bụng — 320 × 8 mm



Hình 4.1

Kiểm tra tiết diện đã chọn (h. 4.1)

$$F = 2 \cdot 2 \cdot 32 + 32 \cdot 0,8 = 153,6 \text{ cm}^2.$$

$$J_x = 2 \cdot 64(16 + 1)^2 + \frac{1}{12}(0,8 \cdot 32^3) = 39\,000 \text{ cm}^4$$

$$J_y = 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 2 \cdot 32^3 = 10900 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{10900}{153,6}} = 8,4 \text{ cm.}$$

$$\lambda_{\max} = \lambda_y = \frac{800}{8,4} = 95; \quad \varphi_{\min} = 0,626.$$

Kiểm tra ổn định tổng thể :

$$\sigma = \frac{2000}{0,626 \cdot 153,6} = 20,8 < 21 \text{ KN/cm}^2$$

Kiểm tra ổn định cục bộ (xem § 38.2).

$$\frac{h_0}{\delta_c} = \frac{16}{2} = 8 < 20$$

$$\frac{h_0}{\delta_b} = \frac{32}{0,8} = 40 \left\{ \begin{array}{l} < 40 + 0,495 = 78. \\ < 75. \\ < 320/\sqrt{2I} = 70. \end{array} \right.$$

Vậy tiết diện đã chọn thỏa mãn điều kiện ổn định tổng thể và cục bộ.

**Ví dụ 4.2.** Chọn tiết diện cột rỗng chịu nén trung tâm lực tính toán  $N = 1220 \text{ KN}$ . Chiều dài tính toán  $l_x = l_y = 6,2 \text{ m}$ . Thép CT3. Que hàn E42. Cột gồm hai nhánh tính hai phương án bưng rỗng : thanh và bản giằng.

1) Tính cột bản giằng (h. 4.2).

Chọn tiết diện nhánh  $F$ . Tính đối với trục thực  $x$ . Giả thiết  $\lambda_x = 60$ . Tương ứng có  $\varphi = 0,82$ . Tính được :

$$F_{yc} = \frac{1220}{0,82 \cdot 21} = 71 \text{ cm}^2.$$

$$r_{yc} = \frac{620}{60} = 10,3 \text{ cm.}$$

Chọn hai nhánh  $\text{U } N = 27$ . Có  $F = 2 \cdot 35,2 = 70,4 \text{ cm}^2$ ;  $r_x = 10,9 \text{ cm}$ ;  $J_1 = 262 \text{ cm}^4$ ;  $r_1 = 2,73 \text{ cm}$ .

Kiểm tra tiết diện đã chọn theo điều kiện ổn định đối với trục thực  $x$ .

$$\lambda_x = \frac{620}{10,9} = 57. \text{ Tương ứng có } \varphi = 0,834.$$

$$\sigma = \frac{1220}{0,834 \cdot 70,4} = 20,8 < 21 \text{ KN/cm}^2.$$

Vây tiết diện đã chọn đạt yêu cầu.

Bổ trí khoảng cách các nhánh. Tính đối với trục ảo y.

Giả thiết  $\lambda_{td} = \lambda_x = 57$ . Cho trước  $\lambda_1 = 30$ .

Có :

$$\lambda_{y,yc} = \sqrt{57^2 - 30^2} = 48,5$$

$$r_{y,yc} = \frac{620}{48,5} = 12,8 \text{ cm}$$

$$h_{yc} = \frac{12,8}{0,41} = 29,1 \text{ cm}$$

chọn  $b = 30 \text{ cm}$ .

Tính các giá trị :

$$l_1 = 30 \cdot 2,73 = 82 \text{ cm. Chọn } l_1 = 80 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{80}{2,73} = 29,3;$$

$$J_y = 2(262 + 35,2 \cdot 12,53^2) = 11680 \text{ cm}^4;$$

$$r_y = \sqrt{\frac{11680}{70,4}} = 12,9;$$

$$\lambda_y = \frac{620}{12,9} = 48$$

$$\lambda_{td} = \sqrt{48^2 + 29,3^2} = 56,2 < \lambda_x = 57$$

Vây kết quả chọn b đạt yêu cầu về ổn định của cột đối với trục y.

Tính bản giằng.

Lực cắt tác dụng lên một mặt rộng.

$$Q_1 = \frac{0,2 \cdot 70,4}{2} = 7,04 \text{ KN}$$

Nội lực bản giằng có :

$$T = \frac{7,04 \cdot 100}{25,06} = 28,1 \text{ KN}$$

$$M = \frac{7,04 \cdot 100}{2} = 352 \text{ KNm}$$

Tiết diện bản giằng lấy  $200 \times 6 \text{ mm}$ . Kiểm tra bền của bản giằng :

$$\sigma = \frac{352 \cdot 6}{0,6 \cdot 20^2} = 8,8 < 21 \text{ KN/cm}^2.$$

Kiểm tra đường hàn liên kết bản giằng với nhánh cột ( $h_h = 6\text{mm}$  và  $l_h = 200\text{mm}$ ).

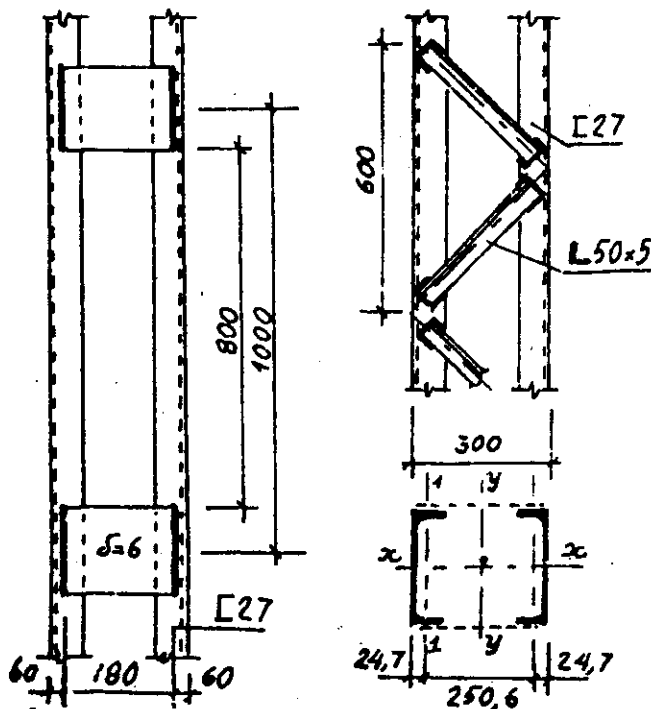
$$\tau_h = \sqrt{\left(\frac{352,6}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 19^2}\right)^2 + \left(\frac{28,1}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 19}\right)^2} = 14 < 15\text{KN/cm}^2$$

2) *Tính cột thanh giằng.* (h.4.2). Tiết diện cột ( $F$  và  $b$ ) lấy theo số liệu đã xác định đối với cột bản giằng ở trên.

Thanh giằng làm bằng một thép góc  $L50 \times 5$  (có  $F_g = 4,8\text{cm}^2$ ;  $r_{\min} = 0,98\text{cm}$ ) và bố trí theo hệ tam giác với góc  $\alpha = 45^\circ$ . Chiều dài thanh giằng là  $d_g = \frac{30}{\sin \alpha} = \frac{30}{0,707} = 42,5\text{cm}$ . Độ mảnh của thanh:  $\lambda_{\max} = \frac{42,5}{0,98} = 43$ ; tương ứng có  $\varphi = 0,894$ .

Nội lực thanh giằng có:  $N_g = \frac{7,04}{\sin \alpha} = 9,95\text{KN}$ .

Kiểm tra ứng suất thanh giằng theo điều kiện ổn định



Hình 4.2

$$\sigma = \frac{N_g}{\varphi F_g} \leq mR$$

$$\sigma = \frac{9,35}{0,894 \cdot 4,8} = 2,3 \leq 0,75 \cdot 21 = 15,7\text{KN/cm}^2.$$

Tính đường hàn liên kết thanh giằng với nhánh cột (lấy  $h_h = 6\text{mm}$ ):

$$l_h = \frac{N_g}{m \cdot R_g^h \cdot 0,7h_h} = \frac{9,95}{0,75 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 0,6} = 3\text{cm}.$$

Bố trí  $l_h = 50$  (phía đầu) +  $60$  (phía sống) +  $30$  (phía mép) =  $140\text{mm}$ .

Kiểm tra ổn định toàn cột đối với trục ảo:

$$\lambda_{td} = \sqrt{48^2 + 27 \cdot \frac{70,4}{2,4,8}} = 50 < 57.$$

Kiểm tra ổn định nhánh cột:

$$\lambda_1 = \frac{60}{2,73} = 22 < (30 \sim 40).$$

**Ví dụ 4.3.** Tính và cấu tạo chân cột hàn (h. 4.3). Thép CT3, que hàn E42, hàn tay. Móng bê tông mác 100,  $R_{b,t,a} = 41 \text{ daN/m}^2$ . Lực nén tính toán  $N = 2000 \text{ KN}$ .

Diện tích yêu cầu của bản đế (giả thiết  $\phi = 1,3$ ):

$$F_{yc} = \frac{2000}{1,3 \cdot 0,44} = 3500 \text{ cm}^2.$$

Định  $F = B \cdot L = 49,72 = 3520 \text{ cm}^2$ .

Diện tích mặt móng  $F_m = 80 \times 100 \text{ cm}^2$ .

Tính  $\phi = \sqrt[3]{\frac{80 \cdot 100}{49,72}} = 1,315 < 2$ .

Phản áp lực  $p = \frac{2000}{3520} = 0,568 < 1,315 \cdot 0,44 = 0,58 \text{ KN/cm}^2$

Tính momen trong bản đế (có 3 loại ô bản).

Bản công xôn:

$$M = \frac{1}{2} p \cdot 7,5^2 = 28,5p$$

Bản tựa trên 4 cạnh:

$$\frac{n}{b} = \frac{36}{15,5} > 2; \alpha = 0,125$$

$$M = 0,125p \cdot 15,5^2 = 30p.$$

Bản tựa trên 3 cạnh:

$$\frac{b_1}{a_1} = \frac{18}{15,5} = 1,16; \alpha_1 \approx 0,12$$

$$M = 0,12p \cdot 15,5^2 = 28,8p.$$

Mômen lớn nhất trong các ô:

$$M = 30p = 30 \cdot 0,568 = 17 \text{ KNcm/cm}.$$

Tính bề dày bản đế:

$$\delta = \sqrt{\frac{6,17}{21}} = 2,2. \text{ Lấy } 22 \text{ mm}$$

Để tính các chi tiết còn lại, cho trước bề dày của dầm đế và sườn đế là 10mm, tất cả các đường hàn liên kết trong chân cột có chiều cao là 10mm.

Tính chiều dài đường hàn  $l_1$  liên kết giữa dầm đế 1 và cột. Hai đường hàn này chịu lực  $N_1$  (tính theo áp lực trên diện tích  $\Omega_1$ ).

$$N_1 = p \cdot \Omega_1 \approx p d_1 L = 0,568 \left( 7,5 + 1 + \frac{15,5}{2} \right) 72 = 665 \text{ KN}.$$

$$l_1 = \frac{N_1}{2 \cdot 0,7 \cdot h_b \cdot R_b^h} = \frac{665}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,15} = 31,5. \text{ Lấy } l_1 = 320 \text{ mm}.$$

Tính tiết diện dầm để. Lấy  $l_1$  đã xác định ở trên làm chiều cao tiết diện dầm để. Vậy tiết diện dầm để là  $320 \times 10\text{mm}$ . Lực tác dụng lên dầm để, thiên về an toàn, có giá trị:

$$p_1 = p d_1 = 0,568 \cdot 16,25 = 9,23\text{KN/cm}.$$

Momen và lực cắt lớn nhất trên dầm:

$$M = p_1 c_1^2 \frac{1}{2} = 9,23 \cdot 18^2 \cdot \frac{1}{2} = 1500\text{KNcm}$$

$$Q = p_1 c_1 = 9,23 \cdot 18 = 166\text{KN}.$$

Kiểm tra dầm để theo điều kiện bền:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{6 \cdot 1500}{1 \cdot 32^2} = 8,8 < R = 21\text{KN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{Q}{F_1} = \frac{166}{1 \cdot 32} = 5,2 < R_c = 13\text{KN/cm}^2$$

Đường hàn liên kết giữa dầm và bản đế có  $h_u = 10\text{mm}$  và  $l_h = 720 + 2 \cdot 180\text{mm}$  chịu lực  $N_1$ . Kiểm tra ứng suất trên đường hàn:

$$\tau = \frac{N_1}{F_h} = \frac{665}{0,7 \cdot 1[(72 - 1) + 2(18 - 0,5)]} = 9 < R_g^h = 15\text{KN/cm}^2.$$

Tính sườn đế 2. Tính như dầm công xôn, chịu lực  $p$  trên diện tích  $\Omega_2$ . Các giá trị lớn nhất của  $M$  và  $Q$ :

$$M = p d_2 c_1^2 \cdot \frac{1}{2} = 0,568(15,5 + 1)18^2 \cdot \frac{1}{2} = 1520\text{KNcm}$$

$$Q = p d_2 c_1 = 0,568 \cdot 16,5 \cdot 18 = 169\text{KN}$$

Kiểm tra ứng suất sườn (tiết diện  $320 \times 10\text{mm}$ ):

$$\sigma = \frac{M}{W_2} = \frac{6 \cdot 1520}{1 \cdot 32^2} = 8,9 < R$$

$$\tau = \frac{Q}{F_2} = \frac{169}{1 \cdot 32} = 5,3 < R_c.$$

Tính đường hàn liên kết giữa sườn đế và cột. Có 2 đường hàn. Kiểm tra ứng suất theo công thức:

$$\tau_M = \frac{M}{W_h} = \frac{6 \cdot 1520}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 31,5^2} = 6,6\text{KN/cm}^2$$

$$\tau_Q = \frac{Q}{F_h} = \frac{169}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 31,5} = 3,83$$

$$\tau = \sqrt{\tau_M^2 + \tau_Q^2} = \sqrt{6,6^2 + 3,83^2} = 7,63 < R_g^h = 15\text{KN/cm}^2$$



Tính đường hàn liên kết giữa sườn và bản đế :

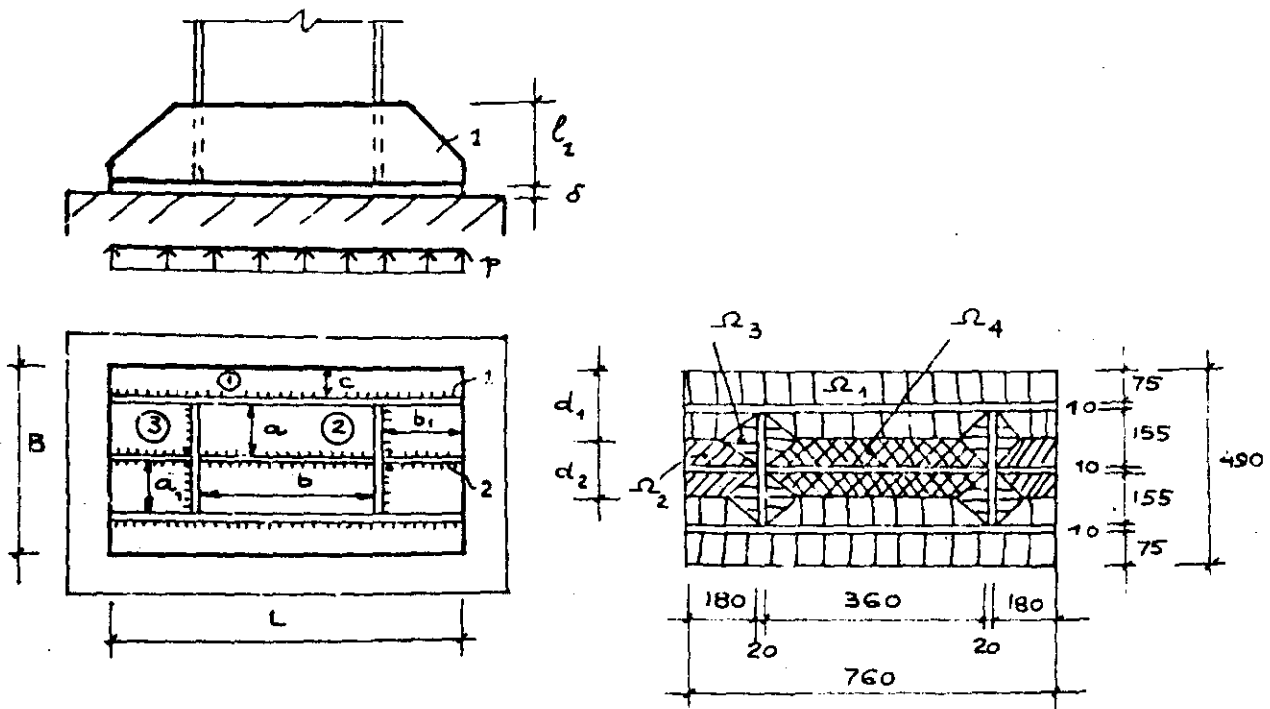
$$\tau = \frac{pd_1 c_1}{F_h} = \frac{169}{2 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot (18 - 0,5)} = 6,9 < \dots$$

Đường hàn liên kết giữa cạnh cột và bản đế chịu lực p trên diện tích ứng suất

$$\tau = \frac{0,568(15,5 + 2)}{1 \cdot 0,7} = 14,2 < R_s^h$$

Đường hàn liên kết giữa bụng cột và bản đế chịu lực p trên diện tích  $\Omega_4$ , có ứng suất :

$$\tau = \frac{0,568(15,5 + 1)}{2 \cdot 0,7} = 6,7 < R_s^h.$$



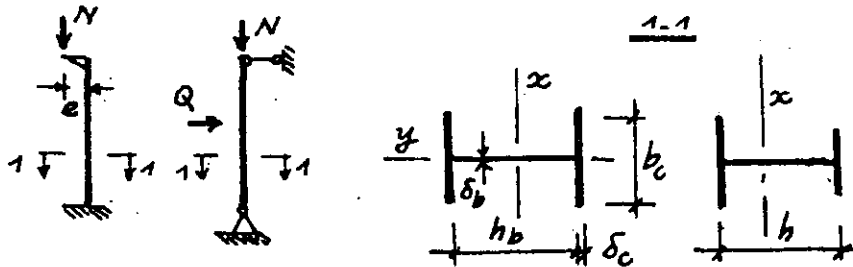
Hình 4.3

## B. CỘT NÉN LỆCH TÂM

### § 42. Công thức tính và yêu cầu cấu tạo tiết diện cột đặc.

#### 1. Tiết diện cột

Cột chịu lực nén  $N$  và mômen  $M_x$  (do uốn hoặc do nén lệch tâm)



#### 2. Ôn định trong mặt phẳng uốn.

Công thức tính.

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

$\varphi_{it}$  — hệ số nén lệch tâm phụ thuộc  $\bar{\lambda}_x$  và  $m_1$ , xem bảng 4.1

$\bar{\lambda}_x$  — độ mảnh qui ước

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_x &= \lambda_x \cdot \sqrt{R/E} \\ &= \lambda_x \sqrt{21/2,1 \cdot 10^4} = \lambda_x \cdot 0,03162. \end{aligned} \quad (\text{thép CT3})$$

$\lambda_x$  — độ mảnh, xem công thức cột đặc nén đúng tâm.

$m_1$  — độ lệch tâm tương đương.

$$m_1 = \eta m = \eta e_x \frac{F}{W_x} = \eta \cdot \frac{M}{N} \frac{F}{W_x}$$

$\eta$  — hệ số ảnh hưởng của hình dạng tiết diện, lấy theo bảng 4.3

$$m = \frac{e_x}{\rho_x} = \frac{e_x \cdot F}{W_x} \text{ — độ lệch tâm tương đối.}$$

$$e_x = \frac{M_x}{N} \text{ — độ lệch tâm}$$

$F$  — tiết diện nguyên của thanh

$W_x$  — mômen chống uốn (lấy đối với phía nén nhiều)

$M_x$  được lấy như sau :

a) đối với thanh có 2 đầu khớp phụ thuộc  $m$  và  $\bar{\lambda}_x$

m	Giá trị $M_x$ khi	
	$\bar{\lambda} < 4$	$\bar{\lambda} > 4$
$m \leq 3$	$M_x = M_2 = M_{max} - \frac{\bar{\lambda}}{4} \times (M_{max} - M_1)$	$M_x = M_1$
$3 < m \leq 20$	$M_x = M_2 + \frac{m-3}{17} \times (M_{max} - M_2)$	$M_x = M_1 + \frac{m-3}{17} \times (M_{max} - M_1)$

$M_{max}$  — momen lớn nhất trong thanh

$M_1$  — momen lớn nhất trong phạm vi đoạn  $\frac{1}{3}$  giữa của chiều dài thanh.

$M_2$  — momen tính toán khi  $m \leq 3$  và  $\bar{\lambda} < 4$ . Trong mọi trường hợp phải lấy  $M_x$  không nhỏ hơn  $0,5M_{max}$

b) đối với đoạn thanh tiết diện không đổi trong hệ khung và thanh công xôn — lấy momen lớn nhất.

3. Ổn định ngoài mặt phẳng uốn.

Công thức tính

$$\sigma = \frac{N}{c\varphi_y F} \leq R$$

$\varphi_y$  — hệ số uốn dọc tính theo  $\lambda_y$ ,

c — hệ số ảnh hưởng của  $M_x$  đối với khả năng ổn định ngoài mặt phẳng uốn.

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

$$m_x = \frac{e_x}{\rho_x}; e_x = \frac{M_x}{N}$$

$\alpha, \beta$  — hệ số, xem bảng 4.2

$M_x$  được lấy như sau :

a) Khi đầu thanh không dịch chuyển theo phương y, lấy

$$M_x = M_1 \text{ và } M_x \leq 0,5M_{max}$$

b) thanh công xôn

$$M_x = M_{max}$$

4. Điều kiện ổn định của bản cánh và bản bụng

Bản cánh: lấy như bản cánh của cột nén đúng tâm  
( $h_b/\delta_c$ )

Bản bụng: phụ thuộc các tương quan ứng suất phân bố trên tiết diện  
( $h_b/\delta_b$ )

$$\alpha = \frac{\sigma - \sigma'}{\sigma} \text{ và } \frac{\tau}{\sigma}$$

$\sigma$  — ứng suất nén lớn nhất ở biên bụng

$\sigma'$  — ứng suất ở biên phía kia.

$$\tau = \frac{Q}{h_b \delta_b} \text{ — ứng suất cắt trung bình}$$

- Khi  $\alpha \leq 0,5$  — lấy như đối với cột nén đúng tâm

$$\frac{h_b}{\delta_b} = 40 \sqrt{\frac{21}{R}} + 0,4\lambda, \text{ và } \frac{h_b}{\delta_b} \not\geq 75$$

- Khi  $\alpha \geq 1$  — tỷ số lớn nhất lấy bằng:

$$\frac{h_b}{\delta_b} = 100 \sqrt{\frac{2K_3}{\sigma[2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2}]}}$$

$$\beta = 0,07K_3 \cdot \frac{\tau}{\sigma}$$

$K_3$  phụ thuộc  $\alpha$ :

$\alpha$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$K_3$	2,22	2,67	3,26	4,2	5,25	6,3

- Khi  $0,5 < \alpha < 1$  — tỷ số lớn nhất lấy theo tỷ lệ đường thẳng.

Diện tích tính toán bản bụng và yêu cầu đặt sườn ngang được xác định như đối với cột nén đúng tâm.

5. Chọn tiết diện cột. Thường dùng một số giá trị gần đúng sau:

$$F_{yc} = \frac{N}{R} \left( 1,25 + 2,2 \frac{e_x}{h} \right)$$

Công thức trên xuất phát từ:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_x F} + \frac{M_x}{W_x} \leq R \text{ với } \varphi_x = 0,8 \text{ và } \rho_x = 0,45h.$$

$$h = \left( \frac{1}{10} \sim \frac{1}{15} \right) \text{ chiều cao cột}$$

$$b_c = \left( \frac{1}{20} \sim \frac{1}{30} \right) h$$

$$\frac{b_c}{\delta_c} \approx 30; \quad \frac{h_b}{\delta_b} = 60 \sim 120.$$

Hệ số  $\varphi_L \times 10^3$  của thanh đặc chịu nén lệch tâm

Bảng 4.1.

$m_1 \backslash \lambda$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10	11	12	13	14
0,1	967	925	875	813	742	667	587	505	418	354	302	258	223	194	152	122	100	083	069	062	052
0,25	922	854	804	742	672	597	522	447	382	326	280	244	213	186	146	117	097	079	067	061	049
0,5	350	778	716	653	587	520	455	394	342	295	256	223	196	173	138	112	093	077	064	054	049
0,75	782	711	647	587	526	465	408	356	310	273	240	210	185	163	133	107	091	076	063	053	048
1	722	653	593	536	480	425	375	330	288	253	221	198	176	157	128	103	090	075	062	052	048
1,25	689	600	548	495	442	395	350	309	272	239	212	190	170	152	121	100	085	073	060	051	047
1,5	620	563	507	457	410	365	325	289	257	225	200	178	160	145	117	098	081	071	059	051	047
1,75	577	520	476	425	383	342	303	270	242	215	192	172	155	141	115	096	080	069	059	050	046
2	538	484	439	397	357	320	287	256	229	205	184	166	149	136	113	093	079	068	058	050	045
2,5	469	427	388	353	317	287	258	232	208	188	170	153	140	127	106	088	075	063	055	049	044
3	417	382	347	315	287	260	233	212	192	175	158	145	132	121	100	085	072	062	051	048	043
3,5	370	341	312	286	262	238	216	197	178	162	148	137	125	115	095	082	070	061	053	048	043
4	337	307	283	260	238	217	198	181	165	150	138	128	117	108	091	079	069	060	052	047	042
4,5	330	293	262	240	220	202	183	168	155	143	132	120	112	102	087	075	065	057	051	045	041
5	280	259	240	222	204	187	172	168	148	136	124	115	106	098	083	072	062	055	050	044	040
5,5	260	240	223	206	190	175	162	149	137	128	117	109	101	094	081	069	060	053	049	043	040
6	230	225	207	193	178	166	153	140	130	120	112	104	097	091	078	068	059	052	048	042	039
6,5	222	209	195	182	168	156	145	135	125	117	108	100	094	087	076	065	058	051	047	041	039
7	210	196	182	170	158	147	137	127	118	111	104	096	089	083	074	064	057	050	045	041	038
8	183	175	163	153	144	135	125	118	110	103	095	089	083	078	068	061	055	048	044	039	037
9	164	157	148	138	130	123	115	108	101	095	089	084	080	074	065	058	052	046	042	038	036
10	150	142	134	125	118	112	108	098	093	088	084	079	074	070	062	055	049	044	040	037	036
12	125	122	114	107	101	096	091	087	082	077	073	069	066	063	056	051	045	041	038	035	033
14	110	105	099	094	089	086	082	078	073	070	067	064	061	058	052	046	041	036	034	033	032
17	090	088	084	079	075	072	068	065	062	060	057	055	052	050	045	042	038	034	032	030	028
20	072	068	067	065	063	060	058	056	054	052	050	048	045	043	039	036	034	032	029	027	026

77

Hệ số ảnh hưởng của tiết diện

Bảng 4.2.

Số đỡ tiết diện	Giá trị $\eta$			
	$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 \leq m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 20$	
	1,0	1,0	1,0	
	$0,8 + 0,04 \bar{\lambda}$	1,0	1,0	
	$(1,4 - 0,04m) - 0,04 \bar{\lambda}$	$1,2 - 0,04 \bar{\lambda}$	1,0	
	$(2 - 0,1m) - 0,08 \bar{\lambda}$	$1,5 - 0,08 \bar{\lambda}$	1,1	
	$\frac{F_1}{F_2} < 1$	$(2 - 0,8m) - 0,08 \bar{\lambda}$	$1,6 - 0,08 \bar{\lambda}$	1,2
	$\frac{F_1}{F_2} > 1$	$(2,2 - 0,06m) - 0,08 \bar{\lambda}$	$1,9 - 0,08 \bar{\lambda}$	1,5

Công thức tính  $c$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,

Bảng 4.3

Giá trị $c$	Giá trị $\alpha$ và $\beta$																																																																																																																																																		
	Số độ tiết diện	Tiết diện hở: chữ I và T		Tiết diện kín: đặc hoặc có thanh (hàn) giằng.																																																																																																																																															
$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}$	$m \leq 1$	0,7	$1 - 0,3 \frac{J_2}{J_1}$	0,6																																																																																																																																															
	$1 \leq m \leq 5$	$0,7 + 0,05(m - 1)$	$1 - [0,3 - 0,05 \times (m - 1)] \frac{J_2}{J_1}$	$0,6 + 0,05 \times (m - 1)$																																																																																																																																															
	$m > 5$	0,9	$1 - 0,1 \frac{J_2}{J_1}$	0,8																																																																																																																																															
	$\lambda_y \leq \lambda_c$	1	1	1																																																																																																																																															
	$\lambda_y > \lambda_c$	$\frac{0,58}{\varphi_y}$	$1 - \left(1 - \frac{0,58}{\varphi_y}\right) \times \left(2 \frac{J_2}{J_1} - 1\right)$ ; $\beta = 1$ khi $\frac{J_2}{J_1} < 0,5$	1																																																																																																																																															
Điều kiện $c$ khi $\lambda_y > \lambda_c$	$c \neq 1$ — Đối với thanh tiết diện kín																																																																																																																																																		
	$c \neq c_{max}$ — Đối với tiết diện hở.																																																																																																																																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"><math>\delta_1</math></th> <th colspan="13">Giá trị <math>c_{max}</math> khi <math>M/(Nh)</math></th> </tr> <tr> <th>bh</th> <th>0</th> <th>0,15</th> <th>0,3</th> <th>0,45</th> <th>0,6</th> <th>0,75</th> <th>0,9</th> <th>1,05</th> <th>1,2</th> <th>1,35</th> <th>1,5</th> <th>2,25</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>0,88</td> <td>0,69</td> <td>0,56</td> <td>0,46</td> <td>0,39</td> <td>0,34</td> <td>0,30</td> <td>0,27</td> <td>0,24</td> <td>0,22</td> <td>0,15</td> <td>0,12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>1</td> <td>0,89</td> <td>0,73</td> <td>0,59</td> <td>0,50</td> <td>0,42</td> <td>0,37</td> <td>0,32</td> <td>0,30</td> <td>0,27</td> <td>0,24</td> <td>0,17</td> <td>0,13</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,8</td> <td>1</td> <td>0,91</td> <td>0,77</td> <td>0,64</td> <td>0,54</td> <td>0,47</td> <td>0,41</td> <td>0,36</td> <td>0,33</td> <td>0,30</td> <td>0,27</td> <td>0,19</td> <td>0,15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>1</td> <td>0,93</td> <td>0,80</td> <td>0,67</td> <td>0,58</td> <td>0,50</td> <td>0,44</td> <td>0,39</td> <td>0,35</td> <td>0,32</td> <td>0,30</td> <td>0,21</td> <td>0,16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1,5</td> <td>1</td> <td>0,95</td> <td>0,85</td> <td>0,74</td> <td>0,66</td> <td>0,58</td> <td>0,52</td> <td>0,47</td> <td>0,43</td> <td>0,39</td> <td>0,37</td> <td>0,26</td> <td>0,20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>0,97</td> <td>0,90</td> <td>0,80</td> <td>0,73</td> <td>0,66</td> <td>0,60</td> <td>0,54</td> <td>0,50</td> <td>0,45</td> <td>0,42</td> <td>0,31</td> <td>0,24</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\geq 2,5</math></td> <td>1</td> <td>0,99</td> <td>0,92</td> <td>0,85</td> <td>0,78</td> <td>0,72</td> <td>0,66</td> <td>0,61</td> <td>0,56</td> <td>0,52</td> <td>0,49</td> <td>0,36</td> <td>0,28</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														$\delta_1$	Giá trị $c_{max}$ khi $M/(Nh)$													bh	0	0,15	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2	1,35	1,5	2,25	3	0,1	1	0,88	0,69	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,15	0,12		0,5	1	0,89	0,73	0,59	0,50	0,42	0,37	0,32	0,30	0,27	0,24	0,17	0,13		0,8	1	0,91	0,77	0,64	0,54	0,47	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,19	0,15		1,0	1	0,93	0,80	0,67	0,58	0,50	0,44	0,39	0,35	0,32	0,30	0,21	0,16		1,5	1	0,95	0,85	0,74	0,66	0,58	0,52	0,47	0,43	0,39	0,37	0,26	0,20		2	1	0,97	0,90	0,80	0,73	0,66	0,60	0,54	0,50	0,45	0,42	0,31	0,24		$\geq 2,5$	1	0,99	0,92	0,85	0,78	0,72	0,66	0,61	0,56	0,52	0,49	0,36	0,28	
$\delta_1$	Giá trị $c_{max}$ khi $M/(Nh)$																																																																																																																																																		
	bh	0	0,15	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2	1,35	1,5	2,25	3																																																																																																																																					
0,1	1	0,88	0,69	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,15	0,12																																																																																																																																						
0,5	1	0,89	0,73	0,59	0,50	0,42	0,37	0,32	0,30	0,27	0,24	0,17	0,13																																																																																																																																						
0,8	1	0,91	0,77	0,64	0,54	0,47	0,41	0,36	0,33	0,30	0,27	0,19	0,15																																																																																																																																						
1,0	1	0,93	0,80	0,67	0,58	0,50	0,44	0,39	0,35	0,32	0,30	0,21	0,16																																																																																																																																						
1,5	1	0,95	0,85	0,74	0,66	0,58	0,52	0,47	0,43	0,39	0,37	0,26	0,20																																																																																																																																						
2	1	0,97	0,90	0,80	0,73	0,66	0,60	0,54	0,50	0,45	0,42	0,31	0,24																																																																																																																																						
$\geq 2,5$	1	0,99	0,92	0,85	0,78	0,72	0,66	0,61	0,56	0,52	0,49	0,36	0,28																																																																																																																																						
<p>Chú thích: ♦ <math>J_1</math> và <math>J_2</math> — mômen quán tính của cánh lớn và nhỏ đối với trục <math>y</math></p> <p>♦ <math>\lambda_c = 100</math> (đối với thép CT3)</p> <p>♦ Sử dụng các hệ số, qui định đối với thanh tiết diện kín chỉ cho phép khi số vách cứng trung gian trên chiều dài thanh không ít hơn 2. Trong trường hợp ngược lại phải dùng các hệ số qui định đối với các thanh tiết diện hở chữ I.</p> <p>♦ <math>h</math> — chiều cao tiết diện.</p> <p><math>b, \delta_1</math> — bề rộng và bề dày của cánh chịu nén nhiều nhất.</p> <p><math>l</math> — chiều dài tính toán của thanh trong mặt phẳng thẳng góc với mặt phẳng tác dụng của mômen.</p>																																																																																																																																																			

§ 43. Công thức tính và cấu tạo tiết diện cột rỗng.

<p>1. Hình dạng tiết diện.</p>	
<p>2. Tính từng nhánh.</p> <p>Xác định <math>N_1</math> và <math>N_2</math> — lực tác dụng lên từng nhánh do <math>N</math> và <math>M</math> gây ra.</p> $N_1 = \frac{M_x}{h_0} + N \frac{y_2}{h_0}$ $N_2 = \frac{M_x}{h_0} + N \frac{y_1}{h_0}$	
<p>Tính ổn định và chọn tiết diện từng nhánh tiến hành như thanh chịu nén đúng tâm. Chiều dài tính toán nhánh gồm có:          đối với trục 1,2 — lấy bằng <math>l_{1,2}</math>          đối với trục <math>y</math> — lấy bằng <math>l_y</math> của toàn cột</p>	
<p>3. Tính đa định toàn cột.</p> <p>Công thức tính</p> $\sigma = \frac{N}{\varphi_{lt} F} \leq R.$	
<p><math>\varphi_{lt}</math> — hệ số nén lệch tâm phụ thuộc <math>\bar{\lambda}_{td}</math> và <math>m</math>, xem bảng 4.4  <math>\bar{\lambda}_{td}</math> — độ mảnh tương đương quy ước.</p> $\bar{\lambda}_{td} = \lambda_{td} \cdot \sqrt{\frac{R}{E}}$ <p><math>\lambda_{td}</math> — độ mảnh tương đương, xác định như đối với cột rỗng chịu nén đúng tâm.</p>	
<p><math>m</math> — độ lệch tâm tương đối.</p> $m = \frac{e_x F}{W_x} = \frac{M_x}{N} \frac{F}{J_x} y_1$ <p><math>J = F_1 y_1^2 + F_2 y_2^2</math>; <math>F = F_1 + F_2</math>  <math>F_1</math>; <math>F_2</math> — diện tích tiết diện nhánh.  <math>M_x</math> — xác định như đối với cột tiết diện đặc.</p>	
<p>4. Tính thanh và bản giằng tính như đối với trường hợp của cột nén đúng tâm.</p> <p>Ví dụ về tính cột nén lệch tâm xem mục § 43, § 70.2 (ví dụ tính cột đặc) và § 70.3 (cột rỗng)</p>	



Hệ số  $\psi_{lt} \times 10^3$  của thanh rỗng nén lệch tâm.

Bảng 4.4

$m \backslash \lambda_{td}$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10	11	12	13	14
0,1	908	872	830	774	708	637	562	484	415	350	300	255	221	192	148	117	097	082	068	060	050
0,25	800	767	727	673	608	545	480	422	365	315	273	237	208	184	142	114	094	078	066	059	049
0,5	666	640	600	556	507	455	402	357	315	277	245	216	190	167	136	110	091	077	064	054	048
0,75	571	553	517	479	439	399	355	317	281	250	223	198	178	160	130	107	090	076	063	053	047
1	500	483	454	423	391	356	320	288	258	230	203	183	165	150	125	102	087	073	061	052	046
1,25	444	431	407	381	354	324	291	264	237	212	192	174	157	141	118	098	084	071	060	051	046
1,5	400	378	367	346	322	296	270	246	223	201	182	165	149	135	113	094	088	068	058	050	045
1,75	364	351	336	318	297	275	251	228	207	188	172	156	142	130	108	090	076	066	057	049	044
2	333	328	311	293	274	255	235	215	196	178	163	149	137	125	105	087	075	064	056	049	043
2,5	286	280	271	255	238	222	206	191	176	161	147	135	124	114	097	082	070	060	054	048	043
3	250	243	240	228	215	201	187	173	160	149	137	126	117	108	091	079	067	058	052	047	042
3,5	222	218	211	202	192	182	170	160	149	138	128	119	109	101	085	075	064	056	050	046	042
4	200	197	190	183	175	165	155	145	136	127	118	109	102	095	082	072	062	054	049	045	041
4,5	182	180	178	170	162	153	143	133	124	117	110	103	097	091	079	069	060	053	048	044	041
5	167	165	163	156	148	138	130	124	116	108	102	097	092	087	077	067	058	052	047	044	040
5,5	154	151	149	143	136	130	123	118	110	104	098	093	088	083	073	064	056	050	045	042	039
6	143	142	137	132	127	121	115	110	105	100	095	090	085	079	070	062	054	048	043	041	039
6,5	133	131	128	125	120	116	110	105	100	095	091	085	080	076	067	059	052	046	042	040	038
7	125	121	119	117	113	110	106	100	096	092	087	083	077	074	065	056	050	044	040	038	037
8	111	109	108	106	103	100	096	093	089	086	081	077	072	068	060	053	047	043	039	037	036
9	100	098	096	095	093	091	088	084	079	076	074	070	066	063	055	050	045	041	038	036	035
10	091	090	088	086	083	081	078	076	073	071	068	065	061	058	052	048	043	041	037	035	034
12	077	077	077	076	074	071	069	067	065	062	059	056	054	051	048	045	041	038	034	032	031
14	067	066	065	064	062	061	059	057	055	054	052	051	050	047	044	042	038	035	032	030	029
17	056	055	053	052	051	051	050	049	048	047	046	045	044	043	041	039	036	032	030	028	027
20	048	046	044	045	044	043	042	041	040	039	039	038	037	036	035	035	033	030	028	026	025

§ 44. Ví dụ 4.4 :

Chọn tiết diện của thanh nén lệch tâm chịu  $N = 1000\text{KN}$ ,  $M_x = 200\text{KNm}$ , chiều dài tính toán  $l_{ox} = 18\text{m}$  và  $l_{oy} = 4,5\text{m}$ . Vật liệu thép CT3. Tiết diện chữ I.

Giả thiết  $\varphi_{lt} = 0,5$ , có diện tích yêu cầu của tiết diện là :

$$F_{yc} = \frac{N}{\varphi_{lt} R} = \frac{100000}{0,5 \cdot 2100} \approx 100\text{cm}^2.$$

Chọn tiết diện bản bụng là  $600 \times 8$ , còn các bản cánh được chọn là  $250 \times 8$  và  $320 \times 10$  như hình 4.4

Tính các thông số hình học :

$$F = 20 + 48 + 32 = 100\text{cm}^2$$

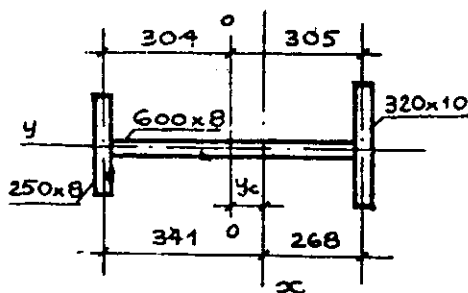
$$e_x = \frac{M_x}{N} = \frac{200000}{100000} = 20\text{cm}$$

$$y_c = \frac{32 \cdot 30,5 - 20 \cdot 30,4}{100} = 3,7\text{cm}$$

$$J_x = \frac{0,8 \cdot 60^3}{12} + 48 \cdot 3,7^2 + 32 \cdot 26,8^2 + 20 \cdot 34,1^2 \\ = 61400\text{cm}^4$$

$$W_x = \frac{61400}{27,3} = 2250\text{cm}^3;$$

$$m = \frac{e}{\rho} = 20 \cdot \frac{100}{2250} = 0,888$$



Hình 4.4

Kiểm tra ổn định tổng thể trong mặt phẳng mômen tác dụng :

$$r_x = \sqrt{\frac{61400}{100}} = 24,8\text{cm}$$

$$\lambda_x = \frac{1800}{24,8} = 73;$$

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{1}{1000}} = 2,307$$

$$\eta = (1,4 - 0,04m) - 0,01\bar{\lambda} = 1,4 - 0,04 \cdot 0,888 - 0,04 \cdot 2,307 = 1,272$$

$$m_1 = \eta m = 1,272 \cdot 0,888 = 1,129$$

$$\varphi_{lt} = 0,48$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{lt} \cdot F} = \frac{1000}{0,48 \cdot 100} = 20,80\text{KN/cm}^2 < 21,00\text{KN/cm}^2$$

Kiểm tra ổn định tổng thể ngoài mặt phẳng mômen tác dụng :

$$J_y \approx \frac{1 \cdot 32^3}{12} + \frac{0,8 \cdot 25^3}{12} = 3780 \text{cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{3780}{100}} = 6,15 \text{cm}$$

$$\lambda_y = \frac{450}{6,15} = 73, \quad \varphi_y = 0,762$$

$$m_x = e_x \frac{F}{W_x} = 20 \frac{100}{2250} = 0,89$$

$$\beta = 1, \quad \alpha = 0,7$$

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x} = \frac{1}{1 + 0,7 \cdot 0,89} = 0,62$$

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_y F} = \frac{1000}{0,62 \cdot 0,72 \cdot 100} = 2040 \text{Kg/cm}^2 < 2100 \text{Kg/cm}^2$$

Kiểm tra ổn định cục bộ :

$$\text{cánh dài có } \frac{b}{\delta} = \frac{0,5 \cdot 320}{10} = 16 < \left[ \frac{b}{\delta} \right] = 18,0$$

$$\text{cánh ngắn có } \frac{b}{\delta} = \frac{0,5 \cdot 250}{8} = 15,6 < 18,0$$

$$\text{Bản bụng có } \frac{h_s}{\delta} = \frac{600}{8} = 75 \text{ và có tỷ số giới hạn là : } \left[ \frac{h_b}{\delta_b} \right] \text{ được tính như sau}$$

Mômen kháng tại mép ngoài cùng của bản bụng và các ứng suất tại đó :

$$W_{ix} = \frac{61400}{35,7} = 1820 \text{cm}^3$$

$$W_{sx} = \frac{61400}{26,3} = 2330 \text{cm}^3$$

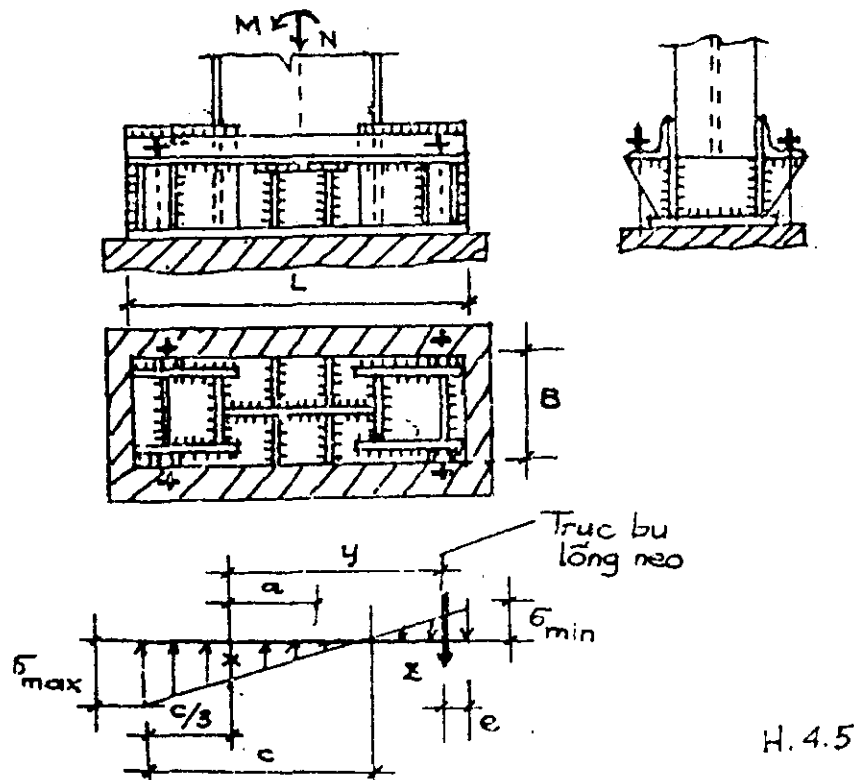
$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W_{ix}} = \frac{1000}{100} + \frac{20000}{2330} = 18,60 \text{KN/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{N}{F} - \frac{M}{W_{ix}} = 1000 - \frac{2000000}{1820} = 10,0 \text{KN/cm}^2$$

$$\text{vậy có } \alpha = \frac{\sigma - \sigma'}{\sigma} = \frac{1860 + 100}{1860} = 1,05 > 1 \text{ và } \frac{\tau}{\sigma} = 0$$

$$\text{Từ đó, có : } \left[ \frac{h_b}{\delta_b} \right] = 100 \sqrt{\frac{K_s}{\sigma}} = 100 \sqrt{\frac{2,33}{1,86}} = 112 > 75$$

§ 45. Tính chân cột dẹt.



H. 4.5

Nội dung	Công thức tính
<p>Bản đế B × L</p>	<p>Áp lực trên mặt móng.</p> $\sigma_{\max} = \frac{N}{BL} + \frac{6M}{BL^2} \leq R_{bt}$ $\sigma_{\min} = \frac{N}{BL} - \frac{6M}{BL^2}$ <p><math>R_{bt}</math> — xác định theo § 40</p>
	<p>Cấu tạo B.</p> <p>Tính <math display="block">L = \frac{N}{2BR_{bt}} + \sqrt{\left(\frac{N}{2BR_{bt}}\right)^2 + \frac{6M}{BR_{bt}}}</math></p>
<p>Các chi tiết</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Tính bề dày bản đế, dầm đế, sườn đế, đường hàn như đối với chân cột nén đúng tâm</li> <li>— Bản đế chia nhiều ô bản, mỗi ô bản lấy áp lực phân bố đều bằng áp lực max trong ô.</li> <li>— Dầm, sườn và đường hàn tính theo phạm vi áp lực tương ứng.</li> </ul>

1	2
<p>Bulông neo</p>	<p>— Yàng ứng suất min (kéo) là do bulông neo chịu</p> <p>— Phương trình cân bằng</p> $M - Na - zy = 0$ <p>— Lực neo</p> $z = \frac{M - Na}{y}$ <p>— Tiết diện yêu cầu 1 bulông neo</p> $F_{yc} = \frac{z}{nR_k^n} = \frac{M - Na}{nyR_k^n}$ <p>Trong đó :</p> <p><math>R_k^n</math> — cường độ tính toán của neo, định bulông CT3 có</p> $R_k^n = 14\text{KN/cm}^2.$ <p><math>n</math> — số bulông ở 1 phía</p> $a = \frac{L}{2} - \frac{c}{3}; c = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}} L;$ $y = L - \frac{c}{3} - e; e = 75 \sim 100\text{mm}$ <p>Chú ý: Cần chọn cặp lực bất lợi nhất khi tính bulông neo :</p> <p><math>M_{\max}</math>, <math>N_{\text{tứ}}</math> và <math>N_{\min}</math>, <math>b</math> cứ</p>

#### § 46. Tính chân cột rộng.

— Mỗi chân cột A và B tính như chân cột nén đúng tâm.

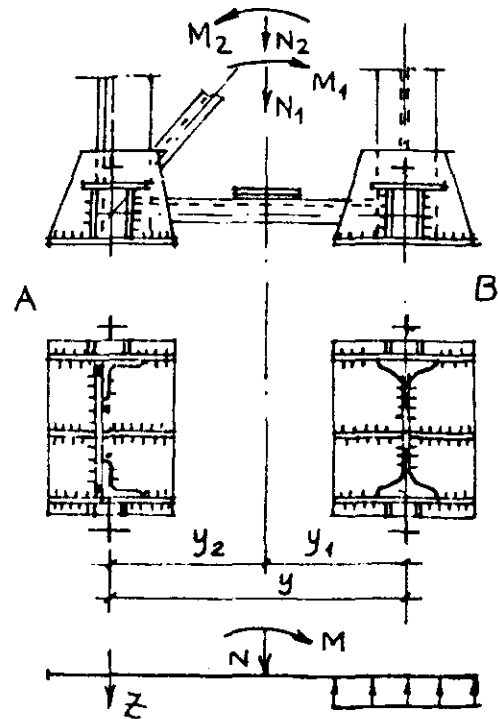
— Lực nén đúng tâm lên mỗi chân cột là

$$N_A = \frac{N_2}{y} y_1 + \frac{M_2}{y}$$

$$N_B = \frac{N_1}{y} y_2 + \frac{M_1}{y}$$

— Bulông neo tính theo lực  $z$

$$z = \frac{M - Ny_1}{y}$$



H. 4.6

## Chương V

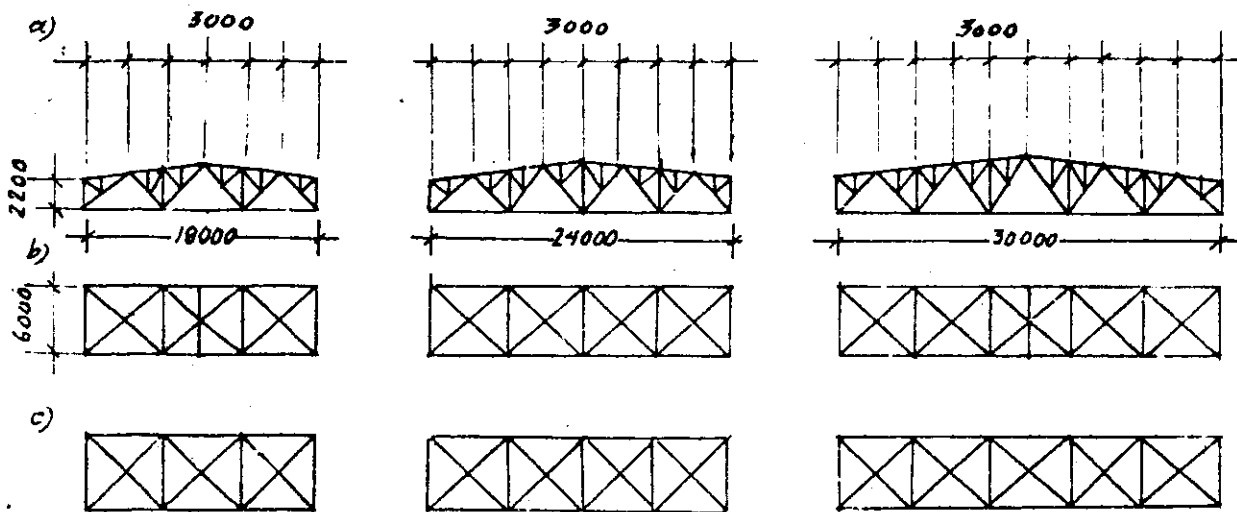
### DÀN

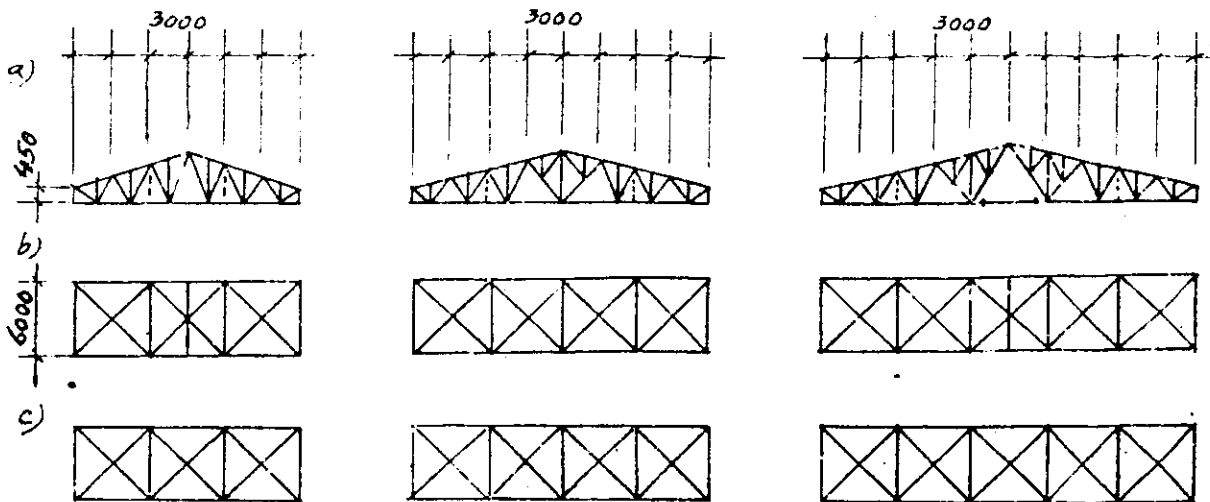
Dàn là kết cấu hệ thanh. Dàn nhẹ hơn dầm nhưng tốn nhiều công chế tạo hơn. Dàn dùng làm kết cấu xà gồ (khi nhịp lớn hơn 6m), dàn mái nhà, dàn cầu, dàn cửa van nhịp lớn, dàn cần trục, kết cấu tháp trụ cao. Thanh dàn làm bằng thép góc, thép ống và các loại hình khác. Phổ biến hơn hết là dùng thanh góc vì dễ liên kết. Dàn thép ống nhẹ hơn cả so với các loại hình khác, nhưng vì thép ống đắt tiền nên phạm vi sử dụng hạn chế hơn.

Dưới đây giới thiệu các sơ đồ và cách tính dàn mái nhà. Theo nguyên tắc này có thể áp dụng tính cho các loại kết cấu dàn khác.

#### § 47. Sơ đồ dàn.

Hình 5.1 giới thiệu các sơ đồ dàn thông dụng.





Hình 5.1. Sơ đồ dàn mái nhà.

- a) Dàn bình thang và tam giác (đầu cao);  
 b) Giằng cánh trên; c) Giằng cánh dưới.

#### § 48. Xác định tải trọng và nội lực dàn.

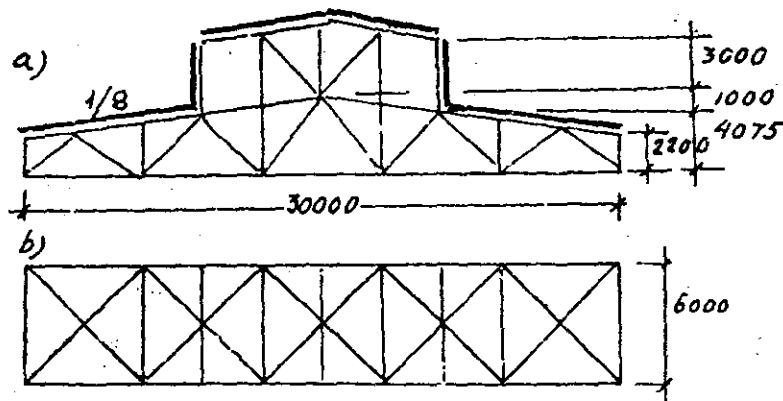
1. Tải trọng tác dụng lên dàn gồm có: trọng lượng bản thân của dàn, hệ giằng, cửa mái, tấm lợp, trần treo; tải trọng của cần trục treo; tải trọng thi công và tải trọng gió. . . Các tải trọng này được chuyển lên mắt dàn thành những lực tập trung qua các kết cấu xà gỗ, chân cửa mái, chân tấm lợp cứng. Tải trọng gió chỉ tính cho kết cấu có mặt nghiêng lớn hơn  $30^\circ$  so với mặt nằm ngang, đối với mái nhẹ cần phải kiểm tra kết cấu dàn ở trường hợp gió bắc.

2. Để xác định nội lực dàn giả thiết rằng các mắt dàn là khớp. Trục thanh dàn đồng quy tại một điểm ở mắt. Trong thanh dàn có lực dọc trục kéo hoặc nén và xác định bằng phương pháp giải tích hay giản đồ Crémôna. Trong thực tế các mắt dàn cấu tạo cứng nên thanh dàn còn có ứng suất phụ do mômen uốn; vì vậy giả thiết mắt khớp chỉ phù hợp khi  $h/l \leq 15$  ( $h, l$  — chiều cao tiết diện và chiều dài đoạn thanh dàn), ở điều kiện này ứng suất uốn có giá trị không đáng kể so với ứng suất dọc trục nên trong tính toán không xét đến. Ngoài ra ứng suất uốn do độ lệch trục thanh cánh (khi thay đổi tiết diện cánh) sẽ không tính đến nếu độ lệch trục không vượt quá 5% chiều cao tiết diện thanh dàn loại nhẹ và trung bình và 1,5% đối với thanh dàn nặng.

Nội lực tính toán dùng để chọn tiết diện thanh dàn là nội lực lớn nhất (kéo và nén) lấy từ bảng tổ hợp tải trọng.

Nếu tải trọng tác dụng ngoài mắt dàn thì cánh sẽ có mômen uốn cục bộ.

3. Ví dụ 5.1. Tính dàn mái có nhịp 30m, bước cột 6m, gối khớp lên cột (h.5.2).



Hình 5.2. Dàn theo ví dụ 5.1  
a) Sơ đồ dàn; b) Hệ giằng cánh trên

Tính tải trọng mái.

Loại tải trọng	Đơn vị	Tải trọng tiêu chuẩn	Hệ số vượt tải	T. Trọng tính toán
— Tấm panen 1,5 × 6m	kN/m <sup>2</sup> mái	1,5	1,1	1,65
— Lớp cách nhiệt dày 12cm bằng bê tông nhẹ $\gamma = 5\text{kN/m}^3$	"	0,6	1,2	0,72
— Lớp xi măng lót 1,5cm	"	0,27	1,2	0,32
— Lớp cách nước 2 giấy + 3 dầu	"	0,2	1,2	0,24
— Hai lớp gạch lá nem 4cm	"	0,8	1,1	0,88
<u>Cộng</u>	"	<u>3,37</u>		<u>3,81</u>

Tải trọng này phân bố trên mặt mái. Đòi ra trên mặt nằm ngang. Góc nghiêng  $i = 1/8$ ;  $\cos\alpha = 0,9922$ . Vậy tải trọng mái là:

$$g_{m}^{tc} = \frac{3,37}{0,9922} = 3,4\text{kN/m}^2 \text{ mặt bằng nhà}$$

$$g_m = \frac{3,81}{0,9922} = 3,84\text{kN/m}^2 \text{ mặt bằng nhà}$$

Trọng lượng bản thân dàn và giằng.

$$g_d^{tc} = 1,2 \cdot \alpha_d L; \text{ lấy } \alpha_d = 0,8$$

$$g_d^{tc} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 30 = 28,8\text{kG/m}^2 = 0,29\text{kN/m}^2$$

$$g_d = 0,29 \cdot 1,1 = 0,32\text{kN/m}^2 \text{ mặt bằng mái.}$$

Trọng lượng kết cấu cửa mái

$$g_{cm}^{tc} = 16\text{kG/m}^2 \text{ mặt bằng cửa mái}$$

$$g_{cm} = 1,1 \cdot 0,16 = 0,18\text{kN/m}^2$$



Trọng lượng cánh cửa mái, bậu cửa mái.

$$\text{Cửa kính: } g_k = 1,1 \cdot 0,38 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Bậu cửa: } g_b = 1,1 \cdot 1,2 = 1,32 \text{ kN/m}^2.$$

Lực tập trung của trọng lượng bản thân lên mặt dầm.

$$P_1 = 1,5 \times 6(g_m + g_d) = 1,5 \times 6 \times (3,84 + 0,32) = 37,4 \text{ kN}$$

$$P_2 = P_3 = 3 \cdot 6(g_m + g_d) = 74,8 \text{ kN}.$$

$$\begin{aligned} P_4 &= 3 \cdot 6(g_m + g_d) + 1,5 \cdot 6 \cdot g_{cm} + 3 \cdot 6 \cdot g_k + 1 \cdot 6 \cdot g_b = \\ &= 3 \cdot 6(3,84 + 0,32) + 1,5 \cdot 6 \cdot 0,18 + 3 \cdot 6 \cdot 0,42 + 1 \cdot 6 \cdot 1,32 = 91,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

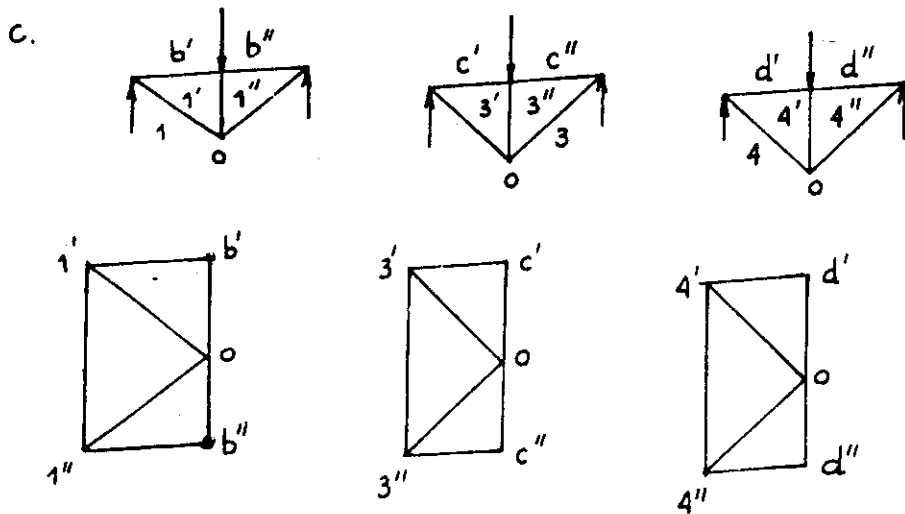
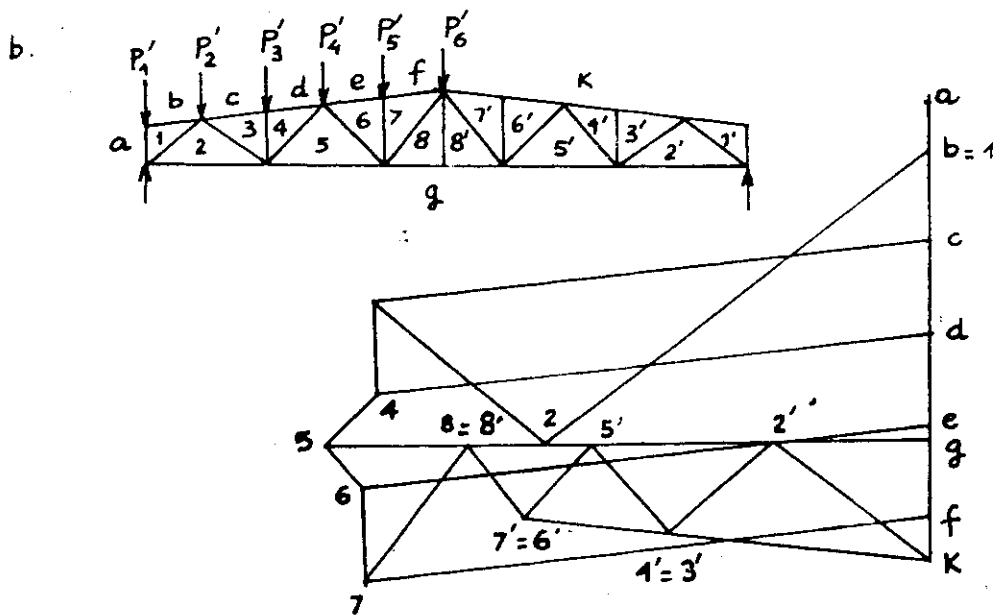
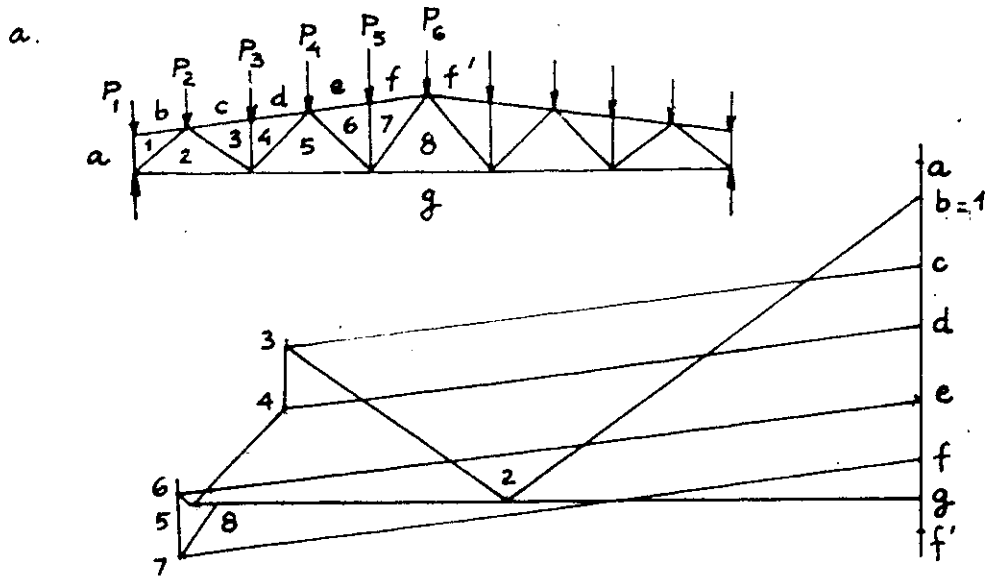
$$P_5 = P_6 = 3 \cdot 6(g_m + g_d + g_{cm}) = 3 \cdot 6(3,84 + 0,32 + 0,18) = 78 \text{ kN}.$$

Hoạt tải thi công và sửa chữa. Lấy hoạt tải  $g' = 75 \text{ kG/m}^2$  mặt bằng mái. Hệ số vượt tải  $n_2 = 1,4$ . Các lực tập trung vào nút:

$$P'_1 = 1,5 \cdot 6 \cdot g' \cdot n = 1,5 \cdot 6 \cdot 0,75 \cdot 1,4 = 9,5 \text{ kN}$$

$$P'_2 = P'_3 = P'_4 = P'_5 = P'_6 = 3 \cdot 6 \cdot 0,75 \cdot 1,4 = 19 \cdot \text{kN}.$$

Xác định nội lực. Dùng phương pháp đồ giải Crémóna. Có 3 đồ giải cho: tải trọng tĩnh trên toàn nhịp, hoạt tải đặt ở nửa nhịp tải trọng đặt lên dầm phân nhỏ (h.5.3).



Hình 5.3 NỘI LỰC TÍNH THEO VÍDỤ 5.1 VỚI CÁC TẢI TRỌNG:  
 a. BÀN THÀN; b. HOẠT TẢI MŨA NHẬP;  
 c. ĐƠN VỊ TRÊN DÀN PHẦN NHỎ.

Bảng tổ hợp nội lực tính toán thanh dầm (KN)

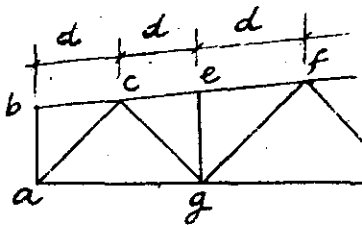
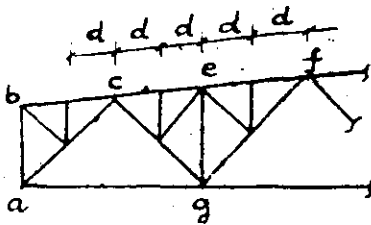
Thanh	Ký hiệu	Nội lực đo					Nội lực tính toán	
		Tĩnh tải	Hoạt tải			Dầm phân nhỏ	Kéo	Nén
			Trái	Phải	Toàn nhịp			
Cánh trên	b-1	0	0	0	0	-25	-	-25
	c-3	-680	-114	-61	-155	-19	-	-854
	d-4	-680	-114	-61	-155	-19	-	-854
	e-6	-825	-118	-78	-196	-	-	-1021
	f-7	-825	-118	-78	-196	-	-	-1021
Dưới	2-g	435	78	42	120	-	+555	-
	5-g	776	124	75	199	-	+975	-
	8-g	76	96	96	203	-	+963	-
Xiên	1-2	-560	-99	-43	-142	34	-	-702
	2-3	320	47	35	72	25	+417	-
	4-5	-160	-14	-16	-30	28	-	-190
	5-6	35	-10	17	7	-	+52	-
	7-8	65	34	-16	18	-	+99	-
Đứng	a-1	-37	-9	-	-	-	-	-46
	3-4	-75	-19	-	-	-	-	-94
	6-7	-75	-19	-	-	-	-	-94

Chú ý. Khi dầm gối khớp (không trượt ngang) trên cột thì cánh dưới của dầm còn chịu thêm một lực đập nữa là  $H^-$  và  $H^+$  có giá trị: -62 và 6,8 KN. Ở trường hợp đang xét chỉ lấy  $H^+ = 6,8$  KN (xem § 67 và bảng 6.4).

§49. Chiều dài tính toán thanh dầm.

Loại thanh		Trong mặt phẳng dầm $l_x$	Ngoài mặt phẳng dầm $l_y$
Cánh trên		Khoảng cách nút : d	Khoảng cách 2 điểm giằng
Xiên đầu dầm	Không có dầm phân nhỏ	Chiều dài $\bar{ac}$	Chiều dài $\bar{ac}$
	có dầm phân nhỏ	$\frac{1}{2} \cdot \bar{ac}$	
Xiên	không có dầm phân nhỏ	0,8 lần chiều dài $\bar{gf}$	Chiều dài $\bar{gf}$
	có dầm phân nhỏ	$\frac{1}{2} \bar{gf}$	
Đứng		0,8 lần chiều dài $\bar{eg}$	Chiều dài $\bar{eg}$

§50. Độ mảnh giới hạn của thanh dầm  $[\lambda]$ .

Loại thanh	Chịu nén	Chịu kéo	
		Trực tiếp chịu tải trọng động	Chịu lực tĩnh
Thanh cánh, thanh xiên ở gối, thanh đứng chuyên phân lực gối.	120	250	400 (Độ mảnh trong mặt phẳng dầm)
Các thanh khác	150	350	
Thanh giằng	200	400	

§ 51. Bố trí tiết diện thanh dầm 2 thép góc.

Các kiểu bố trí			
Yêu cầu	<p>a. <math>\lambda_x \approx \lambda_y</math></p> <p>b. Thanh cánh có độ cứng lớn ngoài mặt phẳng dầm (<math>J_y</math> lớn).</p>		
Loại thanh	Kiểu bố trí	Giải thích	
Cánh trên	$l_y = l_x$	1.	Theo yêu cầu b.
	$l_y > l_x$	2.	Phù hợp a và b.
Cánh dưới	1. hoặc 2.	Theo yêu cầu b	
Xiên đầu dầm	$l_y = l_x$	3.	Theo a.
	$l_y > l_x$	2.	a.
Xiên	$l_x = 0,8l_y$	1.	a.
	$l_y = 2l_x$	2. hoặc 1.	a.
Đứng	$l_x = 0,8l_y$	1.	a.
		4.	Ở vị trí liên kết với giằng đứng.

§ 52. Bề dày yêu cầu ở của bản mặt.

Lực lớn nhất trong thanh bụng (KN)	$\leq 150$	160 ~ 250	260 ~ 400	410 ~ 600	610 ~ 1000	1010 ~ 1400
$\delta$ (mm)	6	8	10	12	14	16

§ 53. Chọn tiết diện thanh dầm.

Loại thanh	Nội dung phương pháp và công thức tính
Kéo	Tính thanh kéo đúng tâm. $\sigma = \frac{N}{F} \leq R$
Nén	Tính thanh nén đúng tâm $\sigma = \frac{N}{m \cdot F} \leq R$ <p> <math>m = 0,8</math> — Khi thanh bụng (trừ thanh xiên đầu dầm) có <math>\lambda \geq 60</math>.  <math>m = 0,75</math> — Khi thanh bụng (đứng và xiên) làm bằng 1 thép góc và liên kết ở 1 phía của bản mắt  <math>m = 1</math> — Các trường hợp khác                 </p>
Nội lực nhỏ	Tính theo độ mảnh giới hạn $[\lambda]$ . Tiết diện chọn có diện tích nhỏ nhất và bảo đảm các bán kính quán tính yêu cầu: $r_x = \frac{l_x}{[\lambda]} ; \quad r_y = \frac{l_y}{[\lambda]}$

§ 54. Ví dụ 5.2. Chọn tiết diện thanh dầm theo số liệu đã tính ở ví dụ 5.1 và lập bảng tổng kết tiết diện. Thép CT3.

1) Chọn tiết diện cánh trên C — 3.  $N = - 854 \text{ KN}$ . Chiều dài tính toán  $l_x = l_y = 150 \text{ cm}$  (trong đó  $l_y$  bằng bề rộng panen, chân panen được hàn với cánh dầm). Dùng tiết diện góc đều cạnh.

Giả thiết  $\varphi = 0,9$ .

Tính  $F_{yc} = \frac{N}{\varphi R} = \frac{854}{0,9 \cdot 21} \approx 46 \text{ cm}^2$ .

Chọn 2 L 125 × 10. Có  $F = 2 \times 24,3 = 48,6 \text{ cm}^2$ ; Các bán kính quán tính  $r_x = 3,85 \text{ cm}$  và  $r_y = 5,58 \text{ cm}$  (bề dày bản mắt 12 mm).

Tính  $\lambda_x = \frac{l_x}{r_x} = \frac{150}{3,85} = 39$  và  $\lambda_y = \frac{150}{5,58} = 27$ .

Lấy  $\lambda_{\max} = 39$ , tìm  $\varphi = 0,908$

Kiểm tra ứng suất:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{854}{0,908 \cdot 48,6} = 19,35 < R = 21 \text{ KN/cm}^2$$

2) Chọn tiết diện thanh xiên đầu dầm 1 — 2.

Nội lực tính toán  $N = - 702 \text{ KN}$ . Chiều dài tính toán  $l_x = 195 \text{ cm}$ ;  $l_y = 390 \text{ cm}$ . Dùng tiết diện không đều cạnh và ghép cạnh hẹp với nhau.

Giả thiết  $\varphi = 0,8$ .

Tìm  $F_{yc} = \frac{N}{\varphi R} = \frac{702}{0,8 \cdot 21} \approx 42 \text{ cm}^2$

Chọn 2 L 125 × 80 × 12. Có  $F = 2 \cdot 23,4 = 46,8 \text{ cm}^2$ ;  $r_x = 3,95 \text{ cm}$ ;  $r_y = 6,23 \text{ cm}$ .

Tính  $\lambda_x = \frac{195}{3,95} = 49$ ;  $\lambda_y = \frac{390}{6,23} = 63$ .

Theo  $\lambda = 63$  tra  $\varphi = 0,805$ .

Kiểm tra ổn định:

$$\sigma = \frac{702}{0,805 \cdot 46,8} = 18,63 \text{ KN/cm}^2$$

3) Chọn tiết diện cánh dưới 5 -- g

Nội lực tính toán  $N = 975 \text{ KN}$ .

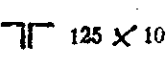
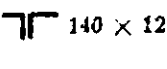
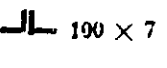
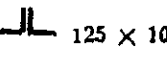
Tính diện tích yêu cầu:  $F_{yc} = \frac{N}{R} = \frac{975}{21} \approx 45 \text{ cm}^2$ .








Chọn 2 L 125 × 10. Có  $F = 48,6 \text{ cm}^2$ .

Kiểm tra bền

$$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{975}{48,6} = 20,06 < R = 21 \text{ KN/cm}^2$$

4) Bảng chọn tiết diện thanh dãn (theo ví dụ 5.1)

Thanh	Ký hiệu	N (KN)	Tiết diện	F (cm <sup>2</sup> )	$l_x/l_y$	$r_x/r_y$	$\lambda_x/\lambda_y$	$\varphi_{min}$	m	$\sigma$ (KN/cm <sup>2</sup> )
Trên	c -- 3, d -- 4.	- 834	 125 × 10	48,6	$\frac{150}{150}$	$\frac{3,85}{5,58}$	$\frac{39}{27}$	0,908	1	19,35
	e -- 6 f -- 7	- 1021	 140 × 12	65	$\frac{300}{300}$	$\frac{4,31}{6,25}$	$\frac{70}{48}$	0,77	1	20,04
Dưới	2 -- g	+ 555	 190 × 7	27,6	$\frac{600}{-}$	$\frac{3,08}{-}$	$\frac{193}{-}$	-	1	20,10
	5 -- g. 8 -- g.	+ 975	 125 × 10	48,6	$\frac{600}{-}$	$\frac{3,85}{-}$	$\frac{146}{-}$	-	1	20,06

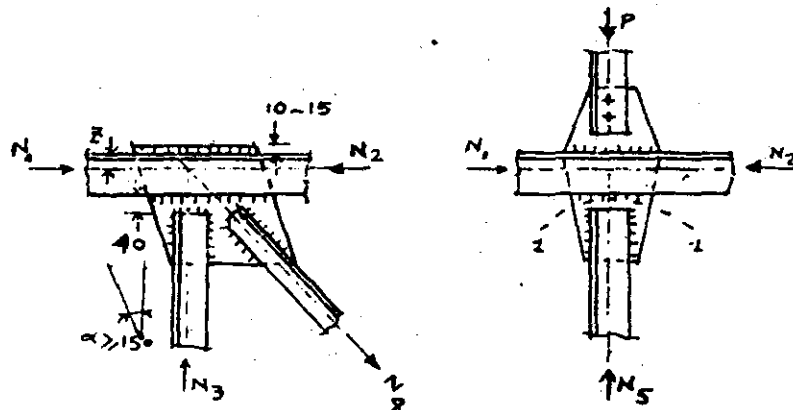
Xiên	1 — 2	- 702	 125 × 80 × 12	46,8	$\frac{195}{390}$	$\frac{3,95}{6,23}$	$\frac{49}{63}$	0,805	1	18,63
	2 — 3	+ 417	 90 × 6	21,2	$\frac{195}{390}$	$\frac{2,78}{4,11}$	$\frac{72}{97}$	—	1	19,80
	4 — 5	- 190	 90 × 6	21,2	$\frac{220}{440}$	$\frac{2,78}{4,11}$	$\frac{79}{107}$	0,533	0,8	21,00
	5 — 6	+ 52	 50 × 5	9,6	$\frac{352}{440}$	$\frac{1,53}{2,53}$	$\frac{230}{172}$	—	1	5,42
	7 — 8	+ 99	 50 × 5	9,6	$\frac{392}{490}$	$\frac{1,53}{2,53}$	$\frac{256}{192}$	—	1	10,30
Đứng	3 — 4	- 94	 70 × 6	16,3	$\frac{236}{295}$	$\frac{2,15}{3,33}$	$\frac{110}{89}$	0,512	0,8	14,20
	6 — 7	- 94	 70 × 6	16,3	$\frac{296}{370}$	$\frac{2,15}{3,33}$	$\frac{138}{111}$	0,58	0,8	19,98

§ 55. Những yêu cầu về cấu tạo dàn.

- Trục thanh dàn đồng quy tại mọi điểm ở nút dàn.
- Khoảng cách  $z$  từ đường sống thép góc đến trục thanh dàn (trọng tâm tiết diện thanh dàn) lấy tròn 5mm để dễ chế tạo.
- Các thanh cánh nếu biến đổi tiết diện thì độ lệch trục không quá 5% chiều cao tiết diện thanh dàn.
- Kích thước tiết diện thép góc khác nhau trong một dàn chọn không quá 6 ~ 8 loại.
- Khoảng cách trống giữa các thanh dàn trên bản mắt yêu cầu không nhỏ hơn 40mm để bố trí đường hàn và để giảm ứng suất hàn.
- Bề dày của bản mắt chọn theo nội lực lớn nhất của thanh bụng (xem § 52). Nên lấy một loại bề dày bản mắt cho toàn dàn để dễ chế tạo. Nếu dàn có nhịp lớn và nội lực thanh bụng khác nhau nhiều thì dùng hai loại bản mắt; bề dày của hai loại bản mắt này khác nhau là 2mm. Kích thước và hình dạng của bản mắt được xác định trên bản vẽ chi tiết dàn dựa vào sơ đồ mắt dàn và chiều dài đường hàn liên kết giữa thanh dàn với bản mắt. Hình dạng bản mắt phải đơn giản, giảm số lượng đường cắt. Bản mắt cần mở rộng góc  $\alpha \geq 15^\circ$  để dòng lực chuyển đều đặn từ thanh sang bản (h. 5.4).
- Liên kết thanh dàn với bản mắt dùng đường hàn liên tục. Chiều cao đường hàn  $h_h$  tối đa: ở mép —  $h_h$  nhỏ hơn  $\delta_g$  là 2mm khi bề dày cánh thép góc  $\delta_g \leq 16\text{mm}$

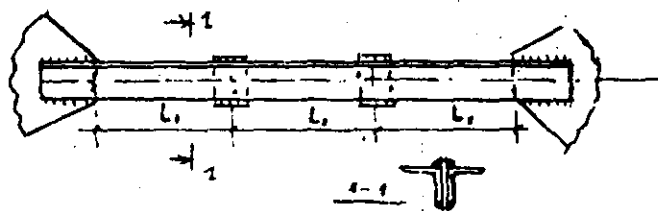


và nhỏ hơn  $\delta_s$  là 4 mm khi  $\delta_s > 16$  mm; ở sống —  $h_b = 1,2s$  ( $s$  là hệ dày nhỏ nhất của thép góc và bản mắt). Kích thước nhỏ nhất của đường hàn là  $h_h = 4$  mm và  $l_h = 60$  mm. Để dễ chế tạo, trong một cấu kiện vận chuyển dùng không quá 3 ~ 4 loại chiều cao đường hàn. Liên kết thanh bụng với bản mắt bằng các đường hàn dọc và để giảm ứng suất tập trung cần hàn thêm ở đầu thép góc mỗi bên 20 ~ 30 mm (hoặc hàn cả cạnh đầu thép góc — xem h. 5.4).



Hình 5.4

— Giữa hai thép góc cần hàn với các bản ghép để hai thép góc làm việc như một thanh thống nhất. Các bản ghép bố trí cách nhau  $40r$  đối với thanh nén và  $80r$  đối với thanh kéo ( $r$  là bán kính quán tính của một thép góc đối với trục bản thân song song với bản ghép). Bản ghép có bề rộng 60 ~ 80 mm và bề dài bằng bề rộng của cánh góc cộng với 20 ~ 30 mm (h. 5.5).



Hình 5.5

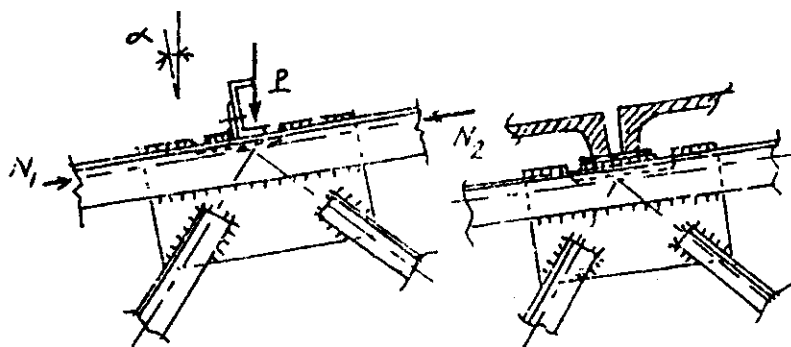
### § 56. Cấu tạo và tính mắt dãn.

Bản mắt nhô ra khỏi sống 10 ~ 15 mm để bố trí đường hàn (h.5.4). Đường hàn liên kết giữa cánh với bản mắt tính theo hiệu số lực  $N_2 - N_1$  (h.5.4); theo tính toán đường hàn này thường rất bé, nhưng vẫn hàn liên tục ở sống và mép theo chiều dài bản mắt với  $h_h$  min. Đường hàn liên kết giữa thanh bụng và bản mắt tính theo các lực tương ứng  $N_3, N_4, N_5$  (h.5.4). Tiết diện tối thiểu của bản mắt (qua 1-1, h.5.4) không được nhỏ tiết diện thanh bụng.

thua

Tại vị trí đặt xà gỗ hay chân tấm lợp panen lên cánh, biến của bản mặt cầu tạo thấp hơn sống 10 ~ 15mm và ở đó không cần hàn (h.5.6). Xà gỗ liên kết với cánh qua đoạn thép góc có sẵn lỗ bu lông, đoạn thép góc này liên kết với cánh bằng những đường hàn dọc theo cánh. Chân tấm lợp panen không tựa trực tiếp lên cánh mà hàn qua bản lót  $\delta = 12\text{mm}$  (khi bước dàn 6m), bản lót liên kết với cánh bằng các đường hàn dọc cánh. Diện tích đường hàn liên kết giữa cánh và bản mặt tính theo hợp lực  $P$  và  $N_2 - N_1$  (h.5.6)

$$F_h = 0,7 \sum l_h h_h = \frac{1}{R_g^h} \sqrt{(N_2 - N_1 + P \sin \alpha)^2 + (P \cos \alpha)^2}$$



Hình 5.6

§ 57. Mất nối cánh. XEM H. 5.7. CÁC VÍ DỤ :

Ví dụ 5.3. Tính nối cánh tại mắt h.5.7. Thanh cánh 1 và 2 có nội lực tính toán 594 KN và 596 KN. làm bằng 2L140 x 90 x 8 có  $F = 2.18 = 36\text{cm}^2$ . Bản mặt có bề dày  $\delta_m = 14\text{mm}$ .

Vì các thanh cánh có bề dày bằng nhau nên dùng thanh nối bằng thép góc nối và lấy số hiệu cùng loại với thép góc làm cánh. Để tiện liên kết, cần cắt bớt cánh đứng của thép góc nối 1 đoạn  $\Delta = 2\delta_g = 2.0,8 \approx 15\text{mm}$  và gọt xiên ở sống thép góc nối mỗi cạnh  $1,2\delta_g = 1,2.0,8 \approx 10\text{mm}$ . Vậy diện tích còn lại của thép góc nối là.

$$F_n = 2(F_g - \Delta\delta_g - \frac{1}{2}(1,2\delta_g)^2) = 2\left(18 - 1,5.0,8 - \frac{1}{2}.1^2\right) = 32,6\text{cm}^2$$

Diện tích qui ước dùng để tính mỗi nối gồm có diện tích thép góc nối và phần bản mặt có bề cao bằng bề rộng cánh đứng của thép góc làm thanh cánh

$$F_{qu} = F_n + \delta_m \cdot b_g = 32,6 + 1,4 \cdot 9 = 45,2\text{cm}^2$$

Ứng suất tại mỗi nối :

$$\sigma = \frac{N_2}{F_{qu}} = \frac{596}{45,2} = 13,2 \text{ KN/cm}^2 < R = 21 \text{ KN/cm}^2$$

Liên kết giữa thép góc nối với thanh cánh tính theo lực

$$N_r = \sigma F_n = 13,2 \cdot 32,6 = 430 \text{ KN}$$

đường 4 đường hàn có  $h_h = 6\text{mm}$  với chiều dài yêu cầu của mỗi đường hàn là :

$$l_h = \frac{N_n}{4 \cdot 0,7 \cdot h_h R_g^h} + 1 = \frac{430}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 15} + 1 = 18\text{cm}.$$

Liên kết giữa thanh cánh và bản mặt tính theo lực

$$N_c = \sigma \cdot \delta_m \cdot b_g = 13,2 \cdot 1,1 \cdot 9 = 166 \text{ KN}$$

bằng đường hàn có  $h_h = 6\text{mm}$  và chiều dài yêu cầu ở phía sống là :

$$l_{hs} = \frac{N_c}{2 \cdot 0,7 \cdot h_h R_g^h} \cdot \frac{b_g - z_0}{b_g} + 1 = \frac{166}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 15} \cdot \frac{9 - 2}{9} + 1 \approx 12\text{cm}$$

và ở phía mép là :

$$l_{hm} = \frac{N_c}{2 \cdot 0,7 \cdot R_g^h \cdot h_h} \cdot \frac{z_0}{b_g} + 1 = \frac{166}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 15} \cdot \frac{2}{9} + 1 \approx 5\text{cm}$$

Các chiều dài đường hàn xác định theo tính toán  $l_{hs}$  và  $l_{hm}$  nhỏ hơn nhiều với cấu tạo.

*Ví dụ 5.4.* Tính nối cánh ở mặt hình 5.7. Mặt nối hai thanh cánh 1 có  $N_1 = -548\text{KN}$  dùng 2L125 × 8 và thanh cánh 2 có  $N_2 = -751\text{KN}$  dùng 2L160 × 10. Các thép góc này có khoảng cách từ trọng tâm đến sống là  $z_{01} = 3,36$  và  $z_{02} = 4,3\text{cm}$ . Thép góc thanh 1 có  $F = 39,4\text{cm}^2$ . Bản mặt có  $\delta_m = 14\text{mm}$ .

Vì các thanh cánh có bề dày khác nhau nên dùng thanh nối bằng bản nối. Điểm nối bố trí cách điểm hội tụ khoảng 300 ~ 500mm về phía cánh có lực nhỏ.

Diện tích yêu cầu của bản nối tính theo lực

$$N_n = 1,2N_1 \cdot \frac{b_g - z_{tb}}{b_g} = 1,2 \cdot 548 \cdot \frac{12,5 - 4}{12,5} = 447 \text{ KN}$$

$$z_{tb} = \frac{z_{01} + z_{02}}{2} = \frac{3,36 + 4,3}{2} \approx 4\text{cm}$$

1,2 — hệ số an toàn

$$F_n = \frac{N_n}{R} = \frac{447}{21} = 22\text{cm}^2$$

Bề rộng của bản nối lấy theo bề rộng cánh ngang của thép góc cánh (160mm), khoảng cách trống với bản mặt (40mm) và bề rộng phủ ngoài (20mm).

$$b_n = 160 - 40 + 20 = 140\text{mm}$$

Bề dày của bản nối :

$$\delta_n = \frac{F_n}{b_n} = \frac{22}{2 \cdot 14} = 0,78\text{cm}. \text{ Lấy } 10\text{mm}.$$

Mặt khác yêu cầu diện tích bản nối không nhỏ hơn diện tích tiết diện của cánh được nối

$$F_n = b_n \times \delta_n = 14 \cdot 1 \cdot 2 = 28 \text{cm}^2 > \frac{1}{2} F_g = \frac{39,4}{2} = 19,7 \text{cm}^2$$

Ngoài bản nối, bản mặt cũng tham gia làm nhiệm vụ của thanh nối với chiều cao qui ước bằng hai lần bề rộng cánh đứng của thép góc cánh

$$F_m = \delta_m \cdot 2 \cdot b_g = 1,4 \cdot 2 \cdot 12,5 = 35 \text{cm}^2$$

Vậy ứng suất trong phần bản mặt tham gia nối :

$$\sigma = \frac{1,2N_1 - N_n}{F_m} = \frac{1,2 \cdot 548 - 457}{35} = 6 < R = 21 \text{KN/cm}^2$$

Chiều dài tính toán của đường hàn (với  $h_h = 6 \text{mm}$ ) để liên kết bản nối với thép góc ở một phía bằng :

$$\Sigma l_h = \frac{N_n}{0,7h_h R_g} = \frac{447}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 15} = 71 \text{cm}$$

Đường hàn liên kết giữa thép góc 1 với bản mặt tính theo lực lớn nhất của :

$$1,2N_1 - N_n = 1,2 \cdot 548 - 447 = \underline{211 \text{KN}}, \text{ và } \frac{1}{2} \cdot 1,2N_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 548 = \underline{329 \text{KN}}.$$

Chiều dài cần thiết của đường hàn ở phía sống là :

$$l_{hs} \geq \frac{N_{\max}}{2 \cdot 0,7h_h \cdot R_g} \cdot \frac{b_g - z_{tb}}{b_g} + 1 = \frac{329}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 15} \cdot \frac{12,5 - 4}{12,5} + 1 \approx 20 \text{cm}.$$

và ở phía mép :

$$l_{hm} \geq \frac{N_{\max}}{2 \cdot 0,7 \cdot h_h R_g} \cdot \frac{z_{tb}}{b_g} + 1 = \frac{329}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 15} \cdot \frac{4}{12,5} + 1 = 10 \text{cm}.$$

Đường hàn liên kết thép góc 2 với bản mặt tính theo lực lớn nhất của :

$$1,2N_2 - N_n = 1,2 \cdot 751 - 447 = \underline{454 \text{KN}}, \text{ và } \frac{1}{2} \cdot 1,2N_2 = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 751 = \underline{451 \text{KN}}.$$

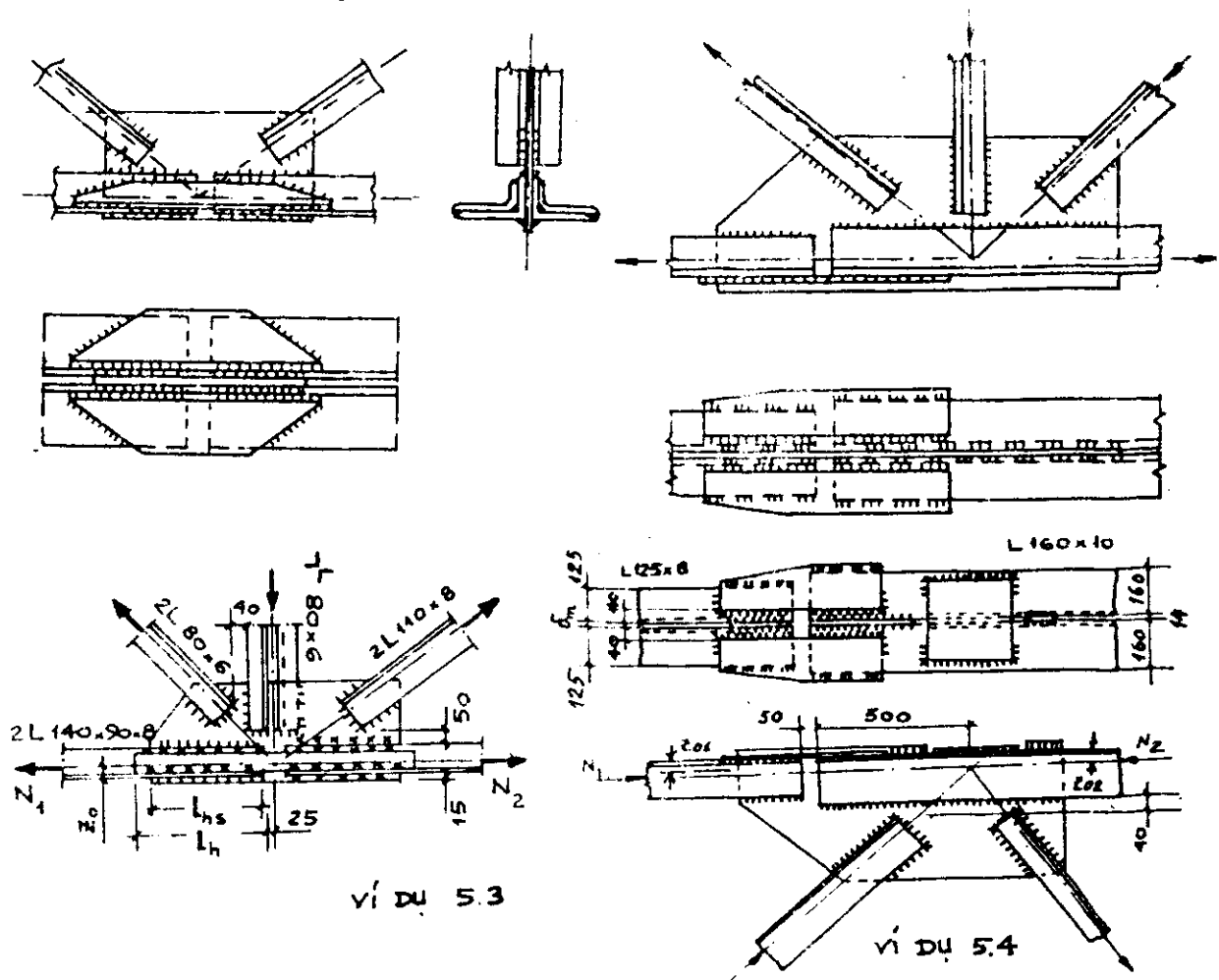
Chiều dài đường hàn ở phía sống và phía mép là :

$$l_{hs} \geq \frac{454}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 15} \cdot \frac{16 - 4}{16} + 1 = 28 \text{cm},$$

$$l_{hm} \geq \frac{454}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 15} \cdot \frac{4}{16} + 1 = 10 \text{cm}.$$

*Chú ý :* Ngoài cách tính như đã giới thiệu ở trên, hiện nay còn dùng một vài cách khác để tính kiểm tra bền mối nối cánh dùng bản nối. Ví dụ như xem tiết diện nối là chữ T có bản đứng là  $\delta_m \cdot 2b_g$  và bản ngang là  $2b_n \delta_n$ , kiểm tra bền của tiết diện

này chịu kéo (hoặc nén) lệch tâm với lực dọc  $N_x$  và độ lệch tâm  $e$  bằng khoảng cách giữa trục của thanh cánh và trọng tâm của tiết diện chữ T. Tuy rằng có nhiều cách tính khác nhau nhưng đều phải bảo đảm độ bền của tiết diện và của liên kết.



Hình 5.7. Cấu tạo các mắt nối cánh.

### § 58. Mối nối dãn.

Dãn gồm có nhiều đoạn hoặc hai nửa dãn. Các đoạn dãn được chế tạo tại xưởng và khuyếch đại tại công trường. Vì vậy các liên kết ở mối nối dãn dùng bulông và đường hàn thi công. Cấu tạo mối nối dãn về nguyên tắc cũng giống như mối nối cánh. Nếu dãn gồm hai nửa dãn thì cần chú ý cấu tạo mối nối cho các nửa dãn hoàn toàn giống nhau tạo điều kiện thuận tiện khi chế tạo. Một số loại cấu tạo mối nối dãn giới thiệu ở h 5.8.

Ví dụ 5.5. Tính mắt nối dãn ở đỉnh (h 5.8). Tại nút có các thanh cánh chịu lực  $N_c = - 807\text{KN}$  làm bằng 2L160 x 10 và thanh xiên chịu lực kéo  $N_x = 173\text{KN}$ . Các bản ở nút có hai nửa bản mắt A, bản nối B và bản đứng C. Tiết diện bản nối B chọn  $b \times \delta = 390 \times 10\text{mm}$  (với bề rộng  $b = 390\text{mm}$  đủ phủ ra ngoài thép góc cánh hơn 2cm).

Kiểm tra ứng suất trong bản nối B :

$$\sigma = \frac{1,2N_c (b_g - z_0)}{F_B b_g} = \frac{1,2 \cdot 807 \cdot (16 - 4,3)}{39 \times 16} = 18,2$$

Liên kết giữa thép góc cánh và bản nối B bằng 4 đường hàn dài  $l_1 = 45\text{cm}$  và  $l_2 = 25\text{cm}$  với  $h_h = 6\text{mm}$ . Kiểm tra ứng suất trên đường hàn 1 và 2 là :

$$\begin{aligned} \tau_h &= 1,2N_c \cdot \frac{b_g - z_0}{b_g} \cdot \frac{1}{F_h} = \frac{1,2 \cdot 807 \cdot (16 - 4,3)}{16} \cdot \frac{1}{2(45 + 25 - 2)0,7 \cdot 0,6} = \\ &= 12,4\text{KN/cm}^2 < R_g^h = 15\text{KN/cm}^2. \end{aligned}$$

Liên kết giữa thép góc cánh và bản mặt A bằng 4 đường hàn dài  $l_3 = 50$  và  $l_4 = 10\text{cm}$  với  $h_h = 6\text{mm}$ . Ứng suất kiểm tra trên đường hàn là :

$$\tau_h = 1,2N_c \cdot \frac{z_0}{b_g} \cdot \frac{1}{F_h} = 1,2 \cdot 807 \cdot \frac{4,3}{16} \cdot \frac{1}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 48} = 6,5\text{KN/cm}^2$$

Hai nửa bản mặt A được nối nhau qua 2 bản đứng C, liên kết bằng các đường hàn  $l_5 = 35\text{cm}$  và  $l_6 = 6\text{cm}$  với  $h_h = 6\text{mm}$ . Ứng suất kiểm tra trên các đường hàn này là :

$$\begin{aligned} \tau_h &= 1,2 \cdot N_c \cdot \frac{z_0}{b_g} \cdot 1,5 \cdot \frac{1}{F_h} = 1,2 \cdot 807 \cdot \frac{4,3}{16} \cdot \frac{1,5}{2(41 - 1)0,7 \cdot 0,6} \\ &= 12\text{KN/cm}^2 < R_g^h = 15\text{KN/cm}^2. \end{aligned}$$

trong đó : 1,5 — hệ số xét đến độ lệch tâm giữa điểm đặt lực và tâm đường hàn có chiều dài đường hàn ( $l_5 + l_6$ ) tối đa là  $3b_g$ .

Giữa bản nối B và bản mặt A còn được liên kết nhau qua 4 đường hàn  $l_7 = 11\text{cm}$  với  $h_h = 6\text{mm}$ . Lực tác dụng lên các đường hàn này là thành phần đứng của lực chuyển lên bản nối B. Ứng suất trên đường hàn là :

$$\tau_h = 1,2 \cdot N_c \cdot \frac{b_g - z_0}{b_g} \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{F_g} = 1,2 \cdot 807 \cdot \frac{16 - 4,3}{16} \cdot \frac{0,124}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot (11 - 1)} = 6\text{KN/cm}^2$$

Kiểm tra bền của mối nối chịu nén lệch tâm qua tiết diện 1 — 1.

Trọng tâm của tiết diện chữ T gồm có bản B và bản C :

$$y = \frac{\sum S}{\sum F} = \frac{39 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} (35 + 1)}{39 \cdot 1 + 35 \cdot 1,4} = \frac{684}{88} = 7,86\text{cm}.$$

Momen quán tính của tiết diện :

$$J = \frac{1,4 \cdot 35^3}{12} + 35 \cdot 7,86^2 + 39(18 - 7,86)^2 = 11900\text{cm}^4.$$

Giá trị lực nén :

$$N = -N_c \cdot \cos \alpha + N_x \cdot \cos \beta = -807 \cdot 0,992 + 173 \cdot 0,807 = -700\text{KN}$$

trong đó  $\alpha, \beta$  — góc nghiêng của thanh cánh và thanh xiên so với phương ngang.

Độ lệch tâm của lực dọc:

$$e = \frac{d}{2} - y - \frac{z_0}{\cos \alpha} = \frac{35}{2} - 7,86 - \frac{4,3}{0,992} = 5,31 \text{ cm.}$$

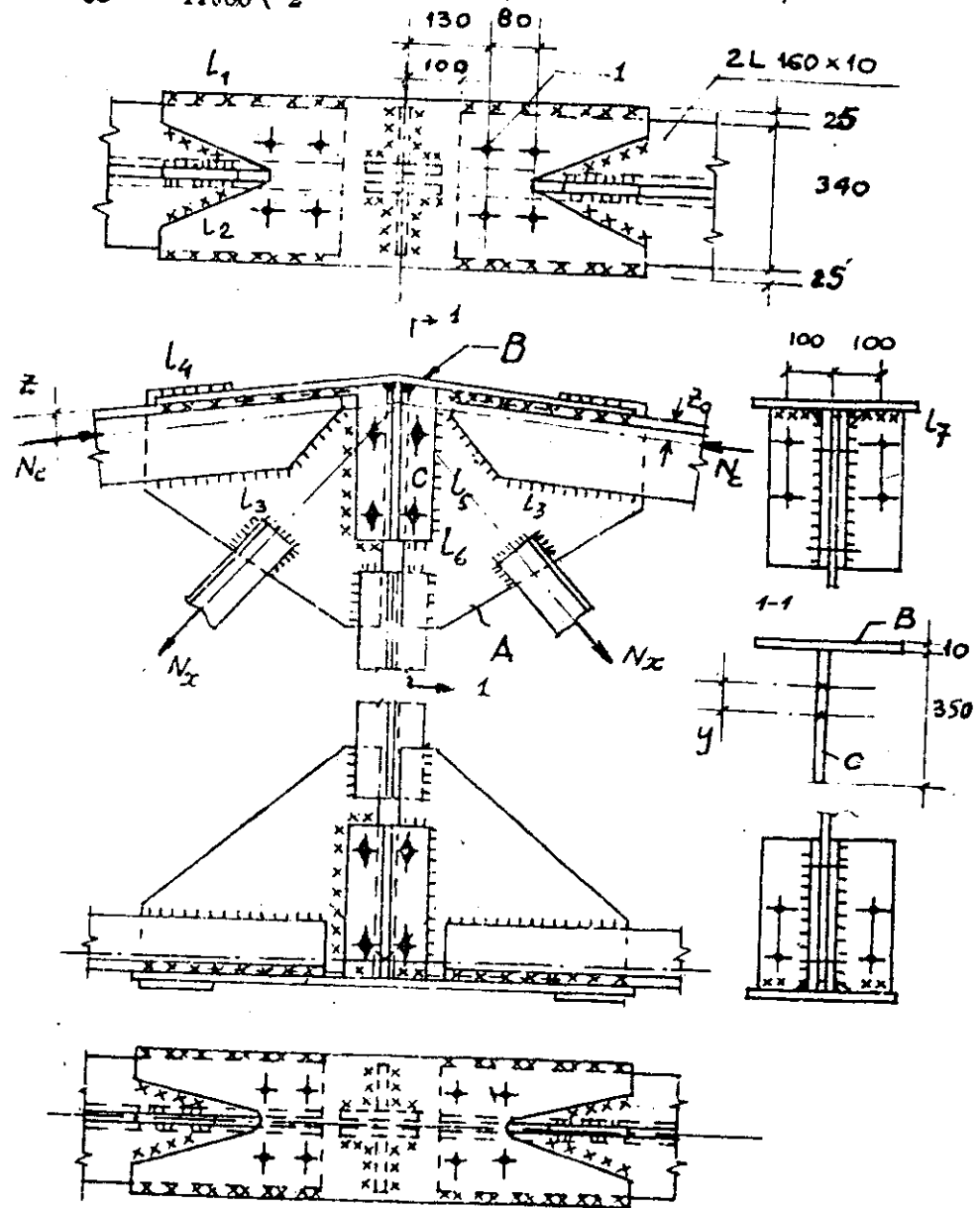
Momen lệch tâm

$$M = Ne = 700 \cdot 5,31 = 3800 \text{ KN.cm.}$$

Ứng suất nén lớn nhất trên tiết diện

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{J} \left( \frac{1}{2} + \delta - y_0 \right) =$$

$$= + \frac{700}{88} + \frac{3800}{11900} \left( \frac{35}{2} + 1 - 7,86 \right) = 11 < R = 21 \text{ KN/cm}^2.$$



Hình 5.8. Mất nổi hàn

§ 59. Măt gối dòn.

Măt dòn gối khớp lên cõt gối thừo ở hình 5.9. Gối có bản măt m, bản gối g và sườn cừng c (hoặ thép góc dừng) Trục thanh dòn hợi tu trờn trục sườn cừng.

Bản gối chịu phân lực phân bố đừu q dừoi tác dụng của lực gối dòn A:

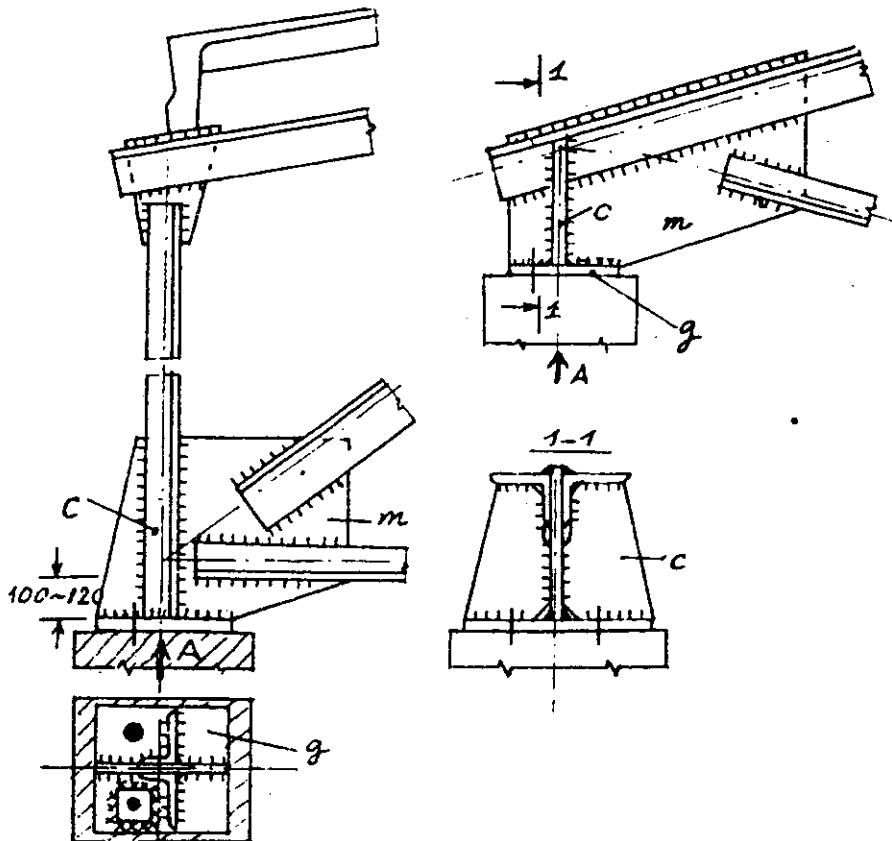
$$q = \frac{A}{F_g} \leq R_g$$

$F_g$  -- diệa tích bản gối

$R_g$  -- cừng độ tnh toán của vật liệu làm gối. Bản măt và sườn cừng chia bản gối thàn 4 ô bản tựa trờn 2 cặh. Phương pháp xác định  $F_g$  và bề dày bản gối như của bản gối chàn cõt chịu nén dừng tòn. Bề dày bản gối thừong lấy 16 ~ 20mm. Bản gối thừong có dạng hình vuờng.

Đừong hàn liệ kết giừa sườn cừng với bản măt tnh theo lực A. Đừong hàn liệ kết giừa bản măt, sườn cừng với bản gối tnh theo lực A.

Bulông neo thừong lấy đừong kính 22 ~ 24mm. Lỗ bu lờng neo ở bản gối lấy lớn hơn đừong kính bulông neo từ 2,5 ~ 3 lần để có thể chỉnh dòn đừng vị trí thiết kế.

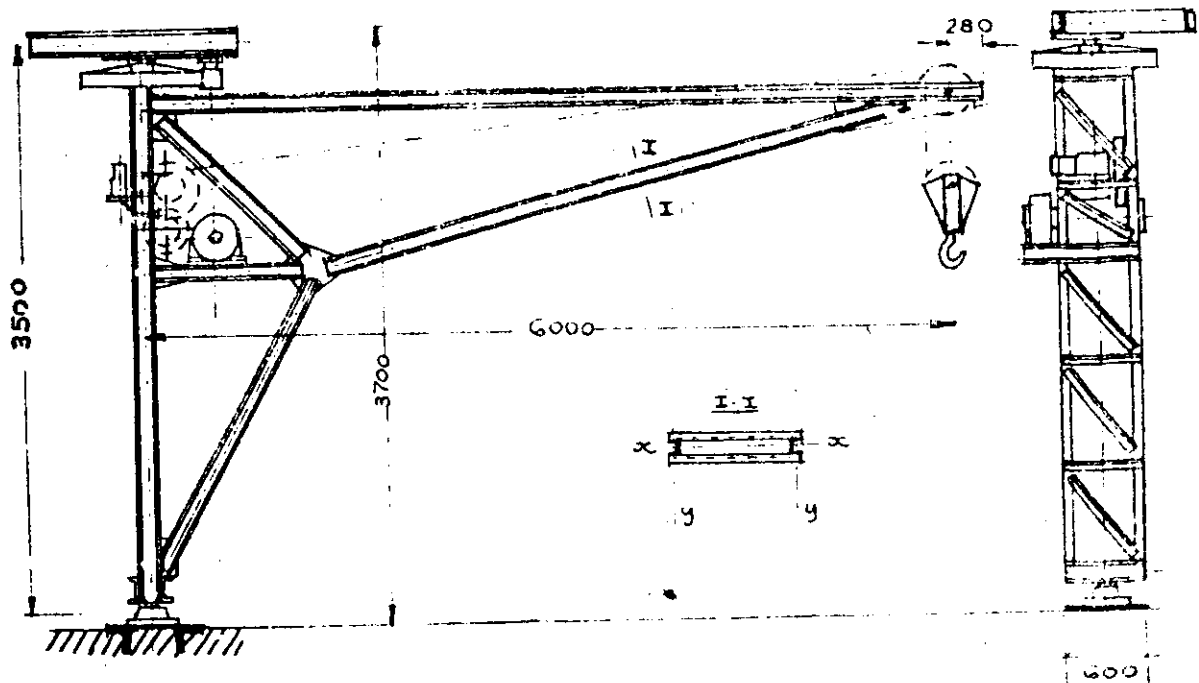


Hình 5.9. Măt gối dòn



§ 60. Ví dụ. Tính kết cấu cần trục áp tường.

Kết cấu cần trục gồm 2 dàn ABCE liên kết nhau bằng hệ thanh giằng. Một số chi tiết và sơ đồ kết cấu giới thiệu ở hình 5.10 và 5.11. Kết cấu làm bằng thép CT3.



Hình 5.10. Kết cấu dàn cần trục

Tải trọng tính toán tác dụng lên kết cấu dàn gồm có (h.5.11):

Trọng lượng bản thân của cần trục

$$G = 33\text{KN}$$

Trọng lượng của móc và vật nâng

$$Q = 19\text{KN}$$

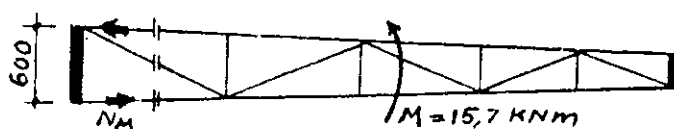
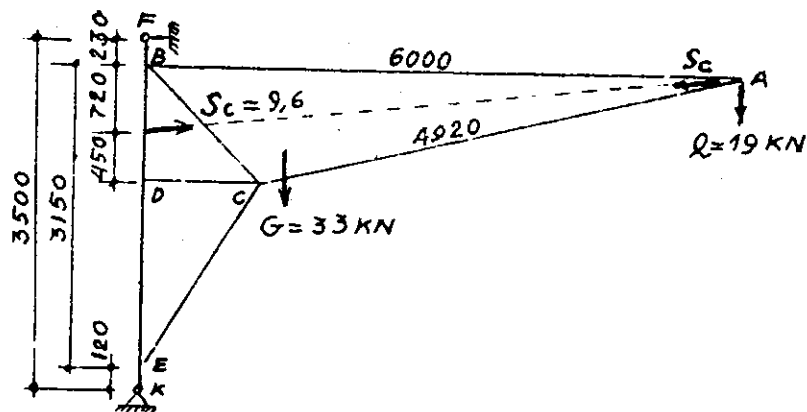
Lực căng trong dây cáp kéo

$$S_c = 9,6\text{KN}.$$

mômen do lực quán tính khi cần trục nâng vật quay quanh trục FK

$$M = 15,7\text{KNm}.$$

Trong các tải trọng trên đã kể đến hệ số vượt tải và hệ số động. Cách xác định tải trọng xem ở tài liệu chuyên ngành cần trục.



Hình 5.11. Sơ đồ kết cấu và bố trí tải trọng

Xác định nội lực thanh dãn. Mỗi dãn cần trục chịu :

$$0,5G = 16,5\text{KN}$$

$$0,5Q = 9,5\text{KN}$$

$$0,6S_c = 5,7\text{KN.}$$

(trong đó 0,6 xét tới dây cáp có khả năng lệch về một phía)

Trọng lượng bản thân cần trục được phân thành các lực tập trung tương ứng ở các mắt dãn :

$$g_A = 3,3\text{KN}$$

$$g_B = 2,8\text{KN}$$

$$g_C = 3,8\text{KN}$$

$$g_D = 3,8\text{KN}$$

$$g_E = 2,8\text{KN}$$

Lực căng cũng được chuyển về mắt với giá trị

$$S_B = 5,7 \frac{0,45}{1,17} = 2,3\text{KN}$$

$$S_D = 5,7 \frac{0,72}{1,17} = 3,4\text{KN.}$$

Nội lực thanh dãn được xác định theo giản đồ Crémôna (h. 5.12 và 5.13) và bảng 5.1.

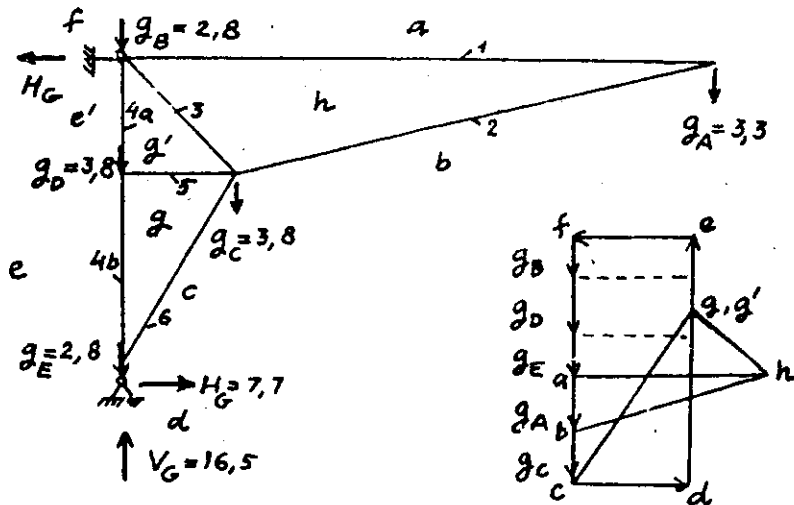
Phân lực gối tựa dầm có giá trị như sau :

$$V_G = 16,5 \text{ KN.}$$

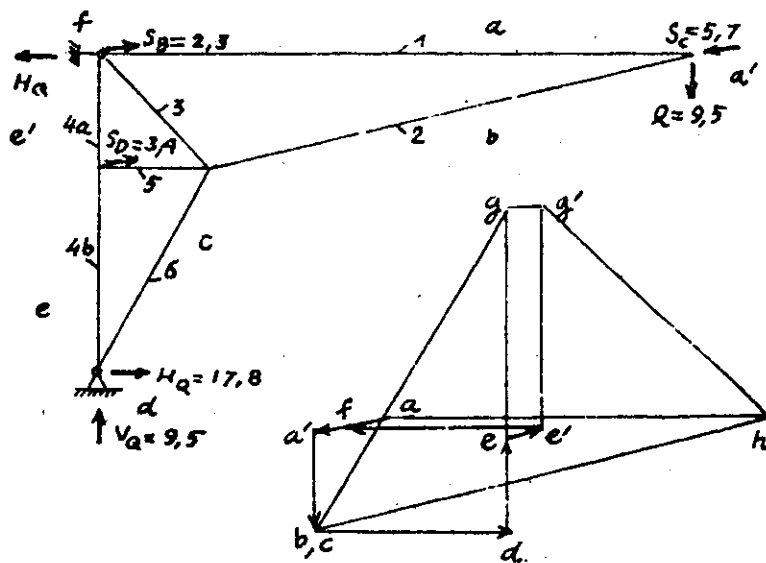
$$H_G = (3,8 \cdot 1,2 + 3,3 \cdot 6) \frac{1}{3,15} = 7,7 \text{ KN}$$

$$V_Q = 9,5 \text{ KN}$$

$$H_Q = 9,5 \cdot \frac{6}{3,15} = 17,8 \text{ KN.}$$



Hình 5.12. Nội lực do G.



Hình 5.13. Nội lực do Q và S<sub>C</sub>

Bảng 5.1

Bảng nội lực thanh dàn KN							
Tên thanh	1	2	3	4a	4b	5	6
Đo G	12	-13	-21	2,2	-1,6	0	-14
Đo Q và S <sub>c</sub>	35	-42	-28	20	20	-3,4	-35
Tổng	47	-56	-52	22,2	18,4	-3,4	-49

Chọn tiết diện thanh dàn. Dự kiến các thanh dàn dùng tiết diện [ 12, riêng thanh 4(a, b) dùng tiết diện [ 16a.

Thép hình [ 12 có:

$$F = 13,7\text{cm}^2; r_x = 4,78\text{cm}; r_y = 1,58\text{cm}$$

Thép hình [ 16a có:

$$F = 19,3\text{cm}^2; W_x = 101\text{cm}^2;$$

Tiến hành kiểm tra một số thanh làm việc nặng nhất.

Thanh 2. Có lực nén  $N = -56\text{KN}$ . Thanh có chiều dài tính toán trong mặt phẳng dàn bằng chiều dài hình học  $l_x = 4,92\text{m}$ . Chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng dàn bằng khoảng cách 2 điểm giằng bố trí là  $l_y = 1\text{m}$ .

$$\text{Vậy có } \lambda_x = \frac{492}{4,78} = 105$$

$$\lambda_y = \frac{100}{1,58} = 61$$

$$T_{ra} \varphi_{\min} = 0,55$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{56}{0,55 \cdot 13,7} = 8\text{KN/cm}^2.$$

Thanh 1. Ngoài lực đã kể trên, thanh 1 còn chịu lực dọc do M gây ra (h.5.11)

$$N_M \approx \frac{M}{0,6} = \frac{15,7}{0,6} = \pm 26\text{KN}.$$

Thanh 1 có các tổ hợp lực như sau:

cơ bản 1 (do G và Q)

$$N = 47\text{KN}.$$

cơ bản 2 (do G, Q và M)

$$N = 12 + 0,9(35 \pm 26) = 67\text{KN}.$$

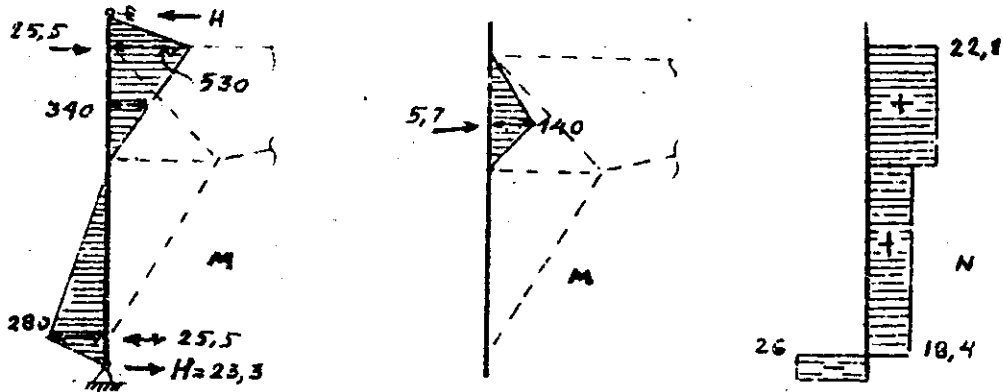
Vậy kiểm tra theo lực kéo lớn nhất:

$$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{6,7}{13,7} \approx 5 \text{KN/cm}^2$$

Thanh 4. Biểu đồ nội lực giới thiệu ở hình 5.14.

Phản lực gối tựa của thanh 4:

$$H = (H_G + H_Q) \frac{3,15}{3,5} = (7,7 + 17,8) \frac{3,15}{3,5} = 23,3 \text{KN}$$



Hình 5.14. Nội lực thanh 4

Kiểm tra tiết diện B

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{22,2}{19,3} + \frac{530}{101} = 6,5 \text{KN/cm}^2$$

Tiết diện E

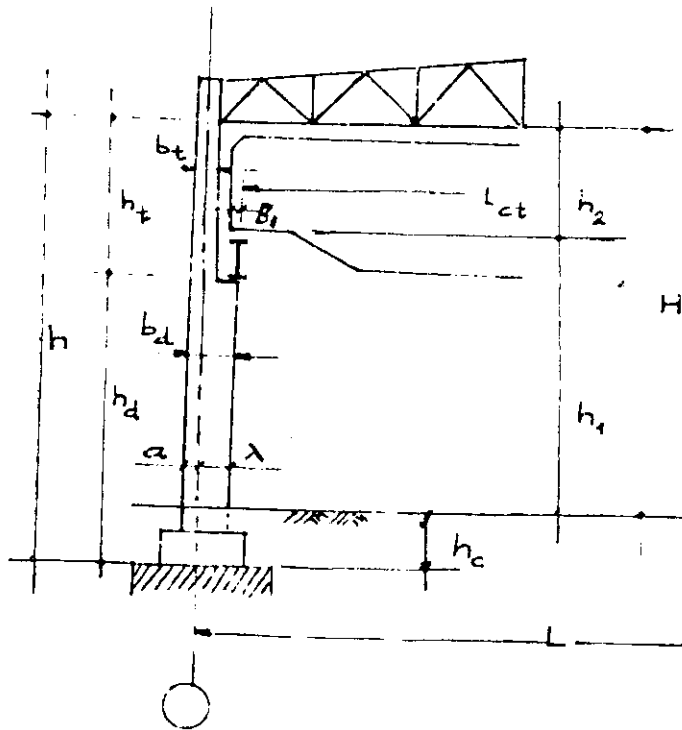
$$\sigma = \frac{26}{19,3} + \frac{280}{101} = 4 \text{KN/cm}^2$$

Tất cả các ứng suất kiểm tra đều nhỏ hơn cường độ tính toán của thép CT3.

Chương VI

KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP

Kết cấu thép khung nhà sản xuất bao gồm các loại nhà sản xuất nông nghiệp, công nghiệp, nhà xưởng, nhà kho... Trong tài liệu này chỉ đề cập đến nhà công nghiệp có cấu trúc là loại điển hình phức tạp nhất về mặt cấu tạo và tính toán, và cũng là loại khung làm việc nặng nề nhất (h. 6.1).



Hình 6.1. Sơ đồ khung ngang nhà công nghiệp

§ 61. Sơ đồ và kích thước kết cấu khung.

1. Bố trí kết cấu khung.

Liên kết giữa cột với móng : ngầm
Liên kết giữa dầm với cột : -- Cứng :    nhà cao, cần trục có Q lớn. -- Khep : -- các trường hợp còn lại, -- khung nhiều nhịp -- khung hỗn hợp cột BTCT dầm thép.
Nhịp L : -- Thường dùng    :    18, 24, 30, 36m -- Đặc biệt        :    21, 27, 33m
Bước B : -- Thường dùng    :    6m -- Đặc biệt        :    12m.
Bước ở các đầu khối    :    giữa 500mm
2. Các loại chiều cao.
$h_1$ -- từ nền đến đỉnh ray
$h_2$ -- từ đỉnh ray đến mặt dưới của dầm $h_2 = (h_{ct} + 100) + h_v$ $h_{ct}$ -- chiều cao cần trục tại gối. 100 -- khoảng trống an toàn (mm). $h_v = 200 \sim 400$ mm -- dự phòng độ võng kết cấu mái và không gian bố trí giếng mái
$H = h_1 + h_2$ -- Lấy môđun M bằng : 1,2m khi $H \leq 10,8m$ ; 1,3m khi $H > 10,8m$ , và 0,8m trong trường hợp cần thiết.
$h_t$ -- chiều cao cột trên $h_t = h_d + h_r + h_s$ . $h_d$ -- chiều cao dầm cầu trục; lấy bằng $\left(\frac{1}{8} \sim \frac{1}{10}\right)$ nhịp dầm. $h_r$ -- chiều các ray, lấy khoảng 200mm
$h_d$ -- chiều cao cột dưới $h_d = H - h_2 + h_c$ $h_c$ -- độ chôn sâu chân cột, lấy 600 ~ 1000mm.

### 3. Kích thước ngang.

Bề rộng cột trên.

$$b_t = \left( \frac{1}{8} \sim \frac{1}{12} \right) h_t$$

thường lấy 400 ~ 800mm

Bề rộng cột dưới.

$$- b_d = a + \lambda$$

$a = 0$  -- nhà không có cầu trục và cầu trục  $Q$  nhỏ

$a = 500\text{mm}$  -- khi  $Q \geq 75\text{T}$

$a = 250\text{mm}$  -- các trường hợp khác

$\lambda = 750\text{mm}$  -- khi  $Q = 5 \sim 75\text{T}$

$\lambda = 1000\text{mm}$  --  $Q > 100\text{T}$ .

$$- b_d = 1000, 1250, 1500, \dots$$

$$- b_d = \left( \frac{1}{12} \sim \frac{1}{15} \right) H.$$

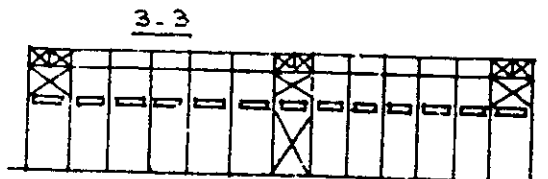
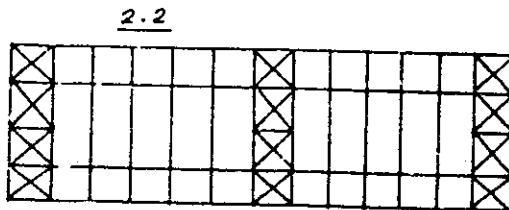
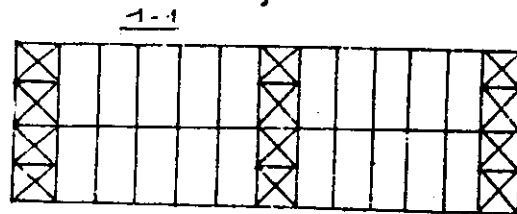
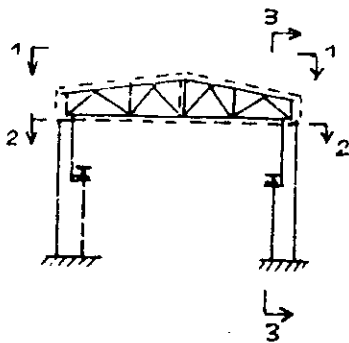
$$- \text{Yêu cầu: } b_d - b_t \geq B_1 + a_1$$

$B_1$  -- Kích thước cầu trục

$a_1 = 60 \sim 75\text{mm}$  -- khoảng nở.

### § 62. Hệ giằng.

Hệ giằng của kết cấu khung nhà có những nhiệm vụ sau: -- tạo thành kết cấu không gian cứng không bị biến hình.



Hình 6.2. Sơ đồ bố trí hệ giằng



- Giữ ổn định cho các thanh chịu nén.
- Chịu tải trọng dọc nhà để chuyển xuống móng.
- Tạo điều kiện thuận tiện thi công. Sơ đồ bố trí giằng xem h. 6.2.

1. Hệ giằng mái gồm có : hệ giằng ngang trong mặt phẳng cánh trên của dàn, hệ giằng ngang và dọc trong mặt phẳng cánh dưới của dàn, và hệ giằng đứng giữa các dàn.

Các hệ giằng ngang trong mặt phẳng cánh trên và cánh dưới cùng với hệ giằng đứng tạo thành khối không gian hai dàn cứng không bị biến hình. Các dàn còn lại tựa vào không gian cứng này bằng thanh chống dọc ở đỉnh và các thanh chống bằng xà gỗ hoặc sườn tấm lợp panen. Ba hệ giằng này bố trí ở hai đầu khối nhà và ở cả quãng giữa để khoảng cách chúng không quá 50 — 60m.

Hệ giằng ngang trong mặt phẳng cánh trên có nhiệm vụ giữ ổn định cho các thanh dàn cánh trên chịu nén.

Hệ giằng ngang trong mặt phẳng cánh dưới (còn gọi là hệ giằng gió) làm gối tựa cho cột sườn tường và chịu tải trọng gió tác dụng tu đầu hồi và chuyển phần lực lên cột.

Hệ giằng đứng bố trí ở 2 đầu dàn và ở giữa dàn (hoặc dưới chân cửa mái).

Hệ giằng dọc trong mặt phẳng cánh dưới dàn bố trí dọc nhà theo biên dàn, có các nhiệm vụ sau : — kết hợp với giằng ngang trong mặt phẳng cánh dưới tạo thành tấm khung cứng tăng cường ổn định không gian của khối nhà ; — phân phối bớt lực sang các khung bên cạnh khi một khung chịu tải trọng cục bộ (cầu trục) ; — giữ ổn định cho các thanh cánh dưới đầu dàn bị nén.

Nếu nhà không có cầu trục thì không cần bố trí hệ giằng dọc.

Hệ giằng cửa mái gồm có hệ giằng ngang trong mặt phẳng cánh trên cửa mái và giằng đứng giữa các dàn cửa mái. Nhiệm vụ và cách bố trí hệ giằng cửa mái cũng giống như hệ giằng dàn mái.

2. Hệ giằng cột, gồm có hệ giằng cột dưới và hệ giằng cột trên.

Hệ giằng cột có các tác dụng sau :

- Bảo đảm hệ thống cột khung không bị biến hình theo phương dọc nhà.
- Giữ ổn định cột theo phương dọc nhà.
- Chịu tải trọng gió từ đầu hồi và lực hãm dọc của cầu trục để chuyển xuống móng.

Hệ giằng cột bố trí ở giữa khối nhà để tránh phát sinh ứng suất do nhiệt độ biến thiên. Nếu nhà dài có thể bố trí 2 giằng cột cách nhau không quá 50m và cách đầu nhà không quá 90m. Ngoài ra, ở hai đầu khối nhà bố trí hệ giằng cột trên để dễ thi công ; vì cột trên có độ cứng nhỏ nếu việc bố trí này gây ra ứng suất nhiệt không đáng kể.

§ 63. Xác định tải trọng

1. Trọng lượng bản thân kết cấu khung

a) Số liệu tham khảo về chi phí thép trên  $1m^2$  nhả ( $KG/m^2$ ).

Loại kết cấu khung	Loại xưởng	
	nhẹ	trung bình
<b>Mái</b>		
Dàn vì kèo	16 — 25	18 — 30
Dàn đỡ kèo	0 — 6	4 — 7
Xà gỗ	10 — 12	12 — 18
Cửa mái ( $KG/m^2$ cửa mái)	0 — 10	8 — 12
Giằng	3 — 4	3 — 5
<b>Cộng</b>	<b>25 — 40</b>	<b>45 — 70</b>
<b>Cột và giằng</b>	<b>10 — 18</b>	<b>13 — 40</b>
Dầm cầu trục, dầm hãm, sàn dầm	0 — 14	14 — 40
Sườn tường	0 — 3	5 — 24
Các kết cấu khác	—	0 — 10
<b>Tổng cộng</b>	<b>35 — 80</b>	<b>75 — 170</b>

b) Công thức kinh nghiệm

Loại kết cấu	Công thức
Dàn và giằng mái	$g_d = 1,2 \alpha_d \cdot L \text{ (KG/m}^2 \text{ mặt bằng)}$ $L \text{ — nhịp dàn, m}$ $\alpha = 0,6 \sim 0,9 \text{ với nhịp } 24 \sim 30m$
Dàn đỡ kèo	$g_d = \alpha_d L_d^2 \text{ (KG)}$ $L_d \text{ — nhịp (12m)}$ $\alpha_d = 4,4 \text{ khi chịu lực tập trung 10T}$ $\alpha_d = 10,4 \text{ khi lực 40T}$
Dầm cầu trục	$G_c = \alpha L^2 \text{ (KG)}$ $L \text{ — nhịp dầm, m}$ $\alpha = 24 \sim 37 \text{ khi cầu trục có } Q < 75T$

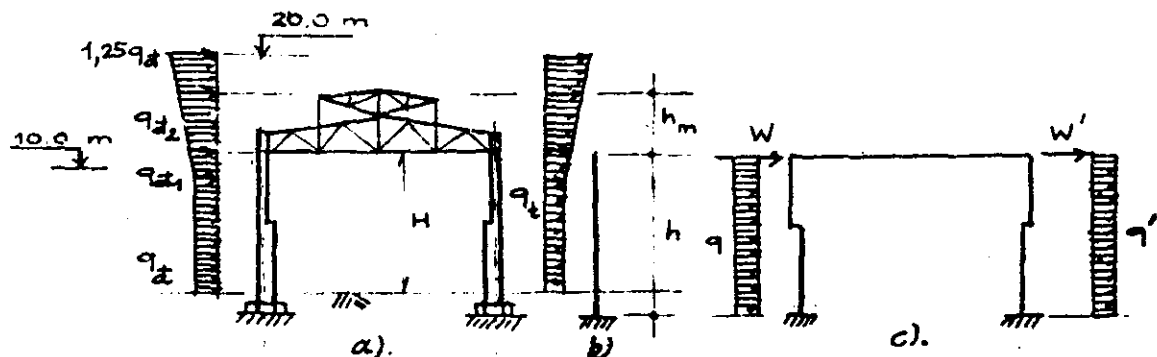
1	2
Cột	$g = \frac{\sum N}{KR} \gamma \psi (T/m).$ <p> <math>\sum N</math> — Lực nén max lên cột.  <math>\gamma = 7,85 T/m^3</math>.  <math>R</math> — Cường độ tính toán của thép <math>T/m^2</math>.  <math>\psi</math> — Hệ số cấu tạo, bằng 1,4 ~ 1,8.  <math>K</math> — Hệ số tăng tiết diện do momen, lấy bằng 0,4 ~ 0,5 đối với cột dưới và bằng 0,25 ~ 0,3 đối với cột trên. </p>

2) Trọng lượng tấm lợp. (KG/m<sup>2</sup>)

Loại kết cấu và vật liệu	Tải trọng tiêu chuẩn	Hệ số vượt tải	Chú thích
Tấm panel 1,5 × 6m	150	1,1	Đốc 1/8 ~ 1/10.
Lớp cách nhiệt dày 12cm			
Bảng bê tông xi $\gamma = 500 KG/m^3$	60	1,2	
Lớp lót xi măng 1,5cm	27	1,2	
Cách nước 2 giấy + 3 dầu	20	1,2	
Hai lớp gạch lú nem 4cm	80	1,1	
Cộng	337		
Tấm lợp tôn $\delta = 1mm$	15	1,1	Đốc 1/4 ~ 1/6
Tấm Fibrocimen	20	1,1	Đốc 1/3 ~ 1/5

3) Hoạt tải trên mái.

Loại mái	Hoạt tải . KG/m <sup>2</sup> .	Hệ số vượt tải n
Nặng	70	1,4
Nhẹ	30	1,4



Hình 6.3 Sơ đồ tải trọng gió

4) Tải trọng gió.

Xác định tải trọng gió trên sơ đồ thực tế (h. 6.3.a).

$$q_a = nq_0 c B; \quad q_t = nq_0 c' B.$$

$n$  — hệ số vượt tải.

$q_0$  — áp lực gió tiêu chuẩn

$c, c'$  — hệ số khí động phía đón gió và trái gió

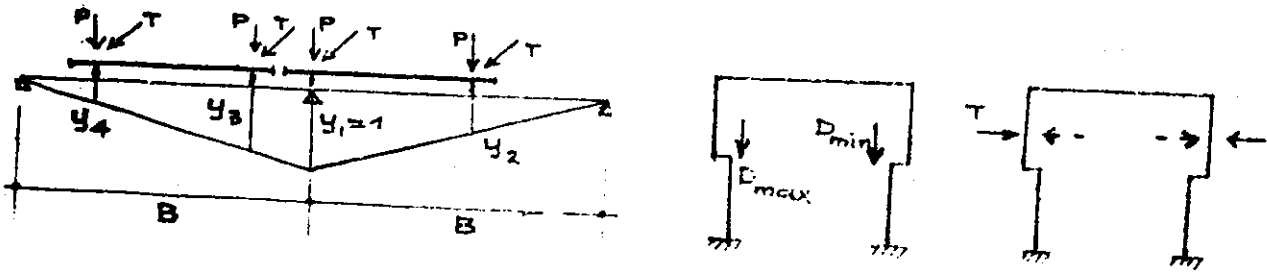
$B$  — bước khung.

Tải trọng gió  $q$  trên sơ đồ tính toán (h. 6.3.c) xác định theo điều kiện momen bằng nhau ở chân cột công xôn (h. 6.3 b) dưới tác dụng của tải trọng thực tế

Tải trọng gió từ dáy dầm đến đỉnh mái được coi là lực tập trung  $W$  và  $W'$ .

$$W = \frac{q_{a1} + q_{a2}}{2} h_m; \quad W' = \frac{q_{t1} + q_{t2}}{2} h_m.$$

5) Tải trọng cần trực tác dụng lên cột khung.



Hình 6.3

Áp lực đứng lên cột.

$$D_{max} = n P_{max} \cdot \Sigma y$$

$$D_{min} = n P_{min} \cdot \Sigma y.$$

Áp lực ngang lên cột

$$T_x = n T_{bx} \Sigma y$$

$P_{max}$  — áp lực đứng lớn nhất lên 1 bánh xe cầu trục.

$P_{min} = \frac{Q + G_{ct}}{n_0} - P_{max}$  — áp lực nhỏ nhất lên 1 bánh xe.

$T_{bx}$  — lực hãm ngang lên 1 bánh xe.

$G_{ct}$  — trọng lượng dầm cầu trục, xác định theo bảng tra hoặc lấy bằng:

0,2 ~ 0,6 T/m khi cần trục có sức trục  $Q = 5 \sim 15$  T.

0,4 ~ 0,8 — khi  $Q = 20 \sim 50$  T.

0,6 ~ 1,2 — khi  $Q > 50$  T.

$n$  — hệ số vượt tải, lấy bằng 1,3 khi  $Q < 5T$  và 1,2 khi  $Q \geq 5T$ .

$\Sigma y$  — tổng tung độ của đường ảnh hưởng tính áp lực lên cột.

$n_0$  — số bánh xe ở 1 phía cầu trục.

#### § 64. Độ mềm tính khung.

1) Sơ đồ tính. Khung được tính theo sơ đồ đơn giản hóa như sau

— Thay dàn bằng xà ngang đặt ở trục cánh dưới của dàn với nhịp tính toán là  $L$ . Xà ngang có độ cứng uốn  $EJ_d$  tương đương với dàn, tính theo công thức.

$$J_d = k(F_1 a_1^3 + F_2 a_2^3).$$

$k$  — Hệ số xét đến biến dạng của hệ thanh bụng và độ nghiêng của cánh trên dàn.

$k = 0,9$  — đối với dàn cánh song song ( $i = 0$ )

$k = 0,8$  khi  $i = 1/10$  và  $k = 0,7$  khi  $i = 1/8$ .

— Thay cột bằng thanh đứng bố trí theo trục trọng tâm của cột. Đối với cột bậc thang thì thanh đứng có độ lệch trục  $e$ . Độ lệch trục  $e$  chỉ dùng để xác định mômen lệch tâm do tải trọng đứng gây ra trên khung. Giá trị  $e$  thường là không biết trước, theo kinh nghiệm lấy khoảng:

$$e = (0,5 \sim 0,55) b_d - 0,5b_c$$

2) Độ cứng của khung. — Để tính khung, cần giả thiết trước độ cứng uốn theo kinh nghiệm như sau: ( $J_1, J_2$  - độ cứng cột dưới, cột trên)

$$\frac{J_1}{J_2} = 7 \sim 10 \quad \text{và} \quad \frac{J_1}{J_2} = 25 \sim 40.$$

Các tỷ số này không ảnh hưởng nhiều đến sự thay đổi nội lực khung, nên sai số cho phép giữa tỷ số giả thiết và thực tế là không quá 30%.

— Để giảm bớt khối lượng tính toán, trong tính khung còn dùng một số đơn giản hóa như sau:

a)  $J_d = \infty$  (tương ứng với góc xoay đầu cột  $\varphi = 0$ ) khi

$$K = \frac{J_d/L}{J_1/h} \geq \frac{6}{1 + 1,1 \sqrt{\frac{J_1}{J_2} - 1}} = A.$$

Dùng cho trường hợp tải trọng tác dụng lên cột khung (tải trọng gió, lực hãm  $T$ , mômen lệch tâm...) vì dàn biến dạng rất nhỏ.

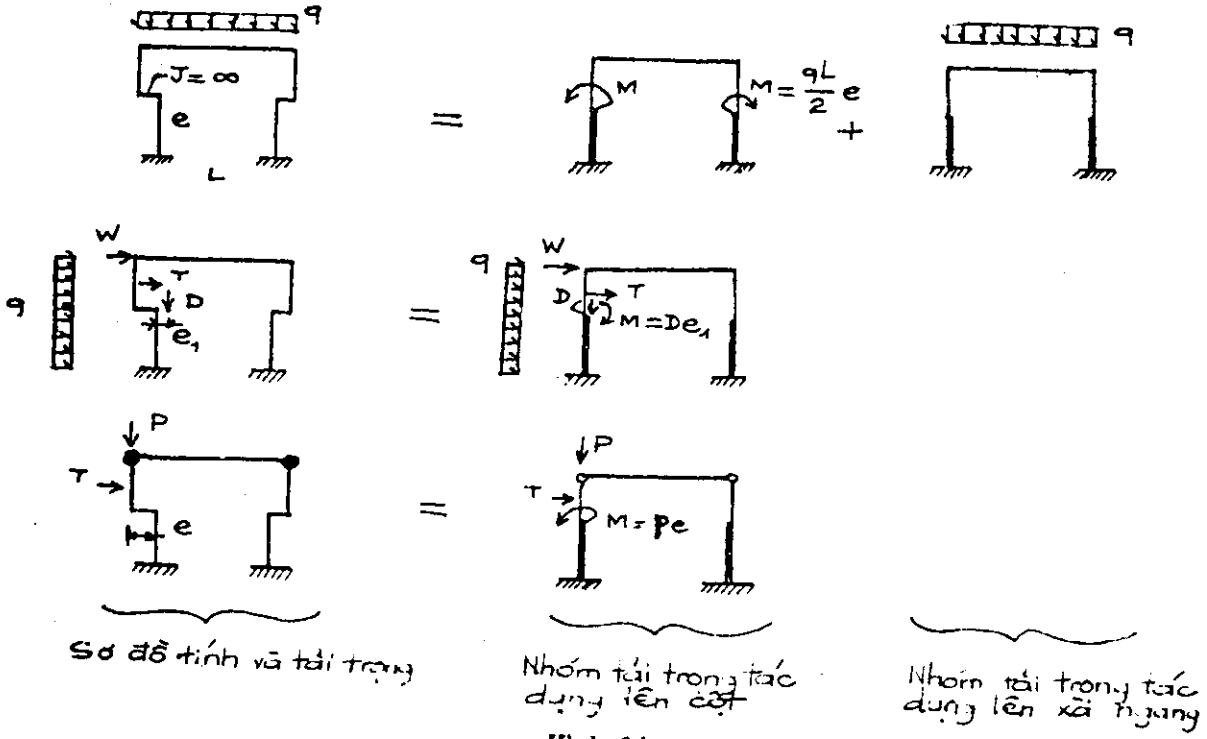
b)  $\Delta = 0$  (Dịch chuyển ngang đầu cột bằng không). Dùng cho nhà nhiều nhịp cùng cao trình với số nhịp là 3 trở lên chịu các loại tải trọng (trừ tải trọng gió).

3) Phương pháp tính. Để tiện sử dụng bảng tra (xem các bảng 6.1,2), thường dùng phương pháp chuyển vị để tính khung.

Các loại tải trọng tác dụng lên khung có thể phân thành hai nhóm (h. 64)

– Nhóm tải trọng tác dụng lên cột, ảnh hưởng chuyển vị của hệ cơ bản là  $\Delta$  (và  $\varphi = 0$  khi  $K \geq A$ ).

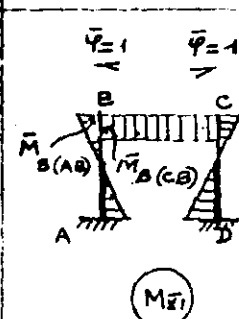
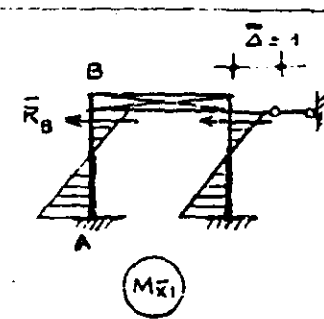
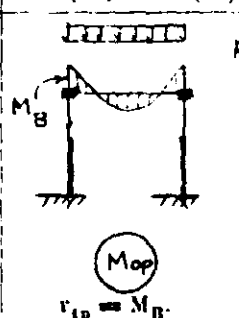
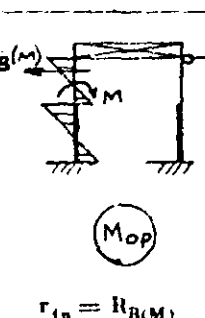
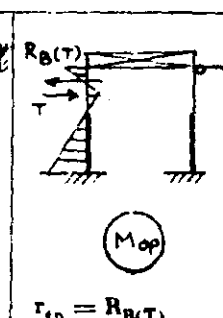
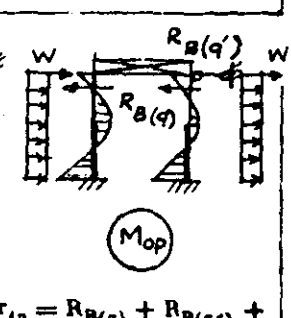
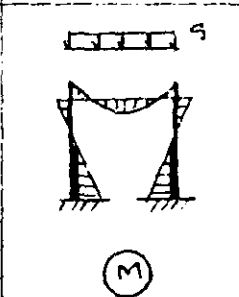
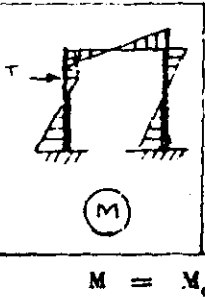
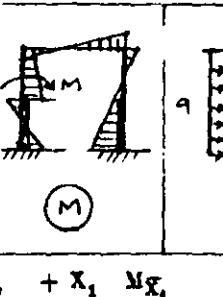
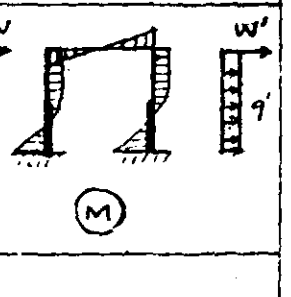
– Nhóm tải trọng tác dụng lên xà ngang, ảnh hưởng chuyển vị là  $\varphi$  (và  $\Delta = 0$  khi tải trọng đối xứng).



Hình 6.4.

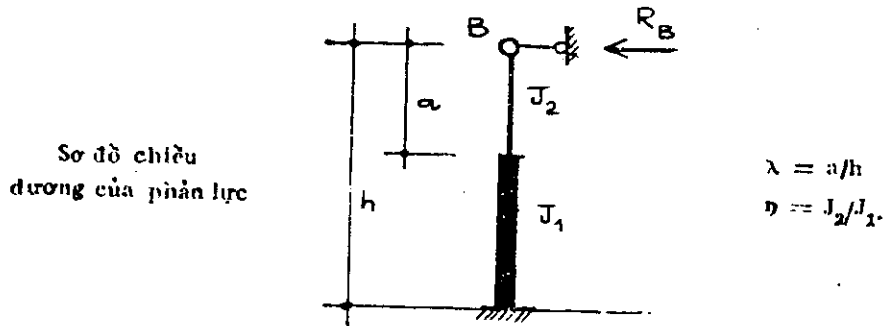
4. Các bước giải khung.

Nội dung	Sơ đồ và công thức			
	Tải trọng lên xà	Tải trọng trên cột		
Sơ đồ tính và tải trọng				
Hệ cơ bản tính toán				
Phương trình chính tắc	$X_1 \sum r_{11} + r_{1p} = 0$ $\Delta_n X_1 = \varphi$	$X_1 \sum r_{11} + r_{1p} = 0$ $\Delta_n X_2 = \Delta$		

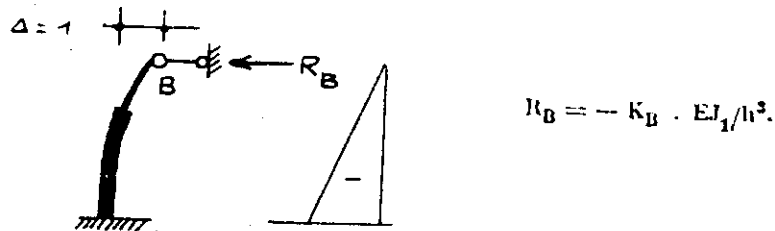
1	2	3	4	5
Biểu đồ $M_{\bar{x}_1}$ và tính $\Sigma r_{11}$	 <p> <math>\bar{\varphi} = 1</math>    <math>\bar{\varphi} = 1</math>  <math>\bar{M}_{B(AB)}</math>    <math>\bar{M}_{B(CB)}</math>  <math>(M_{\bar{x}_1})</math>  <math>\Sigma r_{11}</math> — tổng phân            lực mômen tại nút            B của thanh AB và            CB khi nút B và C            cùng xoay <math>\bar{\varphi} = 1</math>  <math>\Sigma r_{11} =</math>  <math>= \bar{M}_{B(AB)} + \bar{M}_{B(CB)}</math> </p>	 <p> <math>\bar{\Delta} = 1</math>  <math>(M_{\bar{x}_1})</math>  <math>\Sigma r_{11}</math> — tổng phân lực ngang ở gối tựa khi đầu khung dịch            chuyển <math>\bar{\Delta} = 1</math>  <math>\Sigma r_{11} = 2\bar{R}_B</math> </p>		
Biểu đồ $M_{op}$ và tính $r_{1p}$	 <p> <math>(M_{op})</math>  <math>r_{1p} = M_{op}</math>  <math>r_{1p}</math> — phân lực mô-            men ở nút B do q            gây ra         </p>	 <p> <math>(M_{op})</math>  <math>r_{1p} = R_{B(T)}</math> </p>	 <p> <math>(M_{op})</math>  <math>r_{1p} = R_{B(T)}</math> </p>	 <p> <math>(M_{op})</math>  <math>r_{1p} = R_{B(q)} + R_{B(q')} +</math>  <math>+ w + w'</math>  <math>r_{1p}</math> — phân lực ngang ở gối tựa do tải trọng gây ra trên            hệ cơ bản.         </p>
Tính ẩn số chuyển vị	$X_1 = \varphi = - \frac{r_{1p}}{\Sigma r_{11}}$	$X_1 = \Delta = - \frac{r_{1p}}{\Sigma r_{11}}$		
Biểu đồ Mômen của khung M	 <p> <math>(M)</math> </p>	 <p> <math>(M)</math> </p>	 <p> <math>(M)</math> </p>	 <p> <math>(M)</math> </p>
	$M = M_{op} + X_1 M_{\bar{x}_1}$			
Chú thích. Đối với khung liên kết khớp giữa cột và dầm thì sơ đồ và công thức tính thực hiện theo nhóm tải trọng tác dụng lên cột. Các phân lực ở gối tựa trên hệ cơ bản xem các bảng 6.1 và bảng 6.2				

Hệ số xác định phản lực gối tựa ( $R_B$ ) cột bậc thang có một đầu ngàm và một đầu khớp

Bảng 6.1

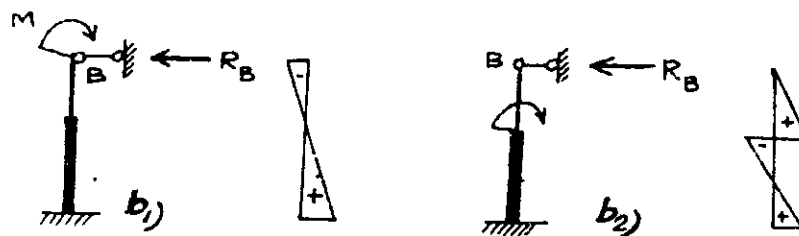


a) Đầu trên dịch chuyển ngang  $\Delta = 1$ .



Hệ số	$\lambda$	$\eta$						
		0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
$K_B$	0,1	2,944	2,973	2,988	2,993	2,996	2,997	3,000
	0,2	2,604	2,799	2,907	2,945	2,964	2,976	3,000
	0,3	1,983	2,414	2,708	2,823	2,833	2,921	3,000
	0,4	1,354	1,904	2,389	2,610	2,731	2,820	3,000
	0,5	0,889	1,412	2,000	2,323	2,526	2,667	3,000

b) Mômen tập trung M.

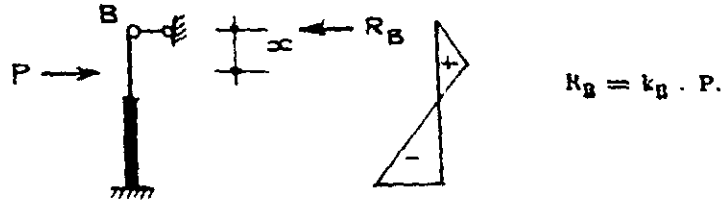


$R_B = K_B \cdot M h$



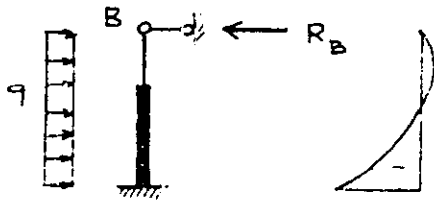
Hệ số	$\lambda$	$\mu$						
		0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
$K_B$ (trường hợp $b_1$ )	0,1	1,752	1,620	1,554	1,531	1,520	1,513	1,5
	0,2	2,202	1,903	1,686	1,610	1,571	1,548	1,5
	0,3	2,687	2,184	1,841	1,707	1,636	1,592	1,5
	0,4	2,735	2,322	1,959	1,775	1,697	1,635	1,5
	0,5	2,556	2,294	2,000	1,839	1,737	1,667	1,5
$K_B$ (trường hợp $b_2$ )	0,1	1,467	1,472	1,479	1,482	1,483	1,484	1,485
	0,2	1,250	1,343	1,395	1,414	1,423	1,429	1,440
	0,3	1,002	1,098	1,232	1,284	1,312	1,329	1,365
	0,4	0,569	0,799	1,008	1,096	1,150	1,184	1,260
	0,5	0,333	0,529	0,750	0,871	0,947	1,000	1,125

c) Lực tập trung P.



$x/l$	$\lambda$	Hệ số $k_B$						
		0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
0,4	0,1	0,931	0,936	0,938	0,939	0,939	0,940	0,940
	0,2	0,821	0,848	0,866	0,872	0,875	0,877	0,880
	0,3	0,688	0,744	0,783	0,798	0,805	0,811	0,821
	0,4	0,575	0,641	0,694	0,719	0,733	0,742	0,762
	0,5	0,511	0,559	0,613	0,634	0,661	0,674	0,704
0,6	0,1	0,897	0,904	0,907	0,909	0,909	0,909	0,910
	0,2	0,740	0,780	0,802	0,810	0,814	0,816	0,821
	0,3	0,556	0,631	0,682	0,702	0,713	0,719	0,733
	0,4	0,407	0,483	0,556	0,590	0,609	0,621	0,647
	0,5	0,315	0,376	0,446	0,484	0,508	0,525	0,564
0,8	0,1	0,865	0,873	0,877	0,878	0,879	0,879	0,880
	0,2	0,669	0,715	0,740	0,749	0,754	0,757	0,762
	0,3	0,448	0,533	0,590	0,613	0,624	0,632	0,647
	0,4	0,275	0,362	0,439	0,476	0,495	0,508	0,536
	0,5	0,170	0,235	0,308	0,351	0,373	0,391	0,432

d) Tải trọng phân bố đều  $q$ .

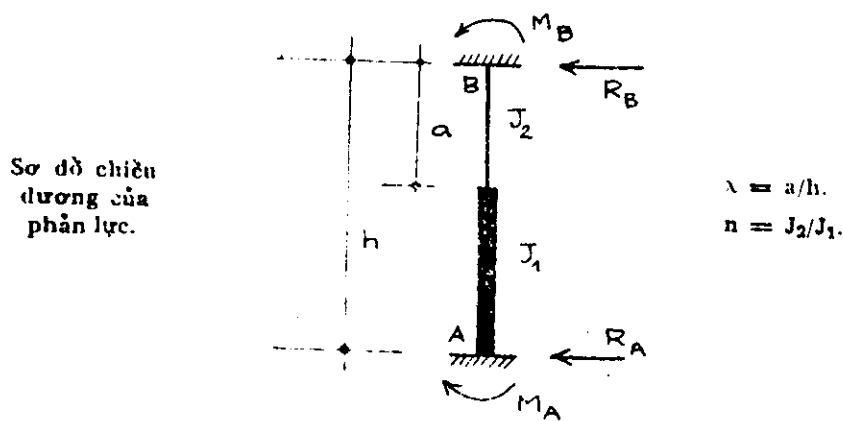


$$R_B = K_D \cdot qh.$$

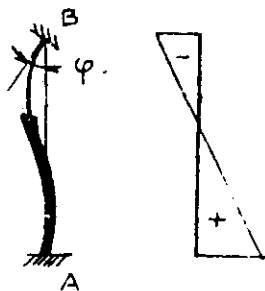
Hệ số	$\lambda$	$n$					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
$K_D$	0,1	0,3720	0,3736	0,3742	0,3744	0,3746	0,375
	0,2	0,3548	0,3657	0,3694	0,3714	0,3726	0,375
	0,3	0,3237	0,3403	0,3503	0,3649	0,3681	0,375
	0,4	0,2928	0,3201	0,3450	0,3553	0,3614	0,375
	0,5	0,2757	0,3125	0,3326	0,3454	0,3542	0,375

Hệ số xác định phản lực gối tựa ( $M_B$  và  $R_B$ ) cột bậc thang hai đầu ngàm.

Bảng 6.2



a) Đầu trên có góc xoay  $\varphi = 1$ .

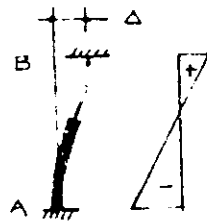


$$M_B^* = K_B \cdot EJ_1/h.$$

$$R_B^* = K_B' \cdot EJ_1/h^2.$$

Hệ số	$\lambda$		0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
	$n$	$\lambda$							
$K_{II}$	0,1		- 0,814	- 0,983	- 1,689	- 2,224	- 2,642	- 2,979	- 4,0
	0,2		- 0,545	- 0,664	- 1,216	- 1,705	- 2,140	- 2,530	- 4,0
	0,3		- 0,480	- 0,580	- 1,055	- 1,499	- 1,918	- 2,313	- 4,0
	0,4		- 0,472	- 0,566	- 1,006	- 1,423	- 1,825	- 2,218	- 4,0
	0,5		- 0,470	- 0,564	- 1,000	- 1,406	- 1,799	- 2,182	- 4,0
$K'_{II}$	0,1		1,345	1,594	2,625	3,405	4,017	4,509	6,0
	0,2		1,092	1,264	2,051	2,748	3,362	3,916	6,0
	0,3		1,120	1,268	1,942	2,560	3,138	3,682	6,0
	0,4		1,160	1,315	1,971	2,551	3,098	3,622	6,0
	0,5		1,120	1,295	2,0	2,586	3,124	3,636	6,0

b) Hai đầu chuyển dịch tương đối  $\Delta = 1$ .

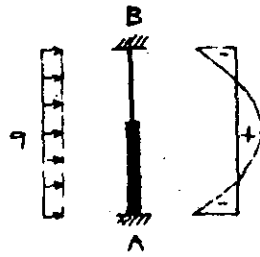


$$M_B = K_B \cdot EJ_1/h^2.$$

$$R_B = K'_B \cdot EJ_1/h^3.$$

Hệ số	$\lambda$		0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
	$n$	$\lambda$							
$K_B$	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	2,0	2,586	3,124	3,636	6
$K'_B$	0,1		- 5,19	- 5,555	- 7,606	- 8,208	- 9,102	9,621	- 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	- 6,0	- 7,078	- 7,953	- 8,727	- 12

c) Tải trọng phân bố đều  $q$ .

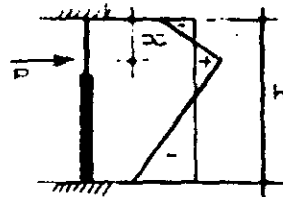


$$M_B = K_B \cdot qh^2$$

$$R_B = K'_B \cdot qh^3$$

Hệ số	$\lambda$		$n$						
			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
$K'_B$	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

d) Tải trọng tập trung  $P$ .



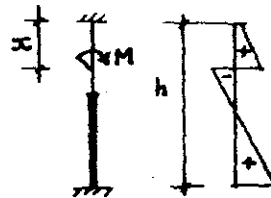
$$M_B = K_B \cdot Ph$$

$$R_B = K'_B \cdot P$$

Hệ số	$\lambda$		$n$						
			0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
$\alpha = x/h = 0,1$									
$K_B$	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
$K'_B$	0,1		0,928	0,930	0,94	0,948	0,954	0,958	0,972
	0,2		0,945	0,946	0,945	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	0,910	0,955	0,961	0,964	0,967	0,972

$\alpha = 0,3$								
$K_B$	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	- 0,111	- 0,114	- 0,120	- 0,125	- 0,147
	0,4	- 0,1	- 0,105	- 0,125	- 0,125	- 0,130	- 0,133	- 0,147
	0,5	- 0,1	- 0,104	- 0,128	- 0,128	- 0,133	- 0,136	- 0,147
$K'_B$	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	0,746	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
$\alpha = 0,4$								
$K_B$	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	- 0,087	- 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
$K'_B$	0,1	0,506	0,513	0,545	0,569	0,588	0,603	0,648
	0,2	0,514	0,522	0,547	0,568	0,582	0,596	0,648
	0,3	0,509	0,518	0,555	0,575	0,590	0,602	0,648
	0,4	0,481	0,477	0,545	0,575	0,591	0,607	0,648
	0,5	0,461	0,432	0,520	0,563	0,587	0,604	0,648

a) Momen tập trung M.

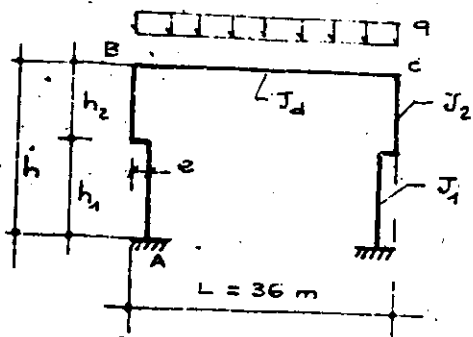


$$M_B = K_B \cdot M$$

$$R_B = K'_B \cdot M/h$$

Hệ số	$\lambda$	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
$\alpha = x/h = 0,2$								
$K_B$	0,1	0,007	0,022	0,092	0,144	0,186	0,219	0,32
	0,2	0,088	0,075	0,111	0,146	0,098	0,145	0,32
	0,3	0,076	0,093	0,139	0,171	0,198	0,222	0,32
	0,4	0,105	0,131	0,191	0,221	0,242	0,259	0,32
	0,5	0,110	0,130	0,200	0,235	0,257	0,273	0,32
$K'_B$	0,1	1,415	1,392	1,292	1,216	1,156	1,107	0,96
	0,2	1,497	1,487	1,415	1,339	1,269	1,205	0,96
	0,3	1,565	1,499	1,314	1,227	1,168	1,122	0,96
	0,4	1,780	1,638	1,346	1,222	1,149	1,099	0,96
	0,5	1,820	1,713	1,400	1,252	1,165	1,106	0,96

$\alpha = 0,3$								
$K_B$	0,1	- 0,042	- 0,037	- 0,012	- 0,007	- 0,022	- 0,024	0,07
	0,2	- 0,118	- 0,110	- 0,082	- 0,056	- 0,032	- 0,011	0,07
	0,3	- 0,174	- 0,171	- 0,147	- 0,115	- 0,085	- 0,056	0,07
	0,4	- 0,120	- 0,107	- 0,066	- 0,041	- 0,021	- 0,003	0,07
	0,5	- 0,130	- 0,110	- 0,059	- 0,019	- 0,002	- 0,018	0,07
$K_B'$	0,1	1,42	1,412	1,378	1,351	1,33	1,312	1,26
	0,2	1,482	1,483	1,461	1,429	1,399	1,371	1,26
	0,3	1,444	1,471	1,5	1,481	1,452	1,419	1,26
	0,4	1,775	1,713	1,55	1,474	1,424	1,386	1,26
	0,5	2,0	1,912	1,65	1,524	1,449	1,396	1,26
$\alpha = 0,4$								
$K_B$	0,1	- 0,077	- 0,079	- 0,089	- 0,098	- 0,102	- 0,106	- 0,12
	0,2	- 0,131	- 0,132	- 0,132	- 0,130	- 0,128	- 0,127	- 0,12
	0,3	- 0,182	- 0,184	- 0,183	- 0,176	- 0,167	- 0,159	0,12
	0,4	- 0,204	- 0,213	- 0,224	- 0,218	- 0,206	- 0,192	0,12
	0,5	- 0,227	- 0,222	- 0,2	- 0,186	- 0,174	- 0,164	0,12
$K_B'$	0,1	1,37	1,377	1,393	1,404	1,413	1,42	1,44
	0,2	1,42	1,427	1,443	1,446	1,446	1,446	1,44
	0,3	1,383	1,416	1,474	1,485	1,435	1,480	1,44
	0,4	1,224	1,293	1,442	1,486	1,499	1,499	1,44
	0,5	1,7	1,673	1,6	1,561	1,534	1,513	1,44



Hình 6.5

5. Ví dụ 6.1. Xác định nội lực khung, hình 6.5. Số liệu cho

$$J_1 = 1; J_2 = 1/8; J_d = 4,5.$$

$$h_1 = 13,6; h_2 = 5,6; -h = 19,2m.$$

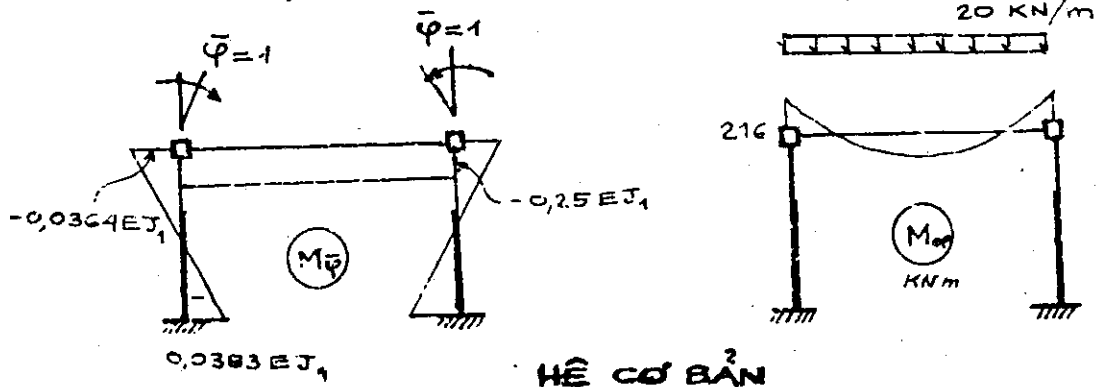
$$L = 36m; q = 20 kN/m.$$

$$b_1 = 500 mm; b_2 = 1250 mm.$$

$$\lambda = \frac{5,6}{19,2} = 0,3; n = \frac{1}{8} = 0,125.$$

$$e = \frac{b_2 - b_1}{2} = 0,375 m.$$

Nội lực khung do q tác dụng.



Chuyển vị đầu khung (B, C):  $\Delta = 0$ ;  $\epsilon = X_1$ . Tính  $\Sigma r_{11}$  và  $M_{op}$ .

$$\bar{M}_{B(BC)} = -2EJ_1 \frac{1}{L} = -2E \frac{4,5J_1}{36} = -0,25 EJ_1.$$

$$\bar{M}_{B(AB)} = K_B \frac{EJ_1}{h} = -0,699 \frac{EJ_1}{h} = -0,0364 EJ_1.$$

$$\bar{R}_{B(AB)} = K_B \frac{EJ_1}{h^2} = 1,4365 \frac{EJ_1}{h^2}.$$

$$\begin{aligned} \bar{M}_{A(AB)} &= \bar{M}_{B(AB)} + \bar{R}_{B(AB)} \cdot h = \frac{EJ_1}{h} (-0,699 + 1,4365) \\ &= 0,7375 \frac{EJ_1}{h} = 0,0383 EJ_1. \end{aligned}$$

$$\Sigma r_{11} = \bar{M}_{B(AB)} + \bar{M}_{B(BC)} = -0,2864 EJ_1.$$

Tính  $r_{1p}$  và  $M_{op}$ .

$$r_{1p} = M_{B(BC)} = 0,0839 L^2 = 2160 \text{ kNm}.$$

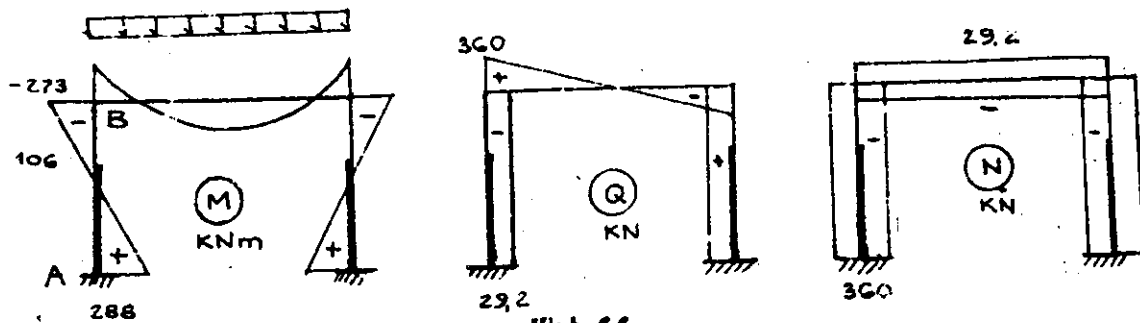
Tính

$$X_1 = \epsilon = -\frac{r_{1p}}{\Sigma r_{11}} = \frac{2160}{0,2864 EJ_1} = \frac{7540}{EJ_1}$$

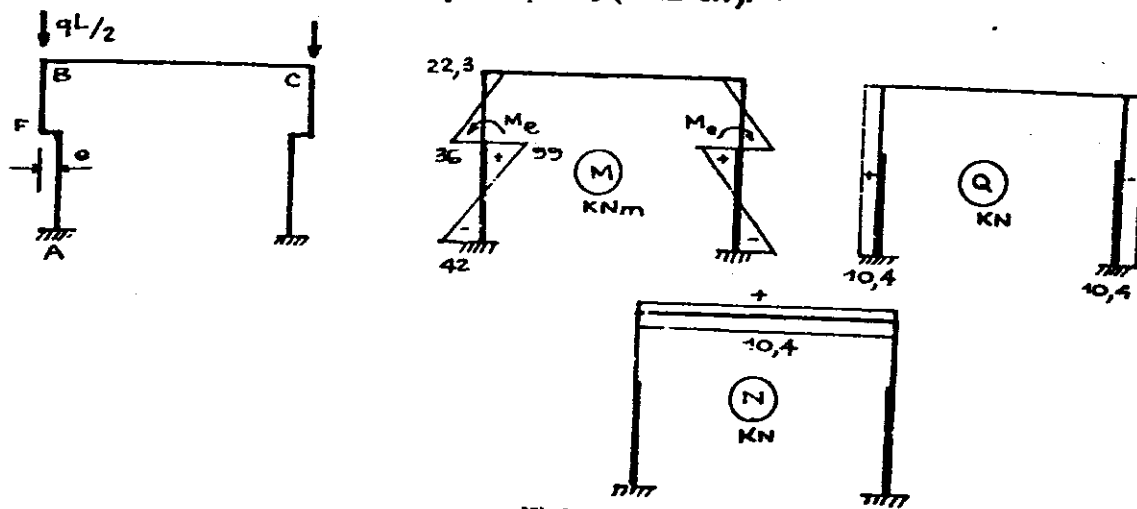
Nội lực của khung (hình 6.6).  $M = M_{op} + \epsilon \cdot M_{\bar{q}}$ .

$$M_B = \epsilon \cdot \bar{M}_{B(AB)} = -\frac{7540}{EJ_1} \cdot 0,0364 EJ_1 = -273 \text{ kNm}.$$

$$M_A = \epsilon \cdot \bar{M}_{A(AB)} = -\frac{7540}{EJ_1} \cdot 0,0384 EJ_1 = 288 \text{ kNm}.$$



Nội lực khung do mômen lệch trục  $M_e$  (hình 6.7).



Hình 6.7

$$M_e = \frac{qL}{2} \cdot e = \frac{20,36}{2} \cdot 0,375 = 135 \text{ KNm.}$$

Chuyển vị đầu khung (B, C):  $\Delta = 0$ ;  $\varphi = 0$ .

Tính nội lực khung.

$$M_{B(AB)} = K_B M = 0,165 M_e = 22,3 \text{ KNm.}$$

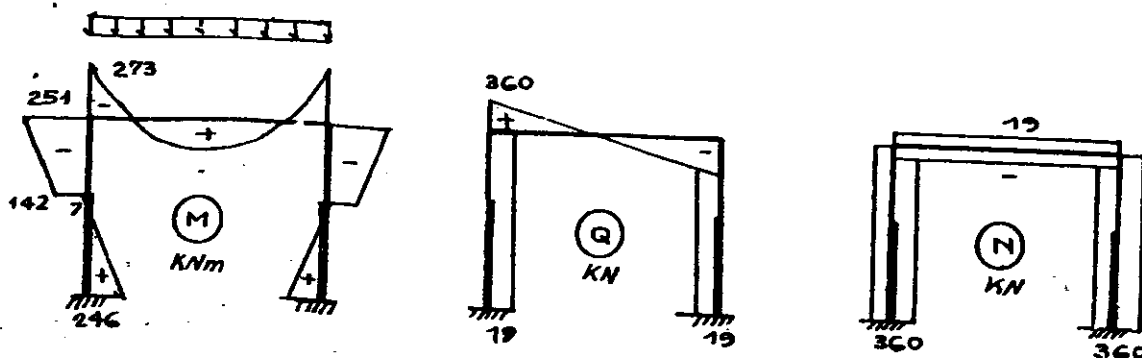
$$R_{B(AB)} = K_B \cdot \frac{M}{h} = -1,478 \frac{M_e}{h} = 10,4 \text{ KN.}$$

$$M_F^a = M_{B(AB)} + R_{B(AB)} \cdot h_2 = 0,165 M_e - 1,478 \frac{5,6}{19,2} M_e = -36 \text{ KNm.}$$

$$M_F^d = M_e - 36 = 135 - 36 = 99 \text{ KNm.}$$

$$M_{A(AB)} = M_{B(AB)} + M_e + R_{B(AB)} h = M_e (0,165 + 1 - 1,478) = -0,313 M_e = -42 \text{ KNm.}$$

Nội lực tổng. Nội lực cuối cùng của khung bằng tổng cộng của hai trạng thái nội lực ở trên (hình 6.8).



Hình 6.8



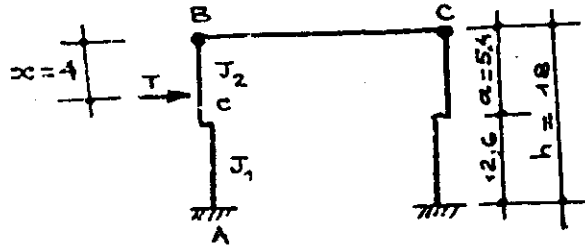
Chú thích: Các hệ số  $K_B$  và  $K_C$  để tính  $M_B$  và  $R_B$  lấy từ bảng 6.2 ứng với  $n = 0,125$  (theo tỷ lệ đường thẳng giữa  $n = 0,1$  và  $0,2$ ) và  $\lambda = 0,3$ .

Ví dụ 6.2. Xác định nội lực khung hình 6.9 (sử dụng bảng 6.1).

$$n = \frac{J_2}{J_1} = 0,1$$

$$\lambda = \frac{a}{h} = 0,3$$

$$\frac{x}{a} = \frac{4}{5,4} = 0,77.$$



Hình 6.9

Chuyển vị đều khung (BC):  $\Delta = X_1$ .

Tính  $r_{1P}$  và  $M_{0P}$

$$r_{1P} = R_B = K_B T = 0,548 T.$$

$$M_C^0 = x \cdot R_B = 4 \cdot 0,548 T = 2,2 T.$$

$$M_A^0 = h \cdot R_B - (h - x) T = T [0,548 \cdot 18 - (18 - 4)] = -4,14 T.$$

Tính  $\Sigma r_{11}$  và  $M_{01}$

$$\Sigma r_{11} = 2\bar{R}_B = -2K_B \frac{EJ_1}{h^3} = -2 \cdot 2,414 \frac{EJ_1}{h^3}.$$

$$\bar{M}_A = \bar{R}_B \cdot h = -18 \cdot 2,414 \frac{EJ_1}{h^3}.$$

Tính chuyển vị ần

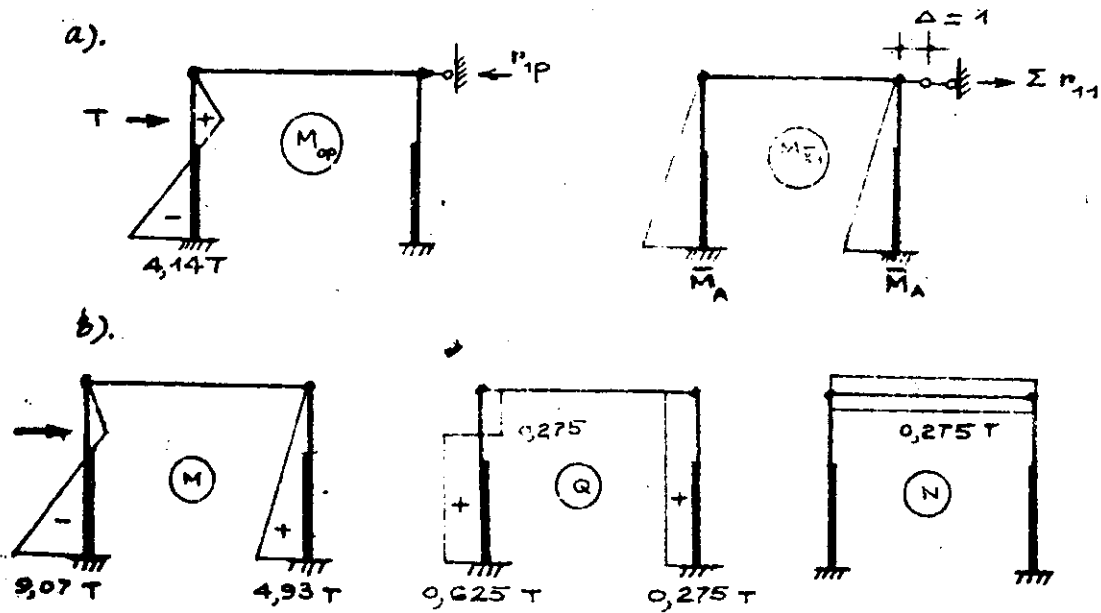
$$\Delta = -\frac{r_{1P}}{\Sigma r_{11}} = \frac{0,548 Th^3}{2 \cdot 2,414 EJ_1}.$$

Nội lực khung (hình 6.10).

$$M_A = M_A^0 + \Delta \cdot \bar{M}_A = -4,14 T - \frac{0,548 T}{2} 18 = -9,07 T.$$

$$M'_A = \Delta \bar{M}_A = -4,93 T.$$

$$M_C = M_C^0 + M'_A \cdot \frac{4}{18} = T \left( 2,2 - 4,93 \times \frac{4}{18} \right).$$



Hình 6.10

- a) Nội lực của hệ cơ bản.  
b) Nội lực khung

§ 65. Nguyên tắc tổ hợp nội lực tĩnh kết cấu khung.

1. Lập bảng nội lực khung. Nội lực khung (M, N, Q) được xác định dưới tác dụng của từng loại tải trọng, sau đó lập thành bảng tổng kết ở bảng tổng kết (bảng 6.3 và 6.5) giới thiệu nội lực khung có sơ đồ liên kết khớp và cứng giữa cột với dầm (hình 6.11 và hình 6.12).

2. Tổ hợp nội lực tĩnh toán. Trên cơ sở các bảng nội lực, tiến hành tổ hợp nội lực tĩnh toán cho từng cấu kiện của khung, bao gồm: cột trên, cột dưới, bu lông neo, chân cột, móng, dầm, liên kết giữa dầm với cột.

Tổ hợp tải trọng dựa theo các nguyên tắc sau:

— Phù hợp với trình tự thi công là tạm lập lập lên dầm sau khi dầm đã liên kết (khớp hoặc cứng) với cột khung đúng theo yêu cầu thiết kế.

— Tải trọng tĩnh luôn luôn có mặt trong mọi tổ hợp không phụ thuộc vào dấu của nội lực.

— Đối với khung nhà công nghiệp, lực hãm (T) của cần trục không thể xảy ra khi không có lực đứng ( $D_{max}$ ,  $D_{min}$ ) và ngược lại lực đứng của cần trục có thể xảy ra khi không có lực hãm. Lực đứng tác dụng lên cột đang chịu lực T có thể là  $D_{max}$  hoặc  $D_{min}$ . Trên mỗi cột, lực T có thể có hai chiều tác dụng.

Các vấn đề khác về nguyên tắc tổ hợp xem § 5.

### § 66. Tổ hợp nội lực tính cột.

Để tính cột, ở mỗi tiết diện cần tìm 3 tổ hợp sau

-- Mômen lớn nhất với dấu dương  $M_{max}$  và lực nén tương ứng  $N_{10}$ .

-- Mômen lớn nhất với dấu âm  $M_{min}$  và lực nén tương ứng  $N_{10}$ .

-- Lực nén lớn nhất  $N_{max}$  và mômen tương ứng có khu mông lớn nhất với cả hai dấu âm dương  $M_{10}^{\pm}$ .

Riêng đối với cột dưới rỗng cần tìm  $Q_{max}$  ở tiết diện chân cột để tính thanh giằng hoặc bản giằng.

Xác định tổ hợp nội lực tính bu lông neo: Bu lông neo được tính theo lực kéo lớn nhất. Vì vậy cần tìm tổ hợp lực nén nhỏ nhất  $N_{min}$  và mômen tương ứng có khu mông lớn nhất cả hai dấu âm dương  $M_{10}^{\pm}$ . Ở đây tải trọng tĩnh cần được nhân với giá trị  $\frac{0,9}{1,1}$  để tăng lực kéo cho bu lông neo (trong đó 0,9 và 1,1 là các hệ số thiếu tải và vượt tải của tải trọng tĩnh). Ví dụ về tổ hợp nội lực tính cột xem các bảng 6.4 và bảng 6.6.

### § 67. Tổ hợp nội lực tính dàn gối khớp lên cột.

Dưới tác dụng từng loại tải trọng, trình tự tính nội lực dàn gối khớp lên cột như sau:

-- tính dàn theo sơ đồ gối đơn giản để tìm nội lực từng thanh dàn

-- tính khung để tìm lực dọc trong xà ngang. Lực dọc này chỉ tác dụng lên cánh dưới của dàn.

Vì vậy khi tổ hợp nội lực tính toán thanh dàn chia ra hai trường hợp

-- đối với thanh cánh trên và thanh bụng thì tổ hợp theo nội lực dàn gối đơn giản (xem mục § 48, ví dụ 5.1).

-- đối với thanh cánh dưới cần kể thêm lực dọc trong xà ngang của khung (xem bảng 6.4, N<sup>o</sup> VII).

Cần chú ý rằng lực dọc trong xà ngang của khung cũng đồng thời là lực đập H hoặc lực cắt Q ở đầu cột. Vậy liên kết giữa dàn với cột được tính dưới tác dụng của hai lực: phản lực đứng ở đầu dàn theo sơ đồ dàn gối đơn giản và lực đập nói trên

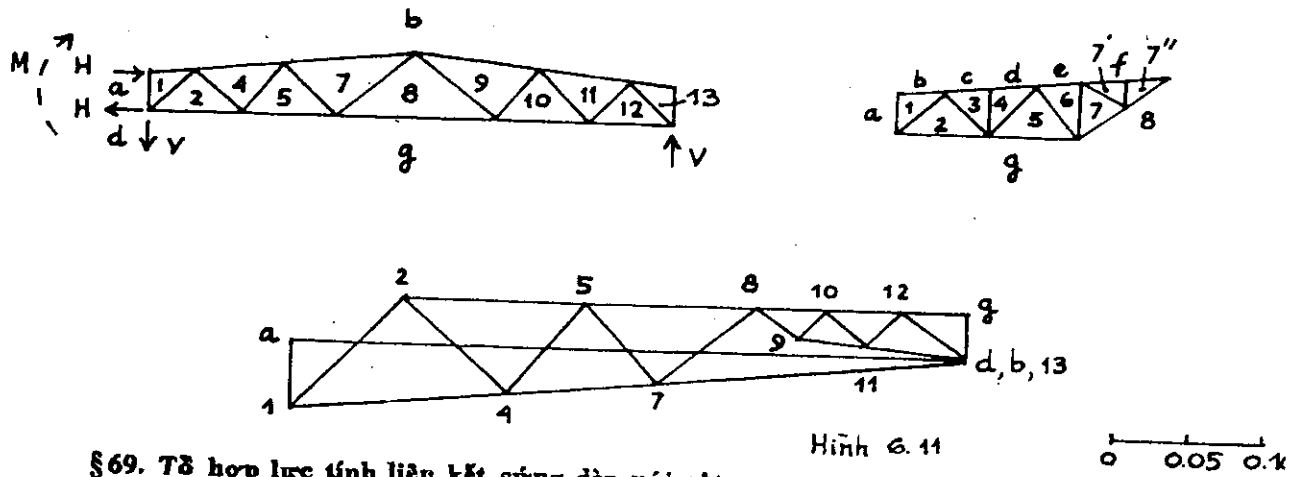
### § 68. Tổ hợp nội lực tính dàn liên kết cứng với cột.

Dưới tác dụng của mỗi tải trọng, nội lực thanh dàn gồm có hai thành phần:

-- thành phần nội lực các thanh của dàn có sơ đồ gối đơn giản.

-- thành phần nội lực (gồm có M, N) của xà ngang trong khung cứng. Trong đó lực dọc của xà ngang N chỉ tác dụng lên cánh dưới của dàn. Các mômen đầu dàn M sẽ gây nội lực các thanh dàn, giá trị các nội lực này được xác định bằng cách dùng giản đồ Crémóna với lực tác dụng là ngẫu lực  $H = M/h_0$  (xem hình 6.11,  $h_0$  là chiều cao đầu dàn).

Vậy khi tìm tổ hợp thì nội lực thanh dàn phải lấy tổng của hai thành phần nói trên, riêng đối với cánh dưới của dàn còn phải kể thêm  $N$ . Cách tổ hợp cụ thể xem ví dụ ở bảng 6.9.



§69. Tổ hợp lực tính liên kết cứng dàn với cột.

Tính liên kết cứng đầu dàn gồm các nội dung sau:

Tính liên kết nút trên chịu các lực đập lớn nhất với dấu dương và âm  $H_t^\pm$ . Các lực đập này được xác định từ các tổ hợp mômen lớn nhất với dấu âm và dương  $M_{min}$   $M_{max}$  ở đầu dàn:

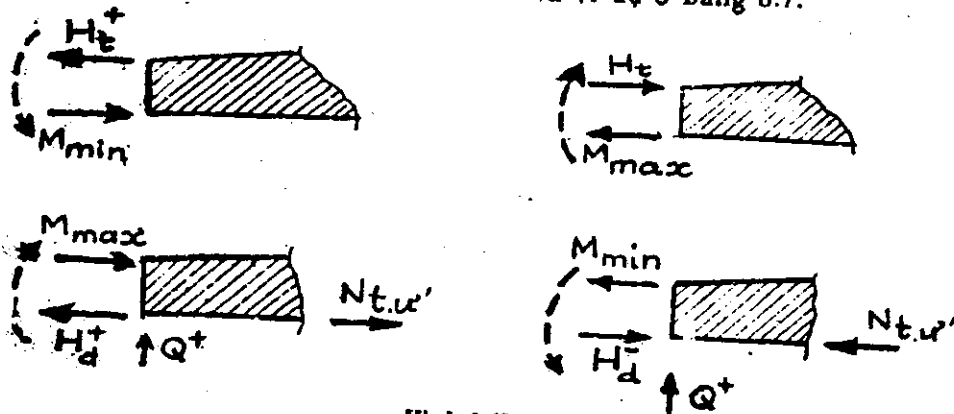
$$H_t^+ = \frac{M_{min}}{h_0}; \quad H_t^- = \frac{M_{max}}{h_0}$$

Tính liên kết nút dưới chịu các lực đập lớn nhất với dấu dương và âm  $H_d^\pm$ , xác định từ các tổ hợp mômen lớn nhất với dấu dương và âm  $M_{max}$   $M_{min}$  ở đầu dàn và lực dọc tương ứng  $N_{t,u}$  trong xà ngang:

$$H_d^+ = \frac{M_{max}}{h_0} + N_{t,u}$$

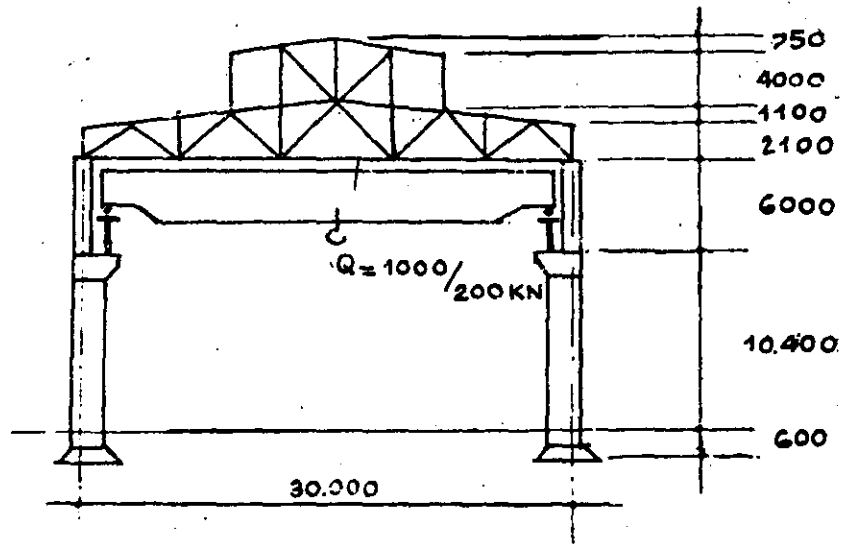
$$H_d^- = \frac{M_{min}}{h_0} + N_{t,u}$$

Ngoài lực  $H_d^\pm$  đã nêu, ở nút dưới còn chịu phản lực đứng ở đầu dàn là tổ hợp lực cắt lớn nhất  $Q^+$  ở đầu dàn. Xem hình 6.12 và ví dụ ở bảng 6.7.



Hình 6.12

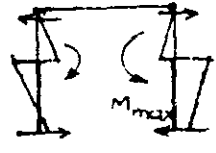

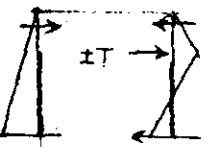
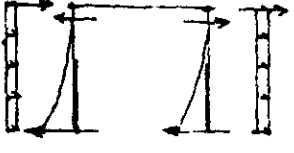

Bảng nội lực khung. Dàn và cột liên kết khớp.



Hình 6.13

Bảng 6.3

N <sup>o</sup>	Loại tải trọng		Hệ số khớp	Tiết diện cột trên			Tiết diện cột dưới				
				1-1		2-2		3-3		4-4	
				Q. KN	M. KNm	N. KN	M. KNm	N. KN	M. KNm	N. KN	Q. KN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	Tĩnh tải		1	5,5	-33	-404	66	-417	5,5	-457	-5,5
2	Hoạt tải		1	1,3	-7,9	-94,5	15,9	-94,5	1,32	-94,5	-1,3
			0,9	1,17	-7,1	-85	14,2	-85	1,19	-85	-1,17
3 <sub>t</sub>	M cầu trục		1	-31,7	185	0	-856	-1683	-318	-1683	31,7
			0,9	-28	167	0	-590	-1510	-286	-151	28

3 <sub>p</sub>	M cầu trục		1	-31,7	185	0	-86	-543	254	-543	31,7
			0,9	-28	167	0	-77,4	-488	229	-133	28
4 <sub>t</sub>	Lực hãm lên cột trái		1	+30,2	+3,6	0	+3,6	0	+528	0	+33,2
			0,9	+27,2	+3,2	0	+3,2	0	+475	0	+29,9
4 <sub>p</sub>	Lực hãm lên cột phải		1	+30,2	+90,6	0	+90,6	0	+256	0	+30,2
			0,9	+27,2	+81,6	0	+81,6	0	+236	0	+27,2
5 <sub>t</sub>	Gió trái		1	-13,7	-227	0	-227	0	-1051	0	-90
			0,9	-12,3	-204	0	-204	0	-945	0	-81
5 <sub>p</sub>	Gió phải		1	-13,7	248	0	242	0	958	0	90
			0,9	-12,3	223	0	223	0	860	0	81

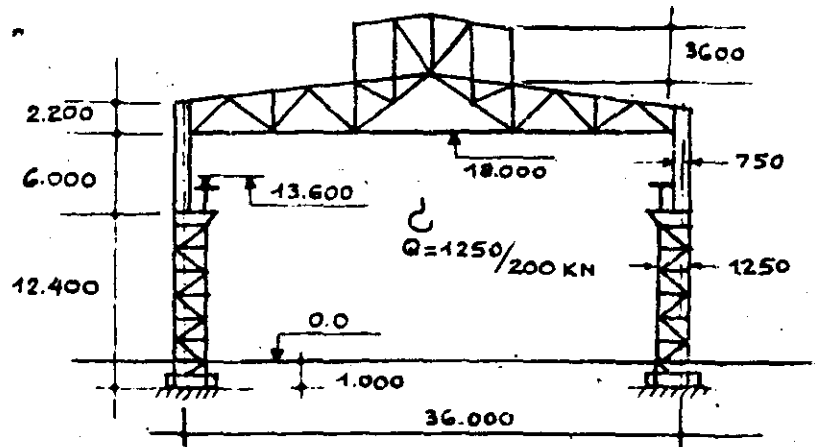
Bảng tổ hợp nội lực tính cột (KN.m, KN). (h. 6.13)

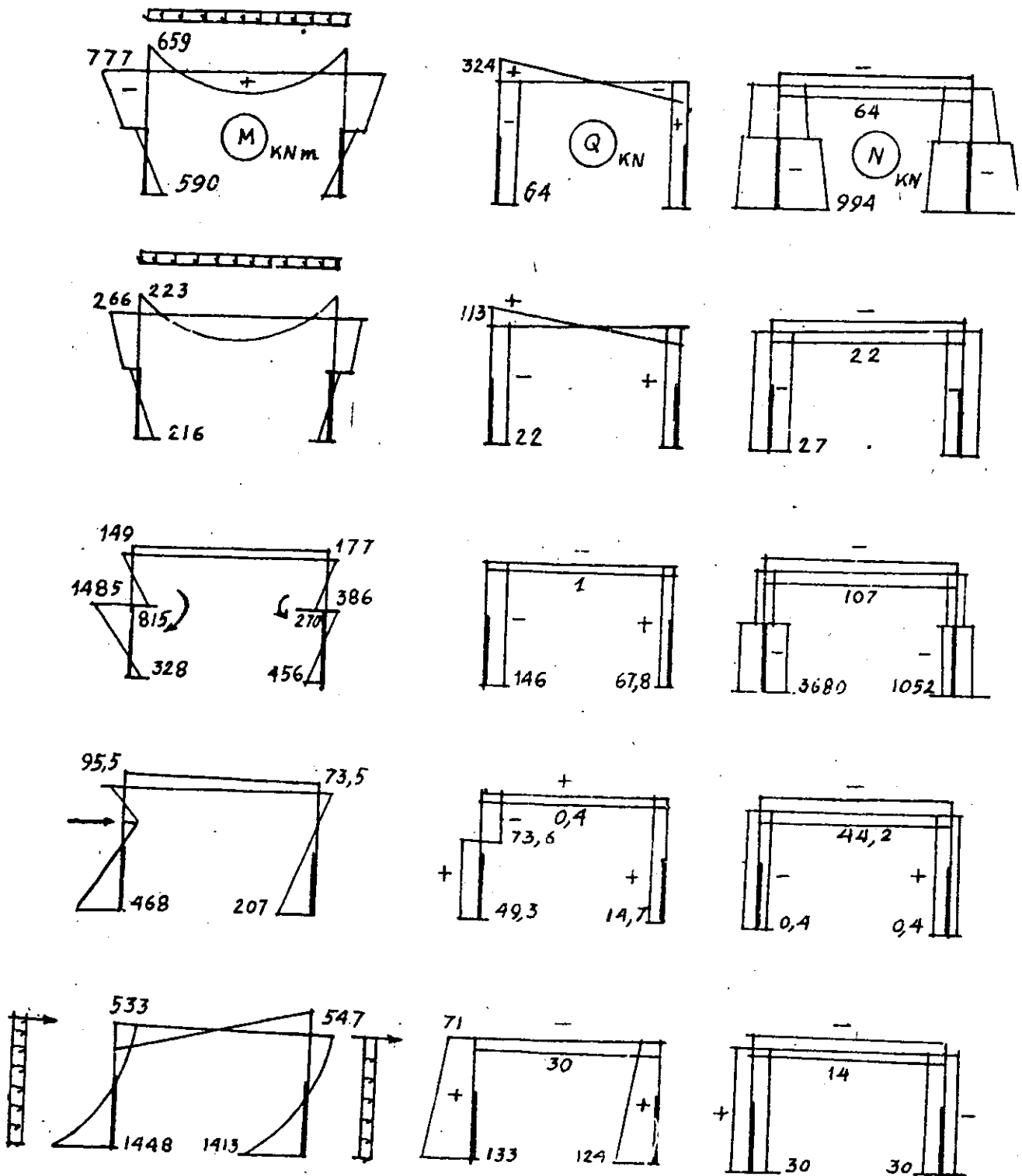
Bảng 6.4

N <sub>max</sub>	Các tổ hợp lực (đường để chọn tiết diện cột)	Tổ hợp cơ bản	Cột trên		Cột dưới			
			T diện 2-2		3-3		4-4	
			M	N	M	N	M	N
I	M <sub>max</sub> , N <sub>10</sub>	1	215	-404	314	-404	961,5	-457
			1,5p		1,5p		1,5p	
		2	439	-404	303	-502	1571	-102
			1,3p, 4p, 5p		1, 2, 5p		1, 2, 3p, 4p, 5p	

II	$M_{\min}, N_{\text{tr}}$	1	-280	-404	-580,6	-2100	-1045,5	-457	
			1,5t		1, 3t, 4p		1,5t		
		2	-	-809,6	-1927	-1700	-1967	-	-
			-	1, 3t, 4p, 5t		1, 3t, 4t, 5t		-	-
III	$N_{\max}, M_{\text{tr}}^+$	1	-	-	-	215,5	-2140		
			-	1, 3t, 4t		-	-		
		2	432	-489	-	-	1856	-2052	
			1, 2, 3p, 4p, 5p		-		1, 2, 3p, 4t, 5p		
IV	$N_{\max}, M_{\text{tr}}^-$	1	-41	-498	-680,6	-2108	-840,5	-2140	
			-	1,2		1, 3t, 4p		1, 3t, 4t	
		2	-245	-489	-795,4	-2102	-1699	-2052	
			1, 2, 5t		1, 2, 3t, 4p, 5t		1, 2, 3t, 4t, 5t		
V	Tiết diện 4-4. Tổ hợp lực cắt lớn nhất (đồ tính thanh giằng cột dưới rỗng). $Q = 123,5 \text{ KN} \quad (1, 3t, 4t, 5P)$								
VI	Tiết diện 4-4. $M_{\min}$ và $N_{\text{tr}}^+$ (tính bù lỏng neo). $N_{\min} = -457 \times \frac{0,9}{1,1} = -380 \text{ KN}$ $M_{\max} = -1046 \text{ KNm}$ } (1,5t).								
VII	Tiết diện 1-1. Lực đập H đầu cột (tổ hợp theo Q) $H^+ = 6,8 \text{ KN} \quad (1,2)$ $H^- = -62 \text{ KN} \quad (1, 3t, 4t, 5t)$ Phản lực đứng đầu dầm (tổ hợp theo N) $Q = 404 + 94,5 = 499 \text{ KN} \quad (1,2)$ - Các lực $H = -62$ và $Q = 499$ dùng để tính liên kết cột với dầm - Lực $H = 6,8$ đồng thời là lực kéo trong xà ngang, được đưa vào tổ hợp tính thanh cánh dưới của dầm (xem §48, ví dụ 5.1)								

Bảng nội lực khung. Dầm và cột liên kết cứng (xem hình 6.14).

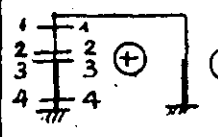
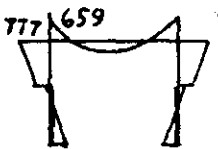
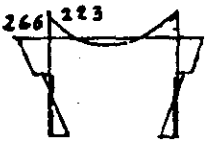
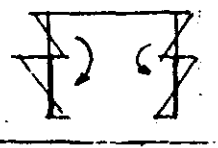
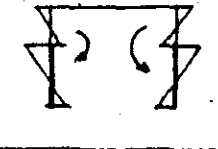
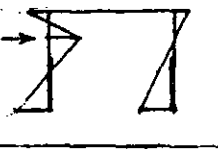
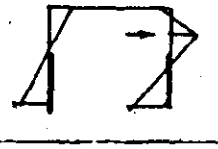
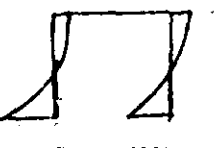
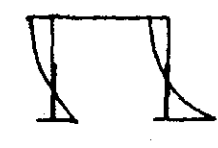




Hình 6.14



Bảng 6.5

Số	Loại tải trọng		Hệ số T.H	Cột trên						Cột dưới					
				T.d. 1-1			2-2			3-3		4-4			
				M	N	Q	M	N	M	N	M	N	Q		
1	Tĩnh tải		1	-777	-722	-64	-332	-763	-300	-358	590	-990	-64		
2	Hoạt tải		1	-266	-227	-22	-121	-227	-65	-227	210	-227	-22		
			0,9	-239	-204	-20	-109	-204	-58	-204	186	-204	-20		
3t	M cầu trục		1	-149	1	-146	815	1	-1485	-3680	328	-3680	-146		
			0,9	-134	0,9	-131	734	0,9	-1340	-3310	295	-3310	-131		
3p	M cầu trục		1	-177	-1	-67,8	270	-1	-388	-1052	456	-1052	-67,8		
			0,9	-159	-0,9	-61	243	-0,9	-347	-947	410	-947	-61		
4t	Lực hãm		1	±95,5	±0,4	±73,7	±144	±0,4	±144	±0,4	±468	±0,4	±49,3		
			0,9	±86	±0,4	±66,3	±130	±0,4	±130	±0,4	±421	±0,4	±44,4		
4p	Lực hãm		1	±73,5	±0,4	±14,7	±5,0	±0,4	±23	±0,4	±207	±0,4	±14,7		
			0,9	±66,2	±0,4	±13,2	±5,0	±0,4	±20,7	±0,4	±186	±0,4	±13,2		
5t	Gió		1	533	30	71	-32	30	-32	30	-1448	30	133		
			0,9	480	29	68	-28	27	-28	27	-1303	27	119		
5p	Gió		1	-547	-30	-82	34	-30	34	-30	1419	-30	-124		
			0,9	-490	-27	-73	30	-27	30	-27	1271	-27	-112		

Bảng tổ hợp nội lực tính cốt (KNm, KN) xem hình 6.14

Bảng 6.6

No	Các tổ hợp lực (để chọn tiết diện cột).	Tổ hợp cơ bản	Cột trên				Cột dưới			
			T. diện 1-1		2-2		3-3		4-4	
			M	N	M	N	M	N	M	N
I	$M_{max}, N_{tư}$	1	-241	-693	627	-762	-166	-888	1514	-2046
			1,5t		1, 3t, 4t		1,5p		1,3p,4t	
II	$M_{min}, N_{tư}$	1	-1324	-752	-453	-990	-1684	-4538	450	-4674
			1,5p		1,2		1, 3t, 4t		1, 3t, 4t	
III	$N_{max}, M_{tư}^+$	1	-1778	-954	-469	-940	-1756	-4368	-639	-4277
			1,2, 3p, 4t, 5p		1,2, 5t		1,2, 3t, 4t, 5t		1, 3t, 4t, 5t	
IV	$N_{max}, M_{tư}^-$	1	-1043	-949	-453	-990	-1829	-4538	450	-4674
			1,2		1,2		1,3t, 4t		1, 3t, 4t	
V	Tiết diện 4-4. $Tổ\ hợp\ lực\ cột\ lớn\ nhất\ để\ tính\ thanh\ giằng\ cột\ dưới.$ $Q = -371$ (1, 2, 3t, 4t, 5p).	2	-1751	-954	-441	-994	-1698	-4399	-653	-4481
			1,2, 3p, 4t, 5p		1,2, 5p		1,2, 3t, 4t, 5p		1,2, 3t, 4t, 5t	
VI	Tiết diện 4-4. $N_{min}$ và $M_{tư}^+$ để tính bulông neo	1	$N_{min} = -994 \cdot \frac{0,9}{1,1} + 30 = -783$		$M_{tư}^- = 590 \cdot \frac{0,9}{1,1} - 1448 = -965$		(1, 3t)			
			$N_{min} = -991 \cdot \frac{0,9}{1,1} - 30 = -843$		$M_{tư}^+ = 590 \cdot \frac{0,9}{1,1} + 1413 = 1896$		(1, 5p).			

Tổ hợp lực đầu dầm để tính liên kết dầm với cột. (hình 6.14)

Bảng 6.7

<p>Dấu dương của phản lực đầu dầm</p>	
<p>Lực tính liên kết nút trên</p>	
<p><math>H_c^+</math> (1, 2, 3p, 4t, 5p)</p>	$M_{\min} = -659 - 0,9(223 + 177 + 95,5 + 547) = -1597 \text{ KNm}$ $H_d^+ = \frac{M_{\min}}{h_0} = \frac{1597}{2,2} = 726 \text{ KN.}$
<p>Lực tính liên kết nút dưới.</p>	
<p><math>H_d^+</math> (1, 5t)</p>	$M_{\max} = -659 + 533 = -126$ $N_{t\grave{a}} = -64 - 14 = -78$ $H_d^+ = \frac{M_{\max}}{h_0} + N_{t\grave{a}} = \frac{-126}{2,2} - 78 = -113$
<p><math>H_d^-</math> (1, 2, 3p, 4t, 5p)</p>	$M_{\min} = -1597$ $N_{t\grave{a}} = -64 - 0,9(22 + 107 + 44,2 + 14) = -232$ $H_d^- = \frac{M_{\min}}{h_0} + N_{t\grave{a}} = -\frac{1597}{2,2} - 232 = -958$
<p><math>Q^+</math> (1, 2, 5p)</p>	$Q^+ = 324 + 113 + 30 = 467$
<p>Lựa chọn</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Không có lực đáp <math>H_c^+</math></li> <li>- Dùng lực <math>H_d^- = -958</math> và <math>Q = 467</math> để tính nút dưới.</li> </ul>

Tổ hợp Momen đầu dầm do tải trọng cầu trục và gió.  
(dùng để tính thanh dầm, xem bảng 6.5 và 6.9)

Bảng 6.8

<p>(3p, 4t, 5p)</p>	$M_{B\min} = 0,9(-177 - 95,5 - 547) = -738$ $M_{C\grave{a}} = 0,9(-149 - 73,5 + 533) = 280$ $N_{t\grave{a}} = 0,9(-107 - 44 - 14) = -149$
<p>(5t)</p>	$M_{B\max} = 533$ $M_{C\grave{a}} = -547$ $N_{t\grave{a}} = -14$

**Bảng tổ hợp nội lực thanh dầm.**  
(Dầm liên kết cứng với cột, xem hình 6.11 và 6.14)

Bảng 6.9

Loại thanh	Ký hiệu	Nội lực dầm gối đơn giản do					Nội lực dầm dưới tác dụng M đều dầm và lực dọc do						
		tĩnh tải	hoạt tải		M=1 ở đầu dầm		tĩnh tải			hoạt tải			
			1	0,9	B	C	NBC = -64		Tổng	NBC = -22		Tổng	
							MB = -659	MC = -659		MB = -223	MC = -223	1	0,9
1	2	3					4			5	6		
Cánh trên	b-1	—	—	—	-0,46	—	303	—	303	103	—	103	93
	c-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d-4	-567	-188	-189	-0,3	-0,054	198	36	234	67	12	79	71
	e-6	-729	-236	-213	-0,184	-0,09	121	59	180	41	20	61	55
	f-7' f-7''	-775	-248	-223	-0,184	-0,09	121	59	180	41	20	61	55
Cánh dưới	g-2	340	118	106	0,367	0,028	-242	-18	-324	-82	-6	-110	-99
	g-5	674	225	203	0,233	0,074	-153	-48	-265	-52	-16	-90	-81
	g-8	668	214	193	0,114	0,114	-75	-75	-214	-25	-25	-72	-65
Xiên	1-2	-453	-158	-142	0,125	-0,04	-83	26	-57	-28	9	-19	-17
	2-3	283	90	81	-0,1	0,034	66	-22	44	22	-8	14	13
	4-5	-167	-54	-49	0,087	-0,031	-57	20	-37	-19	7	-12	-11
	5-6	70	14	13	-0,071	0,024	47	-16	31	16	-5	11	10
	7-8	70	26	23	0,086	-0,03	-57	20	-37	-19	7	-12	-11
	7''-8	127	42	38	0,086	-0,03	-57	20	-37	-19	7	-12	-11
Đứng	3-4	-31	-21	-19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6-7	-92	-26	-24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chống	7-7'	51	14	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7''-7''	-54	-15	-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Bảng 6.9

Ký hiệu	Nội lực đàn dưới tác dụng M đầu đàn do tải trọng cầu trục và gió (xem bảng 6.8)								Nội lực tính toán ở tổ hợp cơ bản			
	$N_{BC} = -149$		Tổng		$N_{EC} = -14$		Tổng		1		2	
	$M_B = -738$	$M_C = 280$	1	0,9	$M_B = 333$	$M_C = -347$	1	0,9	N	$n_2$	N	$n_2$
				7			8	9				
b-1	339	—	—	339	-245	—	-245	-221	—	—	735	4, 6, 7
c-3	221	-15	—	206	-160	30	-130	-117	—	—	-546	1, 3, 4, 6, 9
e-6	136	-25	—	111	-98	49	-49	-44	—	—	-751	1, 3, 4, 6, 9
f-7'	136	-25	—	111	-88	49	-49	-44	—	—	-807	1, 3, 4, 6, 9
g-2	-271	3	—	-412	196	-15	167	150	—	—	-396 173	1, 4, 7, 1, 3, 4, 6, 9
g-5	-171	21	—	-299	124	-10	70	63	—	—	594	1, 3, 4, 6, 9
g-8	-84	-32	—	-201	61	-62	-15	-14	596	1, 2, 4, 5	—	—
1-2	-92	-11	—	-103	67	22	89	80	—	—	-772	1, 3, 4, 6, 7
2-3	74	10	—	84	-53	-19	-72	-65	—	—	505	1, 3, 4, 6, 7
4-5	-64	-9	—	-73	46	17	63	57	—	—	-337	1, 3, 4, 6, 7
5-6	52	7	—	59	-38	-13	-51	-46	—	—	183	1, 3, 4, 6, 7
7-8	-63	-8	—	-71	46	16	62	56	—	—	-25 101	1, 3, 4, 6, 7, 1, 3, 4, 6, 9
7''-8	-63	-8	—	-71	46	16	62	56	—	—	173	1, 3, 4, 6, 9
3-4	—	—	—	—	—	—	—	—	-73	1, 2	—	—
6-7	—	—	—	—	—	—	—	—	-118	1, 2	—	—
7-7'	—	—	—	—	—	—	—	—	65	1, 2	—	—
7'-7''	—	—	—	—	—	—	—	—	-69	1, 2	—	—

§ 70. Chiều dài tính toán cột.

1. Công thức tính:  $l_0 = \mu l$ .

$l_0, l, \mu$  - Chiều dài tính toán, chiều dài hình học và hệ số chiều dài tính toán cột.

2. Chiều dài tính toán cột trong mặt phẳng khung:

a) Cột tiết diện thay đổi. Chiều dài tính toán cột dưới và cột trên xác định theo  $\mu_1$  và  $\mu_2$ .

Sơ đồ cột khung.	Hệ số $\mu$ khi $\frac{J_2}{J_1} \leq 0,6$ và $\frac{N_1}{N_2} \geq 3$		
	$\mu_1$		$\mu_2$
	$0,3 \geq \frac{J_2}{J_1} \geq 0,1$	$0,1 \geq \frac{J_2}{J_1} \geq 0,05$	
	2,5	3	3
	2	2	3
	1,6	2	2,5
	1,2	1,5	2

b) Cột tiết diện không đổi.

Sơ đồ cột khung. (1)	Hệ số $\mu$ khi $K = \frac{J_d}{L} \times \frac{L}{J_c}$							
	0	0,2	0,3	0,5	1	2	3	$\geq 10$
	2	1,5	1,4	1,28	1,16	1,08	1,06	1
	-	3,42	3	2,63	2,33	2,17	2,11	2

### 3. Chiều dài tính cột ngoài mặt phẳng khung :



Chiều dài tính toán bằng các chiều dài hình học tương ứng  $l, l_1, l_2$ .

§ 71. Ví dụ. Tính cột khung hình 6.13. Xem bảng 6.4.

1. Xác định chiều dài tính toán cột.

Tỷ số chiều dài cột :  $\frac{l_2}{l_1} = \frac{6}{11} = 0,546 < 0,6$ .

Tỷ số lực nén lên tiết diện 2 và 4  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{2140}{498} = 4,3 > 3$ .

Lấy  $\mu_1 = 3$  và  $\mu_2 = 3$  (xem § 70) chiều dài tính toán cột trong mặt phẳng khung.

$$l_{1x} = \mu_1 \cdot l_1 = 3 \cdot 11 = 33\text{m.}$$

$$l_{2x} = \mu_2 \cdot l_2 = 3 \cdot 6 = 18\text{m.}$$

Trong đó  $l_1$  — khoảng cách từ mặt móng đến mặt dưới dầm cầu trục (chiều dài cột dưới)

$l_2$  — khoảng cách từ mặt dưới dầm cầu trục đến mặt dưới của dầm (chiều dài cột trên).

2. Chọn tiết diện cột trên.

Cột trên dùng tiết diện dẹt, chữ I. Chọn cấp nội lực tính toán

$$M = 432\text{KNm và } N = 489\text{KN.}$$

Chọn tiết diện sơ bộ.

Độ lệch tâm  $e = \frac{M}{N} = \frac{432}{489} = 0,88\text{m.}$

Tiết diện chữ I có chiều cao tiết diện chọn trước là 50 cm và giá trị gần đúng bán kính quán tính là :

$$r_x = 0,24h = 0,24 \cdot 50 = 21\text{cm.}$$

Độ mảnh cột  $\lambda_x = \frac{l}{r_x} = \frac{1800}{21} = 85$ .

Độ mảnh qui ước :  $\bar{\lambda}_x = \lambda_x \sqrt{\frac{R}{E}} = 85 \sqrt{\frac{21000}{21 \cdot 10^6}} = 85 \cdot 0,03162 = 2,688$ .

Bán kính lõi tiết diện :  $\rho_x = \frac{W_x}{F} = \frac{2J_x}{h \cdot F} = 2 \frac{r_x^2}{h} = \frac{2 \cdot 21^2}{50} = 17,6 \text{ cm.}$

Độ lệch tâm tương đối :  $m_x = \frac{e}{\rho_x} = \frac{88}{17,6} = 5.$

Hệ số ảnh hưởng hình dáng tiết diện :

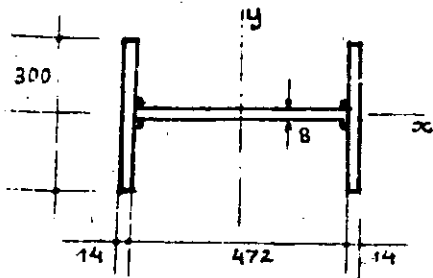
$$\eta = 1,2 - 0,04\bar{\lambda} = 1,2 - 0,04 \cdot 2,688 = 1,09$$

Độ lệch tâm tương đương :

$$m_1 = \eta m_x = 1,09 \cdot 5 = 5,45.$$

Hệ số nén lệch tâm (xem § 42, bảng 4.1).

$$\varphi_{lt} = 0,184.$$



Hình 6.15

Diện tích tiết diện yêu cầu :

$$F_{yc} = \frac{N}{\varphi_{lt} R} = \frac{489}{0,184 \cdot 21} = 126,5 \text{ cm}^2.$$

Sơ bộ chọn tiết diện như sau (h. 6.15)

Bán cánh : 2 — 14 × 300 ;  $F_c = 84 \text{ cm}^2.$

Bán bụng : — 8 × 468 ;  $F_b = 37,76 \text{ cm}^2.$

Tổng diện tích :  $F = 121,76 \text{ cm}^2.$

Kiểm tra tiết diện về ổn định trong mặt phẳng uốn. Tính chính xác các đặc trưng và các thông số :

$$J_x = 0,8 \times 47,2^2 \frac{1}{12} + 84 \cdot 24,3^2 = 56611 \text{ cm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \sqrt{\frac{56611}{121,76}} = 21,56 \text{ cm.}$$

$$\rho_x = \frac{W_x}{F} = \frac{56611}{25 \cdot 121,76} = 18,6 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{l}{r_x} = \frac{1800}{21,56} = 83,5$$

$$\bar{\lambda} = 83,5 \cdot 0,03162 = 2,64.$$

$$m = \frac{e}{\rho_x} = \frac{88}{18,6} = 4,73.$$

$$\eta = (1,4 - 0,04m) - 0,04\bar{\lambda} = (1,4 - 0,04 \cdot 4,73) - 0,04 \cdot 2,64 = 1,1054.$$

$$m_1 = \eta m = 1,1054 \cdot 4,73 = 5,28.$$

$$\varphi_{lt} = 0,194$$



Ứng suất kiểm tra :

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{lt} F} = \frac{489}{0,194 \cdot 121,76} = 2070 \text{ daN/cm}^2 < R = 2100 \text{ daN/cm}^2.$$

Vậy tiết diện đã chọn bảo đảm khả năng ổn định trong mặt phẳng uốn.

Kiểm tra ổn định ngoài mặt phẳng uốn.

Nội lực tính toán :

$N = 489 \text{ KN}$  và

$$M_1 = \frac{2}{3} M_x = \frac{2}{3} 432 = 288 \text{ KNm} \quad (M_1 \text{ là giá trị momen lớn nhất trong phạm vi đoạn } \frac{1}{3} \text{ giữa của cột trên - xem §42}).$$

$$\text{Độ lệch tâm} \quad e_x = \frac{M}{N} = \frac{288}{489} = 0,59 \text{ m.}$$

$$\text{Độ lệch tâm tương đối} \quad m = \frac{e_x}{\rho_x} = \frac{59}{18,6} = 3,17.$$

$$\text{Các đặc trưng tiết diện} \quad J_y = 2 \cdot \frac{1,4 \cdot 30^3}{12} = 6300 \text{ cm}^4.$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{6300}{121,76}} = 7,2 \text{ cm}$$

Chiều dài tính toán cột ngoài mặt phẳng uốn  $l_{2x}$  lấy bằng khoảng cách từ mặt trên của dầm cầu trục đến mặt dưới của dầm :

$$\begin{aligned} l_{2x} &= l_x - h_{ct} \quad (\text{chiều cao dầm cầu trục } 1,6 \text{ m}) \\ &= 6 - 1,6 = 4,4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Độ mảnh cột : } \lambda_y = \frac{l_{2x}}{r_y} = \frac{440}{7,2} = 62$$

Các hệ số  $\alpha$  và  $\beta$  (xem §42 và bảng 4.3)

$$\alpha = 0,7 + 0,05 (m - 1) = 0,7 + 0,05 (3,17 - 1) = 0,809.$$

$$\beta = 1 \quad \text{vì } \lambda_y = 62 < \lambda_0 = 100.$$

Hệ số uốn dọc ứng với  $\lambda_y = 62$  là  $\varphi_y = 0,810$  (xem §38).

$$\text{Hệ số } C = \frac{\beta}{1 + \alpha m} = \frac{1}{1 + 0,809 \cdot 3,17} = 0,28$$

Ứng suất kiểm tra :

$$\sigma = \frac{N}{C \varphi_y F} = \frac{489}{0,28 \cdot 0,81 \cdot 121,76} = 17,7 \text{ KN/cm}^2 < R = 21 \text{ KN/cm}^2.$$

Vậy cột bảo đảm ổn định ngoài mặt phẳng uốn.

Kiểm tra ổn định cục bộ. Nội dung phương pháp kiểm tra ổn định bản bụng và bản cánh của cột xem mục §44.

### 3. Chọn tiết diện cột dưới :

Cột dưới cũng dùng thép CT3. Tiết diện rộng, thanh giằng. Từ bảng 6.4, chọn hai cặp lực để tính :

$$M_1 = 1056 \text{ KNm} \text{ và } N_1 = 2052 \text{ KN.}$$

$$M_2 = -1699 \text{ KNm} \text{ và } N_2 = 2052 \text{ KN.}$$

Chọn tiết diện nhánh má. Nhánh má được tính như thanh nén đúng tâm.

Lực nén lên nhánh má :

$$N_m = \frac{N_1}{2} + \frac{M_1}{h} = \frac{2052}{2} + \frac{1056}{1} = 2082 \text{ KN}$$

trong đó :  $h_1 = 1\text{m}$  — chiều cao tiết diện cột rộng.

Diện tích yêu cầu của nhánh được tính theo giả thiết  $\varphi = 0,85$  :

$$F_{yc} = \frac{N_m}{\varphi R} = \frac{2082}{0,85 \cdot 21} = 114 \text{ cm}^2$$

Tiết diện được bố trí gồm (xem hình 6.16) :

$$2L 100 \times 12 \text{ với } F_g = 45,8 \text{ cm}^2.$$

$$- 470 \times 14 \text{ với } F_b = 65,8 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Tổng diện tích } F = 111,4 \text{ cm}^2.$$

Tính trọng tâm nhánh má.

$$a = \frac{F_g(z_g + \delta/2)}{F_g + F_b} = \frac{45,6(2,91 + 0,7)}{111,4} = 1,48 \text{ cm}$$

$$z = a + \frac{\delta}{2} = 1,48 + 0,7 = 2,18. \text{ Lấy } 2,2 \text{ cm}$$

Tính  $J$  và  $r$  của nhánh

$$J_{xx} = 65,8 \cdot (2,2 - 0,7)^2 + 2[209 + 45,8(2,91 + 1,4 - 2,2)^2] = 972 \text{ cm}^4$$

$$J_{yy} = \frac{1,4 \cdot 47^3}{12} + 2 \left[ 209 + \frac{45,6}{2} (2,6 - 2,91)^2 \right] = 35441 \text{ cm}^4.$$

$$r_{xx} = \sqrt{\frac{972}{111,4}} = 3 \text{ cm}; \quad r_{yy} = \sqrt{\frac{35441}{111,4}} = 17,8 \text{ cm}$$

(trong đó 209 là  $J_g$  của  $L 100 \times 12$ ).

Chiều dài tính toán của nhánh :

— Trong mặt phẳng khung (đối với trục  $x_m$ ) lấy theo khoảng cách nút của thanh giằng bằng chiều cao tiết diện cột là  $l_{xm} = 1m$ .

— Ngoài mặt phẳng khung lấy bằng khoảng cách nút của giằng cột là  $l_y = 11m$ .

Độ mảnh của nhánh.

$$\lambda_{xm} = \frac{100}{3} = 33 ; \lambda_{ym} = \frac{1100}{17,8} = 61,8.$$

Tương ứng với  $\lambda_{max} = 61,8$  dùng bảng tra có  $\varphi = 0,815$ .

Tiết diện nhánh cầu trục.

$$\text{Lực nén } N_{ct} = \frac{N_2}{2} + \frac{M_2}{h} = \frac{2052}{2} + \frac{1699}{1} = 2725 \text{ KN}$$

Giả thiết  $\varphi = 0,8$

$$\text{Diện tích yêu cầu : } F_{yc} = \frac{2725}{0,8 \cdot 21} = 162 \text{ cm}^2$$

Bố trí tiết diện (h. 8.16):

Bản cánh :  $2 - 25 \times 2$  ;  $F_c = 100 \text{ cm}^2$

Bản bụng :  $48 \times 14$  ;  $F_b = 67,2 \text{ cm}^2$

Tổng diện tích  $F = 167,2 \text{ cm}^2$

Tính các đặc trưng hình học :

$$J_{xct} = 2 \cdot \frac{2 \cdot 25^3}{12} = 5208 \text{ cm}^4,$$

$$J_{yct} = 1,4 \cdot \frac{48^3}{12} + 100 \cdot 24^2 = 70502 \text{ cm}^4$$

$$r_{xct} = \sqrt{\frac{5208}{167,2}} = 5,6 \text{ cm} ; r_{yct} = \sqrt{\frac{70502}{167,2}} = 20,53 \text{ cm}$$

$$\lambda_{xct} = \frac{100}{5,6} = 18 ; r_{yct} = \frac{1100}{20,53} = 54.$$

Tương ứng  $\lambda_{max} = 54$ , có  $\varphi = 0,844$ .

Kiểm tra ổn định từng nhánh.

Trọng tâm tiết diện cột

$$y_1 = \frac{111,4 \cdot (100 - 2,2)}{111,4 + 167,2} = 39,1 \text{ cm.}$$

$$y_2 = 100 - 2,2 - 39,1 = 58,7 \text{ cm.}$$

Lực tác dụng lên các nhánh

$$N_m = \frac{2052 \cdot 39,1}{97,8} + \frac{1056}{0,978} = 1900 \text{ KN}$$

$$N_{ct} = \frac{2052 \cdot 58,7}{97,8} + \frac{1609}{0,978} = 2939 \text{ KN.}$$

Ứng suất kiểm tra :

$$\text{Nhánh mái : } \sigma = \frac{1900}{0,815 \cdot 111,4} = 20,92 \text{ KN/cm}^2$$

$$\text{Nhánh cầu trục : } \sigma = \frac{2939}{0,814 \cdot 167,2} = 20,82 \text{ KN/cm}^2.$$

Chọn tiết diện thanh bụng giằng.

Góc nghiêng thanh xiên là  $45^\circ$

$$\text{Chiều dài thanh xiên } l = \frac{1\text{m}}{\cos 45^\circ} = \frac{1}{0,71} = 1,41\text{m}$$

$$\text{Lực cắt, qui ước } Q_{qv} = 0,2 F = 0,2 (111,4 + 167,2) = 55, \text{ KN.}$$

Lực cắt thực tế (xem bảng 6.4)

$$Q = 123,5 \text{ KN} > Q_{qv}.$$

Lực nén trong thanh xiên do Q gây ra.

$$N = \frac{Q}{2 \cdot \sin 45^\circ} = \frac{123,5}{2 \cdot 0,71} = 87 \text{ KN}$$

Diện tích yêu cầu (giả thiết  $\varphi = 0,6$ )

$$F_{yo} = \frac{N}{m R_\varphi} = \frac{87}{0,75 \cdot 21 \cdot 0,6} = 9 \text{ cm}^2.$$

Chọn 1 thép góc L 80  $\times$  5,5 (có  $F = 8,63 \text{ cm}^2$  và  $r_{\min} = 1,59$ )

$$\text{Độ mảnh } \lambda_{\max} = \frac{141}{1,59} = 89. \text{ Tương ứng có } \varphi_{\min} = 0,67$$

Ứng suất kiểm tra :

$$\sigma = \frac{87}{0,75 \cdot 8,63 \cdot 0,67} = 20,06 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} < R = 21 \text{ KN/cm}^2$$

Liên kết thanh xiên vào nhánh cột dùng đường hàn góc  $h_h = 6 \text{ mm}$ , que hàn E42, hàn tay. Chiều dài đường hàn sống và mép.

$$l_{hs} = \frac{0,7 N}{m \cdot 0,7 h_h R_g^h} + 1 \text{ cm} = \frac{87}{0,75 \cdot 0,6 \cdot 15} + 1 = 14 \text{ cm}$$

$$l_{hm} = \frac{0,3 N}{m \cdot 0,7 h_h R_g^h} + 1 = 7 \text{ cm}$$

Thanh giằng ngang lấy cấu tạo bằng thanh xiên.

Kiểm tra ổn định tổng thể của cột dưới,

Tính các giá trị

$$\begin{aligned} J_x &= J_{xm} + F_m y_1^2 + J_{xct} + F_{ct} y_1^2 \\ &= 972 + 111,4 \cdot 58,7^2 + 5208 + 167,2 \cdot 39,1^2 \\ &= 645646 \text{ cm}^4. \end{aligned}$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \sqrt{\frac{645646}{278,6}} = 48 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ix}}{r_x} = \frac{3300}{48} = 69.$$

$$\lambda_{td} = \sqrt{\lambda_x^2 + 27 \frac{F}{F_g}} = \sqrt{69^2 + 27 \frac{278,6}{2 \cdot 8,63}} = 73$$

$$\bar{\lambda} = 73 \cdot 0,03162 = 2,31$$

Kiểm tra tiết diện theo cặp lực:

$$M_1 = 1056 \text{ KNm và } N = 2052 \text{ KN.}$$

Độ lệch tâm tương đối  $m$  (tính theo  $W_x$  phía nén nhiều)

$$m = \frac{e}{\rho} = \frac{M_1 y_1 \cdot F}{N_1 J_x} = \frac{105600}{2052} \times \frac{58,7 \cdot 278,6}{645646} = 1,38$$

Theo  $\bar{\lambda} = 2,31$  và  $m = 1,38$  tra bảng 1.4 có  $\varphi_{lt} = 0,355$

Ứng suất kiểm tra:

$$\sigma = \frac{N_1}{\varphi_{lt} F} = \frac{2052}{0,355 \cdot 278,6} = 20,75 < R = 21 \text{ KN/cm}^2$$

Kiểm tra theo cặp lực:

$$M_2 = -1699 \text{ KNm và } N = 2052 \text{ KN.}$$

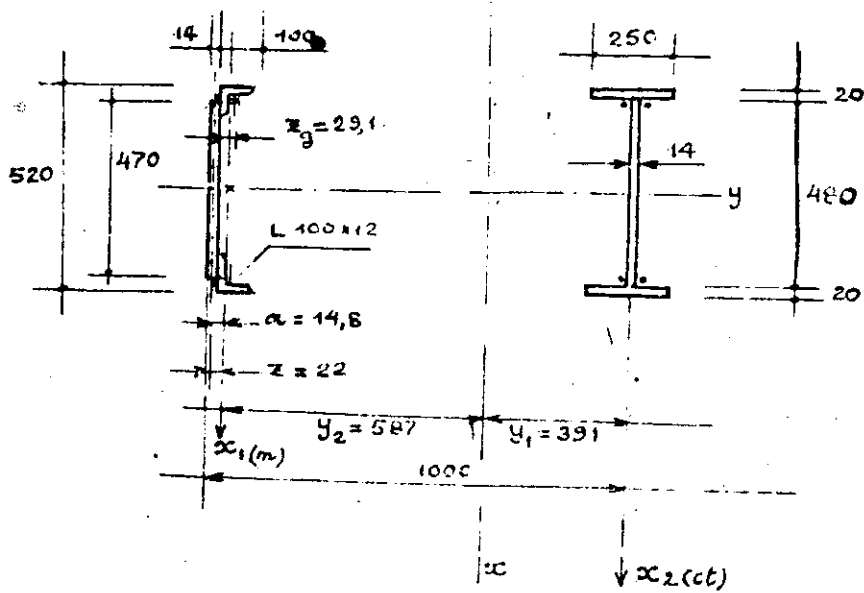
$$m = \frac{169900}{2052} \cdot \frac{39,1 \cdot 278,6}{645646} = 1,39$$

Theo  $\bar{\lambda} = 2,31$  và  $m = 1,39$  có  $\varphi_{lt} = 0,355$

Ứng suất kiểm tra:

$$\sigma = \frac{N_2}{\varphi_{lt} F} = \frac{2052}{0,355 \cdot 278,6} = 20,77 \text{ KN/cm}^2.$$

Vậy cột được bảo đảm ổn định tổng thể.



Hình 6.16

4. Nối cột trên và dưới (hình 6.17)

Dùng hai cặp lực để tính

$$M_1 = 432 \text{ KNm} \quad \text{và} \quad N_1 = 489 \text{ KN.}$$

$$M_2 = -245 \text{ KNm} \quad \text{và} \quad N_2 = 489 \text{ KN}$$

Nối cánh ngoài.

Lực tác dụng:

$$P_1 = \frac{M_1}{h} + \frac{N_1}{2} = \frac{432}{0,5} + \frac{489}{2} = 1108,5 \text{ KN}$$

Dùng bản ốp  $\delta = 14 \text{ mm}$ . Liên kết với cánh bằng hai đường hàn góc dọc  $h_h = 16 \text{ mm}$ , với chiều dài đường hàn là:

$$i_h = \frac{P_1}{2 \cdot 0,7 h_h \cdot R_g^h} = \frac{1108,5}{2 \cdot 0,7 \cdot 1,6 \cdot 15} = 33 \text{ cm}$$

Chiều dài bản ốp:

$$l = 2(33 + 2) = 70 \text{ cm}$$

Nối cánh trong:

Lực tác dụng:

$$P_2 = \frac{M_2}{h} + \frac{N_2}{2} = \frac{245}{0,5} + \frac{489}{2} = 735 \text{ KN.}$$

Tính chiều cao 4 đường hàn góc liên kết cánh trong với bụng của dầm vai có chiều cao  $h_v = 48 \text{ cm}$ :

$$h_h = \frac{735}{4 \cdot 0,7 \cdot (48 - 1) \cdot 15} = 0,4 \text{ cm. Lấy } h_h = 8 \text{ mm.}$$

Tính dầm vai (h. 6.17)

Bề dày bụng dầm vai xác định theo điều kiện ép mặt dưới tác dụng của  $D_{max}$ . vì  
 tải trọng cho trước  $D_{max} = 1682 \text{ KN}$ .

$$\delta_v = \frac{D_{max}}{z \cdot R_{em}} = \frac{1682}{(34 + 2 \cdot 2) 3200} = 1,38 \text{ cm. Lấy } \delta_v = 1,4 \text{ cm.}$$

trong đó:  $z = b_{ct} + 2\delta_c$  — phạm vi chịu ép mặt của bụng dầm vai.

$b_{ct}$  — bề rộng sườn gối tựa của dầm cầu trục.

$\delta_c$  — bề dày cánh dầm vai.

Tính chiều cao đường hàn liên kết bụng dầm vai với nhánh má  $h_{h_1}$  (có 2 đường hàn)  
 và với nhánh cầu trục  $h_{h_2}$  (có 4 đường hàn).

$$h_{h_1} = \frac{1}{2} P_2 \cdot \frac{1}{0,7(l_h - 1)R_g^h \cdot 2} = \frac{367,5}{2 \cdot 0,7 \cdot 47 \cdot 15} = 0,4; \text{ Lấy } 8 \text{ mm}$$

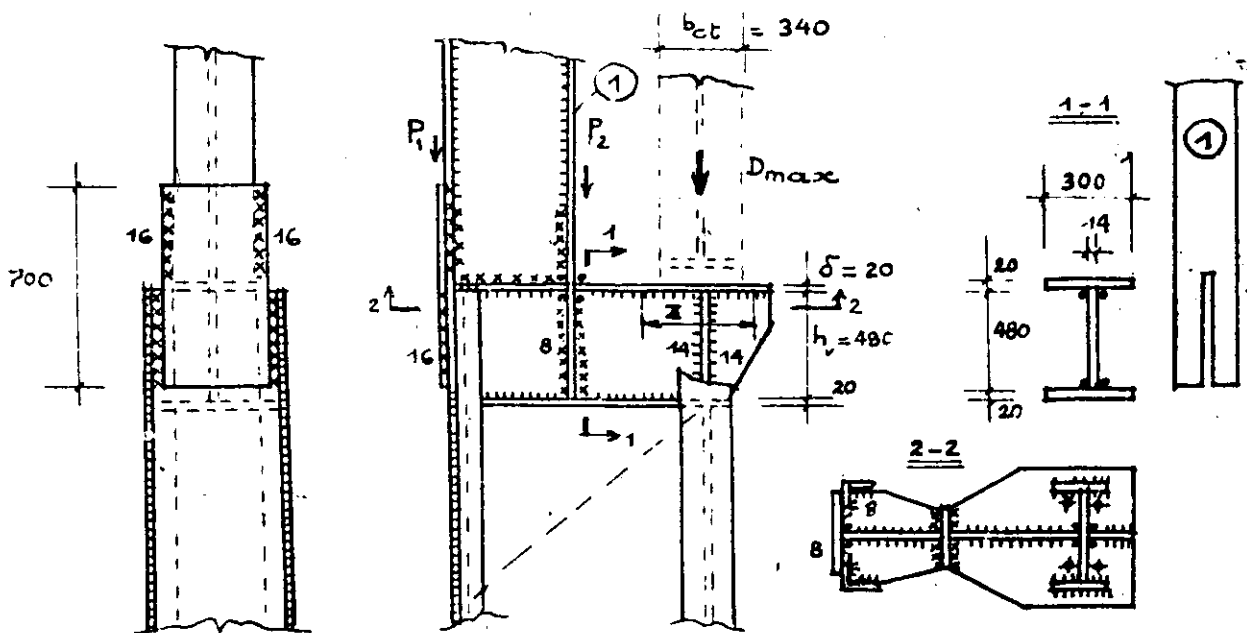
$$h_{h_2} = \left( \frac{1}{2} P_2 + D_{max} \right) \frac{1}{4 \cdot 0,7(l_h - 1)R_g^h} = \frac{367,5 + 1682}{4 \cdot 0,7 \cdot 47 \cdot 15} = 1,04 \text{ cm.}$$

Lấy 14mm.

Dầm vai có tiết diện: bụng —  $1,4 \times 48 \text{ cm}$  và 2 cánh —  $2 \times 30 \text{ cm}$ . Dầm vai làm việc  
 như dầm đơn giản nhịp 1m chịu lực  $P_2$  ở giữa dầm.

Momen lớn nhất trong dầm:

$$M = \frac{P_2 \cdot l}{4} = \frac{735}{4} = 184 \text{ KNm.}$$



Hình 6.17

Kiểm tra ứng suất trong đường hàn (2 đường hàn có  $h_h = 1,4\text{cm}$ ) liên kết cánh dầm vai với cánh trong của cột.

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{18400}{3470} = 5,3 < R_g^h = 15 \text{ KN/cm}^2$$

trong đó  $W = \frac{1}{26} \left[ \frac{1}{12} (1,4 \cdot 48^3) + 2 \cdot 60 \cdot 25^2 \right] = 3470 \text{cm}^3$ .

Vậy dầm vai đủ khả năng chịu lực.

### §72. Tính liên kết đầu dầm với cột.

Trường hợp đầu dầm gối khớp lên cột xem cấu tạo đã giới thiệu ở mục §59.

Mục này trình bày cấu tạo và tính toán liên kết cứng dầm với cột. Dầm liên kết cứng với cột nhờ hai nút trên và dưới ở đầu dầm (hình 6.18). Các liên kết này có bản mắt m, bản gối g và các bulông. Riêng nút dưới còn có bản đỡ đ.

Ở nút dưới bản mắt cấu tạo không đối xứng vì có thanh xiên. Để giảm kích thước bản mắt, điểm hội tụ các thanh dầm tại nút được bố trí ở biên cột.

Hai đường hàn đường 1 liên kết giữa bản mắt và bản gối tính theo lực đập  $H_d$  (là lực có giá trị tuyệt đối lớn nhất lấy từ  $H_d^+$  và  $H_d^-$ ) và phản lực A ở đầu dầm, xem §69. Ứng suất kiểm tra trong đường hàn 1 là.

$$\sigma = \sqrt{\sigma_H^2 + \sigma_A^2} \leq R_g^h$$

$$\sigma_H = \frac{H_d}{2 \cdot 0,7h_h(l_1 - 1)} + \frac{6H_d e}{2 \cdot 0,7h_h(l_1 - 1)^2}$$

$$\sigma_A = \frac{A}{2 \cdot 0,7h_h(l_1 - 1)}$$

e — Độ lệch tâm giữa lực  $H_d$  và tâm đường hàn  $l_1$ .

Bản gối liên kết với cánh cột bằng 6 ~ 8 bu lông. Bu lông chịu lực đập kéo  $H_d^+$  với độ lệch tâm e. Quy ước rằng liên kết bu lông quay quanh trục O của hàng đỉnh bu lông trên cùng, nên lực kéo lớn nhất trong hàng đỉnh bu lông dưới cùng được kiểm tra theo công thức:

$$N_{\max} = \frac{H_d^+ \cdot z y_1}{\sum y_i^2} \leq \frac{\pi d_b^2}{4} R_b$$

z — Khoảng cách từ  $H_d^+$  tới bu lông trên cùng

$y_1$  — Khoảng cách hai bu lông ngoài cùng

$y_i$  — Khoảng cách từ các bu lông đến bu lông trên cùng

$d_b$  — Đường kính bu lông qua tiết diện ren

$R_b$  — Cường độ tính toán chịu kéo của bu lông, xem §14.

Nếu nút dưới không có  $H_d^+$  thì đặt cấu tạo 6 bu lông  $\varnothing 20 \text{mm}$

Bản gối được tính như bản ngàm giữa hai hàng bu lông có bề rộng là b. Mô-men bản gối có giá trị

$$M = \frac{H_d^+ b}{8}$$



và ứng suất của bản gối được kiểm tra theo công thức

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{H_d^+ b}{\delta} \cdot \frac{l_1 \cdot \delta^2}{6} = \frac{3H_d^+ b}{4l_1 \delta^2} \leq R.$$

Mặt khác bản gối còn được kiểm tra theo điều kiện ép mặt với bản đỡ dưới tác dụng lực A :

$$\sigma = \frac{A}{F} = \frac{A}{a \cdot \delta} = R_{em}$$

trong đó : a, l<sub>1</sub>, δ — bề rộng, dài và bề dày của bản gối.

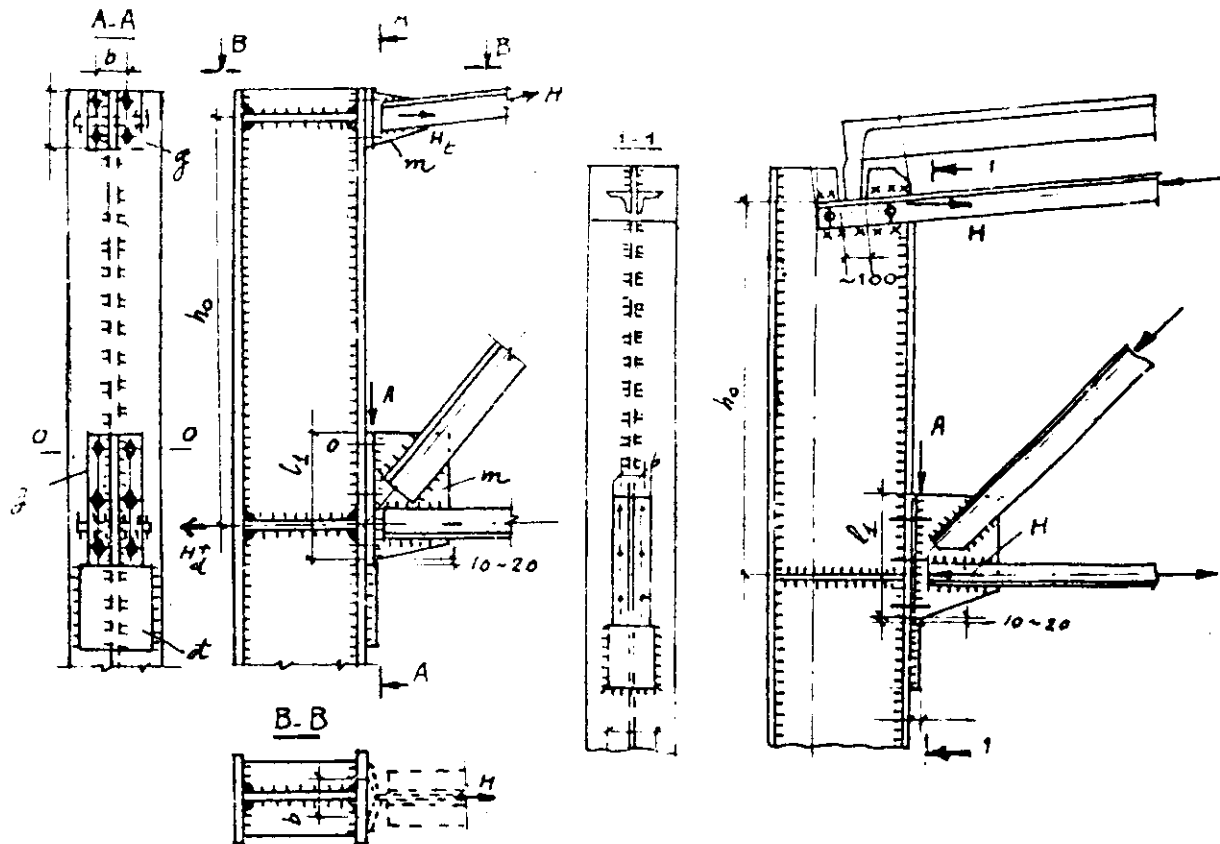
Bản gối lấy bề dày 16 ~ 20 mm.

Bản đỡ có bề dày 30 ~ 40 mm chịu lực A liên kết với cánh cột bằng hai đường hàn đứng. Xét đến khả năng lực A chuyển không đều lên hai đường hàn, nên mỗi đường hàn được tính theo  $\frac{2}{3} A$ .

Nút trên thường cấu tạo đối xứng, dùng 4 ~ 6 bu lông. Nội dung tính nút trên cũng giống như đối với nút dưới, nhưng có mấy điều lưu ý như sau :

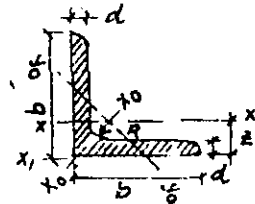
— Lực đập dùng để tính nút trên là được lựa chọn từ các lực H<sub>1</sub><sup>+</sup>, H<sub>1</sub><sup>-</sup> và nội lực cánh trên ở đầu dàn.

— Nếu liên kết cấu tạo đối xứng thì liên kết được tính theo lực đập chịu tác dụng đúng tâm.



Hình 6.18

Thép góc đều cạnh. TCVN 1656 — 75

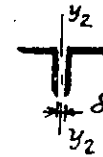


Ký hiệu : b — bề rộng cánh

d — bề dày cánh

J — mômen quán tính

r — bán kính quán tính



Kích thước		R mm	Diện tích tiết diện F cm <sup>2</sup>	Khối lượng Kg/m	Σ cm	J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	r <sub>x</sub> cm	J <sub>x1</sub> cm <sup>4</sup>	J <sub>x0</sub> cm <sup>4</sup>	r <sub>x0</sub> cm	J <sub>y0</sub> cm <sup>4</sup>	r <sub>y0</sub> cm	Bán kính quán tính r <sub>y2</sub> của 2 thép góc khi δ, mm.			
b	d												δ=8	δ=10	δ=12	δ=14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
20	3	3,5	1,13	0,89	0,60	0,4	0,59	0,81	0,63	0,75	0,17	0,39				
	4		1,46	0,15	0,64	0,5	0,58	1,09	0,78	0,73	0,22	0,38				
25	3	3,5	1,43	1,12	0,73	0,81	0,75	1,57	1,29	0,95	0,34	0,49				
	4		1,86	1,46	0,76	1,03	0,74	2,11	1,62	0,93	0,44	0,48				
28	3	4	1,62	1,27	0,80	1,16	0,85	2,2	1,84	1,07	0,48	0,55				
32	3	4,5	1,86	1,45	0,89	1,77	0,97	3,26	2,8	1,23	0,74	0,63				
	4		2,43	1,91	0,94	2,26	0,96	4,39	3,58	1,21	0,94	0,62				
36	3	4,5	2,1	1,65	0,99	2,56	1,1	4,64	4,06	1,39	1,06	0,71				
	4		2,75	2,16	1,04	3,29	1,09	6,24	5,21	1,38	1,36	0,70				
40	3	5	2,35	1,85	1,09	3,55	1,23	6,85	5,83	1,55	1,47	0,79				
	4		3,08	2,42	1,13	4,58	1,22	8,53	7,26	1,53	1,9	0,78				
	5		3,79	2,97	1,17	5,53	1,2	10,73	8,75	1,54	2,3	0,79				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
45	3	5	2,65	2,08	1,21	5,13	1,39	9,04	8,13	1,75	2,12	0,89				
	4		3,48	2,73	1,26	8,63	1,38	12,1	10,5	1,74	2,74	0,89	2,16	2,24	2,32	2,4
	5		4,29	3,37	1,3	8,03	1,37	15,3	12,7	1,72	3,33	0,88	2,18	2,26	2,34	2,42
50	3	5,5	2,96	2,32	1,33	7,11	1,55	12,4	11,3	1,95	2,95	1				
	4		3,89	3,05	1,38	9,21	1,54	16,6	14,6	1,94	3,8	0,99	2,35	2,43	2,51	2,59
	5		4,8	3,77	1,42	11,2	1,53	20,9	17,8	1,92	4,63	0,98	2,38	2,45	2,53	2,61
56	4	6	4,38	3,44	1,52	13,1	1,73	23,3	20,8	2,18	5,41	1,11	2,58	2,66	2,73	2,81
	5		5,41	4,25	1,57	16	1,72	29,2	25,4	2,16	6,59	1,1	2,61	2,72	2,77	2,85
63	4	7	4,96	3,9	1,69	18,9	1,95	33,1	29,9	2,45	7,81	1,25	2,86	2,93	3,01	3,09
	5		6,13	4,81	1,74	23,1	1,94	41,5	36,6	2,44	9,52	1,25	2,89	2,96	3,04	3,12
	6		7,28	5,72	1,78	27,1	1,93	50	42,9	2,43	11,2	1,24	2,9	2,99	3,06	3,14
70	5	8	6,86	5,38	1,9	31,9	2,16	56,7	50,7	2,72	13,2	1,39	3,16	3,23	3,3	3,38
	6		8,15	6,39	1,94	37,6	2,15	68,4	59,6	2,71	15,5	1,38	3,18	3,25	3,33	3,4
	7		9,42	7,39	1,99	43	2,14	80,1	68,2	2,69	17,8	1,37	3,2	3,28	3,36	3,44
	8		10,7	8,37	2,02	48,2	2,13	91,9	76,4	2,68	20	1,37	3,22	3,29	3,37	3,45
80	6	9	7,38	7,36	2,19	57	2,47	102	90,4	3,11	23,5	1,58	3,58	3,65	3,72	3,8
	7		10,8	8,51	2,23	65,3	2,45	119	104	3,09	27	1,58	3,6	3,67	3,75	3,82
	8		12,3	9,65	2,27	73,4	2,44	137	116	3,08	30,3	1,57	3,62	3,69	3,77	3,84
90	6	10	10,6	8,33	2,43	82,1	2,78	145	130	3,5	34	1,79	3,96	4,04	4,11	4,19
	7		12,3	9,64	2,47	94,3	2,77	169	150	3,49	38,9	1,78	3,99	4,06	4,13	4,21
	8		13,9	10,9	2,51	106	2,76	194	168	3,48	43,8	1,77	4,01	4,08	4,16	4,23
	9		15,6	12,2	2,55	118	2,75	219	186	3,46	48,6	1,77	4,04	4,11	4,18	4,26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
100	7	12	13,8	10,8	2,71	131	3,08	231	207	3,88	54,2	1,98	4,38	4,45	4,52	4,59
	8		15,6	12,2	2,75	147	3,07	265	233	3,87	60,9	1,98	4,4	4,47	4,54	4,62
	10		19,2	15,1	2,83	179	3,05	333	284	3,84	74,1	1,96	4,444	4,52	4,59	4,66
	12		22,8	17,9	2,91	209	3,03	402	331	3,81	86,9	1,95	4,48	4,56	4,63	4,71
	14		26,3	20,6	2,99	237	3	472	375	3,78	99,3	1,94	4,53	4,6	4,68	4,76
	16		29,7	23,3	3,06	264	2,98	542	416	3,74	112	1,94	4,57	4,64	4,72	4,8
110	7	12	15,2	11,9	2,96	176	3,4	308	279	4,29	72,7	2,19	4,78	4,85	4,92	5
	8		17,2	13,5	3	198	3,39	353	315	4,28	81,8	2,18	4,8	4,87	4,95	5,02
125	8	14	19,7	15,5	3,36	294	3,87	516	467	4,87	122	2,49	5,39	5,46	5,53	5,6
	9		22	17,3	3,4	327	3,86	582	520	4,86	135	2,48	5,41	5,48	5,56	5,63
	10		24,3	19,1	3,45	360	3,85	649	571	4,84	149	2,47	5,44	5,52	5,58	5,66
	12		28,9	22,7	3,53	422	3,82	782	670	4,82	174	2,46	5,48	5,55	5,62	5,7
	14		33,4	26,2	3,61	482	3,8	916	764	4,78	200	2,45	5,52	5,6	5,67	5,75
	16		37,8	29,6	3,68	539	3,78	1051	853	4,75	224	2,44	5,56	5,63	5,72	5,78
140	9	14	24,7	19,4	3,78	466	4,34	818	739	5,47	192	2,79	6,02	6,1	6,16	6,24
	10		27,3	21,5	3,82	512	4,33	911	814	5,46	211	2,78	6,05	6,12	6,19	6,26
	12		32,5	25,5	3,9	602	4,31	1097	957	5,43	248	2,76	6,08	6,15	6,25	6,3
160	10	16	31,4	24,7	4,3	774	4,96	1356	1229	6,25	319	3,19	6,84	6,91	6,97	7,05
	11		34,4	27	4,35	944	4,95	1494	1341	6,24	348	3,18	6,86	6,93	7	7,07
	12		37,4	29,4	4,39	913	4,94	1633	1450	6,23	376	3,17	6,88	6,95	7,02	7,09
	14		43,3	34	4,47	1046	4,92	1911	1662	6,2	431	3,16	6,91	6,98	7,05	7,13
	16		49,1	38,5	4,55	1175	4,89	2191	1866	6,17	485	3,14	6,95	7,03	7,1	7,18
	18		54,8	43	4,63	1299	4,87	2472	2061	6,13	537	3,13	7	7,07	7,14	7,22
	20		60,4	47,4	4,7	1419	4,85	2756	2248	6,1	589	3,12	7,04	7,11	7,18	7,25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
180	11	16	38,8	30,5	4,85	1216	5,6	2128	1933	7,06	500	3,59	7,67	7,74	7,8	7,82
	12		42,2	33,6	4,89	1317	5,59	2224	2093	7,04	540	3,58	7,69	7,76	7,83	7,84
200	12		47,1	37	5,37	1823	6,22	3182	2896	7,84	749	3,99	8,48	8,55	8,62	8,69
	13		50,9	39,9	5,42	1961	6,21	3452	3116	7,83	806	3,98	8,5	8,58	8,64	8,71
	14		54,6	42,8	5,46	2097	6,2	3722	3333	7,81	861	3,97	8,52	8,6	8,66	8,73
	16		62	48,7	5,54	2363	6,17	4284	3755	7,78	970	3,96	8,56	8,64	8,7	8,77
	20		76,5	60,6	5,7	2871	6,12	5355	4560	7,72	1182	3,93	8,65	8,72	8,79	8,86
	25		94,3	74	5,89	3466	6,06	6733	5494	7,63	1438	3,91	8,74	8,81	8,88	9,95
	30		111,5	87,6	6,07	4020	6	8130	6351	7,55	1688	3,89	8,83	8,9	8,97	8,95

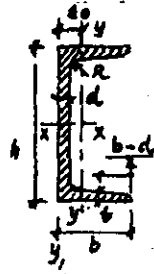


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
50	32	3	5,5	2,42	1,9			6,17	1,6	1,99	0,91	12,4	3,36	1,18	0,70								
		4		3,17	2,49			7,98	1,59	2,56	0,90	16,6	4,42	1,52	0,69								
56	36	4	6	3,58	2,81	1,82	0,84	11,4	1,78	3,7	1,02	23,2	8,25	2,19	0,78	1,6	1,68	1,76	1,84	2,85	2,93	3,01	3,09
		5		4,41	3,46	1,86	0,88	13,8	1,77	4,48	1,01	29,2	7,91	2,66	0,78	1,63	1,71	1,79	1,87	2,87	2,95	3,03	3,11
63	40	4	7	4,04	3,17	2,03	0,87	16,3	2,01	5,16	1,13	33	8,51	3,07	0,87	1,73	1,81	1,89	1,96	3,15	3,23	3,31	3,39
		5		4,98	3,91	2,08	0,86	19,9	2	6,26	1,12	41,4	10,8	3,73	0,86	1,75	1,83	1,91	1,99	3,19	3,26	3,34	3,42
		6		5,9	4,63	2,12	0,99	23,3	1,99	7,28	1,11	49,9	13,1	4,36	0,86	1,78	1,89	1,94	2,02	3,21	3,29	3,36	3,45
		8		7,68	6,03	2,2	1,07	29,6	1,96	9,15	1,09	66,9	17,9	5,58	0,85	1,83	1,91	1,99	2,08	3,26	3,34	3,42	3,5
70	45	5	7,5	5,59	4,39	2,28	1,05	27,8	2,23	9,05	1,27	56,7	15,2	5,34	0,98	1,93	2,01	2,08	2,17	3,49	3,56	3,64	3,72
80	50	5	8	6,36	4,99	2,6	1,13	41,6	2,56	12,7	1,41	84,6	30,8	7,58	1,09	2,08	2,16	2,23	2,3	3,94	4,02	4,11	4,19
		6		7,55	5,92	2,65	1,17	49	2,55	14,8	1,4	102	25,2	8,88	1,08	2,1	2,18	2,26	2,34	3,97	4,05	4,13	4,21
90	56	5,5	9	7,86	6,17	2,92	1,26	65,3	2,88	19,7	1,58	132	32,2	11,8	1,22	2,29	2,36	2,44	2,52	4,4	4,47	4,55	4,63
		6		8,54	6,7	2,95	1,28	70,6	2,88	21,2	1,58	115	35,2	12,7	1,22	2,3	2,38	2,45	2,53	4,42	4,49	4,57	4,65
		8		11,18	8,77	3,04	1,36	90,9	2,85	27,1	1,56	194	47,8	16,3	1,21	2,35	2,43	2,51	2,53	4,47	4,52	4,62	4,7
100	63	6	10	9,59	7,53	3,23	1,42	98,3	3,2	39,6	1,79	198	49,9	18,2	1,38	2,55	2,62	2,7	2,7	4,84	4,92	4,99	5,07
		7		11,1	8,7	3,28	1,46	113	3,19	35	1,78	232	58,7	20,8	1,37	2,57	2,64	2,72	2,78	4,87	4,95	5,02	5,1
		8		12,6	9,87	3,32	1,5	127	3,18	39,2	1,77	266	67,6	23,4	1,36	2,59	2,66	2,74	2,82	4,89	4,97	5,04	5,12
		10		15,5	12,1	3,4	1,58	154	3,15	47,1	1,75	323	85,8	28,3	1,35	2,64	2,71	2,79	2,87	4,94	5,01	5,09	5,17
110	70	6,5	10	11,4	8,98	3,55	1,58	142	3,53	45,6	2	286	74,3	26,9	1,53	2,81	2,88	2,96	3,03	5,3	5,37	5,44	5,52
		8		13,9	10,9	3,61	1,64	172	3,51	54,6	1,98	353	92,3	32,3	1,52	2,84	2,92	2,99	3,07	5,33	5,41	5,49	5,56
125	80	7	11	14,1	11	4,01	1,8	227	4,01	72,7	2,29	453	119	43,4	1,76	3,17	3,24	3,31	3,39	5,96	6,04	6,11	6,19
		8		16	12,5	4,05	1,84	256	4	83	2,28	518	137	48,3	1,75	3,19	3,27	3,34	3,41	5,98	6,06	6,13	6,21
		10		19,7	15,5	4,14	1,92	312	3,98	110	2,26	649	173	59,3	1,74	3,23	3,31	3,37	3,46	6,04	6,11	6,19	6,27
		12		23,4	18,3	4,22	2	365	3,95	117	2,27	781	213	69,5	1,72	3,28	3,35	3,43	3,51	6,08	6,15	6,23	6,31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
140	90	8	12		14,1	4,49	2,03	364	4,49	120	2,58	727	194	70,3	1,98	3,55	3,61	3,89	3,76	6,64	6,72	6,79	6,86
		10			17,5	4,58	2,12	444	4,47	146	2,56	911	245	85,5	1,96	3,6	3,67	3,74	3,82	6,69	6,77	6,84	6,92
160	100	9	13	22,9	18	5,19	2,23	606	5,15	186	2,85	1221	300	110	2,2	3,87	3,95	4,02	4,09	7,6	7,67	7,75	7,82
		10		25,3	19,8	5,23	2,28	667	5,18	204	2,84	1359	325	121	2,19	3,9	3,97	4,04	4,12	7,62	7,69	7,77	7,84
		12		30	23,6	5,32	2,36	784	5,11	239	2,82	1634	405	142	2,18	3,95	4,02	4,09	4,16	7,67	7,75	7,82	7,90
		14		34,7	27,3	5,4	2,43	897	5,08	272	2,8	1910	477	162	2,16	3,98	4,05	4,13	4,2	7,71	7,78	7,86	7,94
180	110	10	14	28,3	22,2	5,88	2,44	952	5,8	276	3,12	1933	444	165	2,42	4,22	4,29	4,36	4,43	8,55	8,62	8,69	8,77
		12		33,7	26,4	5,97	2,52	1123	5,77	324	3,1	2,24	537	194	2,4	4,26	4,33	4,4	4,47	8,59	8,67	8,75	8,82
200	125	11	14	34,9	27,4	6,5	2,79	1449	6,45	446	3,58	2920	718	264	2,75	4,79	4,86	4,93	5	9,44	9,51	9,59	9,66
		12		37,9	29,7	6,54	2,83	1568	6,43	482	3,57	3189	786	285	2,74	4,81	4,88	4,95	5,02	9,46	9,54	9,62	9,68
		14		43,9	34,4	6,62	2,91	1801	6,41	551	3,54	3726	922	327	2,73	4,85	4,92	4,99	5,06	9,5	9,58	9,65	9,73
		16		49,8	39,1	6,71	2,99	2026	6,38	617	3,52	4264	1061	357	2,72	4,89	4,95	5,03	5,1	9,55	9,63	9,7	9,78
250	160	12	18	48,3	37,9	7,97	3,53	3147	8,07	1032	4,62	6212	1634	604	3,54	6,07	6,13	6,2	6,27	11,62	11,71	11,77	11,85
		16		63,6	49,9	8,14	3,69	4091	8,02	1333	4,58	8308	2200	781	3,5	6,14	6,21	6,27	6,34	11,73	11,78	11,86	11,94
		18		71,1	55,8	8,23	3,77	4545	7,99	1475	4,56	9358	2487	866	3,49	6,18	6,21	6,31	6,38	11,76	11,84	11,91	11,98
		20		78,5	61,7	8,31	3,85	4987	7,97	1613	4,53	10410	2776	949	3,48	6,2	6,28	6,35	6,42	11,81	11,88	11,95	12,03



Thép L. TCVN. 1654 -- 75

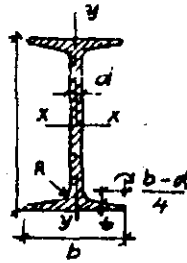


Ký hiệu : h — chiều cao hình ; R — bán kính lượn góc  
 b — bề rộng cánh ; J — mômen quán tính  
 d — bề dày bụng ; r — bán kính quán tính  
 t — bề dày trung bình ; W — mômen chống uốn  
 cánh ; S — mômen tĩnh của nửa tiết diện

Số hệ	Khối lượng 1m chiều dài kg :	Kích thước mm					Diện tích mặt cắt ngang cm <sup>2</sup>	J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>x</sub> cm	S <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>y</sub> cm	l <sub>0</sub> cm
		h	b	d	t	R									
5	4,84	50	32	4,4	7	6	6,16	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16
6,5	5,9	65	36	4,4	7,2	6	7,51	48,6	15	2,54	9	8,7	3,68	1,08	1,24
8	7,05	80	40	4,5	7,4	6,5	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,18	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	19,4	120	52	4,8	7,8	7,5	13,3	304	50,6	4,78	29,0	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8	15,6	491	70,2	5,6	40,8	45,4	11	1,7	1,67
14a	13,8	140	62	4,9	8,7	8	17	545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,3	1,84	1,87
16	14,2	160	64	5	8,4	8,5	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,8
16a	15,3	160	68	5	9	8,6	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2
18	16,3	180	70	5,1	8,7	9	20,7	1090	121	7,24	68,8	86	17	2,04	1,94
18a	17,4	180	74	5,1	9,3	9	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20,7	2,16	2,3
20	18,4	200	76	5,2	9	9,5	23,4	1520	152	8,07	87,8	113		2,2	

20a	19,8	200	80	5,2	9,7	9,6	25,2	1670	167	8,15	95,9	139	24,2	2,35	2,28
22	21	220	82	5,4	9,5	10	26,7	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
22a	22,6	220	87	5,4	10,2	10	28,8	2330	212	8,99	121	187	30	2,55	2,46
24	24	240	90	5,6	10	10,5	30,6	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,6	2,42
24a	25,8	240	95	5,6	10,7	10,5	32,9	3180	265	9,84	151	254	37,2	2,78	2,67
27	27,7	270	95	6	10,5	11	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11	12	40,5	5810	387	12	224	327	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7	11,7	13	46,5	7990	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	14	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,1	2,68
40	48,3	400	115	8	13,5	15	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

Thép chữ I. TCVN 1655 -- 75



Ký hiệu : h -- chiều cao dầm  
 b -- bề rộng cánh;  
 d -- bề dày bụng;  
 t -- bề dày trung bình cánh  
 R -- bán kính lượn góc;  
 J -- Mômen quán tính  
 r -- bán kính quán tính;  
 W -- mômen chống uốn;  
 S -- mômen tĩnh nửa tiết diện

Số hiệu	Kích thước mm					Diện tích mặt cắt ngang cm <sup>2</sup>	Khối lượng 1m chiều dài kg	J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>x</sub> cm	S <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>y</sub> cm
	h	b	d	t	R									
10	100	55	4,5	7,2	7	12	9,46	198	39,7	4,06	23	17,6	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	7,5	14,7	11,5	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	8	17,4	13,7	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	160	81	5	7,8	8,5	20,2	15,9	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7
18	180	90	5,1	8,1	9	23,4	18,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
18a	180	100	5,1	8,3	9	25,4	19,9	1430	159	7,51	89,0	114	22,8	2,12
20	200	100	5,2	8,4	9,5	26,8	21	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
20a	200	110	5,2	8,6	9,5	28,9	22,7	2030	203	8,37	114	155	28,2	2,32
22	220	110	5,4	8,7	10	30,6	24	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
22a	220	120	5,4	8,9	10	32,8	25,8	2790	254	9,22	143	206	34,3	2,5
24	240	115	5,6	9,5	10,5	34,8	27,3	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
24a	240	125	5,6	9,8	10,5	37,5	29,4	3800	317	10,1	178	260	41,8	2,63

101

	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>t</i>			<i>g<sup>10</sup></i>	<i>3x</i>	<i>u<sup>10</sup></i>	<i>n<sub>e</sub></i>	<i>3x</i>			
27	270	125	6	9,8	11	40,2	31,5	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
27a	270	135	6	10,2	11	43,2	33,9	5500	407	11,3	229	337	50	2,8
30	300	135	6,5	10,2	12	46,5	36,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
30a	300	145	6,5	10,7	12	49,9	39,2	7790	518	12,5	292	436	60,1	2,95
33	330	140	7	11,2	13	53,8	42,2	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	360	145	7,5	12,3	14	61,9	48,6	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	400	155	8,3	13	15	72,7	57	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03
45	450	160	9	14,2	16	84,7	66,5	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09
50	500	170	10	15,2	17	100	78,5	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23
55	550	180	11	16,5	18	118	92,6	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39
60	600	190	12	17,8	20	138	108	76806	2560	23,6	1491	1715	182	3,54