

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**

**Nguyễn Văn Hiệp**

**HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC  
BÊTÔNG CỐT THÉP 1  
SÀN SƯỜN TOÀN KHỐI CÓ BẢN DẦM**

**(Tái bản lần thứ nhất, có sửa chữa)**

**THEO TCXDVN 356:2005**

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA  
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH - 2007**

GT . 02 . XD(V)

DHQG.HCM-07 107-2007/CXB/45-05/DHQGTPHCM

**XD.GT.840-07(T)**

# MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU</b>	<b>5</b>
<b>HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN “SÀN SƯỜN TOÀN KHỐI CÓ BẢN DẦM”</b>	<b>7</b>
I. Mục đích và yêu cầu của việc làm đồ án	7
II. Các bước trong thiết kế	7
III. Những Vấn đề cần lưu ý	8
<b>A. THIẾT KẾ BẢN</b>	<b>9</b>
I. Sơ đồ tính và nhịp tính toán của bản	9
II. Xác định tải trọng tác dụng	10
III. Xác định nội lực	11
IV. Tính toán cốt thép	12
V. Bố trí cốt thép điển hình	12
VI. thống kê cốt thép bản	13
<b>B. TÍNH DẦM PHỤ</b>	<b>14</b>
I. Sơ đồ tính toán và mục đích tính toán	14
II. Xác định tải trọng	14
III. Vẽ biểu đồ momen và lực cắt	15
IV. Tính toán cốt thép dọc	16
V. Tính cốt đai và cốt xiên cho dầm phụ	18
<b>C. TÍNH TOÁN DẦM CHÍNH</b>	<b>21</b>
I. Sơ đồ tính toán - nhịp tính toán	21
II. Tính tải trọng	22
III. Vẽ biểu đồ bao M và bao Q	22
IV. Tính cốt thép dọc	25
V. Tính cốt đai và cốt xiên cho dầm chính	26

D. CẤU TẠO CỐT THÉP TRONG DẦM PHỤ, DẦM CHÍNH	28
E. VẼ BIỂU ĐỒ VẬT LIỆU	31
G. BẢN VẼ	35
H. PHÂN MỞ RỘNG CỦA ĐỒ ÁN	37
I. Sàn sườn toàn khối có bản kê 4 cạnh	37
II. Xác định mặt bằng kết cấu sàn	38
III. Tính toán sàn bản kê 4 cạnh	39
IV. Tính dầm đỡ, sàn bản kê 4 cạnh	42
I. VÍ DỤ BẰNG SỐ TÍNH TOÁN BẢN, DẦM PHỤ VÀ DẦM CHÍNH	51
I. Đầu dề	51
II. Tính bản	52
III. Tính dầm phụ	56
IV. Tính dầm chính	68
V. Bảng kê vật liệu	75
J. PHÂN PHỤ LỤC	86
<i>TÀI LIỆU THAM KHẢO</i>	<i>107</i>

## Lời nói đầu

Năm 1983, Bộ môn Công trình – Khoa Kỹ thuật Xây dựng của Trường Đại học Bách khoa TP HCM đã biên soạn và phát hành quyển **HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC BÊTÔNG CỐT THÉP**, nội dung là thiết kế một mặt bằng kết cấu gồm sàn và sườn (dầm) toàn khối, có bản làm việc kiểu dầm trên tiêu chuẩn TCXD 41.70. Tài liệu đã được lưu hành rộng rãi không chỉ trong sinh viên theo học ngành xây dựng tại Trường Đại học Bách khoa TP HCM, mà còn được dùng để tham khảo cho nhiều kỹ sư, khi tính toán thực tế các công trình dân dụng.

Đến nay, tiêu chuẩn tính toán kết cấu Bê tông cốt thép đã được sửa đổi nhiều (TCXDVN 356:2005) và nhu cầu thực tiễn của công tác phát triển đòi hỏi phải có những sự chỉnh lý nội dung nhất định. Do đó, mặc dù trong quá trình hội nhập, hiện đại hóa, hàng loạt những tiêu chuẩn của các nước tiên tiến đã và đang du nhập vào, tiêu chuẩn TCXDVN 356:2005 cũng đang được nghiên cứu sửa đổi cho phù hợp, chúng tôi vẫn mạnh dạn phát hành tài liệu này.

**HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN MÔN HỌC BÊTÔNG CỐT THÉP 1 - SÀN BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI KIỂU SƯỜN CÓ BẢN DẦM** sẽ phục vụ cho việc học tập của sinh viên các ngành xây dựng, kiến trúc, và cũng có thể dùng làm tài liệu tham khảo giúp ích cho các kỹ sư xây dựng trong quá trình công tác thiết kế, thi công.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn các cán bộ giảng dạy của Bộ môn Công trình - Khoa Kỹ thuật Xây dựng, đặc biệt là cô Nguyễn Thị Mỹ Thúy đã đóng góp nhiều ý kiến cho việc biên soạn. Xin chân thành cảm ơn thầy PGS-TS Huỳnh Chánh Thiên đã đọc và cho những nhận xét quý báu.

Do trình độ có hạn, chắc chắn rằng quyển sách này còn nhiều thiếu sót, rất mong các đồng nghiệp, các bạn đọc góp ý, phê bình.

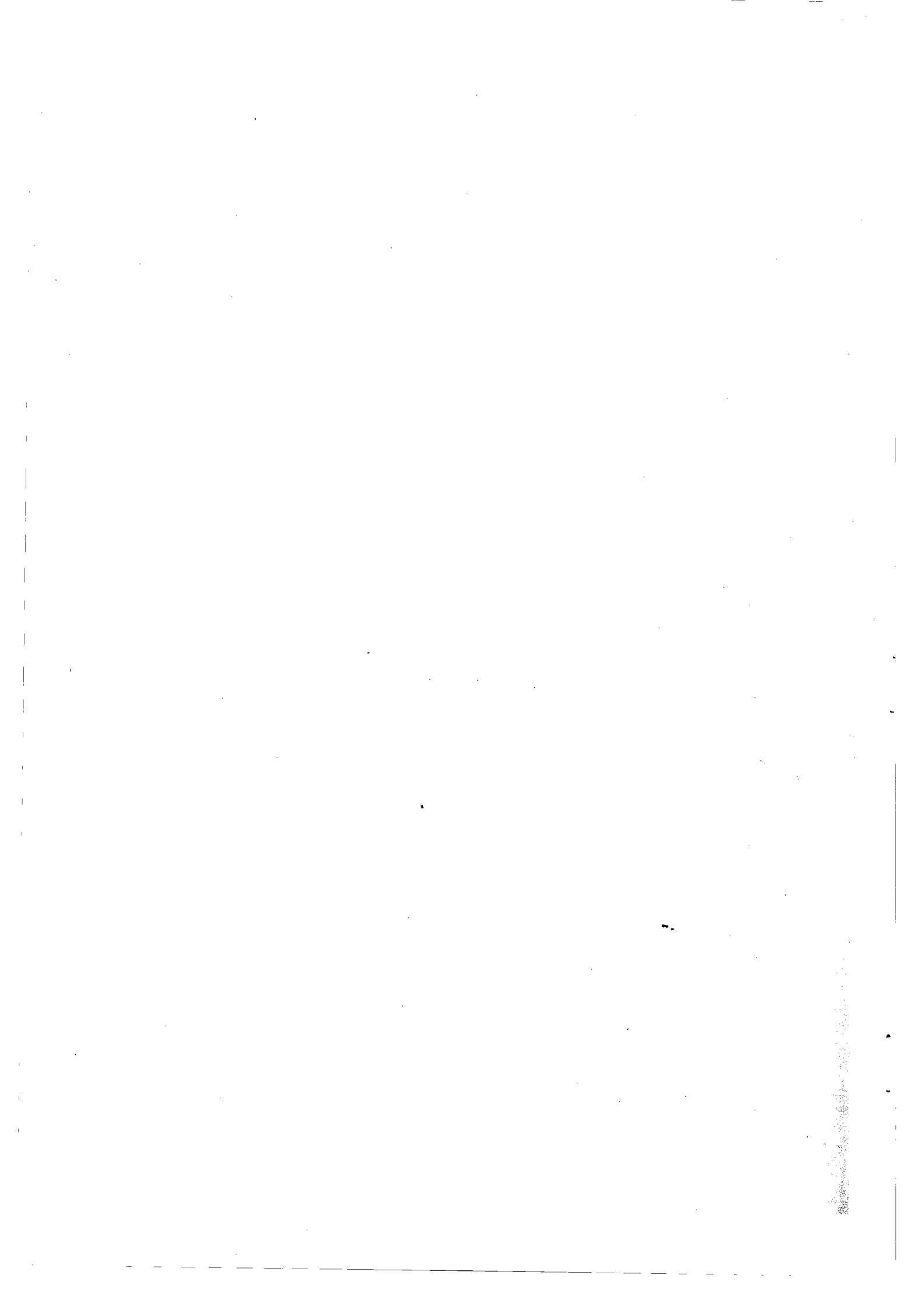
Địa chỉ liên hệ: Bộ môn Công trình – Khoa Kỹ thuật Xây dựng

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP HCM

268 Lý Thường Kiệt Q.10

ĐT: (08) 8 650 714.

**TS Nguyễn Văn Hiệp**



# HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN

## “SÀN SƯỜN TOÀN KHỐI CÓ BẢN DẦM”

### I. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU CỦA VIỆC LÀM ĐỒ ÁN

Đồ án môn học là một khâu khá quan trọng khi học các giáo trình kỹ thuật chuyên môn. Đồ án “Sàn sườn toàn khối có bản dầm” giúp cho sinh viên tổng hợp và hệ thống hóa kiến thức đã học trong nhiều chương, vận dụng một cách sáng tạo lý luận đã học để thiết kế được những kết cấu thông thường, làm quen với công tác thiết kế thực tế, rèn luyện một kỹ năng nhất định để chuẩn bị cho việc thực tập cán bộ kỹ thuật, tham gia thiết kế thực tế và thiết kế tốt nghiệp sau này.

Sàn sườn toàn khối có bản dầm tuy chưa phải là kết cấu sàn thường gặp trong thực tế xây dựng, nhưng hệ chịu lực phân bố đơn giản, trình tự rõ ràng, dễ hiểu nên được chọn làm đồ án cơ bản cho sinh viên.

Nội dung chủ yếu của đồ án sẽ dựa theo giáo trình “Bê tông cốt thép 1 - phần Cấu kiện cơ bản”, nên trước khi làm đồ án “Sàn sườn toàn khối có bản dầm”, yêu cầu sinh viên ôn tập, nắm vững hai chương liên quan của giáo trình là chương “Cấu kiện chịu uốn” và chương “Sàn phẳng”.

Khi thực hiện đồ án, kết quả tính toán sẽ được mô tả qua một bản thuyết minh và một bản vẽ (khổ A1)

- Bản thuyết minh cần viết rõ ràng, ngắn gọn; trình bày đầy đủ các bước tính toán với các số liệu chính xác các cấu kiện gồm bản, dầm phụ, dầm chính và cấu tạo và bố trí cốt thép cho các cấu kiện đó. Các kết quả tính toán nên hợp thành bảng để rút gọn và dễ theo dõi.

- Bản vẽ (khổ A1) thể hiện đầy đủ các mặt bằng kết cấu, chi tiết thiết kế các cấu kiện, mặt cắt, kích thước, trục... Trên thực tế, để căn cứ vào đó mà thi công được.

### II. CÁC BƯỚC TRONG THIẾT KẾ

Yêu cầu tính toán và cấu tạo “Sàn sườn toàn khối có bản dầm”. Nhiệm vụ là tính toán và cấu tạo Bản, Dầm phụ, Dầm chính.

*Để tính toán các cấu kiện, cần theo chung một trình tự sau:*

- 1- Xác định sơ đồ tính toán, nhịp tính toán  $l_0$ ;
- 2- Xác định tải trọng tác dụng: tải trọng tiêu chuẩn và tải trọng tính toán;
- 3- Tính nội lực: momen và lực cắt, biểu đồ bao;
- 4- Tính cốt thép dọc, cốt đai, cốt xiên;
- 5- Bố trí cốt thép chịu lực và cấu tạo;
- 6- Thống kê cốt thép.

Đối với dầm (chính, phụ), cần vẽ biểu đồ bao nội lực (biểu đồ bao momen biểu đồ bao lực cắt) và biểu đồ bao vật liệu; căn cứ vào đó để cắt, uốn cốt thép hợp lý và tiết kiệm.

### III. NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN LƯU Ý

- Mỗi đề tài đồ án nhận được đã có mặt bằng hệ chịu lực được chia sẵn, trong đó hệ bản sàn đã là bản dầm; trên cơ sở đó, sinh viên sẽ tính theo trình tự trên. Ngoài ra, với những trường hợp có năng lực, sinh viên (sẽ được chọn trực tiếp) có thể nâng cao chất lượng đồ án bằng cách chuyển hệ dầm trở thành sàn hai phương và tính toán thêm hai phương án (ngoài phạm vi tài liệu này).

- Hệ chịu lực các kết cấu là khung, bao gồm cả bộ cột và dầm theo chu vi, tường chỉ giữ nhiệm vụ bao che mà không tham gia chịu lực.

- Đồ án này có thể xem như một công trình đầu tay của sinh viên, do đó chưa cần quan tâm đến sự "văng mặt" của cầu thang bộ, thang máy, khu vệ sinh... trên mặt bằng kết cấu.

- Hệ chịu lực trên thực tế đương nhiên còn có thể đa dạng hơn. Trên cơ sở việc tính toán của đồ án, mỗi sinh viên sẽ tự rèn luyện kỹ năng bằng sự nhạy cảm của nghề nghiệp để nhanh chóng thực hiện được việc tính toán những dạng sàn sườn phức tạp, đa dạng hơn.

- Qui trình thực hiện đồ án sẽ tiến dần tự động hóa một phần hay toàn bộ trên máy (kể cả thể hiện bản vẽ), đây là xu hướng chung và đang được tiến hành dần để sinh viên làm quen kỹ năng thiết kế thực tế.

- Các ký hiệu về cường độ vật liệu ( $R_s, R_{bt}, R_b, \dots$ ) được lấy đúng qui ước trong TCVN 356:2005, để sinh viên tiện theo dõi.

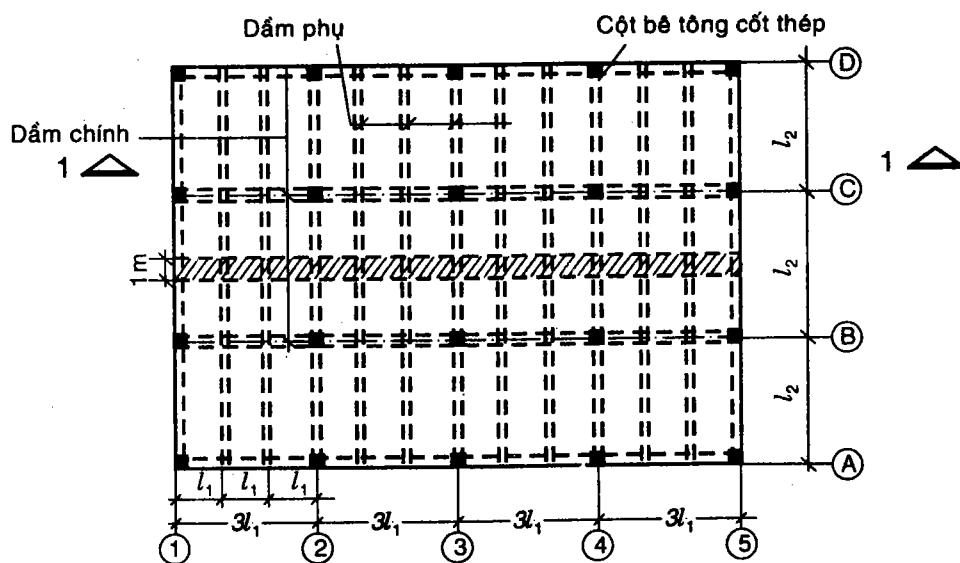
- Ở sàn sườn toàn khối có bản dầm, hệ truyền lực sẽ theo đúng trình tự đơn giản là bản chịu trực tiếp tải trọng, truyền tiếp xuống hệ dầm phụ. Từ đây, dầm phụ truyền sang hệ dầm chính (trực giao và cứng hơn nó), từ dầm chính sẽ truyền tiếp sang cột và xuống móng. Dầm chính sẽ chịu lực nhiều nhất nên thường tính theo sơ đồ dàn hồi để dầm bản an toàn, trong khi hệ bản và dầm phụ lại thường tính theo sơ đồ có xét biến dạng dẻo.



## A. THIẾT KẾ BẢN

### I. SƠ ĐỒ TÍNH VÀ NHỊP TÍNH TOÁN CỦA BẢN

Với mọi loại sàn có dầm, khi tính toán cần xem xét bản thuộc loại bản dầm hay bản kê 4 cạnh, bằng cách xét tỉ số  $\frac{l_2}{l_1}$  ( $l_1$ : cạnh ngắn,  $l_2$ : cạnh dài). Ở đây, do chủ đề đã đặt ra, nên với cách phân chia hệ dầm chính, phụ như H.1a, tỉ số  $\frac{l_2}{l_1} > 2$  và bản làm việc theo kiểu bản dầm. Đối với loại bản này, khi tính toán sẽ cắt một dây rộng 1 mét theo phương cạnh ngắn (phương  $l_1$ ) và vì các ô bản hoàn toàn giống nhau, kế tiếp nhau, nên bản sẽ làm việc như một dầm liên tục (xem H.1a).



Hình 1a Sơ đồ mặt bằng sàn

Lưu ý: Trên mặt bằng trục định vị của cột biên nằm ở mép ngoài các cột, còn đối với những cột giữa, trục là tim cột, theo cả hai phương

Tính bản theo sơ đồ có xét biến dạng dẻo, nên nhịp tính toán được xác định:

- Nhịp tính toán của các nhịp giữa:  $l_o = l_1 - b_{dp}$

- Nhịp tính toán của nhịp biên:  $l_{ob} = l_1 - \frac{b_{dp}}{2} - b_{dp} = l_1 - \frac{3}{2}b_{dp}$

Như vậy, để xác định được nhịp tính toán của bản, cần phải giả thiết  $b_{dp}$ . Thông thường, có thể chọn sơ bộ:

•  $h_{dp} = (\frac{1}{12} \div \frac{1}{16})l_{dp}$  và  $b_{dp} = (\frac{1}{2} \div \frac{1}{4})h_{dp}$  (nhịp  $l_{dp} = l_2$  trong đồ án này).

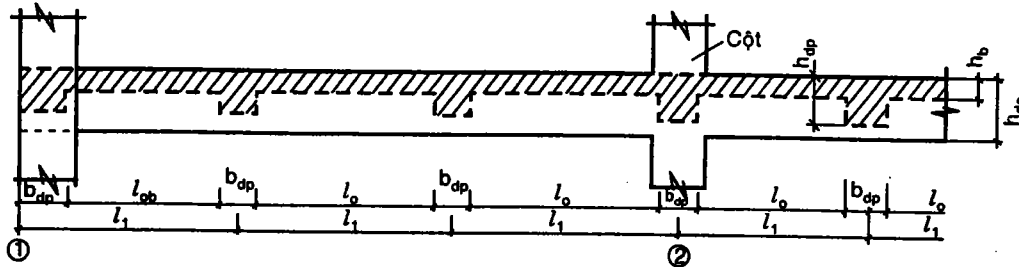
•  $h_{dc} = (\frac{1}{12} \div \frac{1}{14})l_{dc}$  và  $b_{dc} = (\frac{1}{2} \div \frac{1}{4})h_{dc}$ ; (nhịp  $l_{dc} = 3l_1$ )

- Các giá trị  $h_{dp}$ ,  $h_{dc}$  cần chọn theo bội số của 5cm.

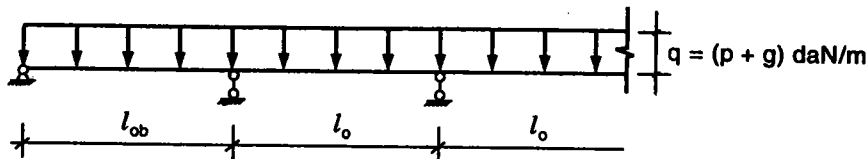
Thường  $b_{dp} = 20, 22, 25\text{cm}$ ;  $b_{dc} = 20, 25, 30, 35, 40\text{cm}$ .

- Chiều dày của bản:  $h_b = 70 \div 100\text{mm}$  (hay lớn hơn), tùy thuộc vào  $l_b$  và hoạt tải  $p^c$ .

Chú ý: Các kích thước tiết diện dầm, bản đã chọn sơ bộ nêu trên, chỉ để có kết quả nội lực và sau này khi tính ra cốt thép nếu hàm lượng  $\mu\%$  của cốt thép quá lớn hay quá nhỏ, sẽ phải thay đổi kích thước chúng và tiến hành tính toán lại.



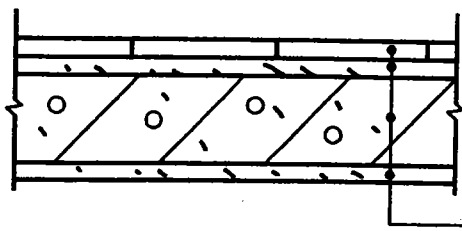
Hình 1b Mặt cắt 1 - 1



Hình 2 Sơ đồ tính của bản

## II. XÁC ĐỊNH TẢI TRỌNG TÁC DỤNG

1- **Tính tải:** phụ thuộc vào các lớp cấu tạo sàn. Trong đồ án, phân bố các lớp cấu tạo sàn được chọn điển hình như sau:



- Lớp gạch lát (gạch bông, ceramic, đá...)
- Lớp vữa lót, thường dày 2cm
- Bản sàn bê tông cốt thép dày  $h_b$
- Lớp vữa trát trần, thường dày 1,5cm

Hình 3

- Lớp gạch lát:

- Đá hoa cương dày 2cm:  $50 \text{ daN/m}^2$
- Gạch ceramic :  $25 \text{ daN/m}^2$
- Gạch bông dày 2cm :  $40 \text{ daN/m}^2$

- Lớp vữa lót:  $\delta = 2\text{cm}$ ;  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

- Bản sàn BTCT:  $\delta = h_b$ ;  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

- Lớp vữa trát:  $\delta = 1,5\text{cm}$ ;  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Do dầm bản rộng  $1m$  nên:

Tính tải tính toán:  $g_b = \sum n_i \times \gamma_i \times \delta_i \times 1(m)$  (daN/m hay kN/m)

với:  $n$  - hệ số vượt tải

$n = 1,1$  đối với trọng lượng của bản bê tông cốt thép

$n = 1,2$  đối với các lớp gạch, vữa,...

### 2- Hoạt tải

Hoạt tải tính toán:  $p_b = p^c \times n \times 1m$  (daN/m) hay (kN/m)

với:  $p^c$  - hoạt tải tiêu chuẩn (daN/m<sup>2</sup>), mỗi đề tài của đồ án sẽ có một giá trị  $p^c$  riêng.

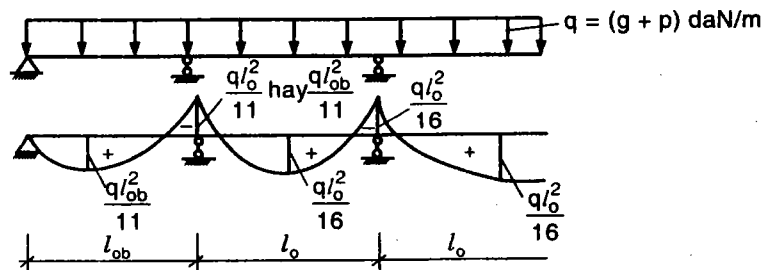
$n = 1,2 \div 1,4$

Tải trọng tính toán tổng cộng tác dụng phân bố đều:

$$q = g_b + p_b \quad (\text{daN/m}) \text{ hay } (\text{kN/m})$$

## III. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC

Đối với dầm bản đang xét ở trên (cắt theo phương  $l_1$ ), sẽ làm việc như dầm liên tục chịu tải phân bố đều  $q_b$ .



Hình 4

Nhịp tính toán của bản, với các sơ đồ điển hình của đồ án, thường sai số không quá 10%, do đó, xem như đều nhịp. Do cách phân chia dầm phụ thường dẫn đến bản làm việc như một dầm liên tục nhiều nhịp, nhịp đều nhau và về nguyên tắc chỉ cần tính cho dầm 5 nhịp. Giá trị momen của bản tính theo sơ đồ có xét biến dạng dẻo được cho bởi công thức:

Momen ở nhịp biên và gối thứ 2:

$$M = \pm \frac{q l_{ob}^2}{11} \quad \text{hay} \quad M = \pm \frac{q l_o^2}{11}$$

(chọn lấy giá trị lớn của  $l_o$ ,  $l_{ob}$  để tính momen âm ở gối thứ hai).

Momen ở các nhịp giữa và các gối giữa còn lại, giá trị momen cực đại:

$$M = \pm \frac{q l_o^2}{16}$$

Trong bản sàn, không cần tính và vẽ biểu đồ lực cắt  $Q$ , bởi vì thường sẽ thỏa điều kiện:  $Q < \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}.b.h_o$  (nên không cần bố trí cốt đai trong bản).

#### IV. TÍNH TOÁN CỐT THÉP

Do dầm sàn được cắt để tính toán có chiều rộng là 1m nên:

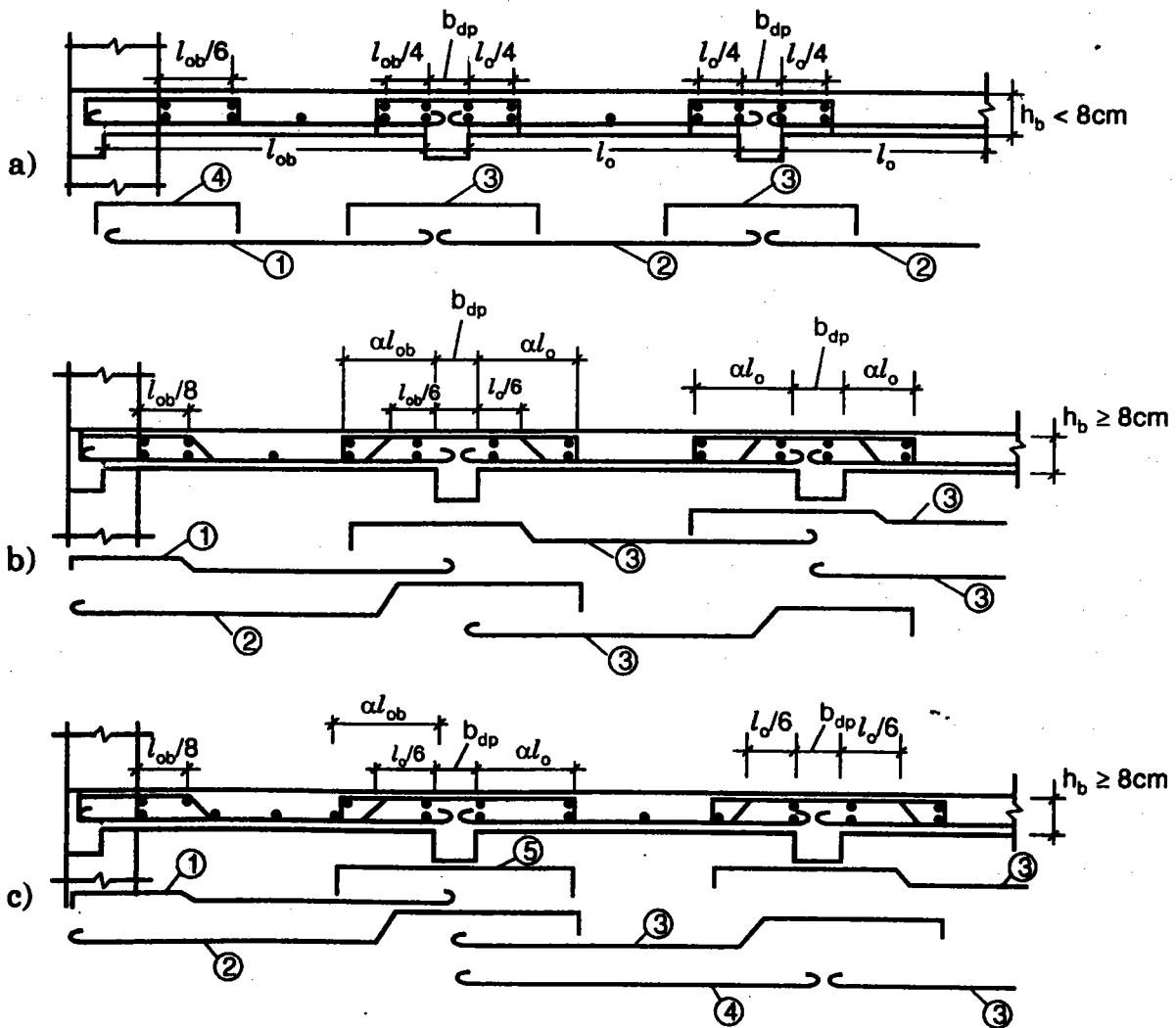
Tiết diện tính toán của bản:  $b = 100\text{cm}$  và  $h_o = h_b - a$  (chọn  $a = 1,5 + 2,0\text{cm}$ ), ta có cấu kiện chịu uốn tiết diện chữ nhật và trong hầu hết các trường hợp, sẽ bố trí cốt đơn.

Tính  $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_o^2}$  Tra bảng 1 (xem phụ lục) ta tính được  $\xi$  hay  $\zeta$

$$A_s = \frac{\xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_o}{R_s} \quad (\text{cm}^2/\text{m dài}) \quad \text{hay} \quad A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_o} \quad (\text{cm}^2/\text{m dài})$$

Kết quả tính toán được lập thành bảng (xem ví dụ cụ thể bằng số ở phần sau).

#### V. BỐ TRÍ CỐT THÉP ĐIỂN HÌNH



Hình 5

Khi  $h_b < 8cm$ . Thường cốt thép được bố trí ở nhịp và gối độc lập nhau (H.5a)

Khi  $h_b \geq 8cm$ . Để tiết kiệm thép sử dụng, thường khoảng 50%, cốt thép ở nhịp có thể uốn lên gối để chịu momen âm (H.5b). Nếu lượng cốt thép uốn lên không đủ, có thể bố trí thêm dạng cốt mũ khác chụp thêm, cho đủ lượng cốt thép yêu cầu (H.5c). Kiểm tra hàm lượng cốt thép chịu lực  $\mu\% = \frac{A_s}{bh_0} 100$  tại các tiết diện đã tính

toán cốt thép. Giá trị  $\mu\%$  hợp lý nằm trong khoảng  $(0,3 + 0,9) \%$ .

Về nguyên tắc nên đưa ra nhiều phương án đặt cốt thép để so sánh và chọn phương án tiết kiệm, dễ thi công. Cách làm này giúp cho sinh viên có kỹ năng chọn và tự tìm phương án hợp lý nhất để bố trí cốt thép.

*Chú ý:*

- Tại mỗi tiết diện, khoảng cách của các cốt thép phải đều nhau (xem ví dụ ở phần sau). Do đó phải phối hợp về bước và đường kính cốt thép, khi cần phải uốn cốt thép lên gối và ngược lại.
- Khi chọn khoảng cách của cốt thép, nên chọn số tròn cm để tiện lợi cho việc thi công (tra bảng 2, bảng 3).
- Khi chọn cốt thép, trong đồ án, chỉ cho phép sai số giữa  $A_s$  chọn và  $A_s$  tính trong khoảng  $\pm 5\%$ .
- Cốt thép phân bố đặt theo phương  $l_2$  là thép cấu tạo, không tham gia chịu uốn (M), thường chọn là  $\Phi 6a = 250 \div 300$ .

## VI. THỐNG KÊ CỐT THÉP BẢN

Mục đích để sinh viên tập thói quen xác định chính xác lượng cốt thép cần thiết, trên cơ sở đó sẽ tính được những chỉ tiêu kinh tế cho bản sàn và sẽ thuận lợi khi cần thống kê cho các ô sàn (dạng bất kỳ) trong tương lai.

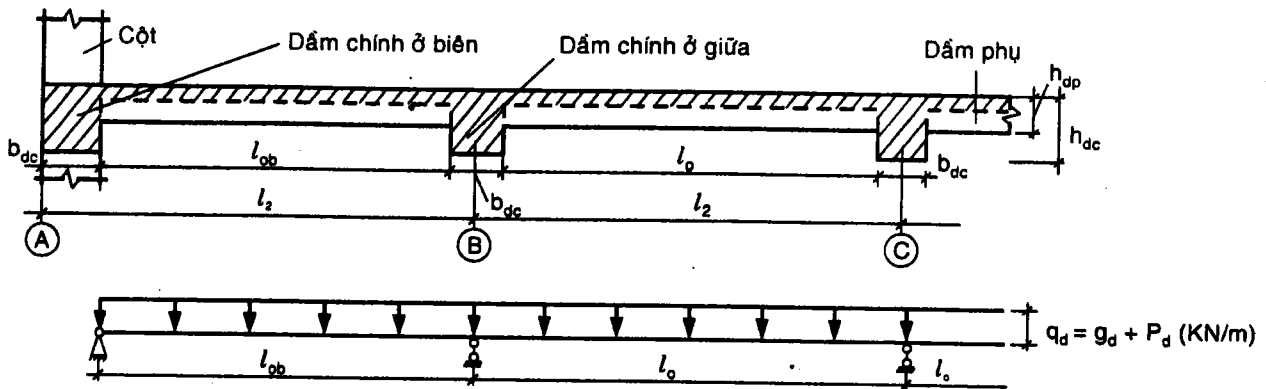
*Lưu ý:*

- Các thanh thép phân bố, bố trí theo phương cạnh dài, chỉ có từ mép các dầm trở đi (không cần đặt thép phân bố trong phạm vi chiều rộng dầm, vì đã có cốt thép chịu lực của dầm rồi).
- Số lượng thanh thép chịu lực phải xác định theo nguyên tắc "trồng cây": số thanh bằng khoảng cách cần bố trí cốt thép theo bước đã xác định, cộng thêm 1 đơn vị.
- Phải thống kê cho từng loại thanh đã ký hiệu khác nhau (do khác về chiều dài, dạng thanh) và cộng dồn cho toàn sàn.
- Trên cơ sở thống kê số thanh, sẽ tính được tổng trọng lượng thép cần dùng và những thông số khác (xem ví dụ).

## B. TÍNH DẦM PHỤ

### I. SƠ ĐỒ TÍNH TOÁN VÀ MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN

Dầm phụ là dầm liên tục truyền trực tiếp tải trọng lên các dầm chính nên gối tựa là các dầm chính trực giao với nó. Tính dầm phụ cũng theo sơ đồ có xét biến dạng dẻo, nên nhịp tính toán lấy bằng khoảng cách giữa hai mép dầm chính.



Hình 6 Sơ đồ tính toán dầm phụ

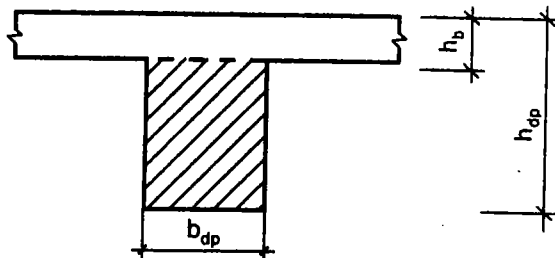
Đối với nhịp giữa:  $l_o = l_2 - b_{dc}$

Đối với nhịp biên:  $l_{ob} = l_2 - \frac{3}{2}b_{dc}$  (giả sử ở đây  $b_{dc} = b_c$ )

Kích thước dầm chính, cột đã giả thuyết ở phần tính bản.

### II. XÁC ĐỊNH TẢI TRỌNG

Thực tế dầm phụ giữa và dầm phụ biên chịu tải trọng có khác nhau, đồ án cho phép chọn dầm phụ giữa để tính toán đại diện. Trong thiết kế thực tế, về nguyên tắc phải tính thêm dầm phụ biên nữa.



Hình 7. Phân diện tích để tính trọng lượng bản thân dầm phụ (phần gạch chéo)

Tĩnh tải:  $g_d = g_b \cdot l_1 + g_2$ , daN/m; (kN/m)

Hoạt tải:  $p_d = p_b \cdot l_1$ , daN/m; (kN/m)

trong đó:  $g_2$  - là trọng lượng bản thân dầm phụ

$$g_2 = (h_{dp} - h_b) \cdot b_{dp} \cdot \gamma \cdot n = (h_{dp} - h_b) \cdot b_{dp} \times 2500 \times 1,1, (daN/m)$$

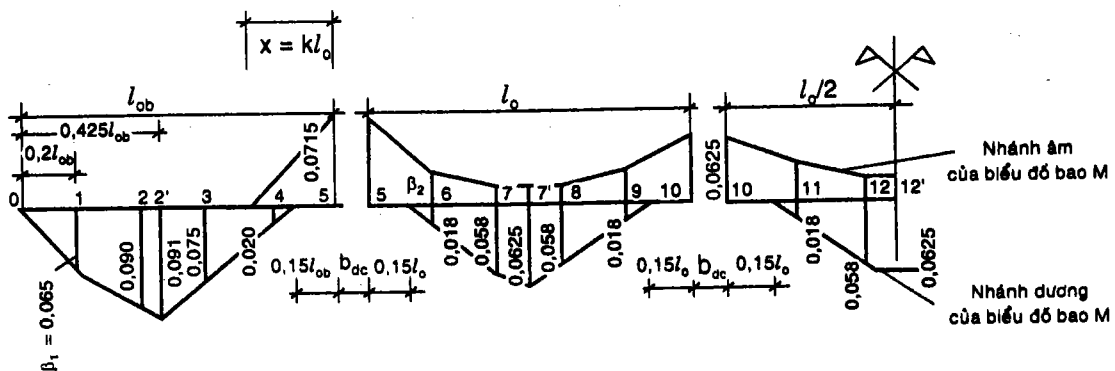
Khi xác định  $g_2$ , phần sàn được trừ bớt do trọng lượng này đã được kể khi tính bản sàn rồi.

$g_b, p_b$  - là phần tính và hoạt tải của bản sàn truyền trực tiếp lên các dầm phụ kê ô bản đó.

Tổng tải trọng tính toán:

$$q_d = g_d + p_d, \quad daN/m; (kN/m)$$

### III. VẼ BIỂU ĐỒ MOMEN VÀ LỰC CẮT



Hình 8 Tung độ của biểu đồ tạo momen ở dầm phụ liên tục

Do giá trị nhịp  $l_o, l_{ob}$  thường lại chênh lệch nhau không lớn (ít hơn 10%, thực tế cho phép đến 20%) nên cho phép xem dầm phụ là dầm liên tục đều nhịp. Lưu ý tính đối xứng để giảm khối lượng cần tính toán thực tế.

Đối với dầm phụ có số nhịp lớn hơn 5, do nội lực trong các nhịp giữa sẽ giống nhau chỉ cần tính và vẽ cho dầm 5 nhịp. Do tính chất đối xứng, dầm 5 nhịp chỉ cần vẽ biểu đồ momen, lực cắt cho dầm 2 nhịp rưỡi, rồi lấy đối xứng.

Đối với dầm phụ 4 nhịp, vẽ biểu đồ momen, lực cắt cho dầm 2 nhịp, lấy đối xứng

Đối với dầm phụ 3 nhịp, vẽ biểu đồ momen, lực cắt cho dầm 1,5 nhịp, lấy đối xứng

Tung độ biểu đồ bao momen tính theo công thức:

$$M = \beta \cdot q_d \cdot l_o^2 = \beta \cdot (g_d + p_d) \cdot l_o^2$$

Ở nhịp biên thì dùng  $l_{ob}$ , nhịp giữa dùng  $l_o$ .

Hệ số  $\beta_1$  để vẽ nhánh dương của biểu đồ bao momen đã ghi trực tiếp trên hình 8.

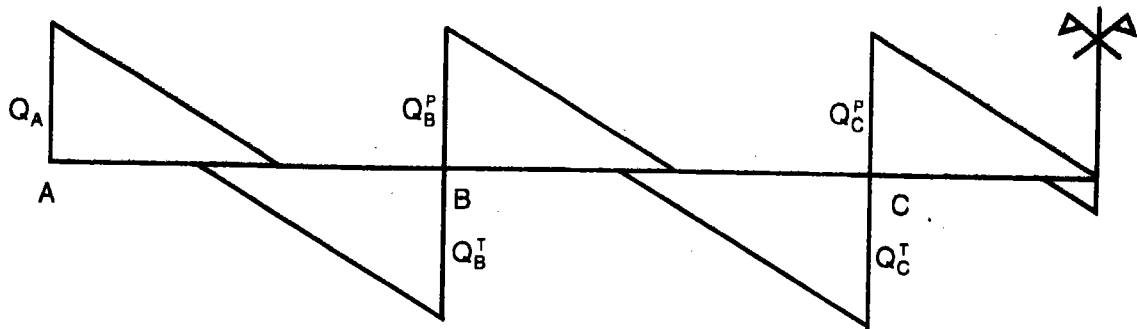
Hệ số  $\beta_2$  để vẽ nhánh âm của biểu đồ bao momen ở nhịp biên phụ thuộc vào tỉ số  $p_d/g_d$  và cho trong bảng 4.

Khoảng cách từ điểm momen âm bằng 0 ở nhịp biên đến gối tựa thứ 2 là:  $k \cdot l_o$

hệ số  $k$  cũng tra ở bảng 4.

Trên hình 8, các điểm 5, 10, 15 ứng với tiết diện ở mép của dầm chính. Ở nhịp 2, 3 momen dương cực đại tại tiết diện giữa nhịp.

Biểu đồ bao lực cắt được vẽ trên hình 9.



Hình 9 Tung độ của biểu đồ bao lực cắt trong dầm phụ

$$Q_A^* = 0,4 \cdot q_d \cdot l_{ob}$$

$$|Q_B^T| = 0,6 \cdot q_d \cdot l_{ob}$$

$$Q_B^P = |Q_C^T| = Q_C^P = |Q_D^T| = \dots = 0,5 \cdot q_d \cdot l_o$$

Lưu ý:

- Các giá trị  $M$  (âm, dương), và  $Q$  (âm, dương) của biểu đồ bao tại gối sẽ là giá trị tại các mép gối tương ứng. Điều này cần đặc biệt lưu ý khi tính cốt thép về sau.
- Tại gối, lực cắt (hay biểu đồ bao lực cắt) luôn đổi dấu theo quy ước sức bền vật liệu, do đó tung độ biểu đồ bao  $Q$  có giá trị tuyệt đối. Với cốt đai bố trí dạng "kín" (theo cả chu vi dầm) của kết cấu bê tông cốt thép, thực tế tính toán thường không quan tâm về dấu của  $Q$ .

#### IV. TÍNH TOÁN CỐT THÉP DỌC

Chỉ tiến hành tính toán để bố trí cốt thép tại những tiết diện có  $|M|$  lớn nhất ở các nhịp và gối tựa. Các giá trị  $M$  quanh những tiết diện này sẽ được dùng để kiểm tra (khi cần vẽ biểu đồ vật liệu) về sau.

Do bê tông là vật liệu chịu kéo kém, do đó lưu ý mép chịu kéo của các tiết diện dầm liên tục để tính và bố trí cốt thép phù hợp.

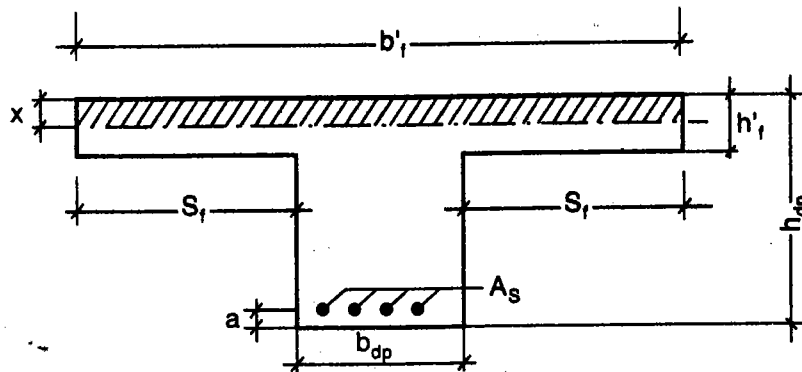
• Ở nhịp, momen tính toán là momen dương (quy ước sức bền vật liệu), nên tiết diện tính toán là chữ T, sẽ có cánh nằm trong vùng bê tông chịu nén, xét sự làm việc của cánh:

$$b'_f = 2S_f + b_{dp}; \quad \text{với: } S_f \leq \frac{1}{2}l_o \quad \text{và} \quad S_f \leq \frac{1}{6}l_{dp}$$

trong đó:  $l_o$  - là khoảng cách 2 mép trong của 2 dầm phụ kề nhau;

$l_{dp}$  - là nhịp tính toán của dầm phụ (ở trên).





Hình 10

• Ở gối tựa, momen tính toán là momen âm, nên tiết diện tính toán là tiết diện chữ nhật nhỏ (vì cánh T nằm trong vùng bê tông chịu kéo không tham gia chịu lực).

Trước khi tính cốt thép cần phải kiểm tra lại kích thước tiết diện dầm phụ. Theo kết quả nghiên cứu, nếu tính dầm phụ theo sơ đồ có xét biến dạng dẻo, tại tiết diện có khớp dẻo (mép gối tựa) phải thỏa mãn điều kiện hạn chế  $\xi \leq 0,3$  ( $\xi = 0,3$  ứng với  $r = 2$ ) (xem giáo trình Bê tông cốt thép 1) ( $r = \frac{1}{\sqrt{\alpha_m}}$ )

Ở tiết diện giữa nhịp, điều kiện đó luôn luôn thỏa mãn, nên chỉ cần kiểm tra đối với tiết diện gối tựa. Chọn gối có momen lớn nhất (gối tựa thứ 2), do tiết diện tính toán là chữ nhật nhỏ  $b_{dp} \times h_{dp}$  nên:

$$h_o \geq r \cdot \sqrt{\frac{M}{R_b \cdot b}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{M}{R_b \cdot b}}$$

với:

$$h_o = h_{dp} - a$$

$a$  - là khoảng cách từ trọng tâm cốt thép chịu lực  $A_s$  đến mép chịu kéo nhiều nhất, chọn  $a = 3,5 \div 5 \text{ cm}$ .

• Việc tính toán cốt thép được chi tiết hóa như sau:

- Khi tính tiết diện chịu  $M$  dương, tiết diện tính toán là tiết diện chữ T, cần xét vị trí trục trung hòa qua cánh hay qua sườn để có tiết diện tính thích hợp. Thông thường, dầm phụ bố trí cốt đơn. Tính

$$M_f = R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \left( h_o - \frac{h'_f}{2} \right)$$

Nếu  $M \leq M_f$ , trục trung hòa qua cánh, lúc này tiết diện dầm làm việc như tiết diện chữ nhật lớn ( $b'_f \times h_{dp}$ ) khi tính cốt thép. Hầu hết các trường hợp trên thực tế khi dầm, sàn đổ toàn khối sẽ thỏa điều kiện này. Tính

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b'_f \cdot h_o^2}, \text{ tra bảng 1 để có } \zeta \text{ hay } \xi$$

$$A_S = \frac{M}{R_S \cdot \zeta \cdot h_0} \text{ cm}^2 \text{ hay } A_S = \frac{\xi R_b b h_0}{R_S} \text{ cm}^2$$

- Khi tính tiết diện chịu  $M$  âm cánh trên của dầm phụ (là bản) chịu kéo, tiết diện tính toán là chữ nhật nhỏ  $b_{dp} \times h_{dp}$ . Do  $\xi < 0,3$  đã thỏa, nên tiết diện luôn bố trí cốt đơn và cách tính toán tương tự như phần trên đã trình bày.

- Khi tính toán, kết quả nên lập thành bảng cho gọn, để theo dõi và tránh lặp đi lặp lại.

- Giá trị  $a$  ở tiết diện nhịp và gối có khác nhau, do tại gối còn hiện diện thép của bản. Giá trị này luôn được giả định theo kinh nghiệm và, về nguyên tắc, khi đã chọn và bố trí cốt thép, cần kiểm tra lại  $a$ . Nếu sai khác nhiều, cần chọn và tính lại.

## V. TÍNH CỐT ĐAI VÀ CỐT XIÊN CHO DẦM PHỤ

Đầu tiên, phải kiểm tra lực cắt  $Q_{\max}$ . Đây là dầm phụ liên tục, nhịp đều nhau, nên giá trị

$$Q_{\max} = |Q_B^T|$$

- Kiểm tra điều kiện để dầm bê tông không bị phá hoại trên tiết diện nghiêng là:

$$Q \leq 0,3 \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$$

Trong đó:

- Hệ số  $\varphi_{w1}$ , xét đến ảnh hưởng của cốt thép đai vuông góc với trục dọc cấu kiện được xác định theo công thức:

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha\mu_w \leq 1,3 \text{ với } \alpha = \frac{E_S}{E_b}; \mu_w = \frac{A_{SW}}{b \cdot s}$$

- Hệ số  $\varphi_{b1}$  được xác định theo công thức:

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b$$

Với:  $\beta$  - hệ số, đối với bê tông nặng  $\beta = 0,01$

$R_b$  - cường độ chịu nén tính toán của bê tông, tính bằng đơn vị  $MPa$ .

Nếu không thỏa phải tăng kích thước tiết diện, chủ yếu tăng  $h_{dp}$  và phải tính lại từ bước xác định tải trọng ở trên, do giá trị tính toán đã thay đổi.

- Kiểm tra:  $Q \leq \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt} \cdot b \cdot h_0$ .

Trong đó:

$\varphi_{b3}$  - hệ số lấy với bê tông nặng  $\varphi_{b3} = 0,6$

$\varphi_f$  - hệ số xét đến ảnh hưởng của cánh chịu nén trong tiết diện chữ T, chữ I, được xác định theo công thức:

$$\varphi_f = 0,75 \frac{(b'_f - b)h'_f}{bh_0} \leq 0,5$$

$b'_f \leq b + 3h'_f$ , đồng thời cốt thép ngang cần được neo vào cánh.

$\varphi_n$  - hệ số xét ảnh hưởng của lực dọc, được xác định như sau:

- Khi chịu lực nén dọc, xác định theo công thức:

$$\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0} \leq 0,5$$

- Khi chịu lực kéo dọc trục, xác định theo công thức:

$$\varphi_n = -0,2 \frac{N}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0} \leq 0,8$$

Khi tính cấu kiện chịu uốn, người ta thường bỏ qua ảnh hưởng của lực dọc.

Giá trị  $(1 + \varphi_f + \varphi_n)$  trong mọi trường hợp  $\leq 1,5$ . Nếu thoả điều kiện trên, cốt đai chỉ cần đặt cấu tạo theo quy phạm quy định, không cần tính cốt đai, cốt xiên.

• Trường hợp tại tiết diện mép gối tựa, giá trị lực cắt bất kỳ đảm bảo điều kiện sau, sẽ phải tính cốt đai:

$$\varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt} \cdot b \cdot h_0 < Q \leq 0,3\varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$$

Chọn đường kính cốt đai  $\Phi_{SW}$ , số nhánh cốt đai  $n$ , với diện tích cốt đai  $a_{SW}$ , số nhánh cốt đai ( $n$ ), bước cốt đai cần bố trí:

$$S_{tt} = \frac{4\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 \cdot R_{SW} \cdot A_{SW}}{Q^2}$$

Trong đó:

$\varphi_{b2}$  - hệ số xét đến ảnh hưởng của loại bê tông. Đối với bê tông nặng  $\varphi_{b2} = 2$

$\varphi_f, \varphi_n$  (xem phần trên)

$R_{SW}$  - cường độ chịu kéo tính toán của cốt ngang. (Tra phụ lục bảng 10)

với:

$$R_{ad} = 0,8 \cdot R_a$$

Tính khoảng cách cực đại giữa hai cốt đai:

$$S_{max} = \frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{Q}$$

Khoảng cách cốt đai chọn không được lớn hơn  $S_{max}, S_{tt}$ . Ngoài ra còn phải thoả mãn yêu cầu cấu tạo và TCXDVN 356:2005 đã quy định, như sau:

Với:  $h_{dp} \leq 45cm$  thì  $S_{ct} \leq \frac{h_{dp}}{2}$  và  $S_{ct} \leq 15cm$  (lấy giá trị nhỏ để thiết kế)

$h_{dp} > 45cm$ ,  $S_{ct} \leq \frac{h_{dp}}{3}$  và  $S_{ct} \leq 50cm$  (lấy giá trị nhỏ để thiết kế)

Yêu cầu cấu tạo trên là đối với đoạn dầm chịu tải phân bố đều (như dầm phụ đang xét) trong phạm vi dài  $l/4$  tính từ mép gối tựa; ở đoạn giữa nhịp, thường  $Q < \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b_{dp} \cdot h_0$ , cốt đai về nguyên tắc không cần tính, chỉ đặt theo cấu tạo, cốt đai đặt thưa hơn nhưng không được vượt quá  $3/4 \cdot h_{dp}$  và  $50cm$ .

• Tính cốt đai như trên tức là đã giả thuyết không cần tính cốt xiên, do đó

không cần kiểm tra lại điều kiện có cần phải dùng cốt xiên hay không.

• Trường hợp giá trị  $Q$  tương đối lớn mà không thể tăng tiết diện dầm, nên kết hợp dùng cả cốt đai và cốt xiên để chịu  $Q$ . Như vậy, sẽ đạt được hiệu quả kinh tế cao hơn. Khi đó, trước hết tính  $S_{max}$  và theo yêu cầu cấu tạo cốt đai, chọn  $S$  thích hợp, chọn trước loại cốt đai có  $\Phi_{SW}, a_{SW}, n$ .

trong đó:  $\Phi_{SW}$  - đường kính cốt đai

$a_{SW}$  - diện tích một nhánh cốt đai

$n$  - số nhánh cốt đai.

$$\text{Tính } q_{SW} = \frac{R_{SW} \cdot A_{SW}}{S} = \frac{R_{SW} \cdot n \cdot a_{SW}}{S}$$

$$\text{Tính } Q_{SWb} = \sqrt{4 \cdot \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2 \cdot q_{SW}}$$

Căn cứ vào biểu đồ bao  $Q$ , các đoạn dầm nào có  $Q > Q_{SWb}$  thì phải tính và bố trí thêm cốt xiên để chịu phần lực cắt  $Q - Q_{SWb}$ . Ngược lại những đoạn dầm có  $Q \leq Q_{SWb}$ , về nguyên tắc, không cần bố trí thêm cốt xiên chịu lực cắt.

Đối với dầm phụ nếu  $Q > Q_{SWb}$ , thường chỉ bố trí một lớp cốt xiên là đủ. Diện tích cốt xiên cần thiết được xác định theo công thức

$$A_{s,inc} = \frac{Q - Q_{SWb}}{R_{SW} \sin \alpha}$$

trong đó:  $\alpha$  - là góc uốn các cốt xiên; khi:  $h_{dp} < 800mm$ ,  $\alpha = 45^\circ$

$$h_{dp} \geq 800mm, \alpha = 60^\circ$$

$R_{SW}$  - là cường độ chịu kéo tính toán của thép làm cốt ngang (cốt đai, cốt xiên) (tra phụ lục bảng 10)

$R_s$  - là cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép dọc. (tra phụ lục bảng 10).

## C. TÍNH TOÁN DẦM CHÍNH

### I. SƠ ĐỒ TÍNH TOÁN - NHỊP TÍNH TOÁN

Thông thường, hệ chịu lực của các nhà ít tầng thường có dạng kết cấu khung và dầm chính cùng với cột tạo thành hệ khung chịu lực, nên muốn xác định nội lực trong dầm chính thì phải giải khung. Đối với đồ án này sẽ sử dụng giả thiết ban đầu là khi độ cứng đơn vị của dầm lớn hơn bốn lần độ cứng đơn vị của cột:

$$\frac{E_b \cdot I_d}{l_d} \geq 4 \frac{E_b \cdot I_c}{l_c}$$

nghĩa là "dầm cứng, cột yếu"; lúc đó, momen tại nút khung trên thực tế sẽ truyền hầu hết vào dầm chính, do đó có thể xem dầm chính làm việc như dầm liên tục, với các gối tựa là cột.

Trong công thức trên:

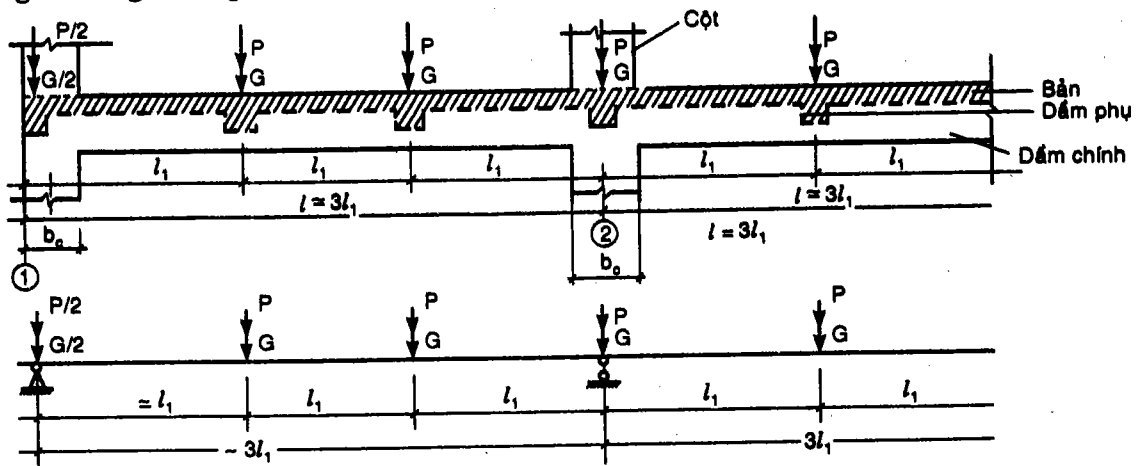
$E_b$  - là module đàn hồi của bê tông (tra phụ lục bảng 9)

$I_d, I_c$  - lần lượt là momen quán tính tiết diện ngang của dầm và cột

$l_d, l_c$  - lần lượt là nhịp dầm chính và chiều cao cột (1 tầng)

Thực tế, bất đẳng thức trên thường không thỏa trong các kết cấu toàn khối; nên về nguyên tắc, nội lực trong dầm phải xác định từ giải khung.

Với giả định bất đẳng thức trên thỏa, dầm chính giải dầm liên tục, gối là cột, do chịu lực lớn, nên thường tính theo sơ đồ đàn hồi, nhịp tính toán dầm chính sẽ lấy bằng khoảng cách giữa 2 trục cột kề nhau.



Hình 11 Sơ đồ tính toán dầm chính

Đối với nhịp biên, nhịp tính toán  $< 3l_1$ , nhưng để đơn giản hóa sơ đồ tính, vẫn xem là  $3l_1$  (sai số  $< 10\%$ ). Kết quả, dầm chính làm việc như dầm liên tục đều nhịp. Cần lưu ý là gối tựa của dầm (là cột) thực tế có bề rộng ( $b_c$ ), nhưng trong sơ đồ tính đã được đồng hóa là một điểm (gối tựa).

## II. TÍNH TẢI TRỌNG

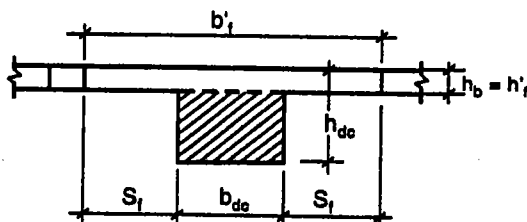
Dầm chính sẽ chịu tải trọng tập trung (gồm có tĩnh tải  $G$  và hoạt tải  $P$ ) do dầm phụ truyền xuống tại ngay vị trí dầm phụ gác lên dầm chính. (xem thêm hình 11). Mỗi nhịp dầm đều chịu cùng giá trị tải trọng như nhau.

- *Tĩnh tải:*  $G = G_1 + G_0$

với:  $G_1 = g_d \cdot l_2$  (do dầm phụ truyền lên dầm chính)

$$G_0 = b_{dc} (h_{dc} - h_b) \gamma \times 1.1 \times l_1, \text{ (daN) (hay KN)}$$

$G_0$  - trọng lượng đoạn bản thân dầm chính nằm giữa hai dầm phụ (quy thành lực tập trung). Khi tính, phải trừ bớt đi phần sàn toàn khối, vì trọng lượng của nó đã được tính ở phần tính bản rồi.



Hình 12 Phân diện tích để tính trọng lượng dầm chính

- *Hoạt tải:*  $P = p_d \times l_2, \text{ (daN); (KN)}$   
(do dầm phụ truyền lên dầm chính)

## III. VẼ BIỂU ĐỒ BAO M VÀ BAO Q

Để vẽ biểu đồ bao momen, bao lực cắt, vì dầm chính được xem đều nhịp, tải trọng tập trung mỗi nhịp như nhau. Do đó, dùng các bảng lập sẵn để vẽ biểu đồ bao cho cả momen và lực cắt.

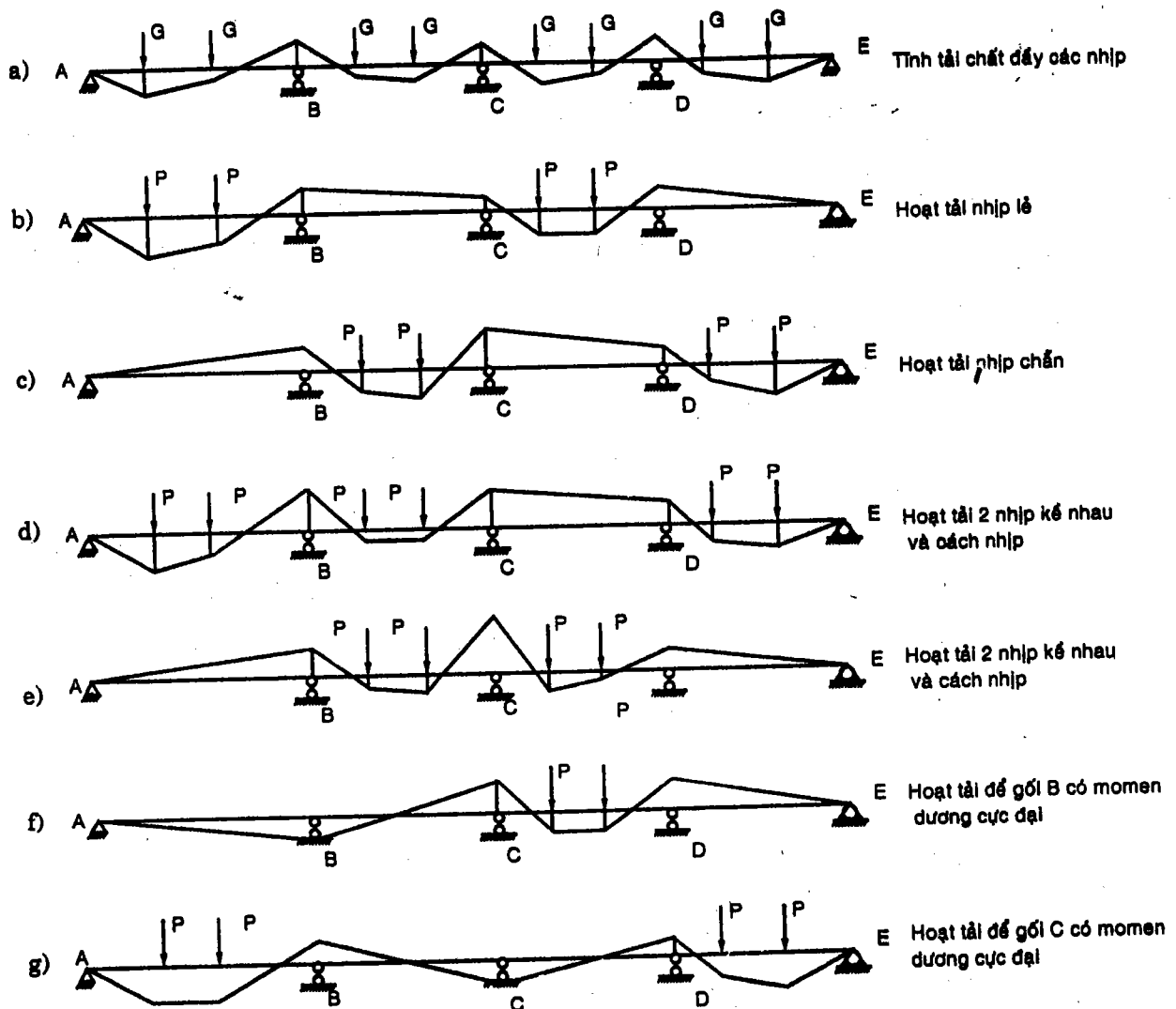
Thông thường, có hai cách xác lập biểu đồ bao momen và bao lực cắt của dầm liên tục.

**Cách 1:** Tra bảng trực tiếp để xác định tung độ của biểu đồ bao momen lẫn biểu đồ bao lực cắt. Dạng bảng này, với nhiều loại tải trọng trên nhịp và số nhịp khác nhau, đã có sẵn trong các sách tham khảo. Cách này nhanh, gọn, phù hợp tính toán thực tế.

**Cách 2:** sử dụng các bảng lập sẵn được chi tiết hóa với các vị trí đặt tải khác nhau, rồi tổ hợp lại.

Để giúp sinh viên nắm được cách vẽ biểu đồ bao  $M$ , bao  $Q$  của dầm liên tục, giúp sinh viên hiểu rõ bản chất của biểu đồ bao và rèn luyện kỹ năng tính toán tốt hơn, trong đồ án này, yêu cầu sinh viên thực hiện cách 2, khi xác định biểu đồ bao momen và bao lực cắt của dầm chính.

Cách 2 còn gọi là "*phương pháp tổ hợp*", được trình bày dưới đây, thông qua cách xác lập được biểu đồ bao momen, biểu đồ bao lực cắt sẽ được xác lập tương tự.



**Hình 13** Các trường hợp đặt tải của dầm chính

Sinh viên phải thực hiện tuần tự, vẽ biểu đồ bao momen cho tĩnh tải  $G$  sơ đồ (a) và các trường hợp bất lợi của hoạt tải  $P$  sơ đồ (b), (c), (d)... Vì tính chất đối xứng của dầm ở gối tựa  $C$  (lấy trường hợp dầm chính có 4 nhịp làm ví dụ), nên chỉ cần xét 6 trường hợp bất lợi của hoạt tải.

Trường hợp tải trọng sơ đồ (b) sẽ cho giá trị momen dương cực đại ở nhịp  $AB$ ,  $CD$  và momen dương cực tiểu (tức là momen âm cực đại) ở nhịp  $BC$ ,  $DE$

Trường hợp tải trọng sơ đồ (c) cho momen dương cực đại ở nhịp  $BC$  và  $DE$  momen dương cực tiểu (tức momen âm cực đại) ở nhịp  $AB$  và  $CD$ .

Trường hợp tải trọng sơ đồ (d) cho momen âm cực đại ở gối  $B$ .

Trường hợp tải trọng sơ đồ (e) cho momen âm cực đại ở gối  $C$ .

Đối với dầm chính có số nhịp khác 4, các trường hợp đặt hoạt tải  $P$  sẽ thay đổi theo; số lượng dựa trên quy luật mong muốn giá trị momen nhịp hay gối, cần xác định, nêu trên.

Tung độ của biểu đồ momen ở các tiết diện, trong các trường hợp đặt tải trọng ở trên được xác định theo công thức:

$$M = \alpha \cdot G \cdot l \text{ hay } M = \alpha \cdot P \cdot l \quad (l = 3l_1)$$

Hệ số  $\alpha$  cho trong bảng 5

Lần lượt đem cộng biểu đồ momen do tĩnh tải  $G$  gây ra với từng biểu đồ momen do các trường hợp hoạt tải  $P$  đặt khác nhau gây ra, ta sẽ được biểu đồ momen thành phần  $M_1, M_2, M_3, \dots$  do  $a + b, a + c, a + d, \dots$  tương ứng.

Vẽ chồng các biểu đồ momen thành phần  $M_1, M_2, M_3, \dots$  lên cùng trục, cùng một tỷ lệ, biểu đồ bao momen thu được là đường viền ngoài cùng của các biểu đồ momen thành phần.

Khi sử dụng bảng 5 cần lưu ý:

1- Bảng lập sẵn cho dầm có nhịp đều, nhưng nếu nhịp chênh nhau không quá 10% thì vẫn xem đều nhịp.

2- Bảng tra chỉ cho hệ số  $\alpha$  để tính momen ở những tiết diện quan trọng (tại tiết diện gối và tại vị trí đặt tải tập trung), nếu cần tính toán momen ở những tiết diện khác thì dùng kiến thức cơ học kết cấu để xác định, lúc đó sẽ cắt rời dầm liên tục thành các dầm tĩnh định trong phạm vi mỗi nhịp rồi thay các giá trị momen và lực cắt ở gối tựa vào, giải như dầm tĩnh định.

3- Giá trị lực cắt của mỗi trường hợp đặt tải được xác định theo công thức:

$$Q = \beta G; \quad Q = \beta P$$

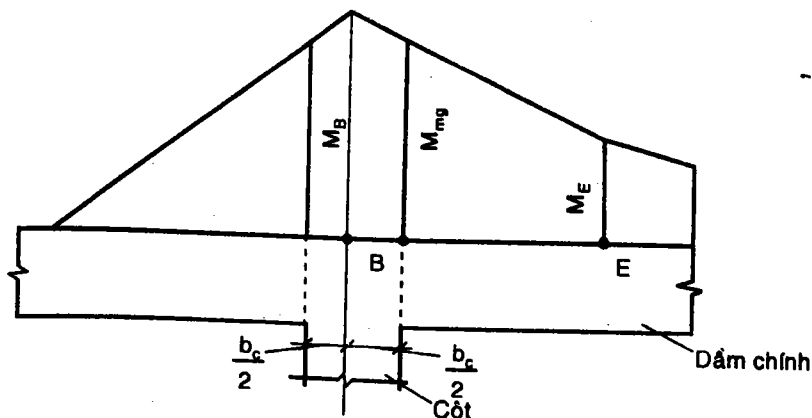
trong đó:  $\beta$  cũng tra bảng 5.

Nguyên tắc xác định giá trị tung độ biểu đồ bao lực cắt hoàn toàn tương tự như trên. Mỗi trường hợp đặt tải tập trung ( $G$  hay  $P$ ) cũng đều tìm được giá trị lực cắt tại gối và tại vị trí đặt tải tập trung. Ta lại vẽ thêm được các biểu đồ lực cắt thành phần  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$  do các trường hợp đặt tải  $a + b, a + c, a + d, \dots$  tương ứng.

Lưu ý là do tải tập trung, các biểu đồ lực cắt sẽ là những đoạn ngang, nhảy bậc tại vị trí có tải tập trung tác dụng.

**Xác định momen âm ở mép gối tựa ( $M_{mg}$ )**

Bê tông cốt thép là vật liệu đàn hồi dẻo, phá hoại xảy ra ở mép gối tựa trong khi sơ đồ tính lại đã "đông hóa" gối tựa có chiều rộng  $b_c$  là 1 điểm, nên phải xác định giá trị  $M_{mg}$ .



Hình 13 Cách xác định  $M_{mg}$



Cách tính  $M_{mg}$  chủ yếu căn cứ vào biểu đồ bao momen và dùng tam giác đồng dạng. Điểm E sẽ là điểm giao gãy khúc đầu tiên của đường bao momen, khi đi từ gối ra.

$$M_{mg} = M_B - (M_B - M_E) \frac{b_c}{2BE}$$

trong đó:  $b_c$  - bề rộng cột;  $M_B, M_E$  và khoảng cách BE xác định trực tiếp trên hình 13.

#### IV. TÍNH CỐT THÉP DỌC

Tuy đã có biểu đồ bao momen, việc tính toán cốt thép dọc cho dầm chính vẫn chủ yếu thực hiện tại các tiết diện ở nhịp, gối, nơi có  $|M|$  lớn nhất. Ngoài ra, tiết diện này, về nguyên tắc, cốt thép cho phép giảm đi. Việc cắt (hay nối) cốt dọc về sau, nhất thiết phải dựa vào biểu đồ bao M này.

Tính toán tương tự như đối với dầm phụ: với momen âm ở gối, tính với tiết diện chữ nhật nhỏ  $b_{dc} \times h_{dc}$  (vì cánh nằm trong vùng bê tông chịu kéo, không tham gia chịu lực); với momen dương ở nhịp tính với tiết diện chữ T (vì cánh nằm trong vùng bê tông chịu nén, bê tông chịu nén tốt nên xét cánh tham gia chịu lực),  $b_f$  (H.12) lấy theo TCXDVN 356:2005 (trong giáo trình Bê tông cốt thép 1) nhưng không lấy vượt quá 1/3 nhịp dầm chính.

Vì dầm chính tính theo sơ đồ đàn hồi, nên điều kiện hạn chế  $\xi \leq \xi_R$  chứ không phải  $\xi \leq 0,3$  như đối với dầm phụ.

Tính  $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$ . Tra bảng ra  $\xi$  hay  $\zeta \Rightarrow A_S = \frac{M}{R_S \cdot \zeta \cdot h_0}$  hay  $A_S = \frac{\xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0}{R_S}$

với:  $h_0 = h - a$

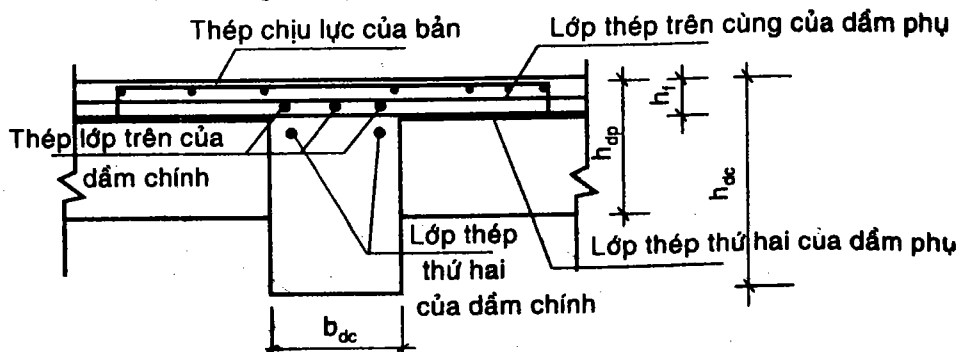
$a = (5 \div 6) \text{ cm}$  ở nhịp (tính với M dương).

$a = (7 \div 10) \text{ cm}$  ở các gối tựa (tính với M âm).

- Giá trị a đều được giả định ban đầu, về nguyên tắc, sau khi bố trí cốt thép, cần kiểm tra lại và nếu sai lệch nhiều, phải chọn lại a, tính lại cốt thép!

- Giá trị a tại gối của dầm chính với cột có giá trị lớn vì tại đây, lớp cốt thép trên cùng của dầm chính phải nằm dưới cả lớp cốt thép trên cùng của dầm phụ (H.15). Ngoài ra, lớp trên cùng lại còn thép chịu M tại gối của bản sàn.

- Khi tính toán, nên lập bảng, (xem ví dụ).



Hình 15. Bố trí cốt thép (nguyên tắc) tại gối dầm chính

## V. TÍNH CỐT ĐAI VÀ CỐT XIÊN CHO DẦM CHÍNH

Nội dung và trình tự tính toán cũng giống như khi tính dầm phụ ở trên.

Để đảm bảo yêu cầu kinh tế của đồ án và yêu cầu rèn luyện kỹ năng tính toán của sinh viên, đối với dầm chính, cần tiến hành cách thứ hai, theo đó:

Phải chọn trước  $\Phi_{SW}$  (đường kính cốt đai) để có  $a_{SW}$ .

Phải chọn trước  $n$  (số nhánh cốt đai), khi  $b \geq 350$ ,  $n \geq 3$ , nghĩa là phải dùng thêm đai phụ.

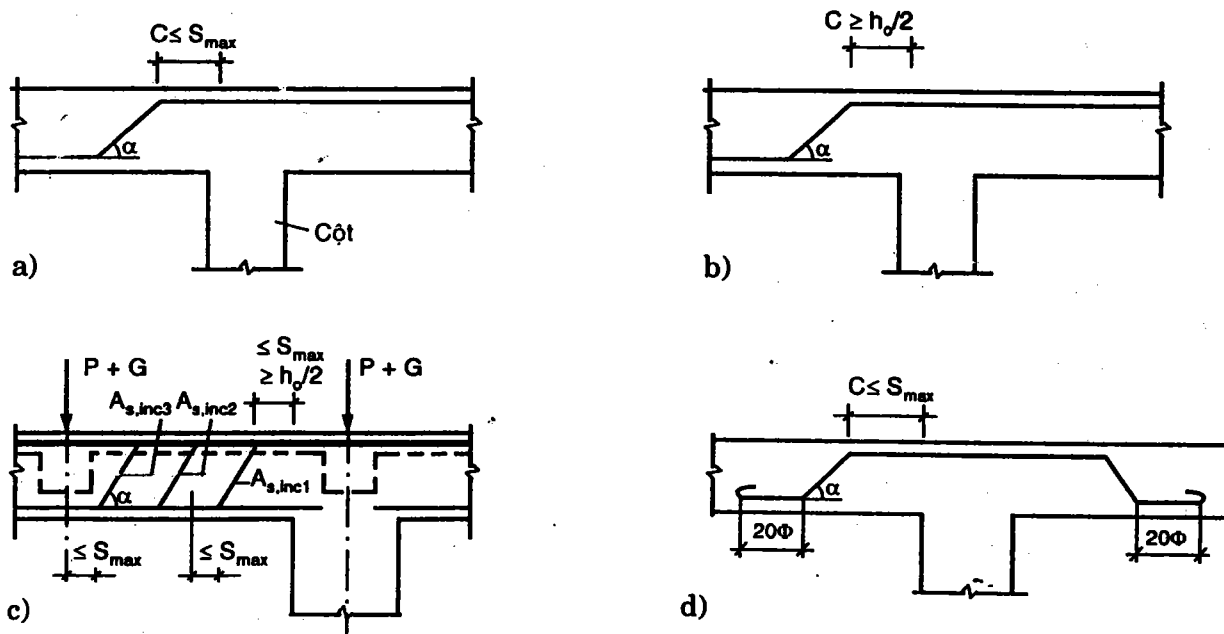
$S$  (theo yêu cầu cấu tạo, bị chi phối  $S_{max}$  như trên);

$$\text{Từ đó sẽ tính được } Q_{SWb} = \sqrt{4\phi_{b2}(1 + \phi_f + \phi_n)R_{bt}.bh_c^2.q_{SW}}$$

$$\text{với } q_{SW} = \frac{R_{SW1}.A_{SW}}{S} = \frac{R_{SW}.n.a_{SW}}{S}$$

Đối chiếu với biểu đồ bao lực cắt  $Q$  sẽ xác định được những đoạn cần bố trí thêm cốt xiên chịu lực cắt, ứng với giá trị  $|Q| > Q_{SWb}$ . Đây là những đoạn thường nằm kề hai phía của gối tựa (cột).

Nếu phải bố trí cốt xiên trong phạm vi đoạn  $l_1$ , sẽ phải đặt nhiều lớp cốt xiên mới đủ chịu lực cắt.



**Hình 16 Nguyên tắc bố trí cốt xiên**

- a) Cốt xiên chỉ chịu lực cắt; b) Cốt xiên chỉ chịu momen  $M$   
c) Khi cốt xiên có nhiều lớp; d) Cốt xiên dạng cốt vai bò chỉ chịu lực cắt  $Q$

Cốt xiên thường do cốt dọc uốn lên mà thành. Trong đồ án, nên tận dụng phương án này, thay vì bố trí thêm cốt xiên chịu cắt độc lập (dạng cốt vai bò). Quy định về vị trí và khoảng cách các lớp cốt xiên như sau (H.16):

1- Nếu lớp cốt xiên có tính để chịu lực cắt, thì  $C \leq S_{max}$ ; để chịu momen  $C \geq \frac{h_o}{2}$ .

Nếu cốt thép xiên được tính toán để cùng chịu cả momen và lực cắt thì phải thoả cả hai điều kiện trên ( $C \leq S_{max}$  và  $C \geq h_o/2$ ).

2- Nếu cốt xiên bố trí dạng cốt vai bò, cốt xiên sẽ chỉ chịu  $Q$  (H.16d).

Khi xác định diện tích các lớp cốt xiên  $A_{s,inci}$ , vị trí của các lớp cốt xiên đặt theo yêu cầu chịu cả  $M$  và  $Q$  thường đã được xác định, có nghĩa là vị trí điểm uốn cốt dọc xem như đã biết trước, thoả yêu cầu cấu tạo ở H.16d. Sau này khi vẽ biểu đồ vật liệu, nếu thấy vị trí các điểm uốn cốt dọc đó là hợp lý thì tốt, nếu không, có thể điều chỉnh (chủ yếu là xô dịch qua lại) rồi tùy từng trường hợp cụ thể mà kiểm tra.

Trường hợp cần đặt cốt xiên nhiều lớp, diện tích mỗi lớp sẽ được xác định trên cơ sở các giá trị hình chiếu tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất  $C_o$ .

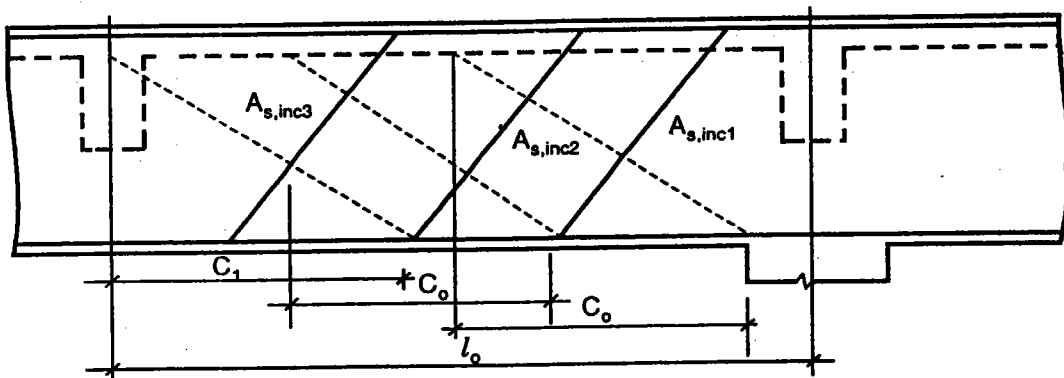
$$C_o = \sqrt{\frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_n + \varphi_f)R_{bt}b.h_o^2}{q_{sw}}}$$

Nếu  $C_o$  cắt qua nhiều lớp cốt xiên, tổng diện tích các lớp yêu cầu sẽ là

$$\Sigma A_{s,inci} = \frac{Q_i - Q_{db}}{R_{sw} \cdot \sin \alpha} (*)$$

Giá trị lực cắt  $Q_i$  trong công thức này sẽ ứng với giá trị lực cắt  $Q$  trong biểu đồ bao lực cắt tại điểm khởi đầu cốt xiên. Điểm khởi đầu này sẽ ở vị trí:

- Mép gối tựa (cột) cho hình chiếu  $C_o$  đầu tiên
- Chân lớp cốt xiên thứ nhất, thứ hai ... cho đến khi hình chiếu  $C_o$  vượt qua khỏi đoạn dầm cần bố trí cốt xiên  $l_1$  (H.17).



Hình 17 Tính toán các lớp cốt xiên

Vì ở đây, biểu đồ bao  $Q$  có dạng nằm ngang trong đoạn cần đặt cốt xiên  $l_1$ , nghĩa là  $Q_i =$  hằng số, sẽ dẫn đến việc tính được nhiều lần công thức (\*) và tìm được các  $A_{s,inci}$  (xem ví dụ).

## D. CẤU TẠO CỐT THÉP TRONG DẦM PHỤ, DẦM CHÍNH

Dầm phụ, dầm chính đều là những dầm liên tục, do đó về nguyên tắc cấu tạo cốt thép của chúng cơ bản là giống nhau.

Trong đồ án này, chỉ nhắc lại những vấn đề chủ yếu của phần cấu tạo cốt dọc chịu lực, cốt xiên và cốt đai; các phần khác xem trong giáo trình "*Tính toán kết cấu bê tông cốt thép*".

- Cốt dọc dùng trong dầm  $\Phi \geq 12 \text{ mm}$  (thường ít dùng  $\Phi > 28 \text{ mm}$ , nếu có thì chỉ dùng dạng thanh thẳng):  $12 \leq \Phi \leq 28$ .

- Để tiện cho thi công, trong một kết cấu không dùng quá 3 loại đường kính cốt thép để chịu lực. Trong cùng một tiết diện không nên dùng các cốt thép có đường kính chênh nhau quá  $8 \text{ mm}$  để chịu lực  $\Delta\Phi \leq 8$ .

- Các cốt thép phải bố trí đối xứng đối với trục của tiết diện cấu kiện.

- Khi bố trí cốt thép trong một tiết diện cần phải luôn luôn chú ý đảm bảo khoảng cách giữa cốt thép theo đúng quy định (xem trong giáo trình), điều đó có nghĩa là phải khống chế số lượng cốt thép bố trí trong một hàng ngang.

- Nếu phải bố trí cốt thép nhiều hàng ở nhịp, những thanh ở các hàng trên phải ở cùng vị trí thẳng đứng so với những thanh cốt thép hàng dưới cùng. Tương tự cho cốt thép gối.

- Nên tận dụng cốt thép ở nhịp chịu  $M$  dương, uốn lên gối để chịu momen âm (hoặc chịu cả lực cắt) mà không cần phải đặt thêm cốt thép khác. Như vậy, cốt xiên thường do cốt dọc uốn lên mà thành.

- *Khi uốn, cũng như bố trí cốt dọc, phải chú ý các điểm sau:*

• Cốt xiên phải được uốn trong mặt phẳng thẳng đứng (H.18a) không được uốn chéo (H.18b). Trong một tiết diện, các cốt xiên nên uốn đối xứng với trục của tiết diện. Nếu do yêu cầu về tính toán cốt xiên có nhiều lớp, uốn trước, uốn sau vẫn cho phép xem là đối xứng (H.18c); nhưng không được uốn một thanh, lại cắt một thanh khác, mà hai thanh này lại đối xứng trong tiết diện ngang.

• Bốn thanh cốt thép dọc nằm ở 4 góc của cốt đai không được uốn mà bắt buộc neo vào gối. Lượng cốt thép ở nhịp neo vào gối  $\geq 1/3$  lượng cốt thép ở giữa nhịp.