

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG**  
**BỘ MÔN CÔNG TRÌNH BÊTÔNG CỐT THÉP**

---

**GS.TS. NGUYỄN ĐÌNH CỐNG (Chủ biên)**  
**GVC.ThS. NGUYỄN DUY BÂN – GV.ThS. NGUYỄN THỊ THU HƯỜNG**

# **SÀN SƯỜN BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

**HÀ NỘI – 2013**

## Lời nói đầu

**S**àn sườn bê tông cốt thép toàn khối được sử dụng rộng rãi trong xây dựng dân dụng và công nghiệp vì nó có ưu điểm là chịu được lực lớn, độ cứng lớn, tốn ít công tu sửa, không cháy, sử dụng được cả trong nhà, ngoài trời v.v.

Trên thực tế thường gặp là sàn ngăn cách giữa các tầng, sàn mái, sàn mặt cầu, móng bè, nắp bể chứa v.v.

Nội dung của cuốn sách này đề cập đến việc thiết kế sàn, bao gồm việc tính toán và cấu tạo cốt thép cho bản và các dầm.

Sách được sử dụng làm tài liệu học tập, làm đồ án môn học, đồ án tốt nghiệp cho sinh viên các trường đại học, cao đẳng khối ngành công trình, đồng thời có thể làm tài liệu tham khảo cho kỹ sư khi thiết kế, thi công, giám sát thi công.

Sách được biên soạn trên cơ sở các tài liệu:

- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574:2012.
- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737–1995.
- Tiêu chuẩn của CHLB Nga CTI52.101.2003.
- Giáo trình Kết cấu bê tông cốt thép (Phần cấu kiện cơ bản) – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật 2011.

Sách được biên soạn dưới sự chỉ đạo của bộ môn Công trình bê tông cốt thép – Trường Đại học Xây dựng. Phân công biên soạn như sau:

- GS.TS. Nguyễn Đình Cống viết mục B của phần 1, mục B của phần 2 và là chủ biên.
- GVC.ThS. Nguyễn Duy Bản viết mục A của phần 1, mục A của phần 2 và tập hợp phần 3.
- GV.ThS. Nguyễn Thị Thu Hương thể hiện các hình vẽ.

Chúng tôi mong nhận được sự nhận xét, góp ý và phê bình của bạn đọc về nội dung của cuốn sách. Mọi ý kiến xin gửi về Bộ môn công trình bê tông cốt thép – Trường Đại học Xây dựng, số 55, đường Giải Phóng, Hà Nội.

CÁC TÁC GIẢ

# MỤC LỤC

Trang

LỜI NÓI ĐẦU.....	3
<b>Mở đầu:</b> KHÁI NIỆM CHUNG VỀ SÀN SƯỜN BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI .....	9
1. CÁC BỘ PHẬN CỦA SÀN SƯỜN TOÀN KHỐI .....	9
2. ĐẶC ĐIỂM CHỊU LỰC CỦA BẢN .....	10
3. CÁC DÀM TRONG SÀN .....	11
4. TƯỜNG VÀ CÁC CỘT BIÊN .....	12
<b>Phần 1.</b> TÓM TẮT LÝ THUYẾT .....	13
<b>A.</b> SÀN SƯỜN CÓ BẢN MỘT PHƯƠNG.....	13
1. SƠ ĐỒ SÀN .....	13
1.1. Chọn kích thước các bộ phận của sàn .....	14
1.2. Lựa chọn vật liệu .....	15
2. TÍNH BẢN.....	16
2.1. Sơ đồ tính .....	16
2.2. Tải trọng tác dụng lên dãi bản .....	16
2.3. Nội lực trong bản.....	17
2.4. Tính cốt thép.....	18
2.5. Bố trí cốt thép.....	20
3. TÍNH TOÁN DÀM PHỤ.....	22
3.1. Sơ đồ tính .....	22
3.2. Xác định tải trọng.....	23
3.3. Xác định nội lực.....	24
3.4. Tính toán và bố trí cốt dọc chịu mômen.....	26
3.5. Tính toán theo cường độ trên tiết diện nghiêng.....	29
4. TÍNH TOÁN DÀM CHÍNH .....	33
4.1. Sơ đồ tính .....	33
4.2. Tải trọng tác dụng lên dầm chính.....	33
4.3. Xác định nội lực của dầm chính.....	34
4.4. Tính cốt thép dọc.....	38
4.5. Tính toán theo cường độ trên tiết diện nghiêng.....	40
4.6. Tính toán cốt treo .....	43
5. CẤU TẠO CỐT THÉP DÀM.....	44
5.1. Các quy định về cấu tạo .....	44
5.2. Đoạn neo cốt thép dọc ( $l_{an}$ ) tại gối tựa.....	45
5.3. Cắt, uốn cốt dọc chịu kéo .....	46
6. HÌNH BAO VẬT LIỆU .....	48

B. SÀN SƯỜN CÓ BẢN HAI PHƯƠNG .....	49
1. SƠ ĐỒ SÀN .....	49
2. TÍNH BẢN .....	50
2.1. Nhip tính toán .....	50
2.2. Tải trọng .....	50
2.3. Nội lực trong bản .....	51
2.4. Tính cốt thép .....	54
2.5. Cấu tạo cốt thép .....	54
3. TÍNH DÂM PHỤ .....	56
3.1. Sơ đồ .....	56
3.2. Tải trọng .....	56
3.3. Nội lực .....	57
3.4. Tính toán, cấu tạo cốt thép .....	58
4. TÍNH DÂM CHÍNH .....	58
4.1. Sơ đồ .....	58
4.2. Tải trọng .....	58
4.3. Nội lực .....	58
4.4. Tính toán, cấu tạo cốt thép .....	59
5. CẤU TẠO CỐT THÉP DÂM .....	60
<b>Phần 2. VÍ DỤ TÍNH TOÁN</b> .....	61
<b>A. TÍNH TOÁN VÀ CẤU TẠO SÀN CÓ BẢN MỘT PHƯƠNG</b> .....	61
1. SỐ LIỆU CHO TRƯỚC .....	61
2. TÍNH BẢN .....	62
2.1. Phân tích .....	62
2.2. Chọn kích thước các cấu kiện .....	62
2.3. Sơ đồ tính .....	63
2.4. Tải trọng tính toán .....	63
2.5. Nội lực tính toán .....	64
2.6. Tính cốt thép chịu mômen uốn .....	64
2.7. Cốt thép cấu tạo .....	66
3. TÍNH DÂM PHỤ .....	67
3.1. Sơ đồ tính .....	67
3.2. Tải trọng tính toán .....	68
3.3. Nội lực tính toán .....	69
3.4. Tính cốt thép dọc .....	70
3.5. Chọn và bố trí cốt thép dọc .....	72
3.6. Tính toán cốt ngang .....	73
3.7. Tính, vẽ hình bao vật liệu .....	75
3.8. Cốt thép cấu tạo .....	79

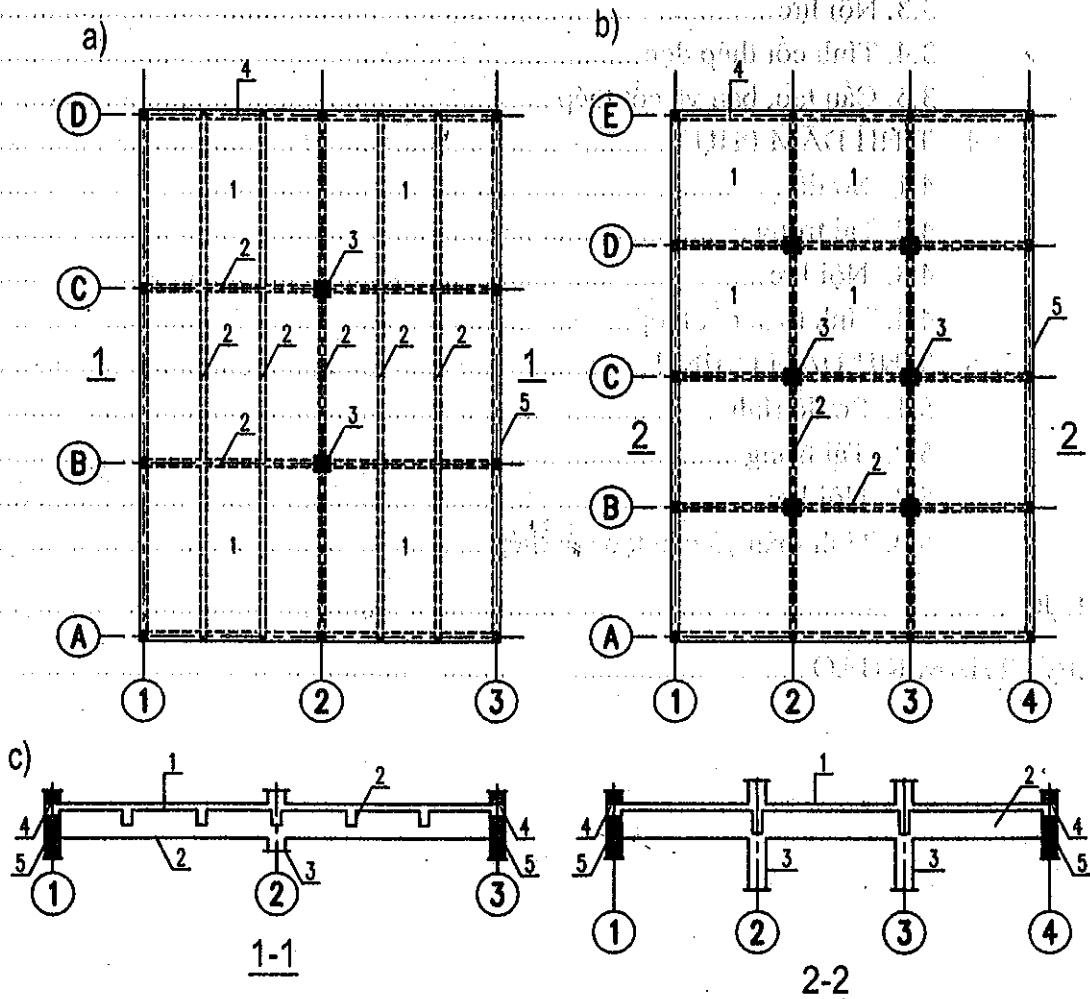
4. TÍNH DÀM CHÍNH .....	79
4.1. Sơ đồ tính .....	79
4.2. Tải trọng tính toán .....	79
4.3. Nội lực tính toán .....	80
4.4. Tính cốt thép dọc .....	85
4.5. Tính toán cốt thép chịu lực cắt .....	88
4.6. Tính cốt treo .....	92
4.7. Tính, vẽ hình bao vật liệu .....	93
4.8. Kiểm tra về neo cốt thép .....	96
4.9. Cốt thép cấu tạo .....	98
B. TÍNH TOÁN SÀN CỐ BẢN HAI PHƯƠNG .....	98
1. SỐ LIỆU .....	98
2. PHÂN TÍCH VÀ CHỌN KÍCH THƯỚC .....	99
3. TÍNH BẢN .....	99
3.1. Nhịp tính toán .....	99
3.2. Tải trọng .....	100
3.3. Nội lực .....	101
3.4. Tính cốt thép dọc .....	102
3.5. Cấu tạo, bản vẽ cốt thép .....	105
4. TÍNH DÀM PHỤ .....	107
4.1. Sơ đồ .....	107
4.2. Tải trọng .....	107
4.3. Nội lực .....	108
4.4. Tính toán cốt thép .....	109
5. TÍNH DÀM CHÍNH .....	109
5.1. Sơ đồ tính .....	109
5.2. Tải trọng .....	110
5.3. Nội lực .....	111
5.4. Tính toán và cấu tạo cốt thép .....	112
PHỤ LỤC .....	113
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	135

## Mở đầu

# KHÁI NIỆM CHUNG VỀ SÀN SƯỜN BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI

## 1. CÁC BỘ PHẬN CỦA SÀN SƯỜN TOÀN KHỐI

Sàn gồm các bộ phận chính là bản và dầm. Gối tựa đỡ các dầm là cột, tường. Trên hình 1 thể hiện một số mặt bằng của sàn và các bộ phận của nó.



Hình 1. Một số sơ đồ sàn sườn toàn khối

1. Bản; 2. Dầm; 3. Cột; 4. Dầm biên; 5. Tường ngoài

## 2. ĐẶC ĐIỂM CHỊU LỰC CỦA BẢN

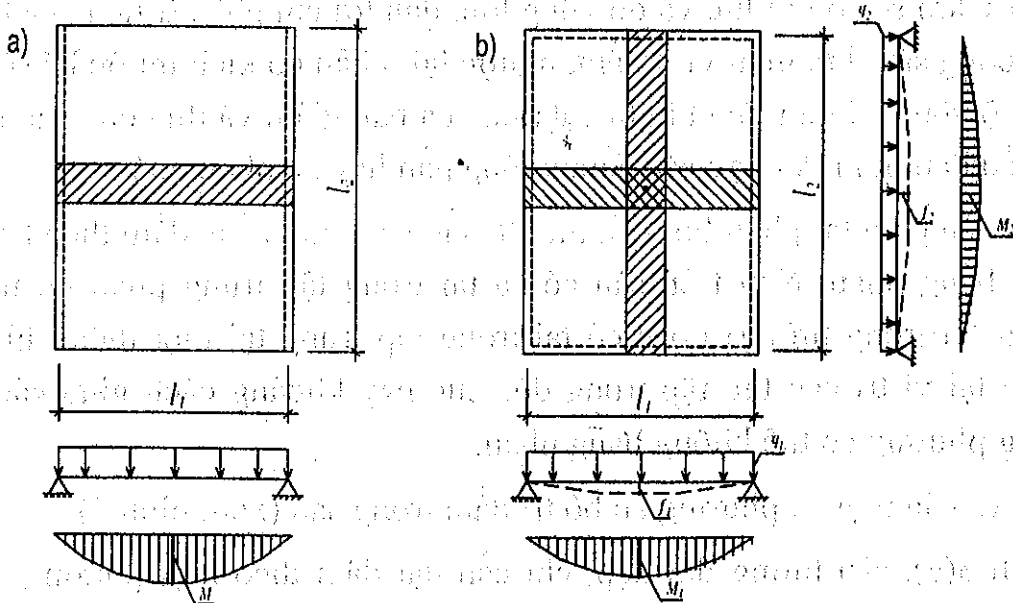
### a. Sự làm việc của bản

Bản là bộ phận chính của sàn, làm nhiệm vụ tiếp nhận tải trọng từ mặt sàn rồi truyền lên các dầm hoặc tường xung quanh. Trong sàn sườn toàn khối bản liên kết các dầm lại tạo thành hệ kết cấu có độ cứng khá lớn trong mặt phẳng sàn (để truyền tải trọng ngang).

Dầm được bố trí để đỡ bản, tiếp nhận tải trọng từ bản truyền vào, dầm chia bản thành các ô, thường có dạng chữ nhật. Khi chịu tải trọng vuông góc với bề mặt, bản sẽ chịu uốn. Tùy theo liên kết tại các cạnh và tỷ lệ kích thước ô bản mà ô bản có thể bị uốn theo một phương hoặc hai phương và mômen uốn có thể là dương hoặc âm.

### b. Phân biệt bản một phương và bản hai phương

- Bản chịu uốn một phương khi được liên kết với 2 cạnh đối diện hoặc liên kết ngàm với 1 cạnh còn 3 cạnh tự do. Khi chịu lực trong bản chỉ xuất hiện nội lực theo một phương, xem hình 2a. Tương tự một dải bản thành từng dải theo phương chịu uốn, các dải làm việc giống nhau, mỗi dải làm việc gần giống như một dầm.
- Bản chịu uốn theo hai phương khi được liên kết với 3 hoặc cả 4 cạnh. Khi chịu lực, trong bản xuất hiện nội lực theo cả hai phương, xem hình 2b.



Hình 2. Sự làm việc của bản

a) Bản chịu uốn theo một phương; b) Bản chịu uốn theo hai phương

**c. Các trường hợp tính toán ô bản có liên kết 4 cạnh**

Trong tính toán thực hành ô bản có liên kết 4 cạnh có thể được tính theo bản một phương hoặc hai phương.

Khi  $\frac{l_2}{l_1} \geq 2$  thì có thể tính theo bản một phương (tính theo cạnh ngắn  $l_1$ , bỏ qua việc tính toán theo phương cạnh dài  $l_2$ ). Còn khi  $\frac{l_2}{l_1} < 2$  cần phải tính bản theo cả hai phương (bản kê bốn cạnh).

Lưu ý là chỉ xét tỷ số  $\frac{l_2}{l_1}$  để phân biệt bản làm việc một phương hay hai phương khi bản có liên kết cả 4 cạnh.

**3. CÁC DẦM TRONG SÀN**

Dầm được bố trí để đỡ bản, dầm chia sàn thành các ô bản nhỏ để nội lực và độ võng bản không quá lớn. Dầm còn đảm bảo độ cứng tổng thể cho sàn.

Có nhiều phương án bố trí dầm trong sàn. Việc bố trí các dầm cần lưu ý tới các yếu tố sau đây:

Khả năng bố trí gối tựa đỡ dầm (vị trí cột).

Khoảng cách giữa các dầm phụ thuộc giá trị tải trọng sử dụng. Ô bản có kích thước lớn sẽ có nội lực và độ võng lớn, dẫn tới chi phí vật liệu của bản tăng và thi công sàn đơn giản vì ít dầm, ngược lại ô bản có kích thước bé sẽ có nội lực và độ võng bé dẫn tới chi phí vật liệu của bản giảm và thi công sàn phức tạp vì nhiều dầm hơn. Vì vậy các dầm không gần hay xa nhau quá.

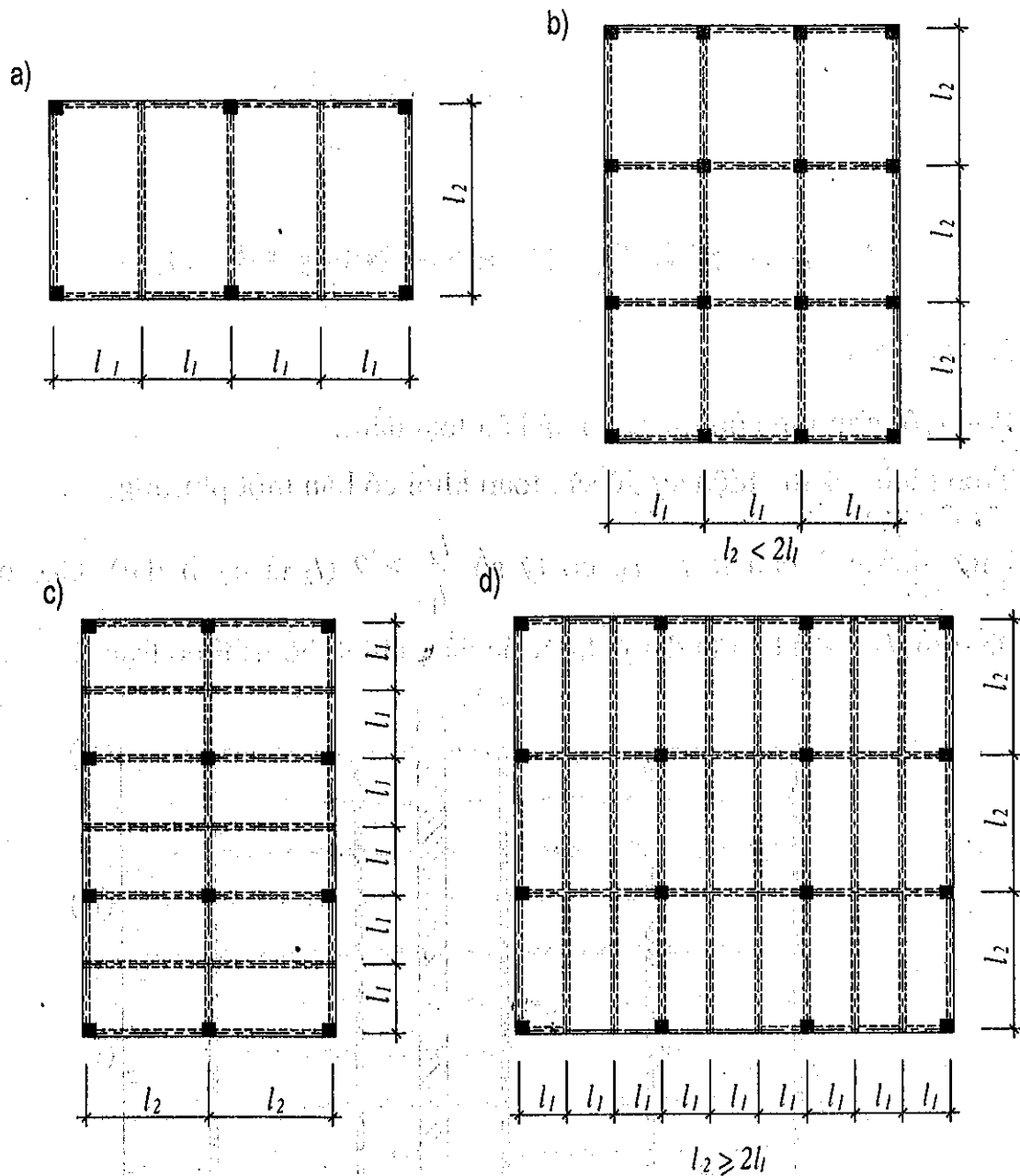
Nếu sàn chịu tải phân bố đều, thì khoảng cách giữa các dầm theo từng phương nên bằng nhau. Nếu trên sàn có cả tải trọng tập trung phân bố thành tuyến (như tải trọng tường) hoặc có tải trọng tập trung tại một điểm thì nên bố trí dầm tại vị trí các lực tập trung đó. Lúc này khoảng cách giữa các dầm theo từng phương có thể không bằng nhau.

Sau đây là một số phương án bố trí dầm trong sàn (xem hình 3):

Hình 3(a), sàn tương đối hẹp, chỉ cần đặt dầm theo một phương. Hình 3(b), dầm theo hai phương, chỗ giao nhau của dầm có cột, ô bản tương đối rộng và  $l_1 < l_2 < 2l_1$ , dầm theo hai phương là tương đương (đồng cấp).



Hình 3c,d dầm theo hai phương, cân phân biệt dầm phụ, dầm chính. Dầm phụ trực tiếp đỡ bản và kê lên dầm chính. Dầm chính đỡ dầm phụ và được kê lên cột.



Hình 3. Một số mặt bằng sàn

#### 4. TƯỜNG VÀ CÁC CỘT BIÊN

Ngoài các cột trong sàn, để đảm bảo ổn định ngoài mặt phẳng các tường, cần bố trí một số cột bê tông cốt thép ở đầu các dầm trên hàng cột và ở góc tường.

## Phần 1

# TÓM TẮT LÝ THUYẾT

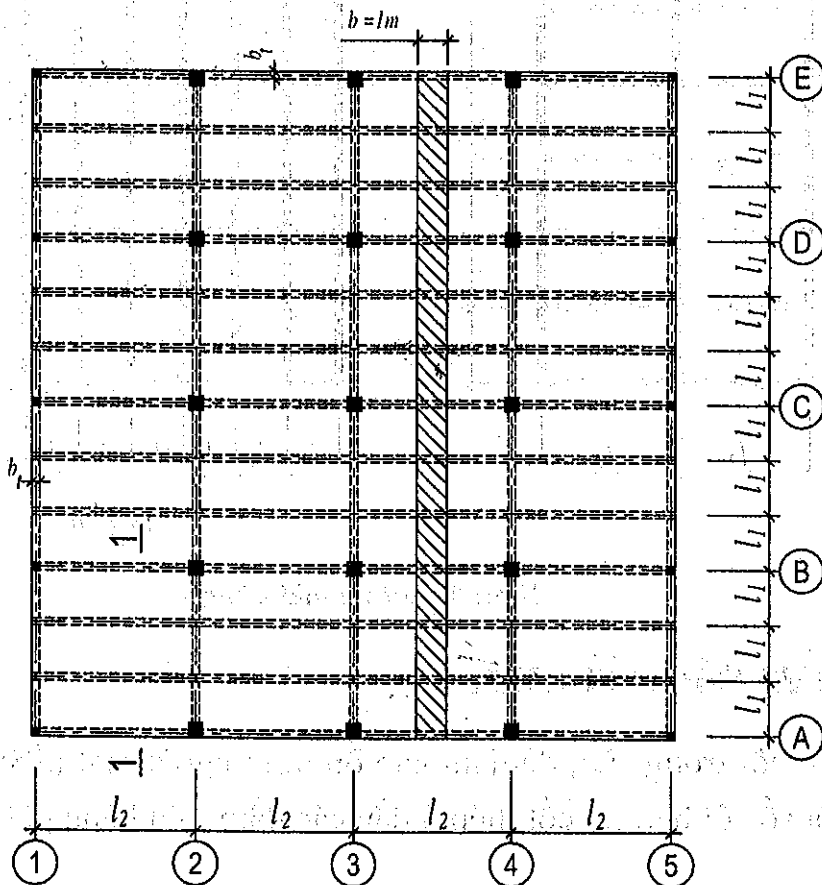
## A. SÀN SƯỜN CÓ BẢN MỘT PHƯƠNG

### 1. SƠ ĐỒ SÀN

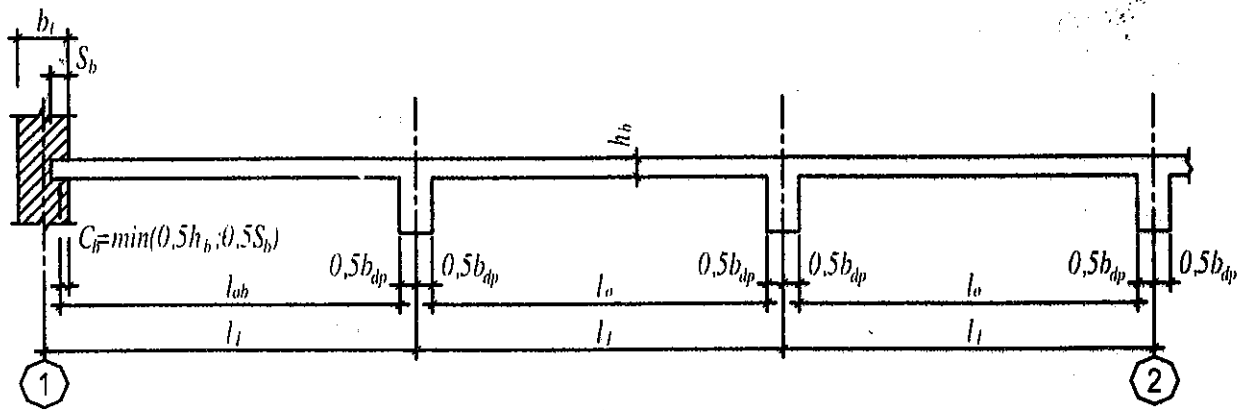
Bản một phương còn được gọi là bản loại dầm.

Trên hình 1.1 thể hiện sơ đồ sàn toàn khối có bản một phương.

Kích thước ô bản là  $l_1, l_2$ , có tỷ số  $\frac{l_2}{l_1} \geq 2$  ( $l_2$  là cạnh dài). Các dầm theo phương  $l_2$  của ô bản là dầm phụ. Các dầm chính bố trí theo trục B, C, D.



Hình 1.1. Mặt bằng sàn



Hình 1.2. Mặt cắt 1-1

## 1.1. Chọn kích thước các bộ phận của sàn

### a. Kích thước ô bản ( $l_1, l_2$ )

Kích thước  $l_1, l_2$  được tạo ra bởi việc bố trí khoảng cách giữa các dầm. Với sàn có sơ đồ như trên hình 1.1 thì khoảng cách giữa các dầm phụ  $l_1$  thường lấy như nhau và khoảng cách giữa các dầm chính  $l_2$  cũng lấy như nhau. Thường chọn  $l_1 = (2 \div 3)m, l_2 = (2 \div 3)l_1$ .

### b. Chiều dày bản sàn ( $h_b$ )

Chiều dày  $h_b$  của bản sàn chọn phụ thuộc vào nhịp bản (chiều dài  $l_1$ ), tải trọng tác dụng trên bản, và điều kiện liên kết của ô bản. Có thể chọn sơ bộ  $h_b$  theo công thức sau:

$$h_b = \frac{Dl_1}{m}$$

trong đó:  $l_1$  – nhịp bản (theo phương cạnh ngắn);

$D$  – hệ số phụ thuộc tải trọng tác dụng trên bản, giá trị tải trọng càng lớn thì  $D$  càng lớn, thường lấy  $D = 0,8 \div 1,4$ ;

$m$  – hệ số phụ thuộc vào điều kiện liên kết của ô bản, thường lấy  $m = 30 \div 35$  (với ô bản công xôn, chỉ liên kết ngầm tại 1 cạnh, lấy  $m = 10 \div 15$ )

Chiều dày sàn nên chọn là bội số của 10mm.

### c. Kích thước tiết diện các dầm

Chiều cao  $h$  của tiết diện dầm chọn phụ thuộc vào nhịp dầm, tải trọng tác dụng và điều kiện liên kết.

Với dầm phụ:

$$h_{dp} = \left( \frac{1}{12} \div \frac{1}{16} \right) \times l_2 ; l_2 - \text{nhịp dầm phụ.}$$

Với dầm chính:

$$h_{dc} = \left( \frac{1}{10} \div \frac{1}{12} \right) \times l ; l - \text{nhịp dầm chính.}$$

Nhịp dầm chính  $l$  là khoảng cách giữa các cột (với sơ đồ sàn ở hình 1.1, nhịp dầm chính  $l = 3l_1$ ).

Bề rộng  $b$  của dầm thường chọn  $b = (0,3 \div 0,5)h$ .

Với dầm phụ, thường chọn  $b_{dp} = 180\text{mm}, 200\text{mm}, 220\text{mm}$ ;

Với dầm chính, thường chọn  $b_{dc} = 250\text{mm}, 280\text{mm}, 300\text{mm}$ .

Nếu tường xung quanh sàn là tường chịu lực thì theo chu vi sàn cũng cần bố trí giằng tường. Giằng tường có tiết diện  $b_g \times h_g$ ;  $b_g = b_t$ ;  $h_g = 140$  hoặc  $200\text{mm}$  (cao bằng 2 đến 3 hàng gạch xây).

## 1.2. Lựa chọn vật liệu

### ➤ Đối với bê tông:

Thường dùng bê tông ường, có cấp độ bền theo cường độ chịu nén B15, B20, B25, B30. (Nội lực càng lớn thì chọn cấp độ bền càng lớn).

### ➤ Đối với cốt thép:

- Với bản: Thép cấu tạo thường chọn thép nhóm C-I hoặc A-I. Thép chịu lực thường chọn C-I hoặc A-I. Khi đường kính thép  $\geq 10\text{mm}$  có thể chọn thép nhóm C-II hoặc A-II.

- Với dầm: Thép dọc chịu lực thường chọn thép nhóm C-II, C-III hoặc A-II, A-III.

Thép dọc cấu tạo, thép đai thường chọn nhóm C-I hoặc A-I.

Từ cấp độ bền chịu nén của bê tông, nhóm cốt thép phụ lục 3, phụ lục 7 tìm được các cường độ tính toán  $R_b, R_{bb}, R_s, R_{sc}, R_{sw}$ , các hệ số giới hạn vùng nén của bê tông  $\alpha_{pb}, \xi_{pl}$  (khi tính nội lực theo sơ đồ biến dạng dẻo) và  $\alpha_R, \xi_R$  (khi tính nội lực theo sơ đồ đàn hồi).

## 2. TÍNH BÀN

### 2.1. Sơ đồ tính

Sàn có dầm đặt theo cả hai phương, dầm chia sàn thành ô bản chữ nhật, ô bản được liên kết với cả 4 cạnh chung quanh. Khi kích thước ô bản có tỷ số  $\frac{l_2}{l_1} \geq 2$

thì bản được tính như bản một phương (coi bản chỉ làm việc theo phương cạnh ngắn). Tường tượng cắt ra dải bản theo phương  $l_1$ , chiều rộng dải bản  $b_1$ , thường lấy  $b_1 = 1\text{m}$  (xem hình 1.1). Dải bản cắt ra xem như một dầm liên tục (hình 1.3).

Nhịp tính toán của bản kí hiệu là  $l_o$ , được lấy như sau:

Khi bản liên kết toàn khối với dầm, nhịp tính toán bản được đo đến mép trong của dầm. Vậy khi hai gối đều là dầm thì:

$$l_o = l_1 - b_{dp} \quad (b_{dp} - \text{bề rộng dầm phụ})$$

Khi bản liên kết một đầu với tường và đầu đối diện với dầm, nhịp tính toán của bản lấy bằng khoảng từ mép dầm đến mép giằng tường, tức là:

$$l_{ob} = l_1 - \frac{b_g}{2} - \frac{b_{dp}}{2} \quad (b_g - \text{bề rộng giằng tường})$$

### 2.2. Tải trọng tác dụng lên dải bản

Tải trọng tác dụng lên bản gồm tĩnh tải và hoạt tải.

#### a. Tĩnh tải

Tĩnh tải gồm trọng lượng bản thân các lớp cấu tạo của sàn. Giá trị tải trọng tính toán của tĩnh tải phân bố trên một đơn vị diện tích bản là:

$$g = \sum \gamma_i n_i h_i, \text{ đơn vị là kN/m}^2.$$

$\gamma_i, n_i, h_i$  - tương ứng là trọng lượng riêng, hệ số tin cậy của tải trọng, chiều dày lớp thứ  $i$  của sàn.

#### b. Hoạt tải

Giá trị hoạt tải tiêu chuẩn được lấy do yêu cầu sử dụng đặt ra. Giá trị tải trọng tính toán của hoạt tải phân bố trên một đơn vị diện tích là:  $p = np^{tc}$ , đơn vị là  $\text{kN/m}^2$ .

Trong đó:  $p^{lc}$  – giá trị hoạt tải tiêu chuẩn;

$n$  – hệ số tin cậy của hoạt tải;

Giá trị  $p^c$ ,  $n$  được lấy theo tiêu chuẩn TCVN-2737-95.

Tải trọng tác dụng lên dải bản có bề rộng  $b_1$  là:

Tĩnh tải tính toán  $g_b = g \cdot b_1 = \sum \gamma_i n_i h_i b_1$ ; đơn vị của  $g_b$  là kN/m.

Hoạt tải tính toán  $p_b = p \cdot b_1 = n p^{lc} \cdot b_1$ ; đơn vị của  $p_b$  là kN/m.

Thông thường lấy  $b_1 = 1\text{m}$

$n$  – hệ số tin cậy của hoạt tải, khi giá trị hoạt tải tiêu chuẩn  $p^{lc} \geq 2 \text{ kN/m}^2$ , lấy  $n = 1,2$ ; khi  $p^{lc} < 2 \text{ kN/m}^2$ , lấy  $n = 1,3$ .

Tải trọng tính toán toàn phần tác dụng lên dải bản là:

$$q_b = g_b + p_b$$

### 2.3. Nội lực trong bản

Nội lực trong bản thường được tính theo sơ đồ dầm.

Khi bản chịu tải phân bố đều, các nhịp tính toán lệch nhau không quá 10%, có thể dùng công thức lập sẵn.

#### a. Mômen uốn

Giá trị mômen lớn nhất ở nhịp biên và gối thứ 2 của dải bản là:

$$M = \pm \frac{q_b l_{ob}^2}{11}$$

Giá trị mômen lớn nhất ở giữa nhịp bên trong, gối bên trong của dải bản là:

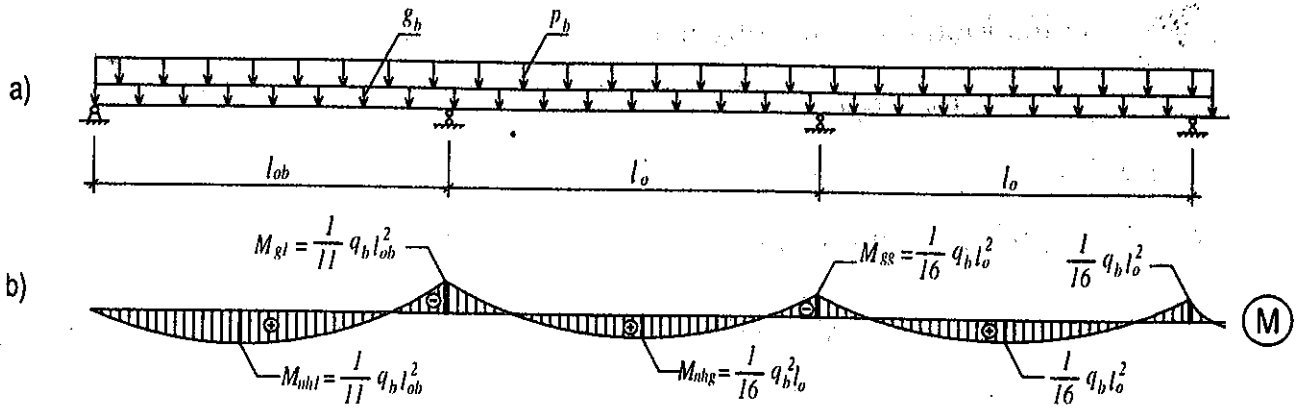
$$M = \pm \frac{q_b l_o^2}{16}$$

#### b. Lực cắt

Giá trị lực cắt lớn nhất ở bên trái gối thứ 2 của dải bản là:

$$Q_{2l} = 0,6 q_b l_{ob}$$

Nên vẽ biểu đồ mômen uốn của dải bản, phân biệt thớ căng của bản để bố trí cốt thép chịu lực cho đúng vị trí.



Hình 1.3. Tính toán dải bản  
a) Sơ đồ tính; b) Biểu đồ mômen uốn.

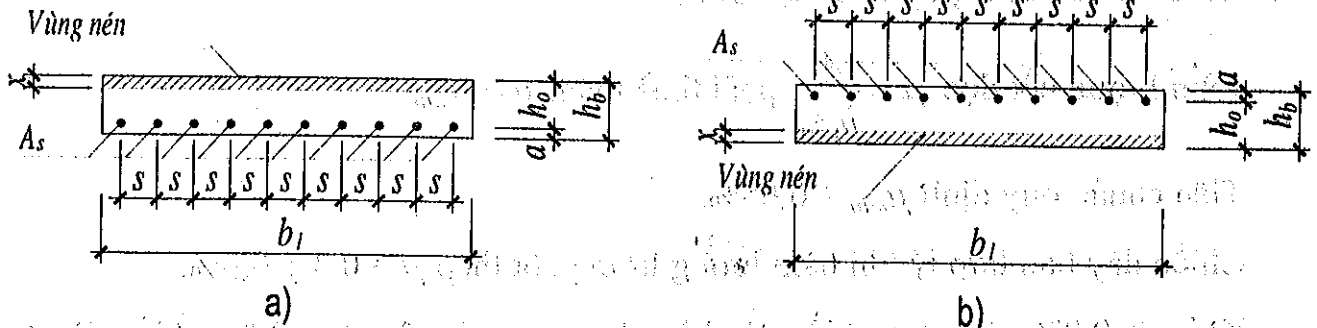
## 2.4. Tính cốt thép

### a. Cốt thép chịu mômen uốn

Tính cốt thép chịu mômen uốn cho dải bản theo bài toán tính cốt đơn, tiết diện chữ nhật  $b_1, h_b$ .

Giả thiết  $a$ , tính chiều cao có ích  $h_o$  của tiết diện,  $h_o = h - a$ .

Với bản có  $h_b \leq 100\text{mm}$ , chọn  $a = 15\text{mm}$ , khi  $100\text{mm} < h_b \leq 250\text{mm}$ , chọn  $a = 20\text{mm}$ .



Hình 1.4. Tiết diện tính toán của bản

a) Tiết diện tính toán với mômen dương; b) Tiết diện tính toán với mômen âm

Từ cấp độ bền của bê tông và nhóm cốt thép tra ra các giá trị:  $R_b; R_s$ , hệ số  $\alpha_{pl}$  hoặc  $\xi_{pl}$ .

Tính toán như sau:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b_1 h_o^2} \tag{1}$$

Kiểm tra điều kiện hạn chế vùng nén:

$$\alpha_m \leq \alpha_{pl} \quad (2)$$

(thông thường  $\alpha_{pl} = 0,255$ )

Nếu thoả mãn (2). Tính hệ số

$$\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}}{2} \quad (3)$$

Từ  $\alpha_m$  cũng có thể tìm ra  $\zeta$  từ phụ lục 10.

(Lưu ý, với bản thường có:  $0,8 \leq \zeta \leq 0,99$ )

Diện tích cốt dọc chịu kéo:

$$A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0} \quad (4)$$

Việc tính toán cốt dọc được tiến hành cho nhịp biên, gôì 2 với  $M = \pm \frac{q_b l_{ob}^2}{11}$  và

cho các nhịp bên trong, các gôì bên trong với  $M = \pm \frac{q_b l_o^2}{16}$ .

### b. Kiểm tra hàm lượng của cốt thép

Hàm lượng cốt dọc  $\mu = \frac{A_s}{b_l h_0}$  phải thoả mãn:  $\mu \geq \mu_{min}$

Tiêu chuẩn quy định  $\mu_{min} = 0,05\%$ .

Chiều dày bản hợp lý khi hàm lượng cốt thép  $\mu = 0,3 \div 0,9\%$ .

Khi  $\mu > 0,9\%$  có nghĩa chiều dày bản chọn bé quá, nên tăng thêm chiều dày  $h_b$  của bản rồi tính lại cốt thép.

Khi  $\mu < 0,3\%$  có nghĩa chiều dày bản chọn lớn quá, nếu có thể thì giảm chiều dày  $h_b$  của bản rồi tính lại cốt thép.

Nếu tính ra  $\mu < \mu_{min}$  mà không giảm chiều dày bản để tính lại thì phải chọn cốt thép theo cấu tạo  $A_s = \mu_{min} b_l h_0$ .

### c. Kiểm tra khả năng chịu lực cắt

Bản không bố trí cốt đai, vì vậy lực cắt của bản hoàn toàn do bê tông chịu.



Điều kiện để bê tông của bản chịu toàn bộ lực cắt là:

$$Q_{max} = 0,6q_b l_{ob} \leq 0,5R_{bt} b_l h_0.$$

## 2.5. Bố trí cốt thép

### a. Cốt thép chịu lực

Cần phân biệt thứ căng của bản do mômen uốn gây ra để bố trí cốt thép chịu lực cho đúng vị trí. Cốt thép chịu lực của bản được đặt vào thứ căng của bản do mômen uốn gây ra. Diện tích cốt thép chịu lực của bản tính được từ công thức (4) được bố trí cho bản có bề rộng  $b_l = 1\text{ m}$ .

Chọn đường kính  $\phi$  của cốt thép (theo phụ lục 15), tính được khoảng cách  $s$  giữa các thanh cốt thép.

Tại một vùng của bản có thể dùng một hoặc hai loại đường kính cho cốt thép.

Khi dùng hai loại đường kính thì phải đặt xen kẽ nhau, đường kính cốt thép chọn không lệch quá 2mm.

Khi dùng một loại đường kính cốt thép, diện tích 1 thanh là  $a_s$  thì khoảng cách giữa các thanh cốt thép là:

$$s = \frac{b_l a_s}{A_s}$$

Khi dùng hai loại đường kính cốt thép, diện tích của từng thanh là  $a_{s1}$ ,  $a_{s2}$  thì khoảng cách giữa các thanh cốt thép là:

$$s = \frac{b_l (a_{s1} + a_{s2})}{2 A_s}$$

Cũng có thể dùng bảng tra, với  $A_s$  tra ra đường kính  $\phi$  và khoảng cách  $s$  (phụ lục 16).

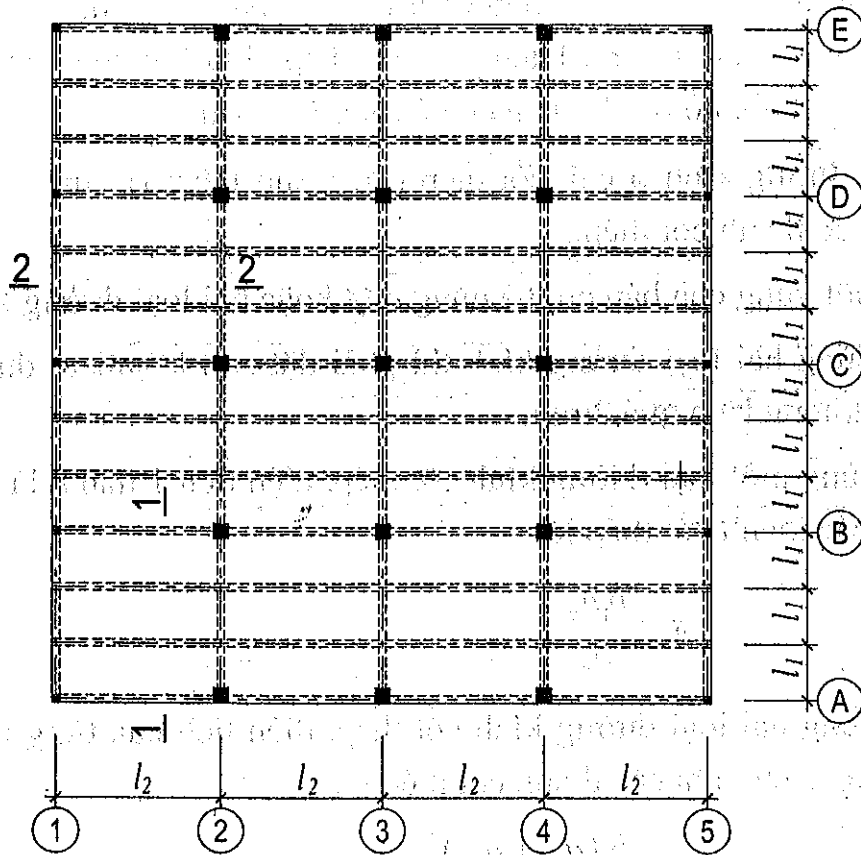
Với chiều dày của bản bé hơn 150mm thì khoảng cách  $s$  giữa các thanh thép chịu lực nên chọn  $70\text{ mm} \leq s \leq 200\text{ mm}$ .

Cốt thép chịu mômen dương có thể đặt đều trong toàn nhịp bản (các thanh dài bằng nhau). Để tiết kiệm cốt thép có thể đặt các thanh dài, ngắn xen kẽ nhau. Tại các gối giữa đầu mút của thanh ngắn cách mép gối một đoạn bằng  $0,1l_0$ , số cốt thép được neo vào gối tựa giữa không ít hơn 3 thanh trên một mép. Tại biên kê tự do, tất cả các cốt thép đều phải được neo vào gối.

Cốt thép chịu mômen âm của bản được bố trí vươn ra khỏi mép gối tựa một đoạn  $\nu l_o$ ,  $l_o$  là chiều dài tính toán của ô bản. Hệ số  $\nu$  xác định như sau:

Tại gối tựa trung gian:  $\nu = 1/3$  khi  $p_b/g_b \geq 3$  và  $\nu = 1/4$  khi  $p_b/g_b < 3$ .

Để tiết kiệm, cốt thép chịu mômen âm có thể đặt hai loại thanh dài, ngắn xen kẽ nhau hoặc đặt một loại thanh so le nhau, đối với thanh ngắn đoạn vươn ra khỏi mép gối tựa một đoạn  $l_o/6$  (xem hình 1.6).



Hình 1.5. Mặt bằng sàn

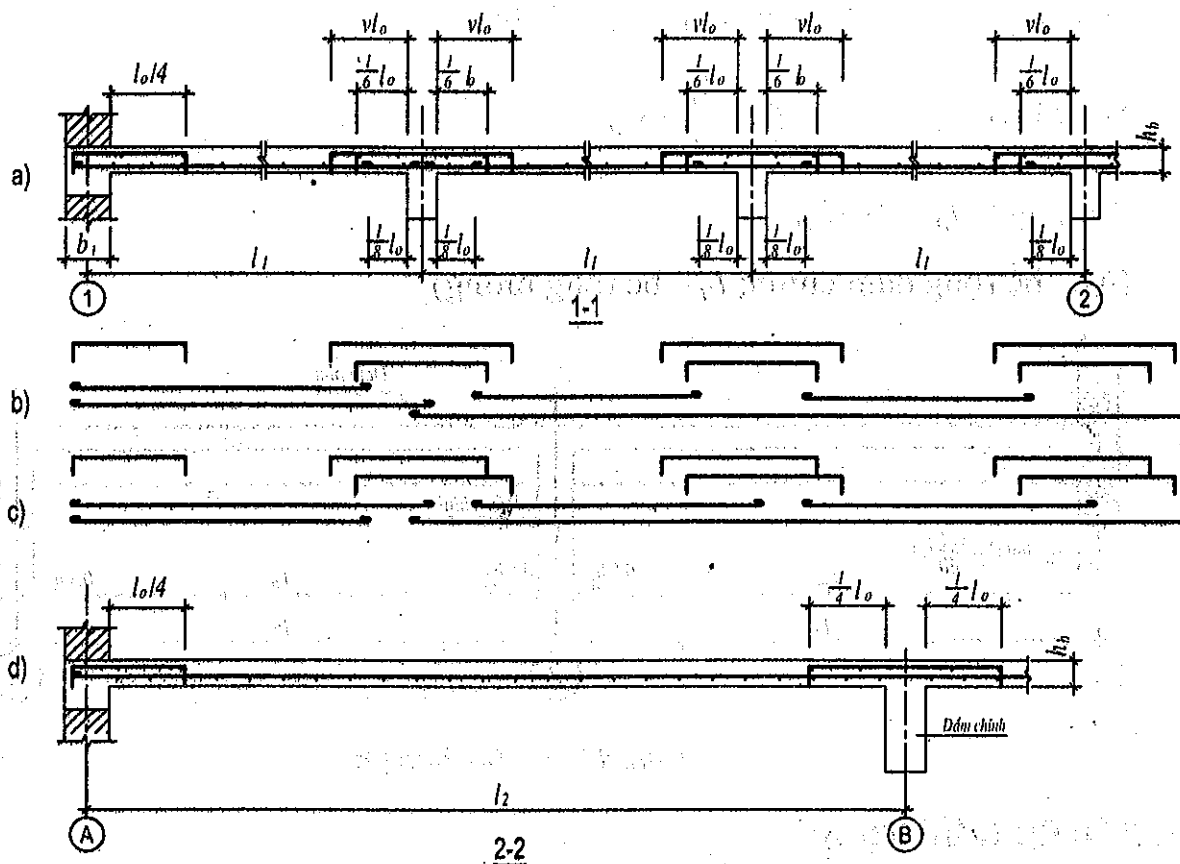
**b. Cốt thép phân bố (còn gọi là cốt thép cấu tạo)**

- Tại vùng bản gần dầm chính có mômen âm (mặc dù trong tính toán không kể đến) nên cần bố trí cốt thép chịu mômen này. Diện tích cốt thép được bố trí không nhỏ hơn 50% cốt thép chịu mômen âm của bản ở vùng giữa dầm phụ và không ít hơn 5 thanh  $\phi 6$  trên 1m dài, cốt thép này được bố trí vươn ra khỏi mép dầm chính một đoạn  $l_o/4$ , với  $l_o$  là nhịp tính toán bản theo phương cạnh ngắn.
- Để liên kết với các cốt thép chịu mômen dương theo phương  $l_1$  cần bố trí cốt thép theo phương  $l_2$ , cốt thép này còn chịu mômen dương theo phương

$l_2$  (trong tính toán không kể đến). Yêu cầu diện tích cốt thép  $A_{sct} \geq 30\%$  diện tích cốt thép chịu mômen dương theo phương  $l_1$  khi  $2l_1 < l_2 \leq 3l_1$  và  $A_{sct} \geq 20\%$  khi  $l_2 > 3l_1$ . Khoảng cách  $s$  giữa các cốt thép:

$$200\text{mm} \leq s \leq 250\text{mm}.$$

- Để liên kết với các cốt thép chịu mômen âm của bản ở vùng gần dầm phụ, dầm chính cần bố trí các thanh thép  $\phi 6$ , khoảng cách  $s = 250 \div 300\text{mm}$ .



Hình 1.6. Chi tiết bố trí cốt thép bản

### 3. TÍNH TOÁN DẦM PHỤ

#### 3.1. Sơ đồ tính

Dầm phụ có thể là dầm đơn giản hoặc dầm liên tục, kê lên các gối tựa là dầm chính và tường.

Liên kết dầm phụ với tường coi là khớp, liên kết dầm phụ với cột trong tường được coi là khớp khi  $EJ/l$  của dầm phụ lớn hơn 5 lần  $EJ/l$  của cột trong tường.

Gọi  $S_d$  là đoạn dầm phụ được kê vào tường ngoài,  $S_d$  lấy tối thiểu là 220mm.

Nội lực dầm phụ được tính theo sơ đồ khớp dẻo, chiều dài tính toán các nhịp dầm lấy như sau:

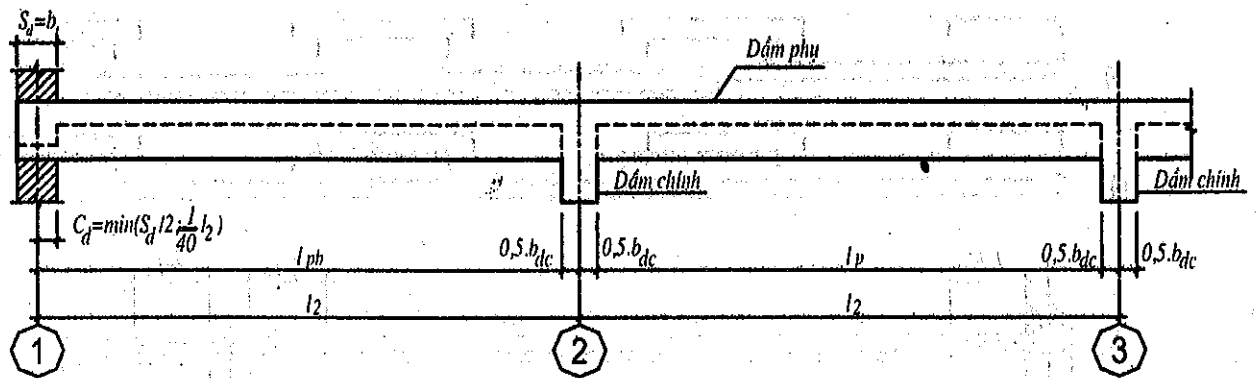
- Với gối là liên kết toàn khối với dầm chính, chiều dài tính toán  $l_p$  được đo đến mép trong của dầm chính.
- Với gối là kê lên tường, chiều dài tính toán  $l_p$  được đo lùi vào bên trong mép tường một đoạn  $C_d = \min(S_d/2 \text{ và } l_2/40)$  với  $S_d$  là đoạn dầm kê lên tường.

Như vậy, với sơ đồ dầm như hình 1.7 thì:

$$\text{Nhịp biên } l_{pb} = l_2 - \frac{b_{dc}}{2} - \frac{b_t}{2} + C_d$$

$$\text{Nhịp giữa } l_p = l_2 - b_{dc}$$

( $b_{dc}$  - bề rộng dầm chính;  $b_t$  - bề rộng tường)



Hình 1.7. Sơ đồ dầm phụ

### 3.2. Xác định tải trọng

Dầm phụ chịu tải trọng (gồm tĩnh tải và hoạt tải) từ phần bản ở hai bên dầm phụ truyền vào và tải trọng bản thân.

#### a. Tĩnh tải

Giá trị tĩnh tải tính toán tác dụng lên dầm phụ là:

$$g_p = g_b \left( \frac{l_{ot}}{2} + \frac{l_{op}}{2} \right) + g_{op}; \text{ đơn vị là kN/m}$$

$$g_{op} = b_{dp}(h_{dp} - h_b) \cdot \gamma_n$$

trong đó:  $l_{ot}, l_{op}$  – tương ứng là cạnh ô bản ở bên trái và bên phải của dầm phụ đang xét;

$g_{op}$  – tải trọng bản thân dầm phụ;

$\gamma$  – trọng lượng riêng của vật liệu bê tông cốt thép, lấy  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ ;

$n$  – hệ số tin cậy của tải trọng bản thân dầm,  $n = 1,1$ .

Khi  $l_{ot} = l_{op} = l_1$  thì  $g_p = g_b l_1 + g_{op}$ .

### b. Hoạt tải

Hoạt tải từ bản truyền vào dầm phụ là:

$$p_p = p_b \left( \frac{l_{ot}}{2} + \frac{l_{op}}{2} \right); \text{ đơn vị là kN/m}$$

Khi  $l_{ot} = l_{op} = l_1$  thì  $p_p = p_b l_1$ .

### c. Tải trọng toàn phần tác dụng lên dầm phụ

$$q_p = g_p + p_p$$

## 3.3. Xác định nội lực

Nội lực phát sinh trong dầm chủ yếu là mômen uốn, lực cắt. Cần xác định được biểu đồ bao mômen, biểu đồ lực cắt cho dầm.

### a. Mômen uốn

Nội lực của dầm phụ thường được xác định theo sơ đồ dẻo. Dầm chịu tải phân bố đều, khi các nhịp tính toán lệch nhau không quá 10%, có thể dùng bảng tra để xác định biểu đồ bao mômen.

Cách vẽ biểu đồ bao mômen uốn của dầm như sau:

Xác định tung độ ở một số tiết diện của dầm. Các tiết diện đó là: kể từ tiết diện mép gối tựa các tiết diện cách nhau  $0,2l_0$ ; tiết diện cách gối biên tự do một đoạn  $0,425l_0$ ; các tiết diện ở giữa các nhịp bên trong.

Với tung độ nhánh dương (gây căng thớ dưới dầm)  $M^+ = \beta_1 q_p l_p^2$ .

Với tung độ nhánh âm (gây căng thớ trên dầm)  $M^- = \beta_2 q_p l_p^2$ .

$\beta_1$  – hệ số phụ thuộc vào vị trí tiết diện dầm.

$\beta_2$  – hệ số phụ thuộc vào vị trí tiết diện dầm và tỷ số  $p_p/g_p$ .

Bên trái gối thứ hai (gối 2) tiết diện có mômen âm bằng không cách gối một đoạn  $kl_0$ ,  $k$  phụ thuộc tỷ số  $p_p/g_p$ .

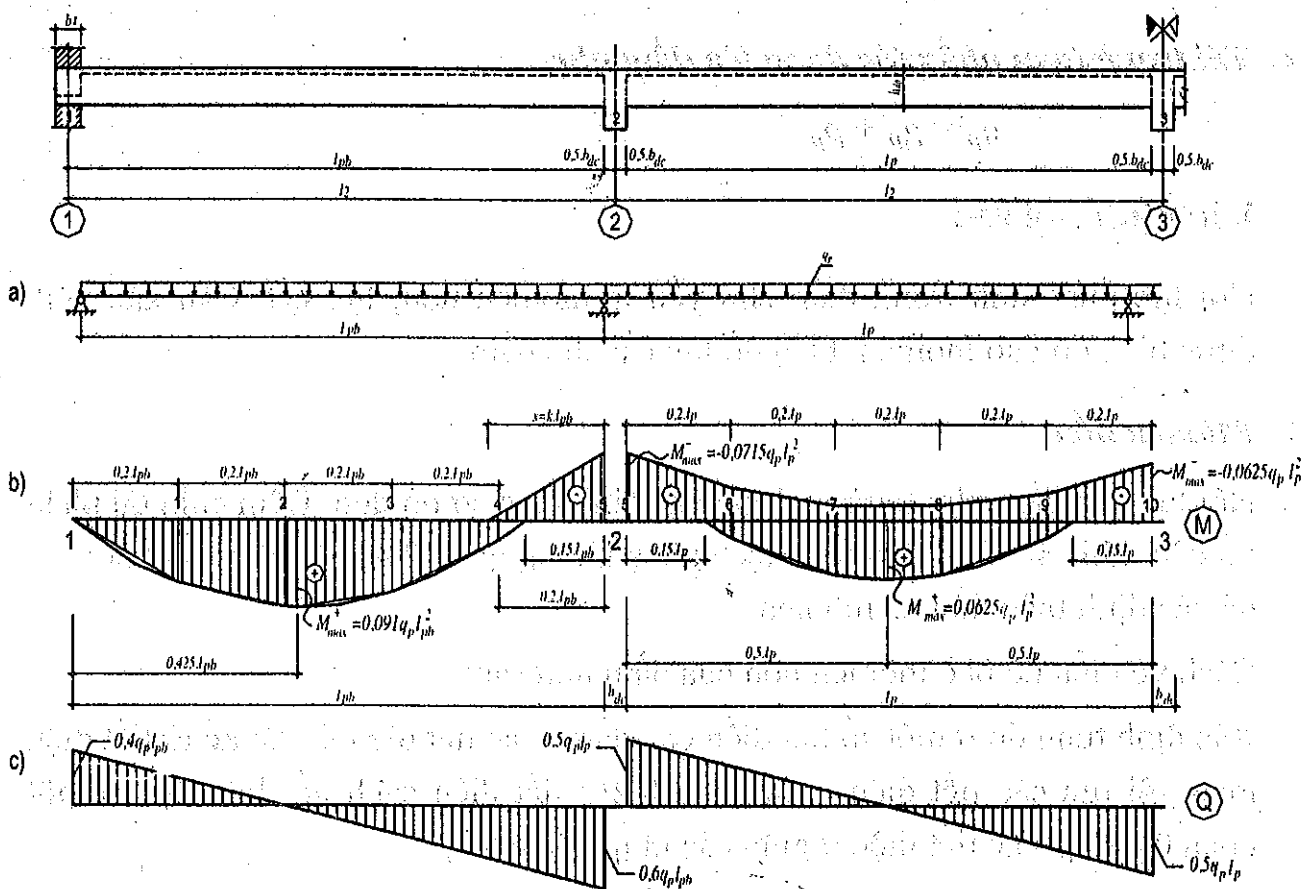
Các hệ số  $\beta_1, \beta_2, k$  lấy theo phụ lục 11.

Tại các gối tựa bên trong, tiết diện có mômen dương bằng không cách mép gối một đoạn  $0,15l_p$ .

Nổi tung độ mômen ở các tiết diện sẽ được biểu đồ bao mômen có dạng gãy khúc (thực tế biểu đồ bao mômen là đường cong bậc 2).

Biểu đồ bao mômen của nhịp biên khác với biểu đồ bao mômen của các nhịp bên trong. Với dầm đối xứng, chỉ cần vẽ biểu đồ bao mômen cho 1/2 dầm (xem hình 1.8). Với dầm có nhiều hơn 5 nhịp mà các nhịp giữa giống nhau thường chỉ cần vẽ cho hai nhịp rưỡi đầu tiên.

**b. Lực cắt**



**Hình 1.8. Dầm phụ**

a) Sơ đồ tính; b) Biểu đồ bao mômen; c) Biểu đồ lực cắt

Thông thường chỉ cần vẽ biểu đồ lực cắt mà không cần vẽ hình bao. Biểu đồ lực cắt của dầm phụ (xem hình 1.8c) được xác định như sau:

- Tại tiết diện bên phải gối 1, tung độ lực cắt  $Q_1 = 0,4q_p l_{pb}$ .
- Tại tiết diện bên trái gối 2, tung độ lực cắt  $Q_2' = 0,6q_p l_p$ .
- Tại các tiết diện bên trái, bên phải các gối bên trong, tung độ lực cắt là:

$$Q_2^p = Q_3' = Q_3^p = \dots = 0,5q_p l_p.$$

### 3.4. Tính toán và bố trí cốt dọc chịu mômen

Để tính toán cốt dọc cần chọn vật liệu (cấp độ bền chịu nén của bê tông, nhóm cốt thép), từ đó tra ra được các giá trị cường độ tính toán của vật liệu:  $R_b$ ,  $R_{bt}$ ,  $R_s$ ,  $R_{sc}$ , các hệ số giới hạn vùng nén của bê tông  $\alpha_{pl}$ ,  $\xi_{pl}$ .

Tại mỗi nhịp dầm và trên từng gối tựa, lấy giá trị mômen lớn nhất để tính cốt thép dọc.

Bản được đồ toàn khối với dầm, xem dầm có tiết diện chữ T. Căn cứ vào biểu đồ mômen uốn, tùy theo cánh (phần bản gần dầm) nằm trong vùng nén hay trong vùng kéo mà tính toán theo tiết diện chữ T hay tiết diện chữ nhật.

#### a. Tính cốt dọc chịu mômen âm

Vùng dầm chịu mômen âm (cánh dầm nằm trong vùng kéo), bỏ qua phần cánh trong tính toán, tiết diện tính toán là chữ nhật  $b \times h$ .

Chọn  $a$ , tính  $h_0 = h - a$ . Với dầm phụ  $a = 30 \div 35\text{mm}$  khi đặt thép một lớp,  $a = 50 \div 60\text{mm}$  khi đặt thép hai lớp.

Tính 
$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2}.$$

Nếu  $\alpha_m \leq \alpha_{pl} = 0,255$  thì từ  $\alpha_m$  tính được hay tra phụ lục 10 tìm được  $\xi$ .

Diện tích cốt dọc 
$$A_s = \frac{M}{R_s \xi h_0}.$$

Trường hợp  $\alpha_m > 0,255$  mà  $\alpha_m = (0,255 \div 0,3)$  thì có thể không cần tăng chiều cao  $h$  của tiết diện dầm mà đặt cốt dọc vào vùng nén. Áp dụng bài toán tính cả cốt dọc chịu kéo  $A_s$  và cốt dọc chịu nén  $A_{sc}$ . Bằng cách chọn trước  $x = \xi_{pl} h_0$  hay chọn  $\alpha_m = \alpha_{pl}$ .

Tính 
$$A_{sc} = \frac{M - \alpha_{pl} R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')} \quad (5)$$

$$A_s = \frac{\xi_{pl} R_b b h_0 + R_{sc} A_{sc}}{R_s} \quad (6)$$

Cũng có thể lấy phần cốt dọc chịu mômen dương được neo vào gối tựa làm cốt chịu nén  $A_{sc}$ , rồi tính diện tích cốt dọc chịu kéo  $A_s$  như sau:

Tính: 
$$\alpha_m = \frac{M - R_{sc} A_{sc} (h_0 - a')}{R_b b h_0^2} \quad (7)$$

Kiểm tra, nếu:  $\alpha_m \leq \alpha_{pl}$

Tính hệ số  $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$  (8)

Cũng có thể tra hệ số  $\xi$  từ phụ lục 10.

Diện tích cốt dọc chịu kéo 
$$A_s = \frac{\xi R_b b h_0 + R_{sc} A_{sc}}{R_s} \quad (9)$$

Trường hợp  $\alpha_m > 0,3$  thì nên tăng chiều cao  $h$  của tiết diện dầm phụ, rồi tính diện tích cốt thép dọc.

### b. Tính cốt dọc chịu mômen dương

Vùng dầm có mômen dương, cánh dầm (phần bản) nằm trong vùng nén, cần kể cánh cùng tham gia chịu lực với sườn. Bề rộng cánh  $b_f = b_p + 2S_f$ ,

$b_p$ — bề rộng dầm phụ;  $S_f$ — độ vron của cánh (xem hình 1.9b).

Đối với dầm phụ, các dầm chính đóng vai trò như các dầm ngang, khoảng cách giữa các dầm ngang là  $l_2$  lớn hơn khoảng cách giữa các dầm dọc  $l_1$ .

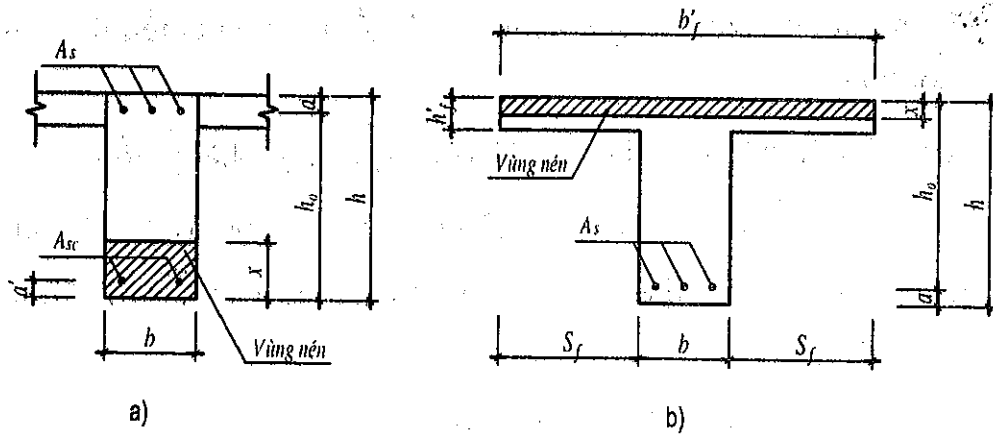
Chiều dài cánh  $S_f$  lấy như sau:

Khi  $h_f' \leq 0,1h_{dp}$  lấy  $S_f \leq 6h_f'$ .

Khi  $h_f' > 0,1h_{dp}$  lấy  $S_f$  không vượt quá một nửa khoảng cách thông thủy giữa hai dầm phụ. Trong cả hai trường hợp trên  $S_f$  được lấy cũng không vượt quá  $1/6$  nhịp dầm phụ.

Xác định vị trí trục trung hoà bằng cách so sánh  $M_f$  với  $M$ .





**Hình 1.9. Tiết diện tính toán của dầm**

a) Tiết diện tính toán với mômen âm; b) Tiết diện tính toán với mômen dương

Giả thiết trục trung hoà đi qua mép dưới cánh. Tính  $M_f = R_b b_f h_f (h_0 - 0,5 h_f)$ .

Nếu  $M < M_f$  thì trục trung hoà qua cánh, tính như tiết diện chữ nhật  $b_f \times h_{dp}$ .

$M \geq M_f$  thì trục trung hoà qua sườn, tính toán theo tiết diện chữ T có cánh trong vùng nén.

$$\text{Tính } \alpha_m = \frac{M - R_b (b_f - b) h_f (h_0 - 0,5 h_f)}{R_b b h_0^2} \quad (10)$$

Điều kiện hạn chế:  $\alpha_m \leq \alpha_{pl} = 0,255$ .

Nếu  $\alpha_m \leq \alpha_{pl}$ , từ  $\alpha_m$  tính hay tra  $\xi$  từ phụ lục 10.

$$\text{Diện tích cốt dọc chịu kéo } A_s = \frac{R_b b \xi h_0 + R_b (b_f - b) h_f}{R_s} \quad (11)$$

$$\text{Hàm lượng cốt thép: } \mu = \frac{A_s}{b h_0}$$

Tại bất kỳ tiết diện nào của dầm cốt thép dọc được bố trí có hàm lượng  $\mu \geq \mu_{min} = 0,1\%$ .

### c. Bố trí cốt thép dọc

Chọn đường kính và bố trí cốt thép cần đảm bảo các yêu cầu cấu tạo sau đây:

- Đường kính thanh thép chọn không nên vượt quá 1/10 bề rộng dầm ( $\phi \leq b_p / 10$ ).
- Tại một thứ đường kính các thanh thép lệch nhau không quá 6mm.

- Đảm bảo khoảng hở giữa các thanh cốt thép và chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép.
- Các thanh thép phải bố trí đối xứng qua mặt phẳng uốn.

Với dầm có bề rộng  $b = 180 \div 220\text{mm}$ , chỉ nên bố trí 2 ÷ 3 thanh một lớp.

Sau khi bố trí cốt thép phải kiểm tra chiều cao có ích thực tế  $h_{ot}$  của tiết diện dầm:

$$h_{ot} = h - a_t, \quad a_t = \Sigma a_{s_i} a_i / A_{s_t}$$

Trong đó:  $a_{s_i}$  – diện tích thanh thép có đường kính  $\phi_i$ ;

$a_i$  – khoảng cách từ trọng tâm thanh  $\phi_i$  đến mép chịu kéo của tiết diện;

$A_{s_t}$  – diện tích toàn bộ cốt thép dọc chịu kéo thực tế được bố trí.

Điều kiện phải đảm bảo là:  $h_{ot} \geq h_o$  đã dùng để tính toán (hoặc  $a_t \leq a$ ). Nếu xảy ra  $h_{ot} < h_o$  (hoặc  $a_t > a$ ) cần chọn lại  $a$  và tính lại.

### 3.5. Tính toán theo cường độ trên tiết diện nghiêng

#### a. Điều kiện tính toán cốt thép chịu lực cắt

- Để đảm bảo bê tông bụng dầm không bị ép vỡ do ứng suất nén chính, giá trị lực cắt phải thoả mãn:  $Q \leq 0,3R_b b h_o$ .
- Bê tông đủ khả năng chịu lực cắt, chỉ cần đặt cốt đai theo cấu tạo nếu thoả mãn điều kiện:  $Q \leq Q_{bmin}$ .

Điều kiện tính toán cốt thép chịu lực cắt:

$$Q_{bmin} \leq Q \leq 0,3R_b b h_o \quad (12)$$

$Q$  – lực cắt do tải trọng tính toán gây ra (lực cắt mà dầm phải chịu).

$$Q_{bmin} = 0,5R_{bt} b h_o$$

#### b. Điều kiện đảm bảo cường độ trên tiết diện nghiêng theo lực cắt

Trong dầm phụ, để chịu lực cắt thường chỉ đặt cốt thép đai, không có cốt thép xiên.

Điều kiện đảm bảo cường độ theo lực cắt:

$$Q \leq Q_b + Q_{sv} \quad (13)$$

Trong đó:  $Q_b$  – khả năng chịu lực cắt của bê tông trên tiết diện nghiêng có hình chiếu  $C$ ;

$$Q_b = \frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{C}$$

$Q_{sw}$  – khả năng chịu lực cắt của các lớp cốt đai trên tiết diện nghiêng có hình chiếu  $C_o$ .

Với dầm chịu tải phân bố đều:

$$Q_{sw} = (0,75q_{sw} + q_d - 0,5p_d)C_o$$

$q_{sw}$  – khả năng chịu cắt của cốt đai (phân bố trên đơn vị chiều dài);

$$q_{sw} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{s};$$

Nhưng phải chọn các thông số sao cho  $q_{sw} \geq q_{swmin} = 0,25R_{bt}.b$

$A_{sw}$  – diện tích một lớp cốt đai;  $A_{sw} = \frac{n_w \pi \phi_w^2}{4}$

$n_w$  – số nhánh cốt đai trong một lớp;

$\phi_w$  – đường kính thanh cốt đai;

$s$  – khoảng cách giữa các lớp cốt đai.

### c. Tính toán và bố trí cốt đai (khi không có cốt xiên)

Kiểm tra điều kiện (12). Nếu thoả mãn, tiến hành tính toán cốt đai.

Điều kiện đảm bảo cường độ trên tiết diện nghiêng theo cắt:

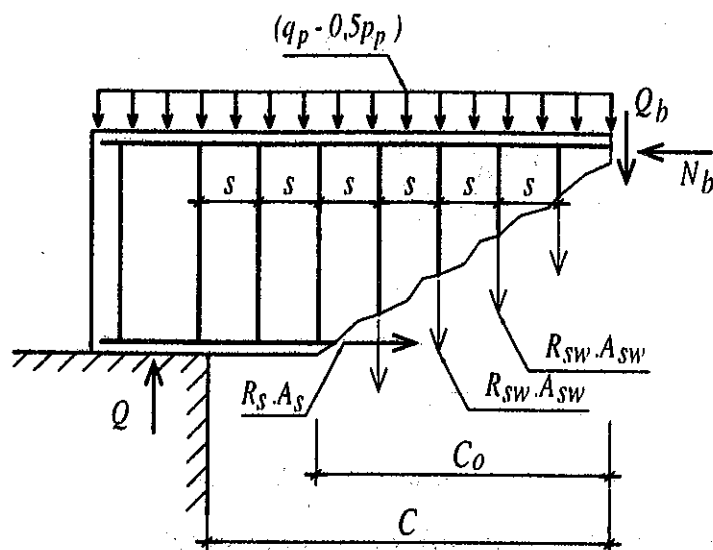
$$Q \leq Q_b + Q_{sw} = Q_{DB}$$

$$Q_{DB} = \frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{C} + (0,75q_{sw} + q_p - 0,5p_p).C_o \quad (14)$$

Tạm xem  $C = C_o$

Tính  $\frac{dQ_{DB}}{dC}$  và cho  $\frac{dQ_{DB}}{dC} = 0$  ta được:

$$C_o = \sqrt{\frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{0,75q_{sw} + q_{dp} - 0,5p_{dp}}} \quad (15)$$



Hình 1.10. Sơ đồ tính toán cốt đai khi không có cốt xiên

Thay  $C = C_o$  vào (14) ta có  $Q_{dbmin} = Q_{db}$

$$Q_{db} = \sqrt{6R_{bt}bh_0^2(0,75q_{sw} + q_{dp} - 0,5p_{dp})} \quad (16)$$

$C_o$  - hình chiếu của tiết diện nghiêng nguy hiểm.

$Q_{db}$  - khả năng chịu lực cắt mà bê tông và cốt đai chịu được trên tiết diện  $C_o$  (khả năng chịu lực cắt của bê tông và cốt đai trên tiết diện  $C_o$  là bé nhất).

Điều đảm bảo cường độ theo lực cắt là:  $Q \leq Q_{db}$ .

➤ **Áp dụng cho bài toán thiết kế**

Cho  $Q = Q_{db}$  (với ý là khả năng chịu lực cắt bé nhất của bê tông và cốt đai  $Q_{db}$  cũng không nhỏ hơn lực cắt  $Q$  mà dầm phải chịu).

Theo (16) suy ra  $q_{sw}$ :

$$q_{sw} = \frac{Q^2}{4,5R_{bt}bh_0^2} - \frac{q_{dp} - 0,5p_{dp}}{0,75} \quad (17)$$

Nhưng đồng thời phải lấy  $q_{sw} \geq 0,25R_{bt} \cdot b$

Tính  $C_o$  theo (15).

- Nếu  $C_o \leq 2h_o$ :

Tiến hành chọn đường kính cốt đai  $\phi_w$ , số nhánh cốt đai  $n_w$  của một lớp, tính ra khoảng cách giữa các lớp cốt đai:

$$s = \frac{R_{sw} A_{sw}}{q_{sw}} \quad (18)$$

– Nếu  $C_o > 2h_o$ :

Lấy  $C_o = 2h_o$ , thay  $C = C_o$  để tính  $Q_{DB}$  theo (14).

Cho  $Q = Q_{DB}$ , suy ra  $q_{sw}$ :

$$q_{sw} = \frac{Q - 0,75R_{bt}bh_o}{1,5h_o} - \frac{4}{3}(q_{dp} - 0,5p_{dp}) \quad (19)$$

Nhưng đồng thời phải lấy  $q_{sw} \geq 0,25R_{bt}.b$ .

Chọn  $\phi_w$  cốt đai, số nhánh cốt đai  $n$  của một lớp, tính ra khoảng cách giữa các lớp cốt đai theo (18).

– Khoảng cách giữa các lớp cốt đai theo cấu tạo  $S_{ct}$  là:

Trong đoạn dầm có  $Q > Q_{bmin}$  thì  $S_{ct} = \min$  của  $h_o/2$  hoặc 300mm.

Trong đoạn dầm có  $Q \leq Q_{bmin}$  thì  $S_{ct} = \min$  của  $0,75h_o$  hoặc 500mm.

– Khoảng cách lớn nhất giữa các lớp cốt đai  $S_{max}$  là:  $S_{max} = \frac{R_{bt}bh_o^2}{Q}$ . (20)

– Khoảng cách giữa các lớp cốt đai theo tính toán  $S_{tt}$  được tính theo công thức (18):

Cốt đai được bố trí với khoảng cách  $s = \min$  của  $\{S_{tt}; S_{ct}; S_{max}\}$ .

### ➤ Áp dụng cho bài toán kiểm tra

Khi đã chọn đặt cốt đai theo cấu tạo từ trước, biết  $A_{sw}$  và  $s$ , tính  $q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s}$

rồi kiểm tra như sau:

– Tính  $C_o$  theo (15).

– Nếu  $C_o \leq 2h_o$  tính  $Q_{db}$  theo (16).

– Nếu  $C_o > 2h_o$ : Lấy  $C_o = 2h_o$ , thay  $C = C_o$  để tính  $Q_{DB}$  theo (14).

– Nếu  $Q \leq Q_{db}$ : Kết luận dầm đảm bảo yêu cầu chịu lực cắt.

– Nếu  $Q > Q_{db}$ : chọn lại cốt đai (tăng đường kính cốt đai hoặc giảm khoảng cách  $s$ ) rồi tính lại cho tới khi  $Q \leq Q_{db}$ .

## 4. TÍNH TOÁN DẦM CHÍNH

Dầm chính làm nhiệm vụ đỡ dầm phụ (coi tải trọng từ bản không truyền lên dầm chính). Dầm chính liên kết toàn khối với cột tạo thành khung. Thông thường trong nhà nhiều tầng dầm chính là dầm khung được tính toán theo kết cấu khung. Trong một số trường hợp dầm chính được tính toán theo kết cấu dầm khi thoả mãn hai điều kiện:

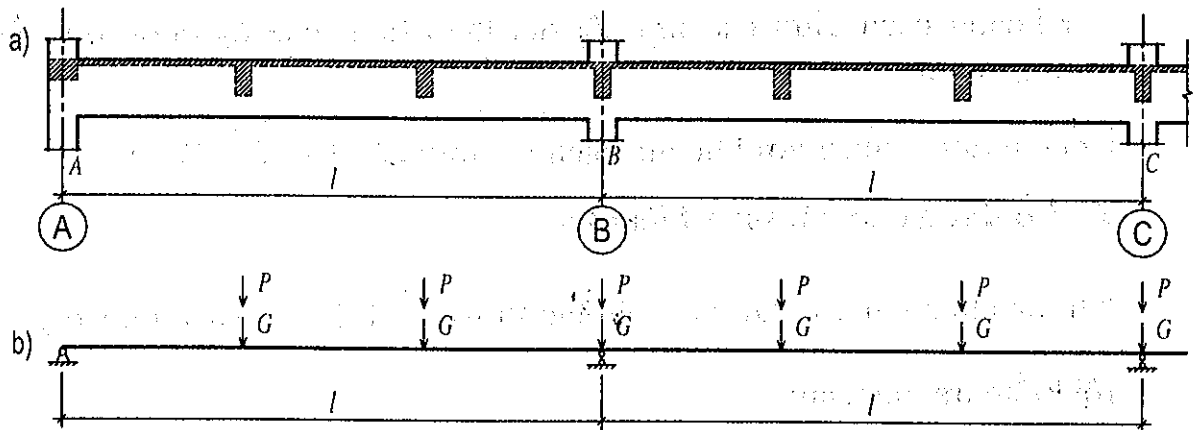
1. Trong nhà đã bố trí kết cấu chịu tải trọng ngang (gió, động đất) như tường, lõi cứng, có thể bỏ qua tải trọng đó khi tính khung.
2. Độ cứng chống uốn đơn vị của dầm lớn hơn 5 lần độ cứng chống uốn đơn vị của cột (khi dầm liên kết toàn khối với cột).

### 4.1. Sơ đồ tính

Dầm chính có thể là dầm liên tục hoặc đơn giản.

Nội lực dầm chính có thể được tính theo sơ đồ đàn hồi hoặc sơ đồ dẻo. Trong tài liệu này trình bày cách tính theo sơ đồ đàn hồi.

Nhịp tính toán  $l$  của mỗi nhịp dầm lấy là khoảng cách giữa hai trục gối tựa.



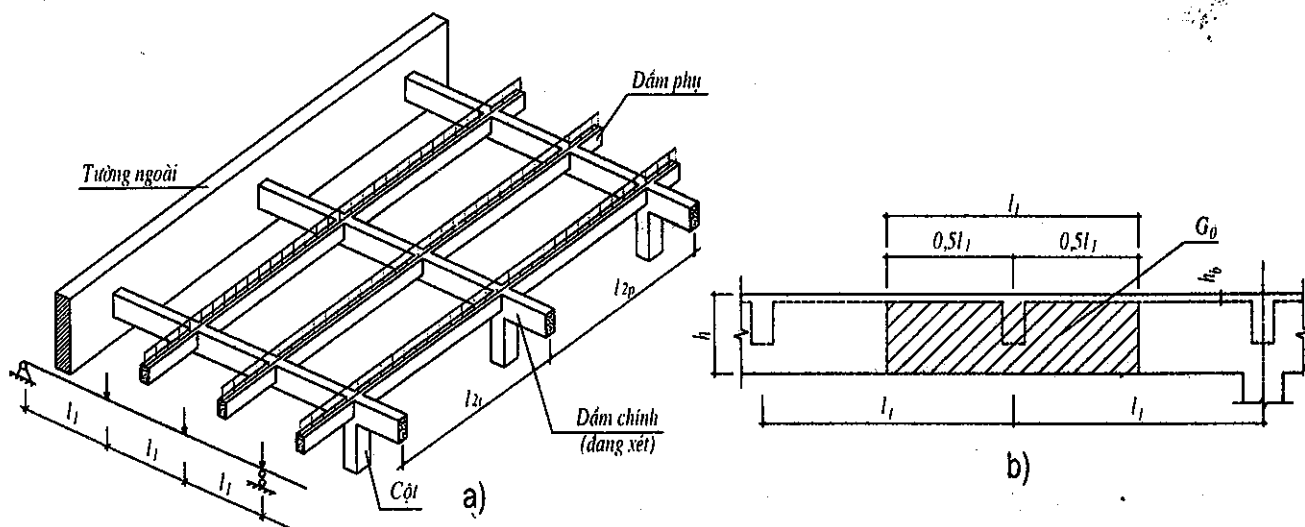
Hình 1.11. Sơ đồ tính toán dầm chính

a) Sơ đồ hình học dầm chính; b) Sơ đồ tính toán dầm chính

### 4.2. Tải trọng tác dụng lên dầm chính

Dầm chính chịu tải trọng từ dầm phụ truyền vào và tải trọng bản thân.

Tải trọng từ dầm phụ truyền vào là tập trung, đặt tại chỗ dầm phụ kê lên dầm chính, gồm tĩnh tải  $G$  và hoạt tải  $P$ .



**Hình 1.12. Sơ đồ xác định tải trọng tác dụng lên dầm chính**

a) Sơ đồ truyền tải trọng lên dầm chính; b) Phần dầm chính có tải trọng  $G_0$ .

### a. Tĩnh tải

Trọng lượng bản thân dầm chính phân bố dọc theo dầm là  $g_0$ , trong tính toán có thể dồn  $g_0$  trong đoạn  $l_1$  thành lực tập trung  $G_0$ .

Giá trị tĩnh tải tác dụng tại chỗ dầm phụ giao nhau với dầm chính là:

$$G = G_1 + G_0 = 0,5(l_{2t} + l_{2p})g_p + g_0l_1; \text{ đơn vị là kN.}$$

$l_{2t}, l_{2p}$  - tương ứng là nhịp dầm phụ ở bên trái, bên phải của dầm chính.

$G_0$  - trọng lượng bản thân của một đoạn dầm chính.

$$G_0 = g_0l_1 = b_c(h_c - h_b) \cdot \gamma_n \cdot l_1$$

### b. Hoạt tải

$$P = 0,5(l_{2t} + l_{2p})p_p$$

Khi  $l_{2t} = l_{2p} = l_2$  thì  $P = p_p \cdot l_2$ .

## 4.3. Xác định nội lực của dầm chính

Nội lực phát sinh trong dầm chủ yếu là mômen và lực cắt.

Cần xác định biểu đồ bao nội lực cho dầm chính (biểu đồ bao mômen, biểu đồ bao lực cắt). Khi chiều dài tính toán của các nhịp dầm đều nhau và nội lực tính theo sơ đồ đàn hồi có thể dùng bảng tính sẵn. Có hai cách xác định biểu đồ bao: Cách trực tiếp và cách tổ hợp. Làm cách tổ hợp sẽ thấy rõ bản chất của biểu đồ bao nội lực.

**a. Cách trực tiếp**

Tung độ nhánh  $M_{\max}$  của biểu đồ bao mômen:

$$M_{\max} = \alpha_0 Gl + \alpha_1 Pl$$

Tung độ nhánh  $M_{\min}$  của biểu đồ bao mômen:

$$M_{\min} = \alpha_0 Gl - \alpha_2 Pl$$

Tung độ nhánh max của biểu đồ bao lực cắt:

$$Q_{\max} = \beta_0 G + \beta_1 P$$

Tung độ nhánh min của biểu đồ bao lực cắt:

$$Q_{\min} = \beta_0 G - \beta_2 P$$

Các hệ số  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \beta_0, \beta_1, \beta_2$  phụ thuộc vào số nhịp dầm, sơ đồ đặt tải, vị trí tiết diện dầm, được tra bảng, xem phụ lục 12.

Cách trực tiếp chỉ xác định được các trị số lớn nhất, đường bao mômen sẽ không chính xác, như vậy biểu đồ bao vật liệu, các đoạn  $W$  sẽ không chính xác.

**b. Cách tổ hợp**

Để xây dựng biểu đồ bao nội lực, tiến hành như sau:

Đặt tĩnh tải  $G$  lên toàn dầm, vẽ được biểu đồ nội lực ( $M_G, Q_G$ ) do  $G$  gây ra.

Xét tất cả các trường hợp bất lợi của  $P$ , mỗi trường hợp vẽ được biểu đồ nội lực ( $M_{P_i}, Q_{P_i}$ ) do  $P$  gây ra ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ).

Cộng biểu đồ nội lực do  $G$  với nội lực do từng trường hợp tác dụng của  $P$  được biểu đồ nội lực do ( $G + P_i$ ).

Vẽ chồng biểu đồ nội lực do ( $G + P_i$ ) lên một trục, cùng một tỷ lệ tung độ, đường bao ngoài các biểu đồ chính là biểu đồ bao nội lực cần tìm.

*Cách làm:*

Lần lượt tiến hành làm như trên cho mômen uốn  $M$ , lực cắt  $Q$ .

Để xác định tung độ  $M_G, M_{P_i}$  dùng công thức sau:

$$M_G = \alpha Gl, M_{P_i} = \alpha Pl$$

Để xác định tung độ  $Q_G, Q_{P_i}$  dùng công thức sau:

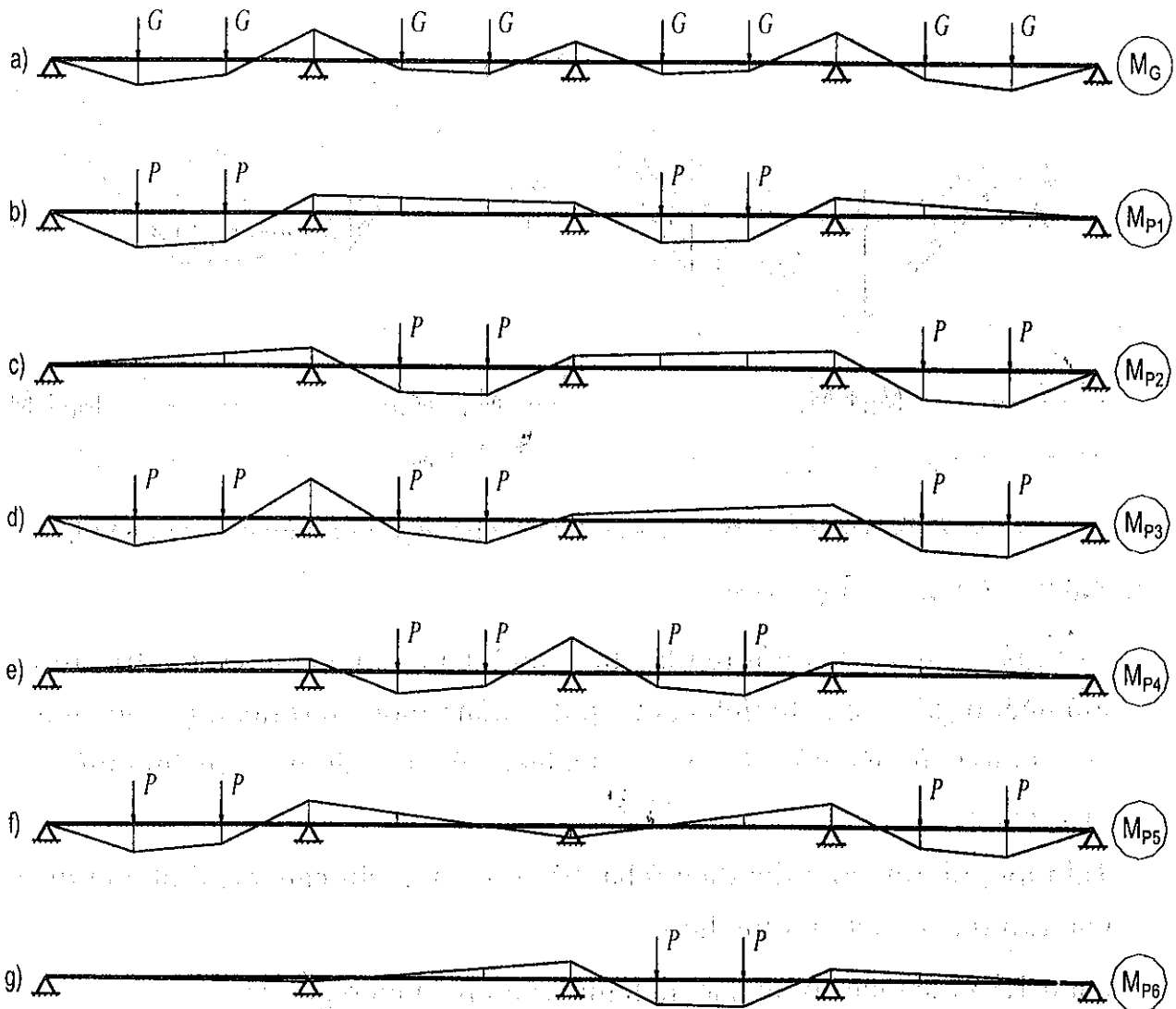
$$Q_G = \beta G, Q_{P_i} = \beta P.$$



Các hệ số  $\alpha$ ,  $\beta$  phụ thuộc sơ đồ đặt tải, vị trí tiết diện, được tra bảng, xem phụ lục 12.

(Cũng có thể xác định biểu đồ nội lực do  $G$ , do các trường hợp  $P$  tác dụng bằng cách dùng các chương trình tính kết cấu, tính trên máy).

Tại mỗi tiết diện của dầm (chỉ cần tổ hợp cho tiết diện ở gối tựa, tiết diện ở chỗ có lực tập trung) lấy giá trị nội lực do  $G$  và giá trị nội lực do một trường hợp của  $P$  tác dụng.

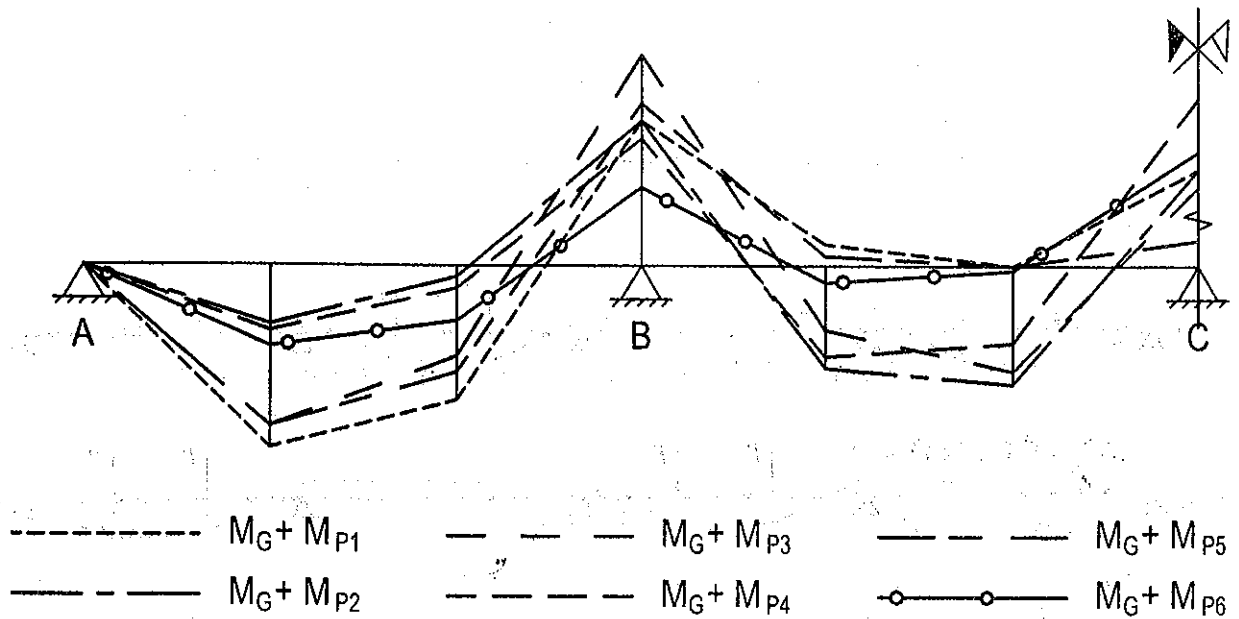


Hình 1.13. Các trường hợp tải trọng tác dụng lên dầm chính bốn nhịp

- Vẽ các biểu đồ  $M_i = M_G + M_{P_i}$ .
- Vẽ chồng các biểu đồ  $M_i$  lên cùng một trục, cùng một tỷ lệ tung độ. Đường bao ngoài các biểu đồ  $M_i$  là biểu đồ bao mômen.

- Vẽ các biểu đồ  $Q_i = Q_G + Q_{Pi}$ .
- Vẽ chồng các biểu đồ  $Q_i$  lên cùng một trục, cùng một tỷ lệ tung độ. Đường bao ngoài các biểu đồ  $Q_i$  là biểu đồ bao lực cắt.

Trên hình A13 thể hiện trường hợp tác dụng của  $G$  và các trường hợp tác dụng bất lợi của  $P$  cho dầm 4 nhịp với 6 trường hợp của hoạt tải ( $i = 1 \div 6$ ).



Hình 1.14. Biểu đồ bao mômen thể hiện cho một nửa dầm chính bốn nhịp

**c. Tính mômen mép gối tựa**

Các giá trị mômen ở gối tựa lấy theo hình bao mômen sẽ có giá trị tuyệt đối lớn nhất ở giữa gối. Để tính cốt thép dọc dùng mômen ở tiết diện mép gối tựa, gọi là mômen mép gối  $M_{mg}$ , vì sự phá hoại của dầm do mômen âm thường xảy ra ở mép gối.

Tại một gối tựa, có 2 tiết diện ở hai bên mép gối, chỉ cần xác định tiết diện có giá trị mômen mép gối lớn hơn.

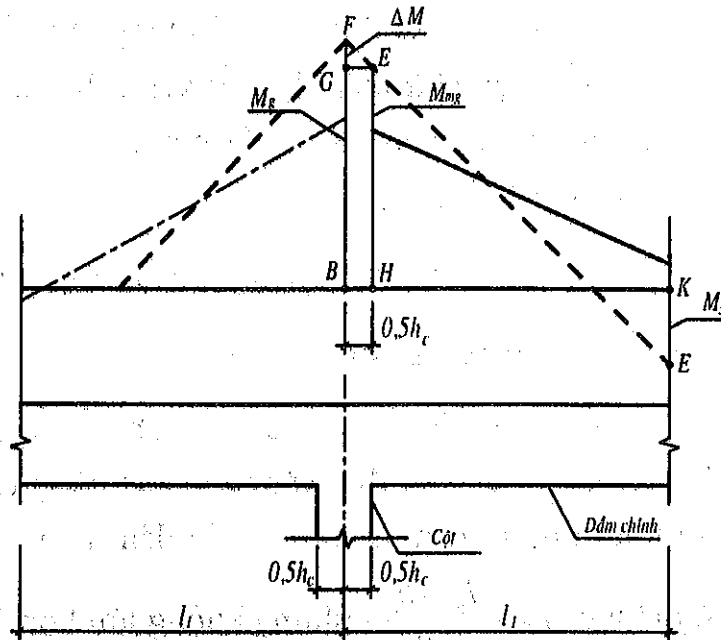
Hình 1.15 thể hiện sơ đồ xác định giá trị mômen mép gối  $M_{mg}$ .

Tung độ  $E_1G$  là giá trị mômen mép gối lớn nhất cần tìm.

Có:  $M_{mg} = M_g - \Delta M$ , ( $M_g = FB$ ,  $M_{mg} = EH$ ,  $\Delta M = FG$ ,  $M_3 = KE$ )

Suy ra

$$M_{mg} = M_g - \frac{(M_g + M_3)h_c}{2l_1}$$



Hình 1.15. Sơ đồ xác định mômen mép gối tựa ( $M_{mg}$ )

#### 4.4. Tính cốt thép dọc

Cách tính cốt thép dọc dầm chính về nguyên tắc giống như cách tính cốt thép dọc dầm phụ (chọn tiết diện tính toán như hình 1.9), chỉ khác là dùng giá trị hệ số giới hạn vùng nén  $\xi_R \neq \xi_{pl}$  hay  $\alpha_R \neq \alpha_{pl}$  do nội lực dầm chính tính theo sơ đồ đàn hồi.

Chiều cao vùng nén  $x$  phải thỏa mãn điều kiện  $x \leq \xi_R h_0$  hay:  $\alpha_m \leq \alpha_R$ .

Các hệ số  $\xi_R, \alpha_R$  lấy theo phụ lục 9.

##### a. Với tiết diện chịu mômen âm

Mômen gây căng thớ trên của dầm, bản (cánh dầm) nằm trong vùng kéo, tiết diện tính toán là chữ nhật  $b_{dc} \times h_{dc}$ , trong công thức ký hiệu  $b \times h$ .

Dùng mômen mép gối để tính cốt dọc.

Do mômen lớn lại có cốt dọc dầm phụ đặt trên cốt dọc dầm chính, nên chọn  $a = 50 \div 70 \text{mm}$ ,  $h_0 = h - a$ .

$$\text{Tính } \alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2}$$

- Nếu  $\alpha_m \leq \alpha_R$  từ  $\alpha_m$  tính ra  $\zeta$  (hoặc tra bảng phụ lục 10).

$$\text{Diện tích cốt dọc } A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0}$$

- Nếu  $\alpha_m > \alpha_R$  mà  $\alpha_m \leq 0,5$  thì không cần tăng chiều cao  $h$  của tiết diện mà tính toán theo tiết diện chữ nhật đặt cốt kép (như đã giới thiệu ở phần tính cốt thép dọc dầm phụ, trong đó vì nội lực tính theo đàn hồi nên phải thay  $\alpha_{pl}$  bằng  $\alpha_R$  và thay  $\xi_{pl}$  bằng  $\xi_R$ ).
- Nếu  $\alpha_m > 0,5$  thì tăng chiều cao  $h$  của tiết diện rồi tính lại.

### b. Với tiết diện chịu mômen dương

Dầm được tính toán theo tiết diện chữ T vì phần bản (cánh dầm) nằm trong vùng nén. Xác định bề rộng  $b_f'$  đưa vào tính toán cũng tương tự như lấy  $b_f'$  khi tính với dầm phụ, nhưng dầm chính có các dầm ngang (là dầm phụ) đặt gần nhau nên có thể lấy  $S_f \leq \frac{l_2 - b_{dc}}{2}$  nhưng không lớn hơn 1/6 nhịp dầm chính.

Tính giá trị:

$$M_f = R_b b_f' h_f' (h_o - 0,5 h_f')$$

So sánh  $M$  với  $M_f$ .

- Nếu  $M \leq M_f$  trục trung hoà qua cánh. Tính như tiết diện chữ nhật  $b_f' \times h_{dc}$ .

Dùng công thức (1), tính

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b_f' h_o^2}$$

Điều kiện:  $\alpha_m \leq \alpha_R$ .

Các bước tiếp theo tính tương tự như đối với dầm phụ.

- Nếu  $M > M_f$  trục trung hoà qua sườn.

Dùng công thức (3):

$$\alpha_m = \frac{M - R_b (b_f' - b) h_f' (h_o - 0,5 h_f')}{R_b b h_o^2}$$

Khi  $\alpha_m \leq \alpha_R$ , từ  $\alpha_m$  tra phụ lục 10 ra  $\xi$ .

$$A_s = \frac{R_b [b \xi h_o + (b_f' - b) h_f']}{R_s}$$

### c. Kiểm tra hàm lượng, chiều cao có ích thực tế của tiết diện

Sau khi tính được diện tích cốt thép dọc tiến hành chọn đường kính thép và số thanh, bố trí cốt dọc, rồi kiểm tra lại chiều cao có ích thực tế  $h_{oi}$  của tiết diện như đối với dầm phụ. Dầm chính có bề rộng  $b = 250 \div 300\text{mm}$  cốt thép dọc chịu lực bố trí tối đa bốn thanh một lớp.

## 4.5. Tính toán theo cường độ trên tiết diện nghiêng

### a. Tính toán và bố trí cốt đai (khi không có cốt xiên)

Kiểm tra điều kiện (12). Nếu thoả mãn, tiến hành tính toán cốt đai.

(Lưu ý là dầm chịu tải trọng tập trung, việc tính toán cốt đai có khác so với dầm chịu tải phân bố đều)

$$\text{Đặt} \quad Q_{DB} = \frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{C} + 0,75q_{sw}C_o \quad (21)$$

$$\text{Tính} \quad \frac{dQ_{DB}}{dC} \text{ và cho } \frac{dQ_{DB}}{dC} = 0 \text{ ta được:}$$

$$C_o = \sqrt{\frac{2R_{bt}bh_0^2}{q_{sw}}} \quad (22)$$

Thay  $C = C_o$  vào (14) ta có  $Q_{DB\min} = Q_{db}$

$$Q_{db} = \sqrt{4,5R_{bt}bh_0^2q_{sw}} \quad (23)$$

Cho  $Q = Q_{db}$ , suy ra:

$$q_{sw} = \frac{Q^2}{4,5R_{bt}bh_0^2} \quad (24)$$

Nhưng đồng thời phải lấy  $q_{sw} \geq 0,25R_{bt}.b$

- Nếu  $C_o \leq 2h_o$  thì chọn đường kính cốt đai  $\phi_w$ , số nhánh  $n_w$ , khoảng cách tính toán giữa các lớp cốt đai:

$$S_{II} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{q_{sw}}$$

- Nếu  $C_o > 2h_o$  cũng chỉ lấy  $C_o = 2h_o$ , tính  $Q_{DB}$  theo (19) với  $C = 2h_o$ .

Cho  $Q = Q_{DB}$ , suy ra  $q_{sw}$ :

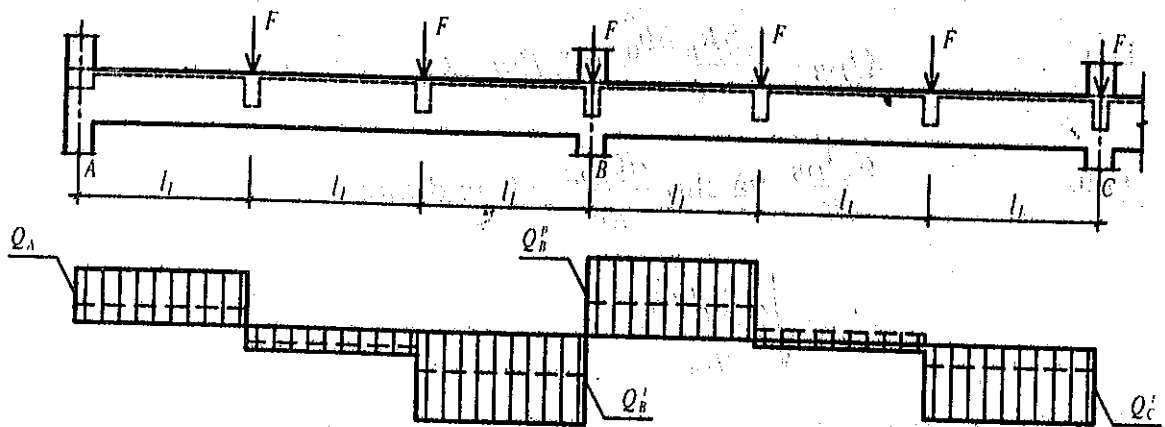
$$q_{sw} = \frac{Q - 0,75R_{bt}bh_0}{1,5h_0} \quad (25)$$

Nhưng đồng thời phải lấy  $q_{sw} \geq 0,25R_{bt} \cdot b$

Tiến hành chọn đường kính cốt đai  $\phi_w$ , số nhánh  $n_w$ , khoảng cách tính toán giữa các lớp cốt đai:

$$S_{tt} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{q_{sw}}$$

Cốt đai được bố trí với khoảng cách  $s = \min$  của  $\{S_{tt}; S_{ct}; S_{max}\}$ , tương tự như dầm phụ.



Hình 1.16. Sơ đồ tính toán cốt đai khi dầm chịu tải trọng tập trung

**b. Tính toán và bố trí cốt xiên**

Chọn trước đường kính cốt đai  $\phi_w$ , số nhánh  $n$ , khoảng cách  $s$ . Tính được:

$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s}$ , nhưng phải chọn  $A_{sw}$  và  $s$  sao cho  $q_{sw} \geq 0,25R_{bt} \cdot b$ .

Tính  $C_o$ :

- Nếu  $C_o \leq 2h_o$ : tính ra  $Q_{db} = \sqrt{4,5R_{bt}bh_o^2q_{sw}}$

- Nếu  $C_o > 2h_o$ : lấy  $C_o = 2h_o$ , tính

$$Q_{DB} = \frac{1,5R_{bt}bh_o^2}{2h_o} + 0,75q_{sw} \cdot 2h_o = 0,75R_{bt}bh_o + 1,5q_{sw}h_o$$

Nếu xảy ra  $Q > Q_{db}$  hay  $Q > Q_{DB}$  thì phải bố trí cốt xiên.

➤ *Cấu tạo cốt xiên:*

- Cốt xiên được bố trí trong đoạn dầm mà có  $Q > Q_{db}$  hay  $Q > Q_{DB}$ .
- Cốt xiên được bố trí từ việc uốn bớt cốt dọc từ nhịp lên gối (2 thanh góc dầm không uốn), hoặc bố trí cốt xiên đối xứng qua gối tựa trung gian (dạng vai bờ).
- Góc nghiêng  $\alpha$  của cốt xiên so với trục dầm:  $\alpha = 45^\circ$  khi chiều cao tiết diện dầm  $h \leq 700\text{mm}$ ,  $\alpha = 60^\circ$  khi  $h > 700\text{mm}$ .
- Cốt xiên được bố trí đối xứng qua mặt phẳng uốn của dầm.
- Ở mỗi bên gối tựa của dầm các lớp cốt xiên được bố trí:

Đầu lớp cốt xiên thứ nhất cách mép gối tựa biên kê tự do một đoạn  $\leq 50\text{mm}$ , cuối lớp cốt xiên thứ  $i$  cách đầu lớp cốt xiên thứ  $(i + 1)$  một đoạn  $s_i$ , cuối lớp cốt xiên thứ  $n$  cách tiết diện  $Q \leq Q_{db}$  một đoạn  $s_n$ .

$$s_1, \dots, s_i, \dots, s_n \leq s_{\max}; \quad s_{\max} = \frac{R_{bt} b h_0^2}{Q};$$

➤ *Tính toán diện tích cốt xiên:*

Tính diện tích từng lớp cốt xiên cắt qua tiết diện nghiêng có hình chiếu  $C_0, C_i$  ( $i = 1, 2$ ) như sau:

Nếu  $C_0 \leq C_1, C_0 \leq C_2$ : tính

$$A_{s.inc1} = \frac{Q - Q_{db}}{0,75 R_{sw} \cdot \sin \alpha} = A_{s.inc2}$$

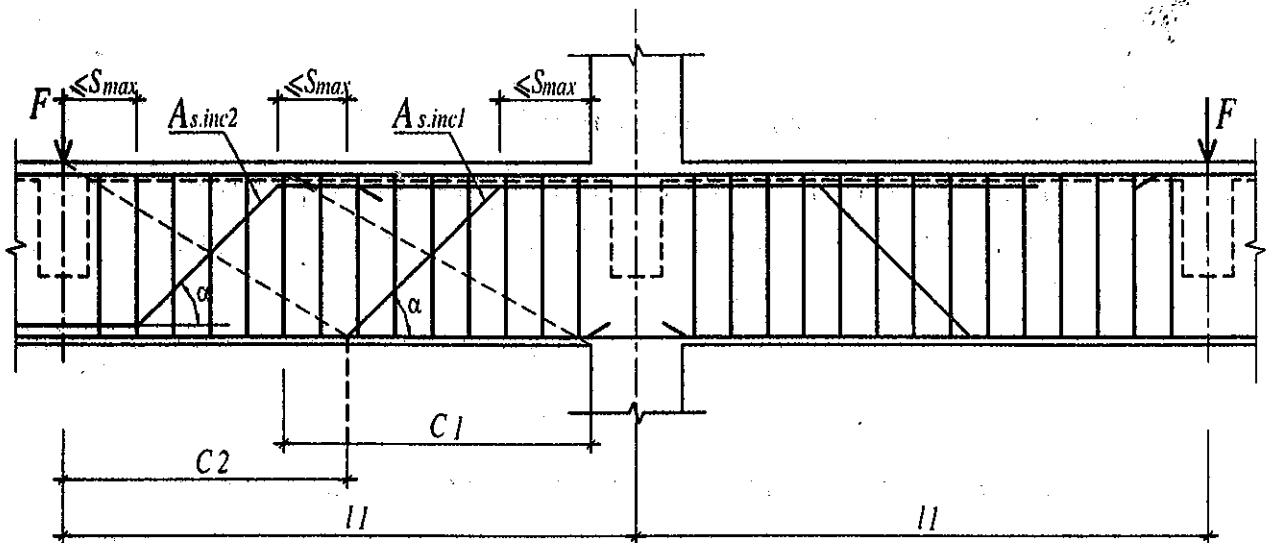
Nếu  $C_0 > C_1, C_0 > C_2$ : tính

$$A_{s.inc1} = \frac{Q - Q_{DB1}}{0,75 R_{sw} \cdot \sin \alpha}; \quad Q_{DB1} = \frac{1,5 R_{bt} b h_0^2}{C_1} + 0,75 q_{sw} \cdot C_1$$

$$A_{s.inc2} = \frac{Q - Q_{DB2}}{0,75 R_{sw} \cdot \sin \alpha}; \quad Q_{DB2} = \frac{1,5 R_{bt} b h_0^2}{C_2} + 0,75 q_{sw} \cdot C_2$$

(Với ý nghĩa bê tông và cốt đai chịu lực cắt không đủ, lực cắt còn lại bao nhiêu do cốt xiên chịu).

Để tìm  $C$  cần vạch ra các tiết diện nghiêng có thể hình thành: Tiết diện nghiêng xuất phát từ mép gối tựa, từ cuối các lớp cốt xiên tiếp sau... đến tiết diện có  $Q \leq Q_{db}$ .

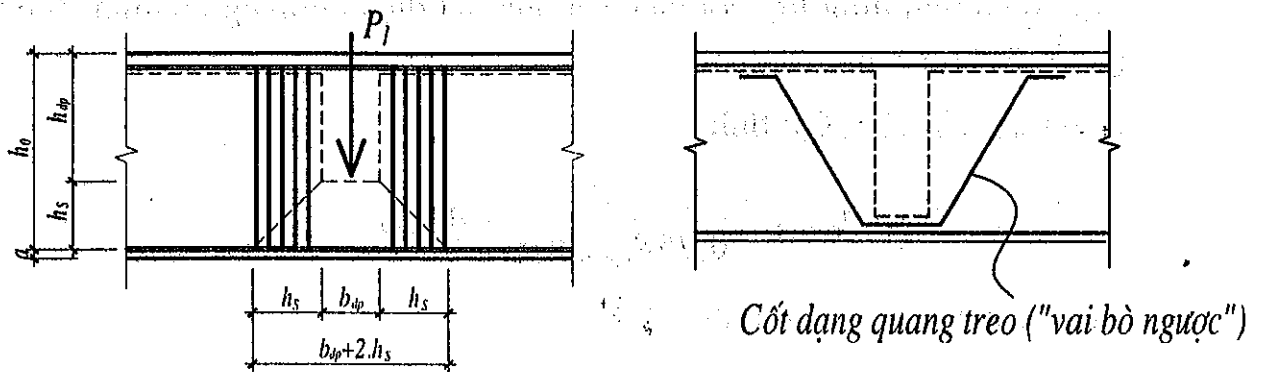


Hình 1.17. Sơ đồ tính toán các lớp cốt xiên

### 4.6. Tính toán cốt treo

Tại vị trí dầm phụ kê lên dầm chính phải bố trí cốt thép gia cường, gọi là cốt treo. Tác dụng của cốt này là chịu kéo do lực từ dầm phụ truyền vào dầm chính có xu hướng làm bê tông dầm chính bật ra khỏi dầm.

Lực này được đặt ở đáy dầm phụ (xem hình 1.18).  $P_1 = G + P - G_0$ .



Hình 1.18. Bố trí cốt gia cường (cốt treo)

Diện tích cốt treo:

$$A_{sw} \geq \frac{P_1 \left(1 - \frac{h_s}{h_0}\right)}{R_{sw}} \quad (26)$$

Trong đó:  $h_s = h_0 - h_{dp}$

$h_0$  – chiều cao có ích của dầm chính tại vị trí  $P_1$  tác dụng.



Chọn đường kính cốt treo  $\phi_{sv}$ , số nhánh của một lớp cốt treo  $n_w$ , diện tích một lớp cốt treo:

$$a_{sv} = \frac{n_w \pi \phi_{sv}^2}{4}$$

Số lượng các lớp cốt treo cần thiết là:

$$m = \frac{A_{svp}}{a_{sv}}$$

$m$  được bố trí đều sang hai bên dầm phụ, trong đoạn  $h_s$ .

Trường hợp  $h_s$  quá bé, không đủ chỗ bố trí cốt treo dạng cốt đai thì phải tính toán và bố trí cốt treo dạng quang treo hay “vai bò ngược”.

## 5. CẤU TẠO CỐT THÉP DẦM

### 5.1. Các quy định về cấu tạo

#### a. Lớp bê tông bảo vệ cốt thép

Chiều dày của lớp bê tông bảo vệ cốt thép được tính từ mép ngoài thanh thép đến mép ngoài gần nhất của kết cấu. Lớp bê tông bảo vệ cốt thép phải đủ dày và đặc chắc.

Chiều dày  $c$  của lớp bê tông bảo vệ cốt thép trong mọi trường hợp không bé hơn đường kính cốt thép và không bé hơn trị số  $c_o$ :  $c \geq \max\{\phi, c_o\}$ .

➤ Với bản:

$$c_o = 10\text{mm (15mm) khi chiều dày bản } h_b \leq 100\text{mm}$$

$$c_o = 15\text{mm (20mm) khi chiều dày bản } 100 < h_b \leq 250\text{mm}$$

➤ Với dầm:

$$c_o = 15\text{mm (20mm) khi chiều cao dầm } h_d \leq 250\text{mm}$$

$$c_o = 20\text{mm (25mm) khi chiều cao dầm } h_d > 250\text{mm}$$

Giá trị  $c_o$  trong ngoặc được dùng cho kết cấu ngoài trời hoặc nơi ẩm ướt.

**b. Khoảng cách giữa các thanh cốt thép**

Khoảng cách giữa các thanh thép là từ trục đến trục thanh. Các thanh thép không được xa nhau quá, vì vùng bê tông ở xa cốt thép không đảm bảo được sự truyền lực qua lại giữa chúng. Khoảng tối đa giữa các thanh thép trong dầm không quá 400mm.

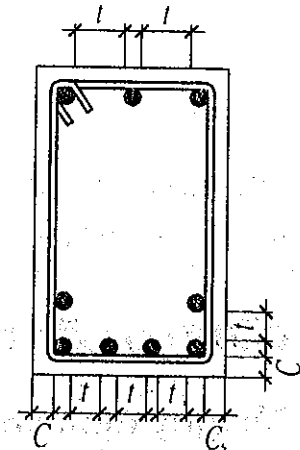
**c. Khoảng hở của các thanh cốt thép dọc**

Xung quanh thanh thép phải có lớp bê tông đủ dày để đảm bảo sự truyền lực qua lại giữa bê tông và cốt thép, cũng như để cốt liệu lớn của bê tông lọt qua.

Khoảng hở là khoảng cách thông thủy giữa hai thanh thép kề nhau. Khoảng hở  $t$  của hai thanh thép kề nhau phải đảm bảo  $t \geq t_o$  và  $t \geq \phi_{max}$ .

$t_o = 30\text{mm}$  với các thanh cốt thép phía trên của dầm.

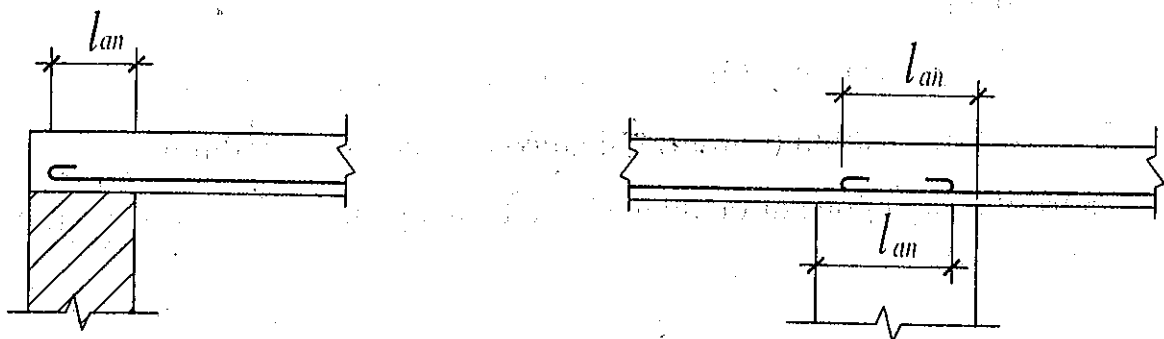
$t_o = 25\text{mm}$  với các thanh cốt thép phía dưới của dầm.



Hình 1.19. Bố trí lớp bê tông bảo vệ cốt thép, khoảng hở giữa các thanh cốt thép

**5.2. Đoạn neo cốt thép dọc ( $l_{an}$ ) tại gối tựa**

Để cốt dọc phát huy được tác dụng thì đầu mút cốt dọc phải được neo chắc chắn vào bê tông ở vùng liên kết, gối tựa. Cốt dọc ở dưới sau khi được giảm bớt dần khi vào gần gối tựa (uốn hoặc cắt, nhưng không uốn, cắt 2 thanh ở góc dầm) thì diện tích cốt thép còn lại không nhỏ hơn 1/3 diện tích cốt thép giữa nhịp.



Hình 1.20. Đoạn neo cốt thép dọc tại gối tựa

Tại gối tựa tự do:

$l_{an} = 10\phi$  nếu  $Q > Q_{bmin}$  với  $\phi$  là đường kính của thanh thép được neo.

$l_{an} = 5\phi$  nếu  $Q \leq Q_{bmin}$ .

Tại gối tựa trung gian:

$l_{an} = 10\phi$  nếu thanh thép đó theo tính toán không tham gia chịu nén.

$l_{an} = 15\phi$  nếu thanh thép đó theo tính toán có tham gia chịu nén (khi tính cốt kép).

### 5.3. Cắt, uốn cốt dọc chịu kéo

#### a. Cắt cốt dọc chịu kéo

Có hai dạng cắt cốt dọc chịu kéo: Cắt bỏ hẳn một số thanh nào đó hoặc cắt thanh có đường kính lớn rồi nối với thanh có đường kính bé hơn.

Gọi tiết diện cắt lý thuyết của một thanh là tiết diện kể từ đó trở đi không cần thanh đó để chịu lực. Xác định mặt cắt lý thuyết của thanh đó bằng cách tính khả năng chịu lực  $M_{td}$  (mômen mà dầm chịu được) của các thanh còn lại (các thanh không cắt và những thanh được nối), cho mômen phải chịu  $M = M_{td}$  sẽ tìm được vị trí tiết diện cắt lý thuyết của thanh thép.

Từ tiết diện cắt lý thuyết trở đi thanh thép phải được kéo dài thêm một đoạn  $W$  mới được cắt hẳn. Đoạn  $W$  được xác định như sau:

$$W = \frac{Q - Q_{s.inc}}{2q_{sw}} + 5\phi, \text{ đồng thời } W \geq 20\phi.$$

$Q$  – lực cắt tại tiết diện cắt lý thuyết;

$Q_{s.inc}$  – khả năng chịu cắt của các thanh cốt xiên đi qua tiết diện cắt lý thuyết.

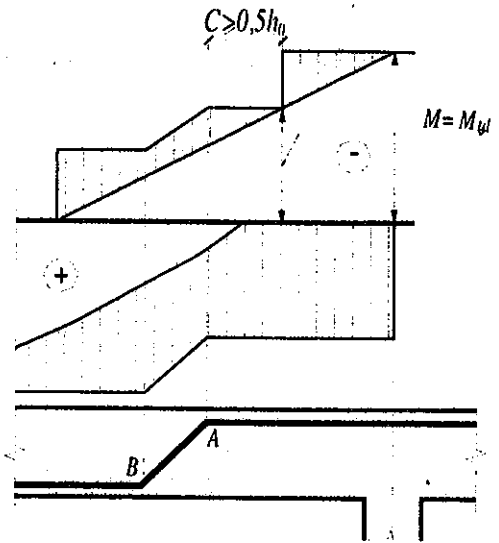
#### b. Uốn cốt thép dọc chịu kéo

Để tiết kiệm cốt thép chịu kéo, nếu không muốn cắt, cũng có thể uốn một hoặc một số thanh từ nhịp lên gối hoặc ngược lại nhưng không uốn 2 thanh ở góc dầm.

Cần xác định chính xác điểm bắt đầu uốn và điểm kết thúc của đoạn uốn.

Từ hình 1.21 có thể thấy rằng nếu xem uốn cốt thép từ gối xuống nhịp thì điểm A là điểm bắt đầu uốn, B là điểm kết thúc của đoạn uốn. Nếu xem rằng

uốn thanh đó từ nhịp lên gối thì B là điểm bắt đầu uốn, A là điểm kết thúc của đoạn uốn. Điểm bắt đầu uốn cần cách tiết diện (về phía giảm mômen) mà tất cả các thanh thép còn lại đều được huy động hết khả năng chịu lực (tiết diện có  $M = M_{td}$ ) một đoạn  $C \geq h/2$ .



Hình 1.21. Sơ đồ uốn cốt dọc chịu kéo

**c. Nối cốt dọc**

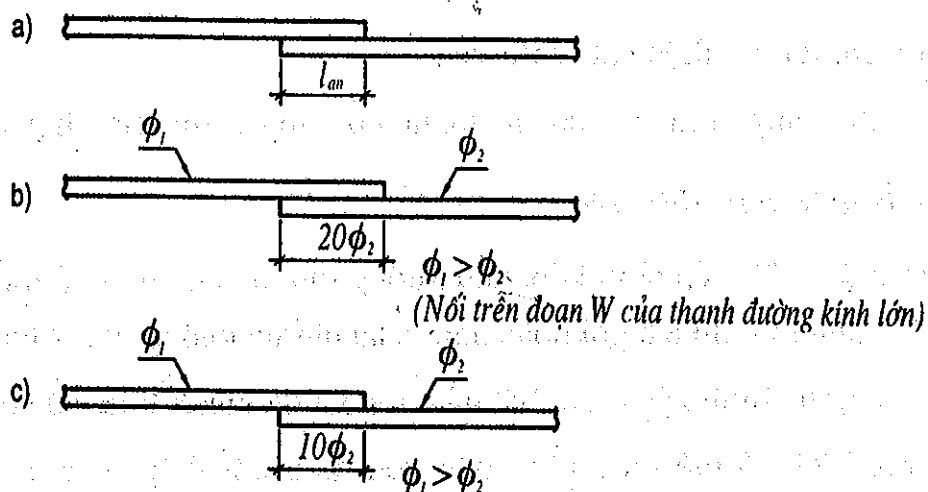
Cốt dọc nên kéo suốt từ nhịp này sang nhịp kia, khi không đủ chiều dài có thể nối hàn hoặc nối buộc. Không nên nối tại vùng có mômen lớn, có nghĩa thép dưới không nối vùng giữa dầm, thép trên không nối gần gối tựa.

Với nối buộc chiều dài đoạn nối chông không bé hơn  $l_{an}$ . Chiều dài đoạn nối hàn tính theo liên kết hàn.

Chiều dài đoạn nối chông lấy bằng  $l_{an}$  nếu cả 2 thanh đều được kể đến hết khả năng chịu lực (hình 1.22a).

Khi cắt thanh có đường kính lớn để nối với thanh có đường kính bé hơn thì chiều dài đoạn nối chông lấy bằng  $20\phi$  ( $\phi$  của thanh bé) nếu thanh  $\phi$  bé đó được kể đến hết khả năng chịu lực (hình 1.22b).

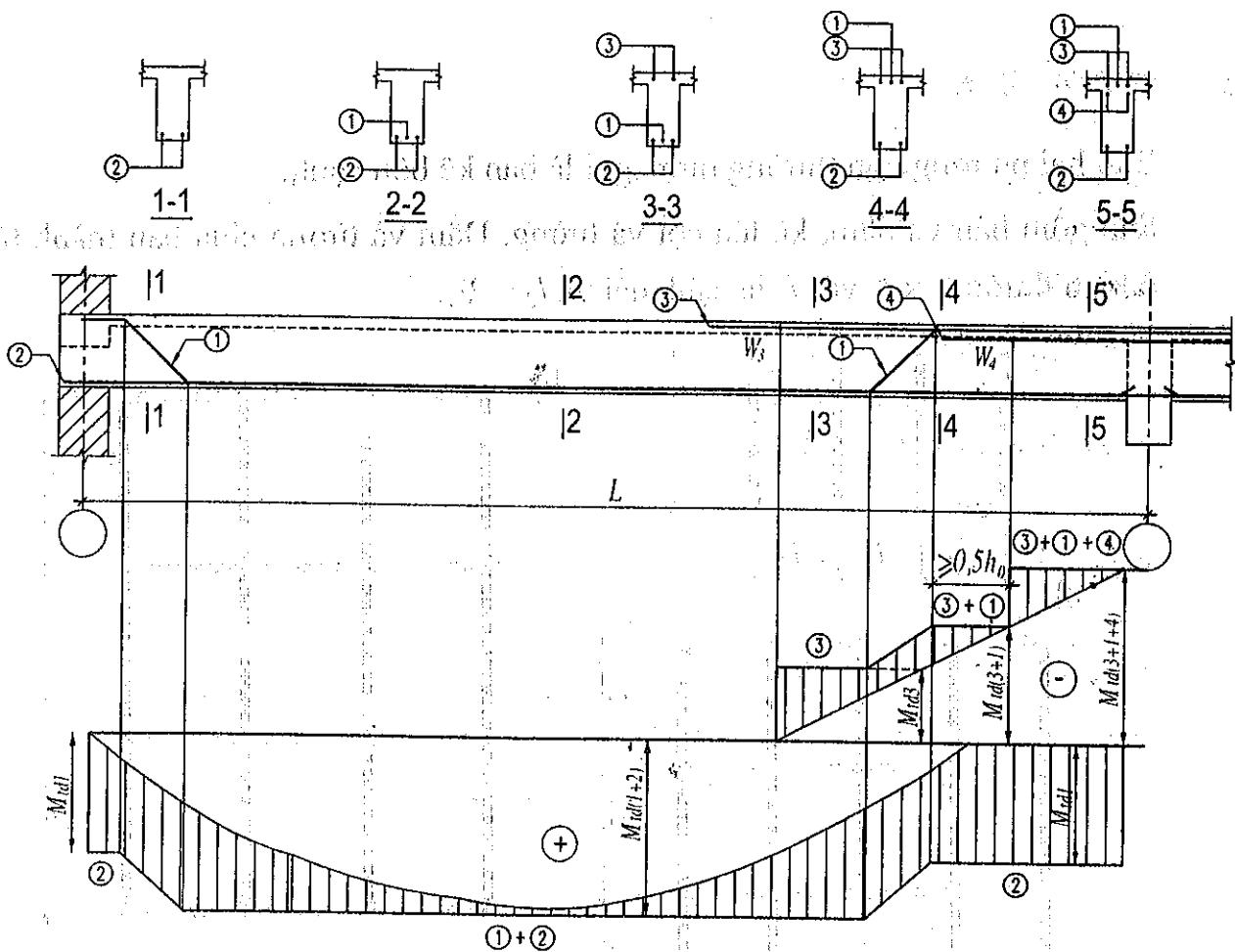
Chiều dài đoạn nối chông lấy bằng  $10\phi$  ( $\phi$  của thanh bé) nếu thanh  $\phi$  bé đó chỉ làm nhiệm vụ cấu tạo (hình 1.22c).



Hình 1.22. Các trường hợp nối cốt thép

## 6. HÌNH BAO VẬT LIỆU

Biểu đồ bao mômen thể hiện mọi tung độ mômen lớn nhất trong dầm do tải trọng tác dụng gây ra, là mômen mà dầm phải chịu. Phải dựa vào biểu đồ bao mômen để tính toán và bố trí cốt thép. Để đánh giá sự đúng đắn và mức độ hợp lý của việc bố trí cốt thép cần vẽ biểu đồ bao vật liệu. Tung độ biểu đồ bao vật liệu thể hiện mômen mà dầm chịu được. Cốt thép dọc bố trí phía dưới cho tung độ biểu đồ bao vật liệu nhánh dương, ký hiệu là  $M_{td}^+$ , cốt thép dọc bố trí phía trên cho tung độ biểu đồ bao vật liệu nhánh âm, ký hiệu là  $M_{td}^-$ .



Hình 1.23. Ví dụ về biểu đồ bao vật liệu, biểu đồ bao mômen của một đoạn dầm

Biểu đồ bao vật liệu có đặc điểm sau:

- Trong đoạn dầm có tiết diện và cốt dọc không đổi thì tung độ là như nhau, biểu đồ là đường nằm ngang.
- Tại tiết diện cắt lý thuyết quy ước biểu đồ có bước nhảy.

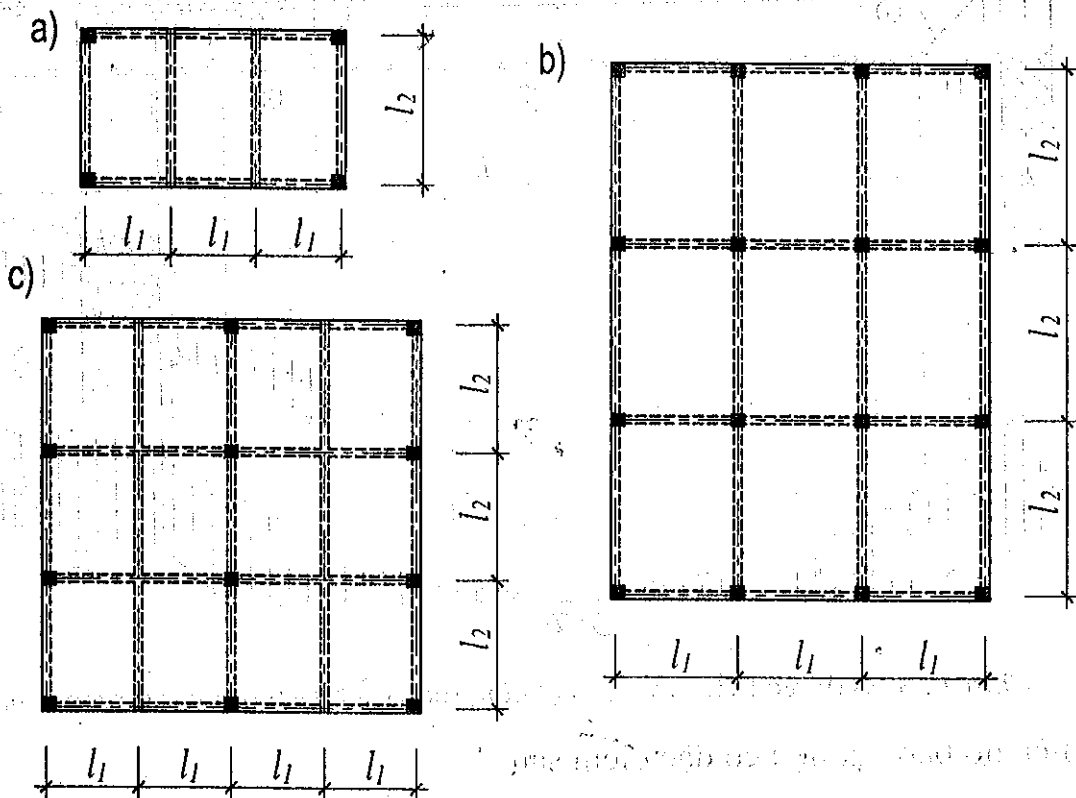
- Đoạn uốn cốt dọc chịu kéo biểu đồ là đoạn xiên, giới hạn bởi điểm đầu và điểm kết thúc đoạn uốn, góc nghiêng của đoạn xiên phụ thuộc độ lớn diện tích cốt thép uốn chứ không phụ thuộc góc nghiêng của thanh thép uốn.
- Biểu đồ bao vật liệu luôn luôn phải nằm ngoài biểu đồ bao mômen.
- Tại mọi tiết diện mà hiệu số giữa tung độ biểu đồ bao vật liệu và biểu đồ bao mômen càng nhỏ thì việc bố trí cốt thép càng hợp lý.

## B. SÀN SƯỜN CÓ BẢN HAI PHƯƠNG

### 1. SƠ ĐỒ SÀN

Bản hai phương còn thường được gọi là bản kê bốn cạnh.

Sàn gồm bản và dầm, kê lên cột và tường. Dầm và tường chia bản thành từng ô kích thước  $l_1 \times l_2$  với  $l_2$  là cạnh dài và  $l_2 \leq 2l_1$ .



Hình 1.24. Một số sơ đồ sàn

Dầm có thể được đặt theo một phương (hình 1.24a) hoặc theo hai phương (hình 1.24b, c). Khi dầm theo hai phương mà mọi chỗ giao nhau đều có cột đỡ

thì các dầm là đồng cấp (hình 1.24b), còn lại thì phân biệt dầm phụ và dầm chính (hình 1.24c). Dầm phụ trực tiếp đỡ bản sàn và liên kết với dầm chính, truyền tải trọng vào dầm chính. Dầm chính đỡ dầm phụ và một phần bản sàn, kê lên cột.

Kích thước mặt bằng ô bản thường được chọn trong khoảng:  $l_1 = 3 \div 5\text{m}$ ;  $l_2 = 4 \div 8\text{m}$  (thực tế có thể chọn bé hoặc lớn hơn).

Chiều dày bản sàn  $h_b$  chọn trong khoảng  $\left(\frac{1}{40} \div \frac{1}{50}\right)l_1$ .

Chọn  $h_b$  lớn trong các trường hợp: ô bản đơn kê tự do, sàn chịu tải trọng lớn, tỉ số  $l_2/l_1$  lớn.

Kích thước của dầm chọn giống như trong sàn có bản một phương (xem mục 1.1 phần A).

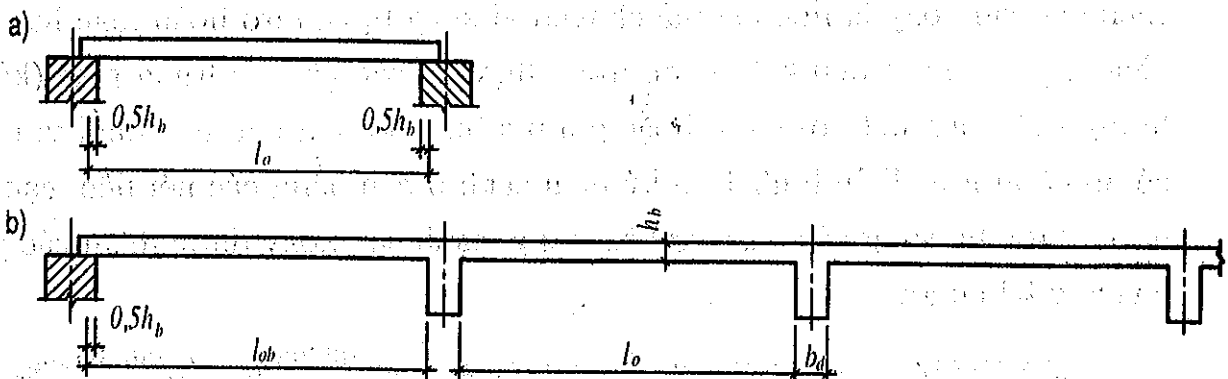
## 2. TÍNH BẢN

### 2.1. Nhịp tính toán

Cần xác định nhịp tính toán theo cả hai phương là  $l_{o1}$  và  $l_{o2}$ . Trong mỗi phương  $l_o$  được xác định như sau (xem lại mục 2.1 phần A).

- Khi bản liên kết toàn khối với dầm,  $l_o$  được đo đến mép trong của dầm.
- Khi bản kê lên tường,  $l_o$  được đo lùi vào bên trong mép tường một đoạn bằng  $C_b = \min(0,5h_b \text{ và } 0,5S_b)$  với  $S_b$  là đoạn bản kê lên tường.

Trên hình 1.25 kí hiệu  $l_o$  được dùng cho cả hai phương ( $l_{o1}$  và  $l_{o2}$ ).



Hình 1.25. Sơ đồ xác định nhịp tính toán của bản

### 2.2. Tải trọng

Tĩnh tải  $g$ , hoạt tải  $p$ , tải trọng toàn phần  $q = g + p$  được xác định giống như đối với bản một phương, xem mục 2.2 phần A.

### 2.3. Nội lực trong bản

Để xác định nội lực, trong mỗi ô bản lấy hai dải đại diện theo hai phương, vuông góc với nhau. Giữa mỗi dải có mômen dương  $M_1$  và  $M_2$ . Tại gối tựa, tùy tính chất của liên kết mà  $M = 0$  hoặc có mômen âm (với gối biên kê tự do  $M = 0$ , với gối tựa giữa hoặc gối biên liên kết khá cứng với dầm có mômen âm theo phương vuông góc với cạnh ô bản).

Để tính nội lực bản sàn trong các loại nhà thường dùng sơ đồ dẽo.

#### a. Ô bản đơn kê tự do trên bốn cạnh

$$M_1 = \frac{ql_{01}^2}{\varphi_1}; M_2 = M_1 \left( \frac{l_{01}}{l_{02}} \right)^2$$

Hệ số  $\varphi_1$  có thể được tra theo bảng 1.1, hoặc được tính theo công thức.

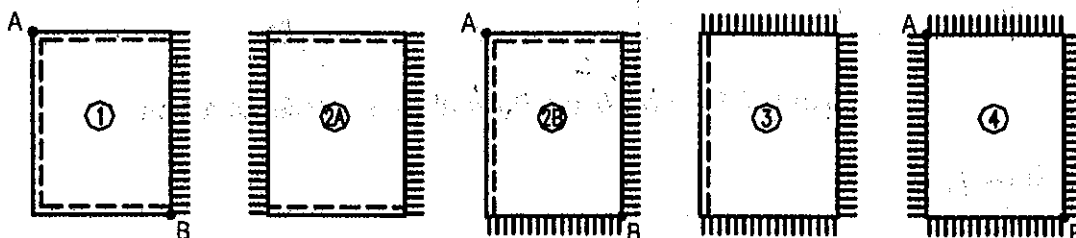
Bảng 1.1. Hệ số  $\varphi_1$  để tính bản kê tự do

$r = l_{02}/l_{01}$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
$\varphi_1$	24	20	17,5	15,7	14,3	12,5	11,5	10,8

$$\varphi_1 = \frac{24(1+r^3)}{r^2(3r-1)}$$

#### b. Ô bản đơn có một số cạnh liên kết cản xoay

Liên kết cản xoay là liên kết mà chuyển vị xoay bị cản trở hoàn toàn hay một phần. Lý tưởng là liên kết ngàm, trong thực tế, các gối tựa trung gian (kê lên tường hoặc liên kết với dầm) hoặc gối tựa biên do liên kết toàn khối với dầm có độ cứng lớn. Trên hình 1.26 ký hiệu cạnh ô bản bằng các nét liền, cạnh kê tự do được bổ sung các chấm ở bên trong, cạnh cản xoay được thêm các gạch ngang ở bên ngoài.



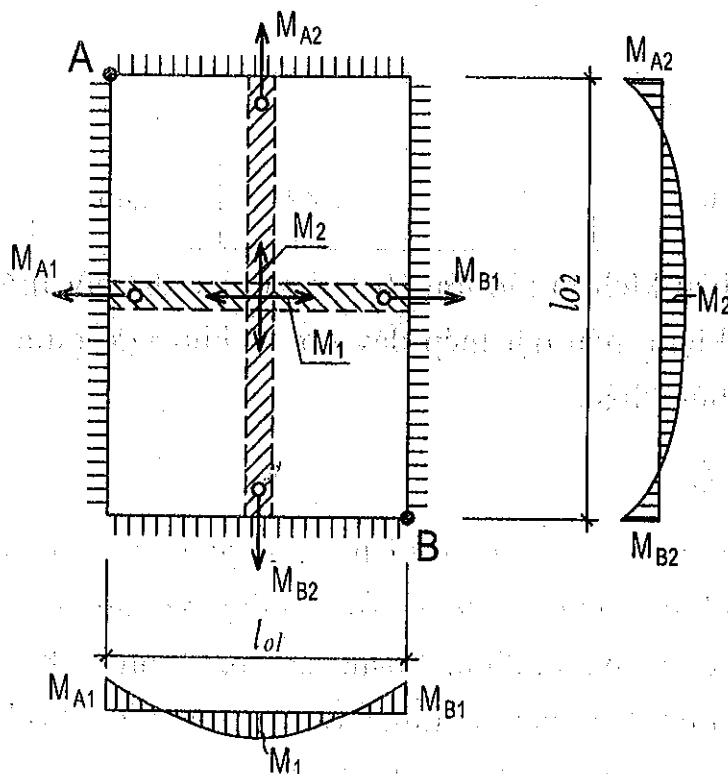
Hình 1.26. Các dạng ô bản có cạnh cản xoay



Đọc theo các cạnh cân xoay có mômen âm trong bản, theo một phương vuông góc với cạnh.

Kí hiệu các mômen âm ấy là  $M_{A1}$ ,  $M_{A2}$ ,  $M_{B1}$ ,  $M_{B2}$  (A, B là kí hiệu hai góc bản trên cùng đường chéo, 1 và 2 là chỉ phương tác dụng của mômen theo  $l_1$  hoặc  $l_2$ ).

Để tính toán các mômen theo sơ đồ dẻo, lấy ô bản có 4 cạnh cân xoay làm đại diện. Trên mặt bằng kí hiệu  $M$  dương bằng các mũi tên hai đầu  $\leftrightarrow$ ,  $M$  âm bằng mũi tên một đầu với một vòng tròn nhỏ ở đầu kia  $\circ \rightarrow$  (hình 1.27).



Hình 1.27. Nội lực trong ô bản hai phương

Với ô bản có một số cạnh kê tự do,  $M_A$ ,  $M_B$  ứng với các cạnh ấy bằng không.

Lấy  $M_1$  làm ẩn số chính.

Đặt  $M_2 = \theta M_1$ ,  $M_{Ai} = A_i M_1$ ,  $M_{Bi} = B_i M_1$  ( $i = 1, 2$ ).

Khi tính theo sơ đồ dẻo có thể tự chọn các hệ số  $\theta$ ,  $A_i$ ,  $B_i$  theo bảng 1.2. Ứng với các cạnh biên kê tự do lấy  $A_i$ ,  $B_i$  bằng không.

Công thức tính  $M_1$  phụ thuộc vào cách bố trí lưới cốt thép chịu mômen dương đặt phía dưới. Khi lưới cốt thép này được đặt đều theo mỗi phương trong toàn ô bản, tính  $M_1$  theo công thức sau:

$$M_1 = \frac{ql_{01}^2(3l_{02} - l_{01})}{12D}$$

$$D = (2 + A_1 + B_1)l_{02} + (2\theta + A_2 + B_2)l_{01}$$

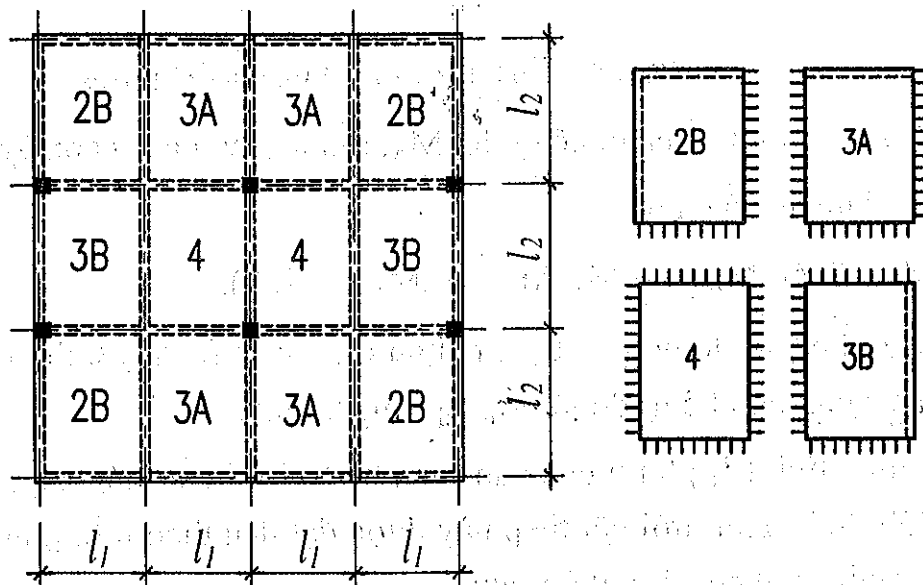
**Bảng 1.2. Các hệ số để tính nội lực ô bản hai phương**

$r = l_{02}/l_{01}$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$\theta$	1	0,7+0,9	0,5+0,7	0,45+0,55	0,35+0,40	0,30
$A_1, B_1$	1,3+1,4	1,2+1,3	1	1	1	1
$A_2, B_2$	1,2+1,3	1,0	0,7+0,8	0,6+0,7	0,5+0,6	0,50
Hệ số $\beta$ để tính lực cắt	0,33	0,38	0,42	0,45	0,48	0,50

Với các ô bản kích thước lớn ( $l_l > 4m$ ) việc đặt cốt thép đều ở phía dưới sẽ không tiết kiệm, nên đặt thép dày hơn ở khu vực giữa bản, lúc này tính  $M_1$  theo công thức khác.

**c. Ô bản liên tục**

Với bản liên tục mà các ô có kích thước gần bằng nhau theo mỗi phương có thể tính nội lực bằng cách xem mỗi ô là một bản đơn mà các gối tựa trung gian là liên kết cứng xoay. Ví dụ mặt bằng sàn trên hình 1.28 với các cạnh biên được xem là kê tự do. Khi tách ra từng ô riêng sẽ có 4 loại (kí hiệu xem hình 1.28).



**Hình 1.28. Bản hai phương liên tục**

Trên gôỉ trung gian giữa hai ô bản tính được mômen âm có thể khác nhau. Thông thường chấp nhận sự khác nhau đó và dùng giá trị lớn hơn để tính cốt thép.

#### d. Lực cắt

Lực cắt lớn nhất ở vào khoảng giữa liên kết theo cạnh  $l_2$ .

$$Q = \alpha\beta q l_1 \text{ (kN/m)}$$

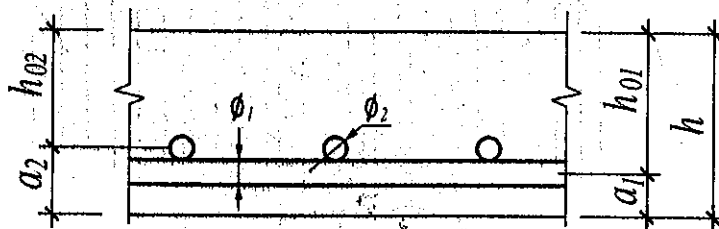
Lấy  $\alpha = 1$  khi hai cạnh  $l_2$  đều là kê tự do hoặc cản xoay;

$\alpha = 1,2$  khi một cạnh kê tự do, cạnh kia cản xoay;

$\beta$  – hệ số, được cho trong bảng 1.2.

### 2.4. Tính cốt thép

Tính toán cốt thép chịu mômen dương và mômen âm trong từng ô bản theo đúng chỉ dẫn như đối với bản một phương (xem mục 2.4 phần A). Cần chú ý là phải tính cốt thép chịu mômen dương theo cả hai phương với  $M_1, M_2$  và khi tính cần xác định  $h_o$  khác nhau theo từng phương. Theo phương  $l_1$  tính với  $M_1$ , cốt thép đặt phía dưới,  $h_{o1} = h - a_1$  với  $a_1 = c + \phi_1/2$  ( $c$  – chiều dày lớp bảo vệ). Theo phương  $l_2$  tính với  $M_2$ , cốt thép đặt chông lên bên trên (hình 1.29),  $h_{o2} = h - a_2$  với  $a_2 = c + \phi_1 + \phi_2/2$  ( $\phi_1, \phi_2$  đường kính cốt thép theo hai phương).



Hình 1.29. Cốt thép chịu mômen dương

Khi tính với mômen âm, nếu dự kiến bố trí cốt thép vuông góc với cạnh ngắn (chịu  $M_{A2}, M_{B2}$ ) xuống phía dưới cốt thép vuông góc với cạnh dài (tại góc bản hai loại cốt thép này chông lên nhau – hình 1.30) thì cũng cần dùng hai trị số  $h_o$  khác nhau.

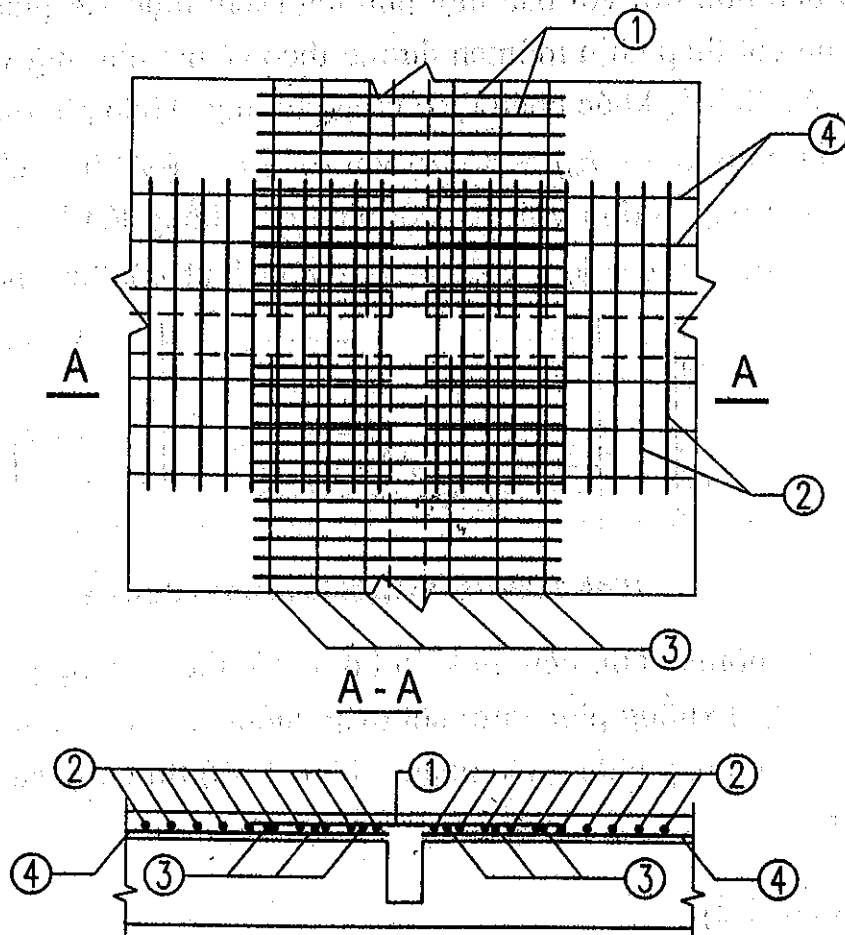
### 2.5. Cấu tạo cốt thép

Bố trí cốt thép trong bản hai phương cũng theo nguyên tắc đã trình bày trong mục 2.5 phần A, chỉ khác là ở lớp phía dưới cốt thép chịu lực đặt theo cả hai

phương nên không cần cốt phân bố. Cốt thép chịu mômen âm theo cả hai phương đều vươn ra khỏi mép gối một đoạn bằng  $\nu l_{o1}$  và để tiết kiệm cũng nên đặt các thanh dài, ngắn xen kẽ nhau. Cốt thép cấu tạo chịu mômen âm được đặt trên các cạnh biên kê tự do. Cốt thép phân bố chỉ cần đặt ở phía trên để liên kết các cốt chịu mômen âm.

Tại chỗ góc bản cần đặt cốt thép chịu mômen âm theo cả hai phương. Để tránh việc đặt chồng chéo nhiều cốt thép vào một vùng hẹp nên đặt cốt vuông góc với cạnh dài ① lên trên cùng, phía dưới, kê sát và vuông góc với ① đặt cốt thép số ② là cốt chịu lực vuông góc với cạnh ngắn và số ③ là cốt phân bố liên kết với ①. Dưới cốt số ② là cốt thép số ④, cốt phân bố liên kết và vuông góc với ② (hình 1.30).

Cũng ở vùng này còn có cốt thép phía trên của dầm đặt theo hai phương.



Hình 1.30. Cốt thép lớp trên ở các góc bản (chỗ hai dầm giao nhau)

### 3. TÍNH DẦM PHỤ

#### 3.1. Sơ đồ

Dầm phụ và dầm đồng cấp trong sàn có bản hai phương được tính theo cùng một sơ đồ. Chúng có thể là dầm đơn giản hoặc liên tục. Với dầm phụ gối đỡ là dầm chính và tường, với dầm đồng cấp gối đỡ là cột và tường.

Nhịp tính toán của dầm theo quy định tại mục 3.1 phần A.

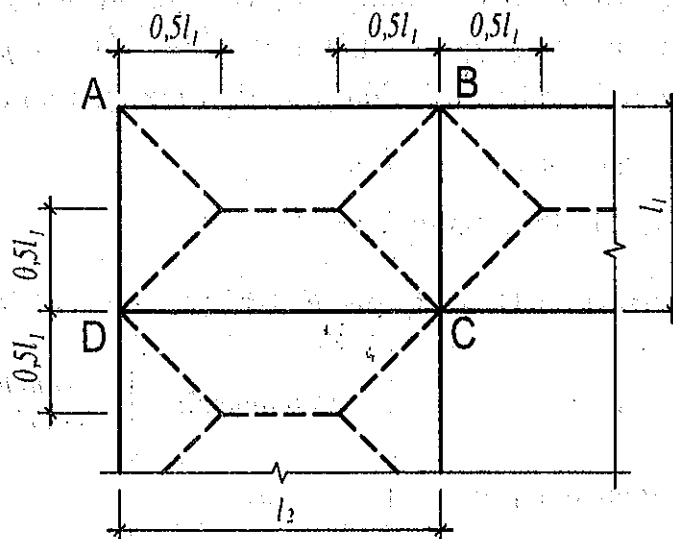
#### 3.2. Tải trọng

Gồm tĩnh tải  $g_d$  và hoạt tải  $p_d$ .

Tĩnh tải:  $g_d = g_o + g_l$  (kN/m)

$g_o$  – trọng lượng bản thân dầm, là tải trọng phân bố đều theo chiều dài dầm;

$g_l$  – phần tĩnh tải từ bản truyền vào dầm. Trong sàn có bản hai phương, tĩnh tải bản  $g$  được truyền cho dầm ra bốn xung quanh, theo cả hai phương. Quy ước lấy đường phân giác các góc của ô bản làm ranh giới phân chia tải trọng (hình 1.31).



Hình 1.31. Ranh giới phân chia tải trọng từ ô bản

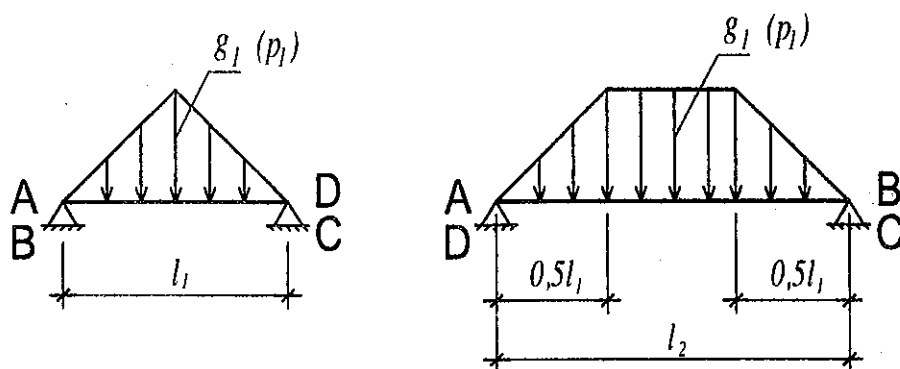
Như vậy tải trọng  $g$  từ bản truyền vào các dầm theo cạnh ngắn (AD, BC) theo hình tam giác, dầm theo cạnh dài (AB, DC) theo hình thang (hình 1.32).

Với dầm AB và AD, chỉ có bản ở một bên:

$$g_{IAB} = g_{IAD} = g \cdot 0,5l_1$$

Với dầm BC và DC, có bản ở hai bên:

$$g_{IBC} = g \cdot l_1; g_{IDC} = g(0,5l_{1\text{trái}} + 0,5l_{1\text{phải}})$$



Hình 1.32. Tải trọng từ bản truyền vào dầm

Hoạt tải  $p$  phân bố đều trên bản cũng được truyền vào dầm thành dạng tam giác hoặc hình thang giống như đối với tĩnh tải  $g$ :

$$p_l = p \cdot l_1 \text{ hoặc } p_l = p(0,5l_{1\text{trái}} + 0,5l_{1\text{phải}})$$

### 3.3. Nội lực

Nội lực dầm phụ thường được tính theo sơ đồ dẻo. Việc tính toán với tải trọng phân bố đều  $g_0$  và phân bố không đều  $(g_1, p_1)$  là hơi phức tạp. Để đơn giản hoá, có thể đổi tải trọng  $g_1, p_1$  thành phân bố đều  $g_2, p_2$  một cách gần đúng (trên nguyên tắc nội lực lớn nhất do  $g_1, p_1$  gây ra bằng nội lực lớn nhất do  $g_2, p_2$ ).

$$g_2 = k_0 g_1; p_2 = k_0 p_1$$

Hệ số quy đổi  $k_0$  lấy theo bảng 1.3.

Bảng 1.3. Hệ số  $k_0$  quy đổi tải trọng thành phân bố đều

Sơ đồ	Tính mômen	Tính lực cắt và truyền tải trọng
Tải trọng tam giác	2/3	0,5
Tải trọng hình thang	$1 - \frac{1}{3} \left( \frac{l_1}{l_2} \right)^2$	$1 - 0,5 \left( \frac{l_1}{l_2} \right)$

Sau khi đổi như vậy, có tải trọng phân bố đều trên dầm là:

$$g_d = g_0 + g_2; p_d = p_2 = k_0 p_1$$

Tính toán, vẽ hình bao mômen, biểu đồ lực cắt theo chỉ dẫn của mục 3.3 phần A.

### 3.4. Tính toán, cấu tạo cốt thép

Tính toán cốt thép dọc, cốt thép đai cho dầm phụ theo đúng như chỉ dẫn tại các mục 3.4 và 3.5 của phần A.

Cấu tạo cốt thép, tính và vẽ hình bao vật liệu theo chỉ dẫn của mục V phần A.

## 4. TÍNH DẦM CHÍNH

### 4.1. Sơ đồ

Dầm chính thường liên kết với cột tạo thành khung và được tính theo kết cấu khung. Chỉ khi thoả mãn một số điều kiện (đã bố trí kết cấu chịu tải trọng ngang, độ cứng chống uốn của dầm lớn hơn 4 lần độ cứng cột) mới có thể tính dầm chính theo kết cấu dầm. Dầm chính có thể là đơn giản hoặc liên tục. Nội lực dầm chính có thể được tính theo sơ đồ dàn hồi hoặc déo. Trong tài liệu này trình bày cách tính theo sơ đồ dàn hồi. Nhịp tính toán của dầm chính  $l$  lấy bằng khoảng cách giữa trục các gối tựa (cột, tường).

### 4.2. Tải trọng

Trọng lượng bản thân là phân bố đều  $g_{o2}$ . Tải trọng từ bản truyền vào (tĩnh tải và hoạt tải) gồm hai phần: tải trọng tập trung thông qua dầm phụ (tĩnh tải  $G_1$ , hoạt tải  $P_1$ ) và tải trọng phân bố chủ yếu theo dạng tam giác, truyền trực tiếp từ bản vào (tĩnh tải  $g_1$ , hoạt tải  $p_1$ ).

### 4.3. Nội lực

Cần tính toán và vẽ hình bao mômen và hình bao lực cắt theo nguyên tắc đã trình bày trong mục 4.3 của phần A. Để có thể dùng được các bảng lập sẵn (khi các nhịp dầm  $l$  gần bằng nhau) thì cần đổi các tải trọng phân bố về thành tải trọng tập trung tương đương là  $G_2$  và  $P_2$ .

$$G = G_1 + G_2; P = P_1 + P_2$$

$$G_2 = g_{o2}l_1 + k_1g_1l_1$$

$$P_2 = k_1p_1l_1$$

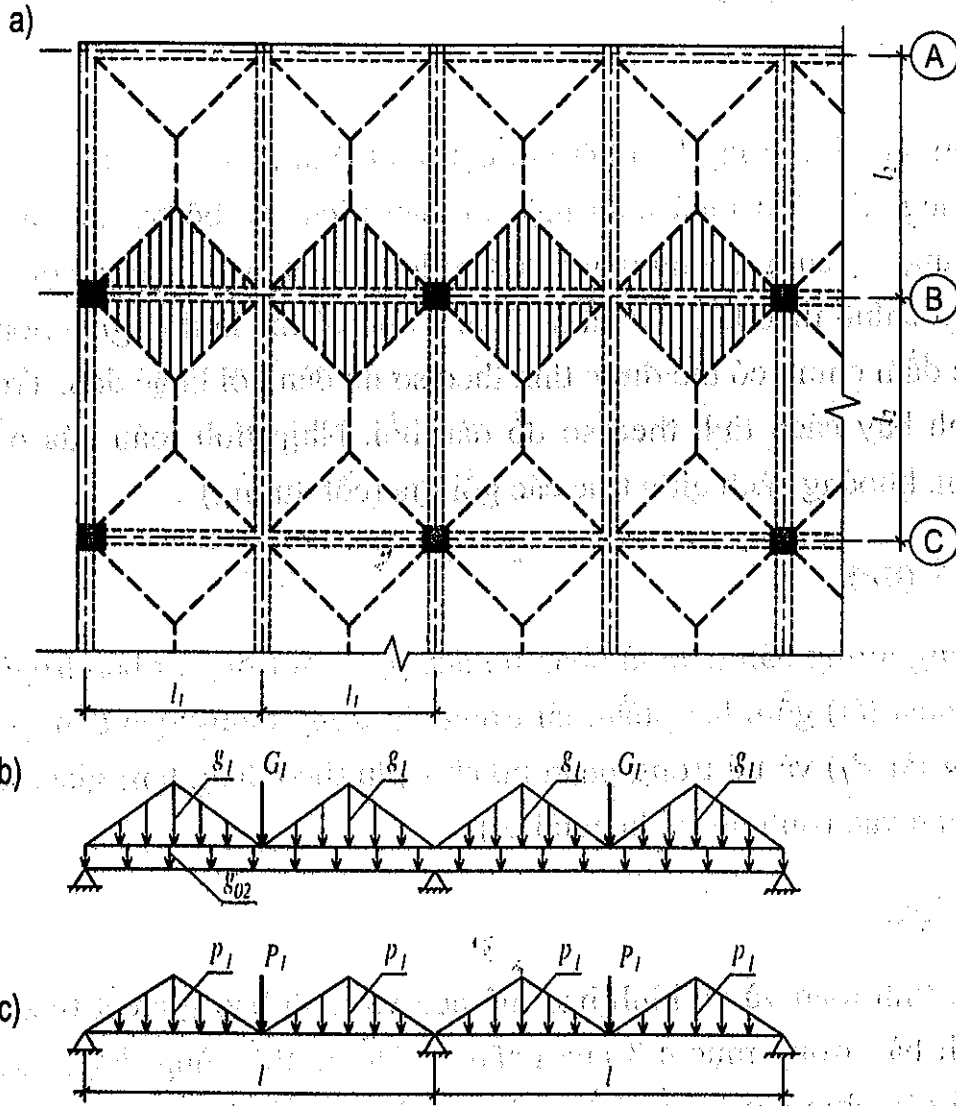
Lấy  $k_1 = 0,5$  khi tính mômen và  $k_1 = 1$  khi tính lực cắt.

Khi hai bên dầm chính đang xét đều có dầm phụ nhịp  $l_2$  thì:

$$G_1 = g_d l_2 \text{ và } P_1 = p_d l_2$$

$g_d$  và  $p_d$  – tải trọng phân bố đều trên dầm phụ.

Sau khi có  $G$  và  $P$  tiến hành tính toán  $M$  và  $Q$  theo các chỉ dẫn đã nêu trong mục 4.3 phần A.



Hình 1.33. Tải trọng dầm chính

a) Sơ đồ phân tải trên mặt bằng; b, c) Tính tải và hoạt tải trên dầm chính trục B

#### 4.4. Tính toán, cấu tạo cốt thép

Theo đúng các chỉ dẫn ở mục tương ứng ở phần A để tính cốt thép dọc chịu mômen dương, mômen âm và tính cốt thép ngang (cốt đai, cốt xiên) chịu lực cắt.



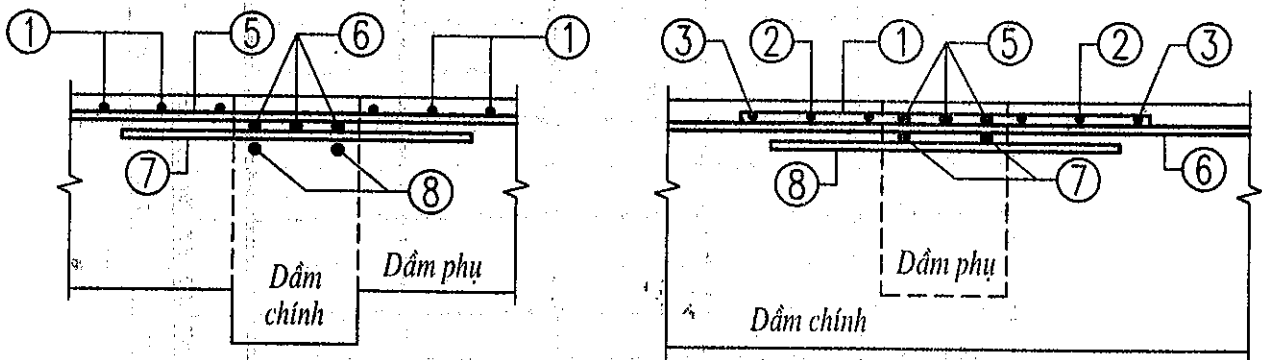
## 5. CẤU TẠO CỐT THÉP DẦM

Bố trí và cấu tạo cốt thép cho dầm phụ, dầm chính theo các chỉ dẫn tại mục 5 phần A.

Ở chỗ dầm giao nhau (đặc biệt là chỗ trên cột) có nhiều lớp cốt thép của bản và dầm chồng chéo nhau, đan xen nhau. Hình 1.30 thể hiện 4 loại thép trong bản. Hình 1.34 thể hiện trên mặt cắt theo hai phương cốt thép của cả bản và dầm. Thứ tự từ trên xuống như sau:

Lớp trên cùng, cốt số ①, cốt chịu lực trong bản vuông góc với cạnh dài. Lớp thứ hai, cốt số ②, chịu lực vuông góc với cạnh ngắn và cốt số ③ là cốt phân bố (vuông góc với ①). Cũng ở lớp thứ hai này đặt cốt số ⑤ là cốt dọc ở lớp trên của dầm phụ. Lớp thứ ba đặt cốt thép phân bố số ④ và cốt số ⑥ là cốt dọc trên cùng của dầm chính. Khi cốt chịu mômen âm của dầm phụ đặt thành hai lớp thì cốt số ⑦ của lớp dưới đặt bên dưới cốt số ⑥ thành lớp thứ tư.

Khi cốt chịu mômen âm của dầm chính đặt thành hai lớp thì cốt số ⑧ của lớp dưới đặt bên dưới cốt số ⑦ thành lớp thứ 5 (hình 1.34).



Hình 1.34. Cốt thép phía trên chỗ dầm giao nhau

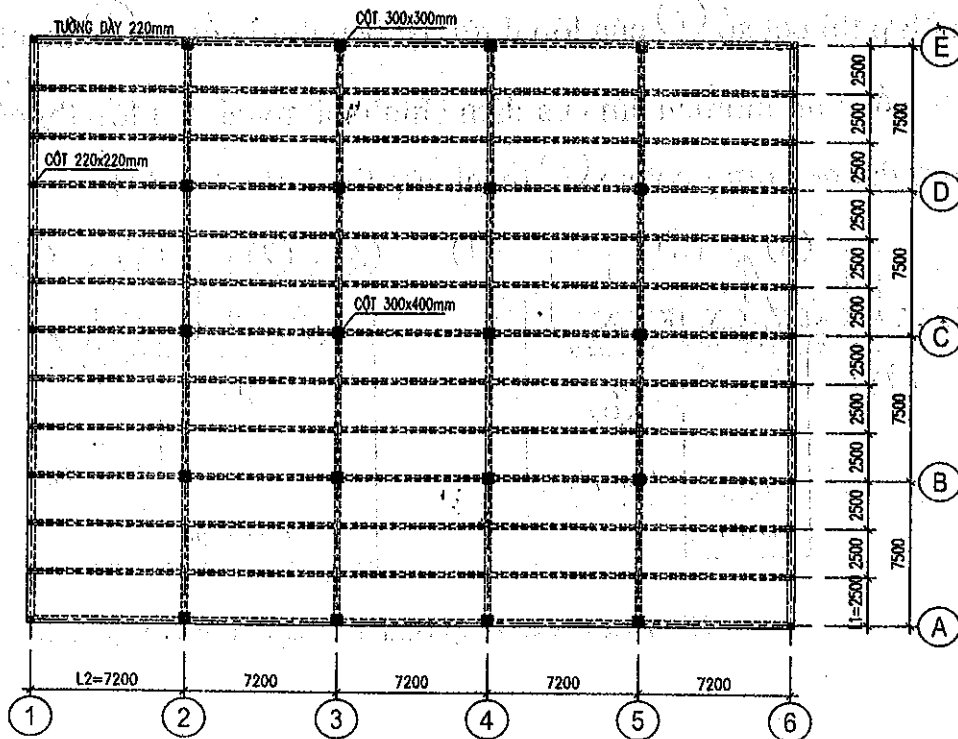
## Phần 2

# VÍ DỤ TÍNH TOÁN

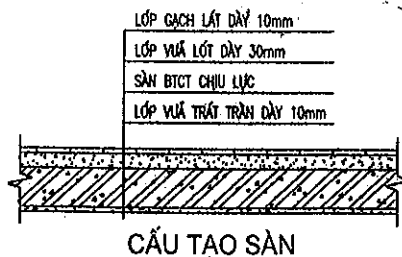
## A. TÍNH TOÁN VÀ CẤU TẠO SÀN CÓ BẢN MỘT PHƯƠNG

### 1. SỐ LIỆU CHO TRƯỚC

1. Sơ đồ kết cấu sàn theo hình 2.1.



MẶT BẰNG SÀN



Hình 2.1. Sơ đồ sàn

2. Kích thước tính từ giữa trục dầm và trục tường  $l_1 = 2,5\text{m}$ ;  $l_2 = 7,2\text{m}$ . Tường chịu lực có chiều dày  $b_t = 220\text{mm}$ .

Cột bê tông cốt thép:

- Cột giữa: tiết diện  $b_c \times h_c = 300 \times 400\text{mm}$
  - Cột trong tường trục 1, 6:  $220 \times 200\text{mm}$
  - Cột đầu dầm chính:  $300 \times 300\text{mm}$
3. Sàn nhà dân dụng, cấu tạo mặt sàn gồm bốn lớp như trên hình 1.1. Hoạt tải tiêu chuẩn  $p^{tc} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ ; hệ số độ tin cậy của hoạt tải  $n = 1,2$ .
4. Vật liệu: Bê tông cấp độ bền theo cường độ chịu nén B15, cốt thép của bản và cốt đai của dầm dùng nhóm CI, cốt dọc của dầm dùng nhóm CII.

## 2. TÍNH BẢN

### 2.1. Phân tích

Sàn có dầm theo 2 phương. Dầm tại các trục 2, 3, 4, 5 là dầm chính. Các dầm vuông góc với dầm chính là dầm phụ. Kích thước ô bản:  $l_1 = 2500\text{mm}$ ,  $l_2 = 7200\text{mm}$ ,  $l_2 > 2l_1$  nên có bản một phương.

### 2.2. Chọn kích thước các cấu kiện

Chọn chiều dày của bản:

$$h_b = \frac{D}{m} \times l_1 = \frac{1,1}{35} \times 2500 = 78,6\text{mm}.$$

Chọn  $h_b = 80\text{mm}$ .

Trong đó:  $D = 1,1$  với tải trọng trung bình;  $m = 35$  với bản liên tục.

Chọn tiết diện dầm phụ:

$$h_{dp} = \frac{1}{m_{dp}} \times l_2 = \frac{1}{14} \times 7200 = 514\text{mm}.$$

Chọn  $h_{dp} = 500\text{mm}$ ,  $b_{dp} = 220\text{mm}$ .

Chọn tiết diện dầm chính: nhịp dầm chính là khoảng cách các cột, bằng  $7500\text{mm}$ .

$$h_{dc} = \frac{1}{m_{dc}} \times l = \frac{1}{11} \times 7500 = 682\text{mm}.$$

Chọn  $h_{dc} = 700\text{mm}$ ,  $b_{dc} = 300\text{mm}$ .

Giăng tường có tiết diện  $b_g \times h_g = 220 \times 220\text{mm}$ .

### 2.3. Sơ đồ tính

Bản một phương, lấy dải bản rộng  $b_l = 1\text{m}$  vuông góc với dầm phụ làm đại diện để tính. Xem dải bản như dầm liên tục.

Nhịp tính toán của bản:

$$\text{Nhịp biên: } l_{ob} = l_{lb} - \frac{b_{dp}}{2} - \frac{b_l}{2} + C_b = 2,50 - \frac{0,22}{2} - \frac{0,22}{2} + 0,5 \cdot 0,08 = 2,32\text{m}$$

$$\text{Nhịp giữa: } l_o = l_l - b_{dp} = 2,50 - 0,22 = 2,28\text{m}$$

$$\text{Chênh lệch giữa các nhịp: } \frac{2,32 - 2,28}{2,32} \times 100\% = 1,72\%$$

### 2.4. Tải trọng tính toán

Tĩnh tải được tính toán như trong bảng 2.1.

**Bảng 2.1. Xác định tĩnh tải**

Các lớp cấu tạo bản	Giá trị tiêu chuẩn (kN/m <sup>2</sup> )	Hệ số độ tin cậy	Giá trị tính toán (kN/m <sup>2</sup> )
- Lớp gạch lát dày 10mm, $\gamma = 20\text{kN/m}^3$	$0,01 \times 20 = 0,200$	1,1	0,220
- Lớp vữa lót dày 30mm, $\gamma = 18\text{kN/m}^3$	$0,03 \times 18 = 0,540$	1,3	0,702
- Bản bê tông cốt thép dày 80mm, $\gamma = 25\text{kN/m}^3$	$0,08 \times 25 = 2,000$	1,1	2,200
- Lớp vữa trát dày 10mm, $\gamma = 18\text{kN/m}^3$	$0,01 \times 18 = 0,180$	1,3	0,234
<b>Tổng cộng</b>	<b>2,920</b>		<b>3,356</b>

Lấy tròn  $g_b = 3,36 \text{ kN/m}^2$

Hoạt tải  $p_b = p^{lc} n = 5,0 \times 1,2 = 6,0 \text{ kN/m}^2$

Tải trọng toàn phần  $q_b = g_b + p_b = 3,36 + 6,00 = 9,36 \text{ kN/m}^2$

Tính toán với dải bản  $b_l = 1\text{m}$ , có  $q_b = 9,36 \times 1 = 9,36 \text{ kN/m}$ .

## 2.5. Nội lực tính toán

Theo sơ đồ dẽo:

– Mômen uốn tại nhịp biên và gối thứ hai:

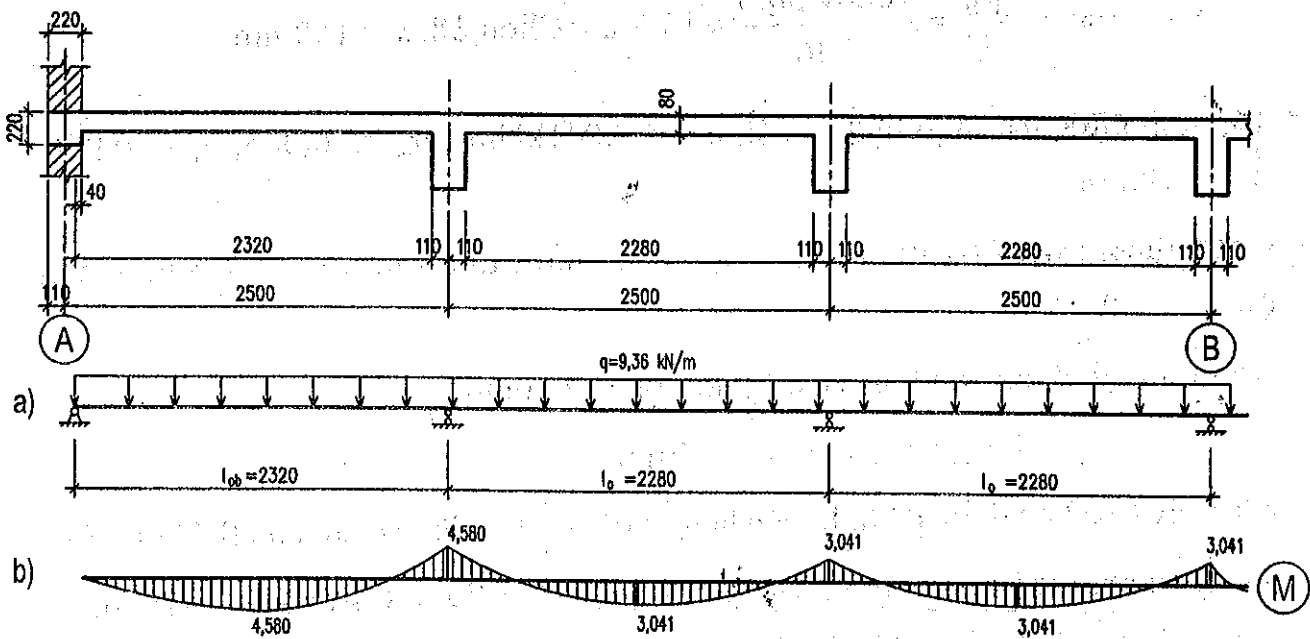
$$M_{nh} = M_{g2} = \pm \left( \frac{q_b l_{ob}^2}{11} \right) = \pm \left( \frac{9,36 \times 2,32^2}{11} \right) = \pm 4,58 \text{ kNm}$$

– Mômen uốn tại nhịp giữa và gối giữa:

$$M_{nhg1} = M_{g1} = \pm \left( \frac{q_b l_o^2}{16} \right) = \pm \left( \frac{9,36 \times 2,28^2}{16} \right) = \pm 3,04 \text{ kNm}$$

Giá trị lực cắt lớn nhất:

$$+ Q_B^l = 0,6 q_b l_{ob} = 0,6 \times 9,36 \times 2,32 = 13,03 \text{ kN}$$



Hình 2.2. Sơ đồ tính toán và nội lực của dãi bản

a) Sơ đồ tính toán; b) Biểu đồ mômen

## 2.6. Tính cốt thép chịu mômen uốn

Số liệu: Bê tông B15 có  $R_b = 8,5 \text{ MPa}$ , Cốt thép CI có  $R_s = 225 \text{ MPa}$ .

Tính nội lực theo sơ đồ dẽo, hệ số hạn chế vùng nén  $\alpha_{pl} = 0,255$

Chọn  $a = 15 \text{ mm}$  cho mọi tiết diện:

$$h_0 = h_b - a = 80 - 15 = 65 \text{ mm.}$$

Tại gối biên và nhịp biên, với  $M = 4,58\text{kNm}$  (đổi thành  $4,58 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$ ):

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{4,58 \times 10^6}{8,5 \times 1000 \times 65^2} = 0,127 < \alpha_{pl} = 0,255;$$

Tra bảng phụ lục 10 có  $\zeta = 0,932$

$$A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0} = \frac{4,58 \times 10^6}{225 \times 0,932 \times 65} = 336 \text{ mm}^2;$$

$$\mu\% = \frac{A_s}{b_1 h_0} = \frac{336}{1000 \times 65} \times 100 = 0,52\%$$

Chọn thép có đường kính 8mm,  $a_s = 50,3 \text{ mm}^2$ , khoảng cách giữa các cốt thép là:

$$s = \frac{b_1 a_s}{A_s} = \frac{1000 \times 50,3}{336} \approx 150 \text{ mm} \text{ Chọn } \phi 8, s = 150 \text{ mm.}$$

Tại gối giữa và nhịp giữa, với  $M = 3,041 \text{ kNm}$ ,  $\alpha_m = 0,085$ ,  $\zeta = 0,956$ ,  $A_s = 218 \text{ mm}^2$ .

Chọn thép có đường kính 6mm,  $a_s = 28,1 \text{ mm}^2$ , tính được  $s = 130 \text{ mm}$ . Chọn  $\phi 6$ ,  $s = 130$ .

Kiểm tra lại chiều cao làm việc  $h_o$ : lớp bảo vệ 10mm.

$$h_{oi} = 80 - 10 - 0,5 \times 8 = 66 \text{ mm}$$

Như vậy trị số đã dùng để tính toán là  $h_o = 65 \text{ mm}$  là thiên về an toàn (bé hơn 66).

Cốt thép chịu mômen âm: với  $p_b/g_b = 6,0/3,36 = 1,79 < 3$ , trị số  $\nu = 0,25$ , đoạn vươn của cốt thép chịu mômen âm tính từ mép dầm phụ là:

$$\nu l_o = 0,25 \times 2,28 = 0,57 \text{ m};$$

tính từ trục dầm phụ là:

$$\nu l_o + 0,5 b_{dp} = 0,57 + 0,5 \times 0,22 = 0,68 \text{ m}$$

Thép dọc chịu mômen âm được đặt xen kẽ nhau, đoạn vươn của cốt thép ngắn hơn tính từ mép dầm phụ là:

$$\frac{1}{6} \times l_o = \frac{1}{6} \times 2,28 = 0,38 \text{ m};$$

Tính từ trục dầm phụ là:

$$\frac{1}{6} \times l_o + 0,5 \times b_{dp} = \frac{1}{6} \times 2,28 + 0,5 \times 0,22 = 0,49\text{m}$$

Thép dọc chịu mômen dương được đặt xen kẽ nhau, khoảng cách từ đầu mút của cốt thép ngắn hơn đến mép dầm phụ là:

$$\frac{1}{8} \times l_o = \frac{1}{8} \times 2,28 = 0,285\text{m}$$

Kiểm tra khả năng chịu lực cắt:

$$Q_{bmin} = 0,8R_{bt}b_lh_0 = 0,8 \times 0,75 \times 1000 \times 65 = 39000\text{N} = 39,0\text{kN}$$

$$Q_B^T = 13,03 \text{ kN} < Q_{bmin}$$

Bê tông đủ khả năng chịu lực cắt.

## 2.7. Cốt thép cấu tạo

- **Cốt thép chịu mômen âm đặt theo phương vuông góc với dầm chính và theo phương vuông góc với giằng tường:**

Chọn  $\phi 6$ ,  $s = 200$  có diện tích trên mỗi mét của bản là  $141\text{mm}^2$ , lớn hơn 50% diện tích cốt thép tính toán tại gối tựa giữa của bản là  $0,5 \times 218\text{mm}^2 = 109\text{mm}^2$ , sử dụng các thanh cốt mũ, đoạn vươn ra tính từ mép dầm chính là:

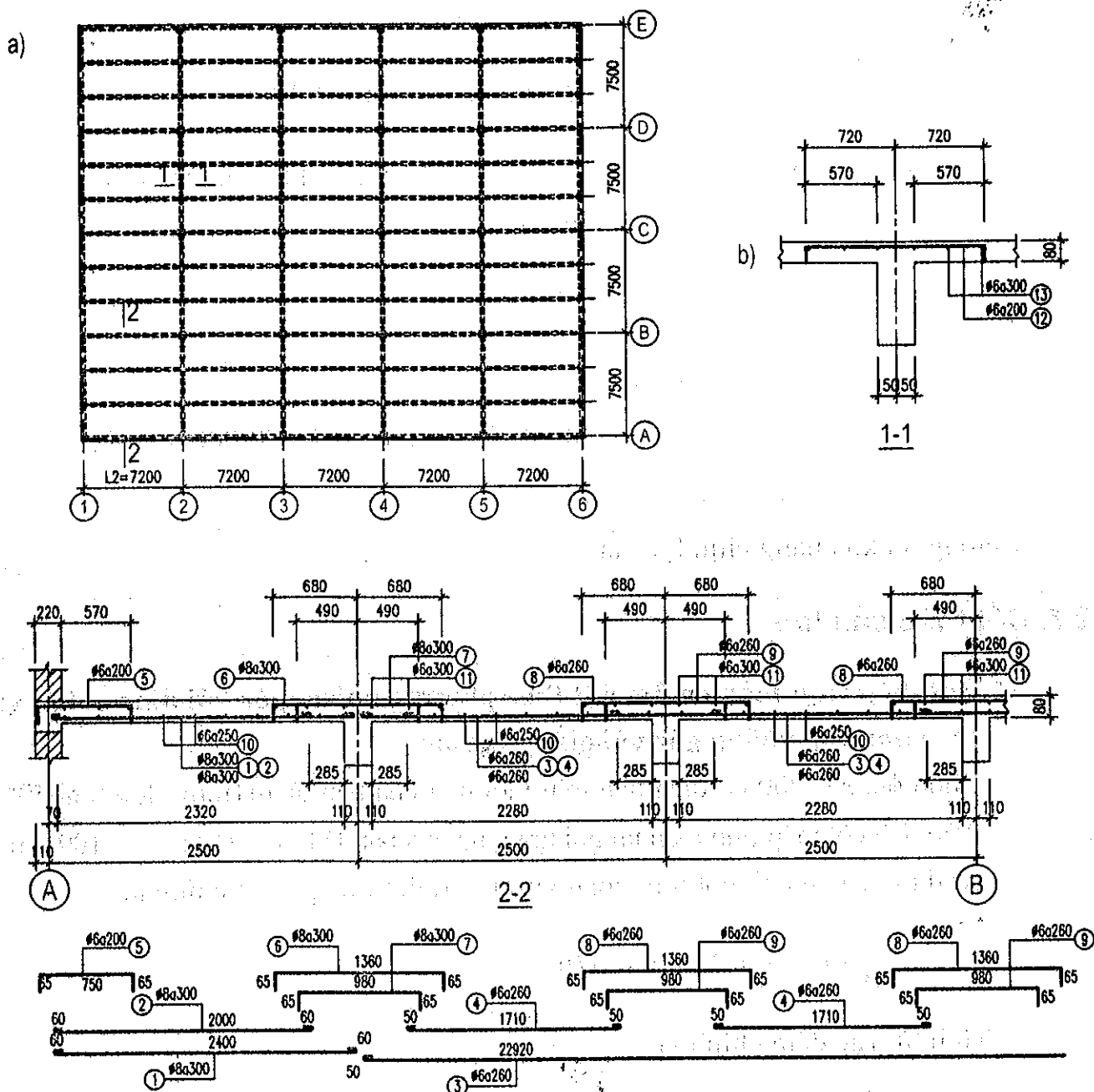
$$\frac{1}{4} \times l_o = \frac{1}{4} \times 2,28 = 0,57\text{m}$$

Tính từ trục dầm chính là:

$$\frac{1}{4} \times l_o + 0,5 \times b_{dc} = \frac{1}{4} \times 2,5 + 0,5 \times 0,30 = 0,720\text{m}$$

- **Cốt thép phân bố được bố trí vuông góc cốt thép chịu lực:**

Chọn  $\phi 6$ ,  $s = 250$  có diện tích trên mỗi mét của bản là  $113\text{mm}^2$ , đảm bảo lớn hơn 20% diện tích cốt thép tính toán tại giữa nhịp (nhịp biên  $0,2 \times 318 = 63,6\text{mm}^2$ , nhịp giữa  $0,2 \times 218 = 43,6\text{mm}^2$ ).



Hình 2.3. Bố trí cốt thép trong bản

a) Mặt bằng; b) Mặt cắt 1-1 qua dầm chính; c) Mặt cắt 2-2 và khai triển cốt thép

### 3. TÍNH DẦM PHỤ

#### 3.1. Sơ đồ tính

Dầm phụ là dầm liên tục 5 nhịp đối xứng. Xét một nửa bên trái của dầm (hình 2.4).

Dầm gối lên tường một đoạn  $S_d$  bằng chiều dày tường,  $S_d = 220\text{mm}$ .



$$C_d = \min(S_d/2 \text{ và } l_2/40); (S_d/2) = 110\text{mm} < (1/40)l_2 = 180\text{mm}.$$

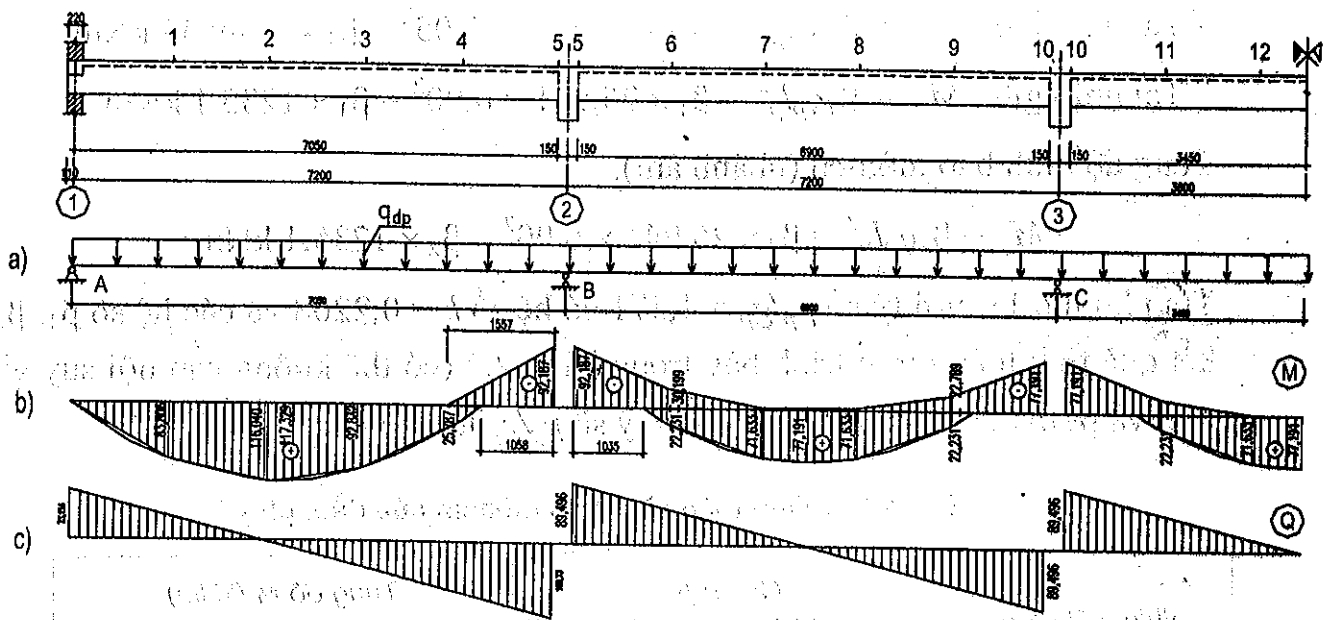
Vậy  $C_d = 110\text{mm}$ .

Nhịp tính toán của dầm phụ:

$$\text{Nhịp biên: } l_{pb} = l_2 - \frac{b_{dc}}{2} - \frac{b_t}{2} + C_d = 7,20 - \frac{0,30}{2} - \frac{0,22}{2} + 0,11 = 7,05\text{m}$$

$$\text{Nhịp giữa: } l_p = l_2 - b_{dc} = 7,20 - 0,30 = 6,90\text{m}$$

$$\text{Chênh lệch giữa các nhịp: } \frac{7,05 - 6,90}{7,05} \times 100\% = 2,13\% < 10\%$$



Hình 2.4. Sơ đồ tính toán và nội lực trong dầm phụ

a) Sơ đồ tính; b) Biểu đồ bao mômen; c) Biểu đồ lực cắt

### 3.2. Tải trọng tính toán

Tính tải:

- Tải trọng bản thân dầm (không kể phần bản dày 80mm):

$$g_{op} = b_{dp} (h_{dp} - h_b) \gamma_m = 0,22 \times (0,50 - 0,08) \times 25 \times 1,1 = 2,541 \text{ kN/m}$$

- Tải trọng truyền từ bản:

$$g_{bl} = 3,36 \times 2,50 = 8,400 \text{ kN/m}$$

$$\text{Tính tải toàn phần: } g_p = g_{odp} + g_{bl} = 2,541 + 8,400 = 10,941 \text{ kN/m}$$

$$\text{Hoạt tải truyền từ bản: } p_p = p_{bl} = 6,00 \times 2,5 = 15,000 \text{ kN/m}$$

Tải trọng tính toán toàn phần:

$$q_p = g_p + p_p = 10,941 + 15,000 = 25,941 \text{ kN/m}$$

Tỷ số  $\frac{p_p}{g_p} = \frac{15,000}{10,941} = 1,371$

### 3.3. Nội lực tính toán

#### a. Mômen uốn

Tung độ hình bao mômen (nhánh dương):

- Tại nhịp biên  $M^+ = \beta_1 q_p l_{pb}^2 = \beta_1 \times 25,941 \times 7,05^2 = \beta_1 \times 1289,33 \text{ kNm}$

- Tại nhịp giữa  $M^+ = \beta_1 q_p l_p^2 = \beta_1 \times 25,941 \times 6,90^2 = \beta_1 \times 1235,1 \text{ kNm}$

Tung độ hình bao mômen (nhánh âm):

$$M^- = \beta_2 q_p l_p^2 = \beta_2 \times 25,941 \times 6,90^2 = \beta_2 \times 1235,1 \text{ kNm}$$

Tra phụ lục 11, với tỷ số  $p_p/g_p = 1,371$  có hệ số  $k = 0,2208$  và các hệ số  $\beta_1, \beta_2$ , kết quả tính toán được trình bày trong bảng 2.2 (có thể không cần nội suy giá trị  $k$  và  $\beta_2$  mà lấy theo dòng ứng với tỷ số  $p_p/g_p$  lớn hơn).

**Bảng 2.2. Tính toán hình bao mômen của dầm phụ**

Nhịp, tiết diện	Giá trị $\beta$		Tung độ $M$ (kNm)	
	$\beta_1$	$\beta_2$	$M^+$	$M^-$
Nhịp biên				
Gối 1	0		0	
1	0,065		83,806	
2	0,090		116,040	
0,425.l	0,091		117,329	
3	0,072		92,832	
4	0,020		25,787	
Gối 2 – Td. 5		-0,0715		-92,187
Nhịp 2				

Nhịp, tiết diện	Giá trị $\beta$		Tung độ $M$ (kNm)	
	$\beta_1$	$\beta_2$	$M^+$	$M^-$
6	0,018	-0,0245	22,231	-30,26
7	0,058	0,0019	71,633	2,350
0,5.l	0,0625		77,191	
8	0,058	0,0023	71,633	2,868
9	0,018	-0,0185	22,231	-22,789
Gối 3 – Td. 10		-0,0625		-77,191
Nhịp giữa				
11	0,018	-0,01745	22,231	-21,554
12	0,058	0,000386	71,633	0,477
0,5.l	0,0625	0,000386	77,191	0,477

Tiết diện có mômen âm bằng 0 cách bên trái gối thứ hai một đoạn:

$$x = kl_{pb} = 0,2208 \times 7,05 = 1,557\text{m.}$$

Tiết diện có mômen dương bằng 0 cách gối tựa một đoạn:

– Tại nhịp biên:  $0,15l_{pb} = 0,15 \times 7,05 = 1,058\text{m}$

– Tại nhịp giữa:  $0,15l_p = 0,15 \times 6,900 = 1,035\text{m}$

### b. Lực cắt

$$Q_1 = 0,4q_p l_{pb} = 0,4 \times 25,941 \times 7,05 = 73,154 \text{ kN}$$

$$Q_2' = 0,6q_p l_{pb} = 0,6 \times 25,941 \times 7,05 = 109,730 \text{ kN}$$

$$Q_2'' = Q_3 = 0,5q_p l_p = 0,5 \times 25,941 \times 6,900 = 89,496 \text{ kN}$$

Hình bao mômen và biểu đồ lực cắt thể hiện trên hình 1.4.

### 3.4. Tính cốt thép dọc

Bê tông cấp độ bền B15 có  $R_b = 8,5 \text{ MPa}$ ,  $R_{bt} = 0,75 \text{ MPa}$ ; Cốt thép dọc nhóm CII có  $R_s = 280 \text{ MPa}$ ,  $R_{sc} = 280 \text{ MPa}$ , cốt đai nhóm CI có  $R_{sw} = 175 \text{ MPa}$ . Tính nội lực theo sơ đồ dẽo, hệ số hạn chế vùng nén  $\xi_{pl} = 0,3$ ;  $\alpha_{pl} = 0,255$ .

**a. Với mômen âm**

Tính theo tiết diện chữ nhật  $b = 220\text{mm}$ ,  $h = 500\text{mm}$ .

Giả thiết  $a = 35\text{mm}$ ,  $h_0 = 500 - 35 = 465\text{mm}$ .

Tại gô 2, với  $M = 92,187\text{kNm}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{92,187 \times 10^6}{8,5 \times 220 \times 465^2} = 0,228 < \alpha_{pl} = 0,255$$

$$\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0,228}}{2} = 0,869 \text{ (hoặc tra bảng)}$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0} = \frac{92,187 \times 10^6}{280 \times 0,869 \times 465} = 814,78\text{mm}^2$$

Kiểm tra  $\mu\% = \frac{A_s}{b_{dp} h_0} = \frac{814,78}{220 \times 465} \times 100 = 0,796\%$

Tại gô 3, với  $M = 77,191\text{kNm}$ ,  $\alpha_m = 0,191$ ,  $\zeta = 0,893$ ,  $A_s = 664\text{mm}^2$ ,  $\mu = 0,649\%$ .

**b. Với mômen dương**

Tính theo tiết diện chữ T, có cánh nằm trong vùng nén, bề dày cánh  $h_f = 80\text{mm}$ .

Giả thiết  $a = 35\text{mm}$ ,  $h_0 = 500 - 35 = 465\text{mm}$ .

Độ vươn của cánh  $S_f$  lấy không lớn hơn giá trị bé nhất trong các trị số sau:

–  $(1/6)l_d = (1/6) \times 6,90 = 1,15\text{m}$ .

– Một nửa khoảng cách thông thủy giữa hai dầm phụ cạnh nhau:

$0,5l_v = 0,5 \times 2,28 = 1,14\text{m}$  (do  $h_f > 0,1h$ , với  $h = 500\text{mm}$  và khoảng cách giữa các dầm ngang lớn hơn khoảng cách giữa các dầm dọc:  $7,2\text{m} > 2,5\text{m}$ ).

Vậy  $S_f \leq \min(1,15; 1,14)\text{m} = 1,14\text{m}$ .

Chọn  $S_f = 1140\text{mm}$ .

Bề rộng cánh  $b_f = b + 2S_f = 220 + 2 \times 1140 = 2500\text{mm}$

Tính  $M_f = R_b b_f h_f (h_0 - 0,5 h_f)$

$M_f = 8,5 \times 2500 \times 80 \times (465 - 0,5 \times 80) = 722,5 \times 10^6\text{Nmm}$ .

$M_{\max}^+ = 117,329 \text{ kNm} < M_f = 722,5 \text{ kNm} \rightarrow$  Trục trung hoà đi qua cánh.

Tính theo tiết diện chữ nhật  $b = b_f' = 2500 \text{ mm}$ ,  $h = 500 \text{ mm}$ ,  $a = 35 \text{ mm}$ ,  
 $h_0 = 465 \text{ mm}$ .

Tại nhịp biên, với  $M^+ = 117,329 \text{ kNm}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b_f' h_0^2} = \frac{117,329 \times 10^6}{8,5 \times 2500 \times 465^2} = 0,026 < \alpha_{pl} = 0,255$$

$$\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0,026}}{2} = 0,987$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0} = \frac{117,329 \times 10^6}{280 \times 0,987 \times 465} = 913 \text{ mm}^2$$

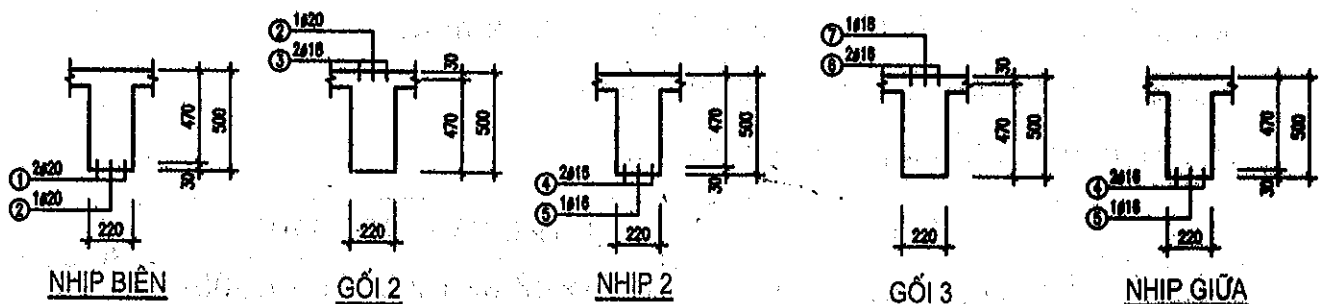
Kiểm tra  $\mu\% = \frac{A_s}{b_{dp} h_0} = \frac{913}{220 \times 465} \times 100 = 0,89\%$

Tại nhịp 2 và nhịp giữa, với  $M = 77,191 \text{ kNm}$ ;  $\alpha_m = 0,017$ ;  $\zeta = 0,992$ ;  $A_s = 598 \text{ mm}^2$ ;  
 $\mu = 0,584\%$ .

### 3.5. Chọn và bố trí cốt thép dọc

Bảng 2.3. Bố trí cốt thép dọc cho các tiết diện chính của dầm

Tiết diện	Nhịp biên	Gối 2	Nhịp 2	Gối 3	Nhịp giữa
$A_s$ tính toán	$913 \text{ mm}^2$	$786 \text{ mm}^2$	$598 \text{ mm}^2$	$664 \text{ mm}^2$	$598 \text{ mm}^2$
Bố trí cốt thép	$2\Phi 20 + 1\Phi 20$	$2\Phi 18 + 1\Phi 20$	$2\Phi 16 + 1\Phi 16$	$2\Phi 16 + 1\Phi 18$	$2\Phi 16 + 1\Phi 16$
Diện tích	$942 \text{ mm}^2$	$823 \text{ mm}^2$	$603 \text{ mm}^2$	$657 \text{ mm}^2$	$603 \text{ mm}^2$



Hình 2.5. Bố trí cốt thép chịu lực trong các tiết diện chính của dầm

Kiểm tra lại  $h_o$ : Chọn chiều dày lớp bảo vệ  $c = 20\text{mm}$ , cốt thép đặt 1 lớp

$h_o = h - c - \phi/2 = 500 - 20 - 20/2 = 470\text{mm}$  lớn hơn trị số đã dùng để tính toán là  $465\text{mm}$ .

### 3.6. Tính toán cốt ngang

Từ biểu đồ bao lực cắt, hình 2.4 ta có:

$$Q_1 = 73,154\text{kN}; Q_2^T = 109,73\text{kN}; Q_2^P = 89,496\text{kN}.$$

Lấy giá trị lớn nhất là  $Q_2^T = 109,73\text{kN}$  để tính toán cốt đai.

Theo vật liệu đã chọn:  $R_b = 8,5\text{MPa}$ ;  $R_{bt} = 0,75\text{MPa}$ ;  $R_{sw} = 175\text{MPa}$ .

Kích thước dầm  $b = 220\text{mm}$ ,  $h = 500\text{mm}$ ,  $h_o = 470\text{mm}$ .

Tính:  $0,3R_bbh_o = 0,3 \times 8,5 \times 220 \times 470 = 264231\text{N} = 264,231\text{kN}$ .

Thoả mãn điều kiện  $Q \leq 0,3R_bbh_o$

Tính:  $Q_{bmin} = 0,5R_{bt}bh_o = 0,5 \times 0,75 \times 220 \times 470 = 38775\text{N} = 38,775\text{kN}$

$$Q_{bmin} = 0,5R_{bt}bh_o = 38,775\text{kN} < Q = 109,73\text{kN} < 0,3R_bbh_o = 264,231\text{kN}.$$

Cần tính toán cốt đai.

**Tính toán cốt đai (không có cốt xiên):**

$$\text{Cho } Q = 109,73\text{kN} = Q_{db} = \sqrt{6R_{bt}bh_o^2(0,75q_{sw} + q_p - 0,5p_p)}$$

(Với ý nghĩa là toàn bộ lực cắt do bê tông và cốt đai chịu hết)

$q_p$  - tải trọng toàn phần của dầm phụ,

$$q_p = g_p + p_p = 10,941 + 15,000 = 25,941\text{kN/m} = 25,941\text{N/mm}.$$

$$q_{sw} = \frac{Q^2}{4,5R_{bt}bh_o^2} \frac{q_p - 0,5p_p}{0,75} = \frac{109730^2}{4,5 \times 0,75 \times 220 \times 470^2} \frac{25,941 - 7,500}{0,75} = 48,82\text{N/mm}$$

$$q_{swmin} = 0,25R_{bt}b = 0,25 \times 0,75 \times 220 = 41,25\text{N/mm}.$$

$$q_{swmin} = 41,25\text{N/mm} < q_{sw} = 48,82\text{N/mm}.$$

➤ Kiểm tra  $C_o$  với  $q_{sw} = 48,82\text{N/mm}$ .

$$C_o = \sqrt{\frac{1,5R_{bt}bh_o^2}{0,75q_{sw} + q_p - 0,5p_p}} = \sqrt{\frac{1,5 \times 0,75 \times 220 \times 470^2}{0,75 \times 48,82 + 25,941 - 7,500}} = 996,5\text{mm}$$

$$C_o = 996,5\text{mm} > 2h_o = 940\text{mm}. \text{ Chỉ lấy } C_o = 2h_o.$$

► Tính  $q_{sw}$  với  $C = 2h_0 = 940$  mm.

$$\text{Cho } Q = 109,73 \text{ kN} = Q_{DB} = \frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{2h_0} + (0,75q_{sw} + q_p - 0,5p_p) \cdot 2h_0$$

Suy ra:

$$q_{sw} = \frac{Q - \frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{2h_0} - (q_p - 0,5p_p) \cdot 2h_0}{1,5h_0} =$$

$$= \frac{109730 - \frac{1,5 \times 0,75 \times 220 \times 470^2}{2 \times 470} - (25,941 - 7,500) \times 2 \times 470}{1,5 \times 470}$$

$$q_{sw} = 48,48 \text{ N/mm}$$

► Chọn cốt đai  $\phi 6$ , 2 nhánh.

Diện tích một lớp cốt đai là:

$$A_{sw} = \frac{n\pi\phi_w^2}{4} = \frac{2 \times 3,14 \times 6^2}{4} = 56,52 \text{ mm}^2$$

Khoảng cách giữa các lớp cốt đai theo tính toán là:

$$s_{II} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{175 \times 56,52}{48,48} = 203 \text{ mm}$$

Chọn khoảng cách giữa các lớp cốt đai để bố trí.

Khoảng cách giữa các lớp cốt đai theo tính toán  $S_{II}$ :

$$S_{II} = 203 \text{ mm}$$

Khoảng cách giữa các lớp cốt đai theo cấu tạo  $s_{ct}$ :

$$S_{ct} = \text{min của } 0,5h_0 = 235 \text{ mm hoặc } 300 \text{ mm, chọn } S_{ct} = 230 \text{ mm.}$$

Khoảng cách lớn nhất giữa các lớp cốt đai  $S_{max}$ :

$$S_{max} = \frac{R_{bt}bh_0^2}{Q} = \frac{0,75 \times 220 \times 470^2}{109730} = 332 \text{ mm}$$

Cốt đai được bố trí với khoảng cách là min của  $\{S_{II}; S_{ct}; S_{max}\}$ , lấy  $s = s_{II} = 203 \text{ mm}$ , lấy chẵn  $s = 200 \text{ mm}$ .

Các dầm đều được bố trí cốt đai  $\phi 6$ , 2 nhánh, khoảng cách  $s = 200 \text{ mm}$ .

### 3.7. Tính, vẽ hình bao vật liệu

#### a. Tính khả năng chịu lực

- Tại nhịp biên, mômen dương, tiết diện chữ T có cánh nằm trong vùng nén, bề rộng cánh  $b = b' = 2500$  mm, bố trí cốt thép  $2\Phi 20 + 1\Phi 20$ , diện tích  $A_s = 942$  mm<sup>2</sup>.

Lấy lớp bê tông bảo vệ là 20mm,  $a = 20 + 0,5 \times 20 = 30$  mm.

$$h_0 = 500 - 30 = 470 \text{ mm.}$$

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b' h_0} = \frac{280 \times 942}{8,5 \times 2500 \times 470} = 0,026$$

$$x = \xi h_0 = 0,026 \times 470 = 12,22 \text{ mm} < h' = 80 \text{ mm} \text{ -- trực trung hoà đi qua cánh.}$$

$$\zeta = 1 - 0,5\xi = 1 - 0,5 \times 0,026 = 0,987$$

$$\begin{aligned} M_{td} &= R_s A_s \zeta h_0 = 280 \times 942 \times 0,987 \times 470 = 122,330 \times 10^6 \text{ Nmm} \\ &= 122,330 \text{ kNm.} \end{aligned}$$

- Tại gối 2, mômen âm, tiết diện chữ nhật  $b \times h = 220 \times 500$ , bố trí cốt thép  $2\Phi 18 + 1\Phi 20$ , diện tích  $A_s = 823$  mm<sup>2</sup>.

Lấy lớp bê tông bảo vệ là 20mm,  $a = 20 + 0,5 \times 20 = 30$  mm,  $h_0 = 500 - 30 = 470$  mm.

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0} = \frac{280 \times 823}{8,5 \times 220 \times 470} = 0,262 < \xi_{pl} = 0,300$$

$$\zeta = 1 - 0,5\xi = 1 - 0,5 \times 0,262 = 0,869$$

$$\begin{aligned} M_{td} &= R_s A_s \zeta h_0 = 280 \times 823 \times 0,869 \times 470 = 94,118 \times 10^6 \text{ Nmm} \\ &= 94,108 \text{ kNm.} \end{aligned}$$

Kết quả tính toán khả năng chịu lực ghi trong bảng 2.4, mọi tiết diện đều được tính toán theo trường hợp tiết diện dẹt cốt thép đơn (với tiết diện chịu mômen dương thay  $b$  bằng  $b'$ )

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0}; \zeta = 1 - 0,5\xi; M_{td} = R_s A_s \zeta h_0$$



Bảng 2.4. Khả năng chịu lực của các tiết diện

Tiết diện	Số lượng và diện tích cốt thép ( $mm^2$ )	$h_0$ (mm)	$\xi$	$\zeta$	$M_{td}$ (kNm)
Giữa nhịp biên	2 $\Phi$ 20 + 1 $\Phi$ 20 có $A_s = 942$	470	0,026	0,987	122,330
Cạnh nhịp biên	Uốn 1 $\Phi$ 20 còn 2 $\Phi$ 20 có $A_s = 628$	470	0,018	0,991	81,917
Trên gối 2	2 $\Phi$ 18 + 1 $\Phi$ 20 có $A_s = 823$	470	0,262	0,869	94,108
Cạnh gối 2	Uốn 1 $\Phi$ 20 còn 2 $\Phi$ 18 có $A_s = 509$	471	0,162	0,919	61,696
Giữa nhịp 2	2 $\Phi$ 16 + 1 $\Phi$ 16 có $A_s = 603$	472	0,017	0,992	79,022
Cạnh nhịp 2	Cắt 1 $\Phi$ 16 còn 2 $\Phi$ 16 có $A_s = 402$	472	0,011	0,994	52,830
Trên gối 3	2 $\Phi$ 16 + 1 $\Phi$ 18 có $A_s = 657$	471	0,209	0,896	77,597
Cạnh gối 3	Cắt 1 $\Phi$ 18 còn 2 $\Phi$ 16 có $A_s = 402$	472	0,128	0,936	49,741
Giữa nhịp giữa	2 $\Phi$ 16 + 1 $\Phi$ 16 có $A_s = 603$	472	0,017	0,992	79,022
Cạnh nhịp giữa	Cắt 1 $\Phi$ 16 còn 2 $\Phi$ 16 có $A_s = 402$	472	0,011	0,994	52,830

### b. Xác định mặt cắt lý thuyết của các thanh

- Cốt thép số 2 (đầu bên phải): Sau khi cắt cốt thép số 2, tiết diện gần gối 2, nhịp thứ hai còn lại cốt thép số 3 (2 $\Phi$ 18) ở phía trên, khả năng chịu lực ở thớ trên là 61,696kNm. Biểu đồ vật liệu cắt biểu đồ bao mômen ở điểm H, đây là mặt cắt lý thuyết của cốt thép số 2. Bằng quan hệ hình học giữa các tam giác đồng dạng, xác định được khoảng cách từ điểm H đến mép gối 2 là 661mm (hình 2.6).

Xác định đoạn kéo dài  $W_2$ : Bằng quan hệ hình học giữa các tam giác đồng dạng, xác định lực cắt tương ứng tại điểm H là  $Q = 72,35kN$ . Tại khu vực này cốt đai được bố trí là  $\phi 6a200$ , tính

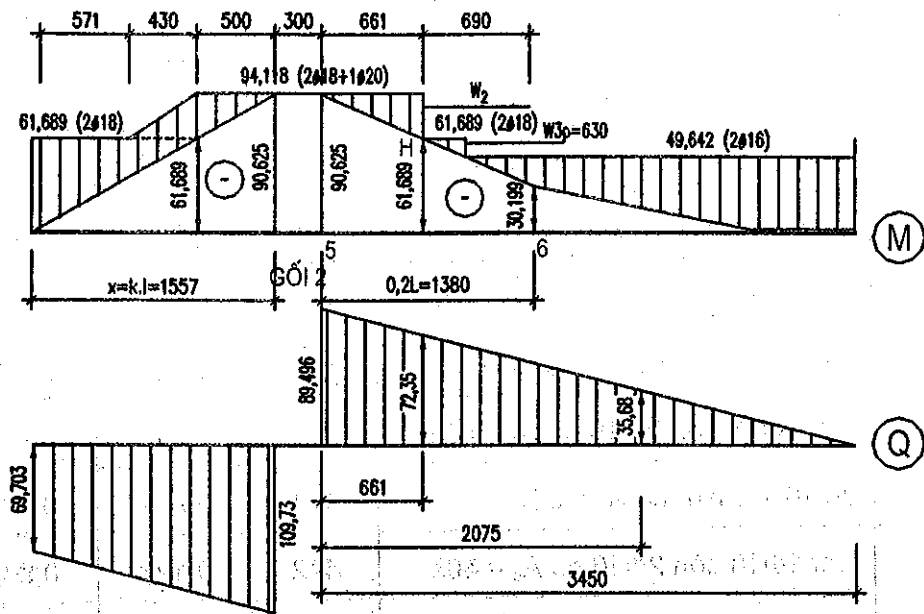
$$q_{sv} = \frac{R_{sv} A_{sv}}{s} = \frac{175 \times 56,6}{200} = 49,525 \text{ N/mm} = 49,525 \text{ N/m}$$

Do tại khu vực cắt cốt thép số 2 không bố trí cốt xiên nên  $Q_{s,inc} = 0$ .

Ta có

$$W_2 = \frac{Q - Q_{s,inc}}{2q_{sv}} + 5\phi = \frac{72,35 - 0}{2 \times 49,525} + 5 \times 0,02 = 0,83m > 20\phi = 20 \times 0,02 = 0,4m$$

Chọn  $W_2 = 830\text{mm}$ . Điểm cắt thực tế cách mép gối 2 một đoạn  $661 + 830 = 1491\text{mm}$ , cách trục định vị một đoạn  $1491 + 150 = 1641\text{mm}$ .



Hình 2.6. Sơ đồ tính mặt cắt lý thuyết cho cốt thép số 2

Tiến hành tương tự cho các cốt thép khác, kết quả như trong bảng 2.5.

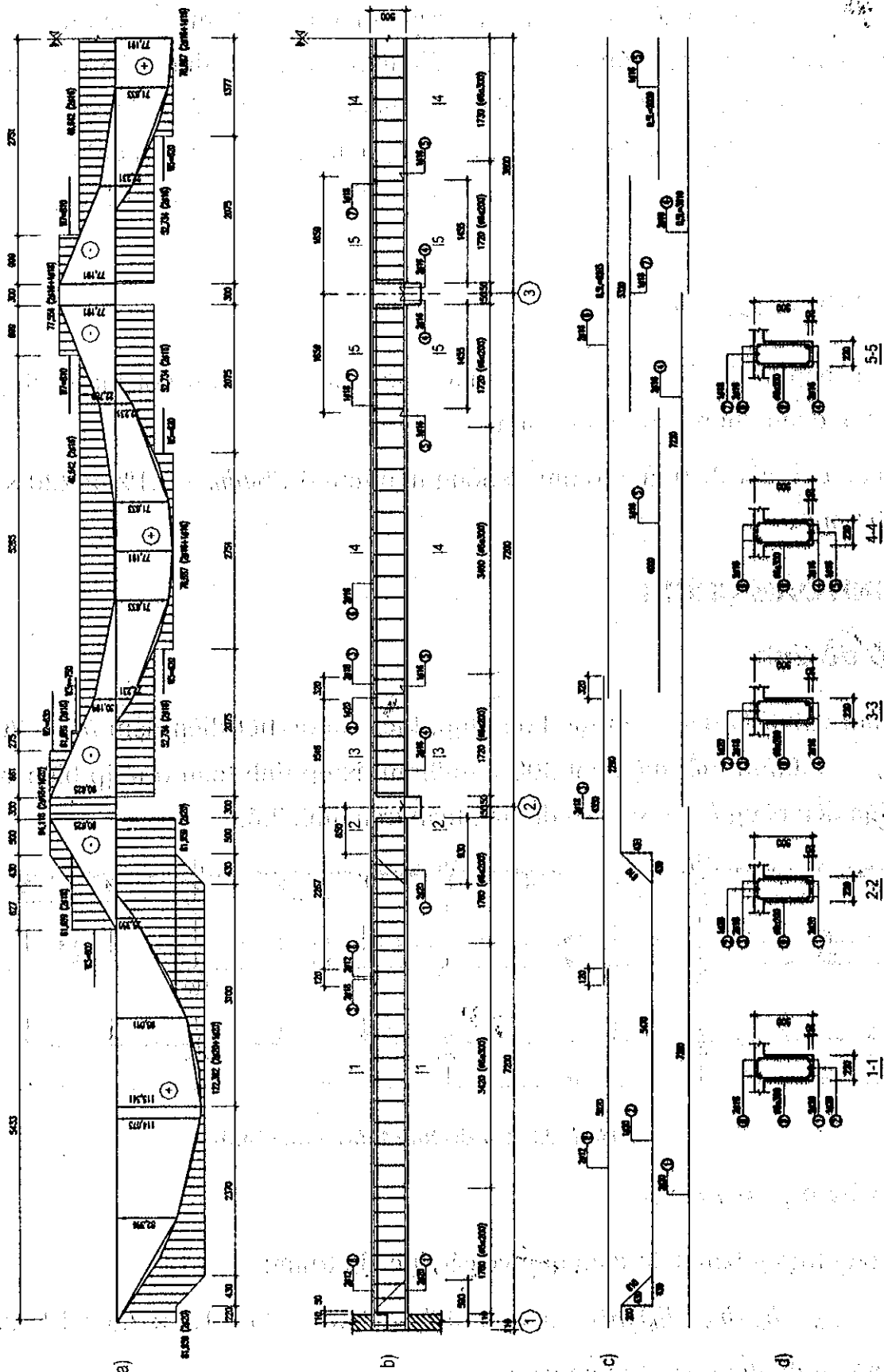
Bảng 2.5. Mặt cắt lý thuyết của các cốt thép

Cốt thép	Mặt cắt lý thuyết	Đoạn kéo dài
Cốt thép số 3 (đầu bên trái)	cách mép trái gối 2 là 1557mm	$W_3^t = 800\text{mm}$
Cốt thép số 3 (đầu bên phải)	cách mép phải gối 2 là 936mm	$W_3^p = 750\text{mm}$
Cốt thép số 5 (đầu bên trái)	cách mép trái gối 2 là 2075mm	$W_5^t = 620\text{mm}$
Cốt thép số 5 (đầu bên phải)	cách mép phải gối 2 là 2075mm	$W_5^p = 620\text{mm}$
Cốt thép số 7 (đầu bên trái)	cách mép trái gối 3 là 699mm	$W_7^t = 810\text{mm}$
Cốt thép số 7 (đầu bên phải)	cách mép phải gối 3 là 699mm	$W_7^p = 810\text{mm}$

**Chú ý:** Với mômen dương không thể thay đường cong bằng đường thẳng để nội suy vì như vậy sẽ tìm được giá trị mômen bé hơn thực tế, thiên về thiếu an toàn.

**c. Kiểm tra về uốn cốt thép**

Cốt thép số 2 được sử dụng kết hợp vừa chịu mômen dương ở nhịp biên, vừa chịu mômen âm tại gối 2, nó được uốn tại bên trái gối 2.



Hình 2.7. Bố trí cốt thép và hình bao vật liệu của dầm phụ

a) Hình bao vật liệu; b) Mặt cắt dọc dầm; c) Khai triển cốt thép; d) Các mặt cắt ngang

Nếu coi cốt thép số 2 được uốn từ trên gối xuống, điểm bắt đầu uốn cách tiết diện trước 500mm, lớn hơn  $h_0/2 = 235\text{mm}$ , điểm kết thúc uốn cách mép trái gối 2 một đoạn  $430 + 500 = 930\text{mm}$ , nằm ra ngoài tiết diện sau. (Tiết diện trước là tiết diện mà tại đó cốt thép sẽ bị uốn được sử dụng hết khả năng chịu lực, tiết diện sau là tiết diện mà mômen bằng khả năng chịu lực  $M_{td}$  của các thanh còn lại).

### 3.8. Cốt thép cấu tạo

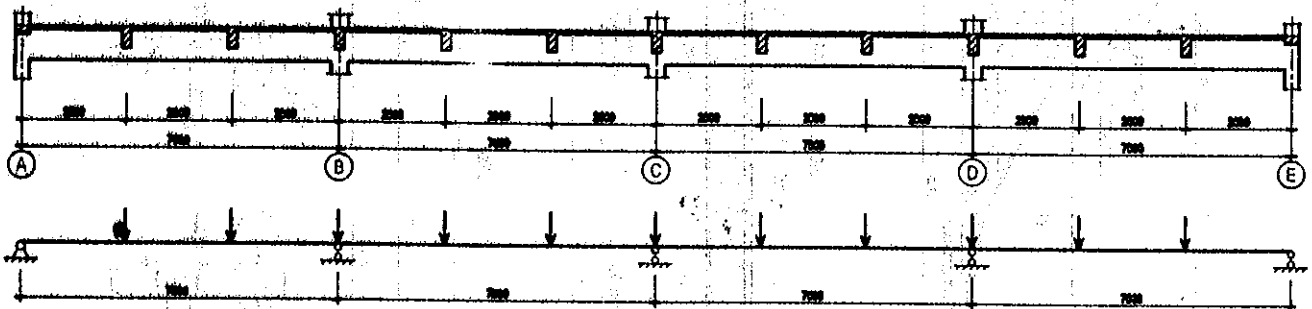
Cốt thép số 8 ( $2\Phi 12$ ): Cốt thép này được sử dụng làm cốt giá ở nhịp biên, trong đoạn không có mômen âm.

Diện tích cốt thép là  $226\text{mm}^2$ , không nhỏ hơn  $0,1\%bh_0 = 0,1\% \times 220 \times 470 = 103\text{mm}^2$ .

## 4. TÍNH DÀM CHÍNH

### 4.1. Sơ đồ tính

Dầm chính là dầm liên tục bốn nhịp, kích thước tiết diện dầm  $h_{dc} = 700\text{mm}$ ,  $b_{dc} = 300\text{mm}$ , tiết diện cột  $300 \times 400\text{mm}$ . Nhịp tính toán ở nhịp biên và nhịp giữa đều bằng  $l = 7,5\text{m}$ . Sơ đồ tính toán trên hình 2.8.



Hình 2.8. Sơ đồ tính toán dầm chính

### 4.2. Tải trọng tính toán

Trọng lượng bản thân dầm quy về các lực tập trung:

$$G_0 = b_{dc}(h_{dc} - h_b) \gamma l_1 = 0,30 \times (0,70 - 0,08) \times 25 \times 1,1 \times 2,5 = 12,788 \text{ kN}$$

Tĩnh tải do dầm phụ truyền vào:

$$G_1 = g_{dp} l_2 = 10,941 \times 7,2 = 78,775 \text{ kN}$$

Tính tải tác dụng tập trung:

$$G = G_0 + G_1 = 12,788 + 78,775 = 91,563 \text{ kN}$$

Hoạt tải tác dụng tập trung truyền vào từ dầm phụ:

$$P = p_{dp}l_2 = 15 \times 7,2 = 108,0 \text{ kN}$$

### 4.3. Nội lực tính toán

#### a. Xác định biểu đồ bao mômen

Trong ví dụ này nội lực dầm chính được tính theo sơ đồ đàn hồi.

Tìm các trường hợp tải trọng tác dụng gây bất lợi cho dầm (hình 2.10).

Xác định biểu đồ mômen uốn do tĩnh tải  $G$ :

$$M_G = \alpha Gl = \alpha \times 93,625 \times 7,5 = \alpha \times 686,723 \text{ (kNm)}$$

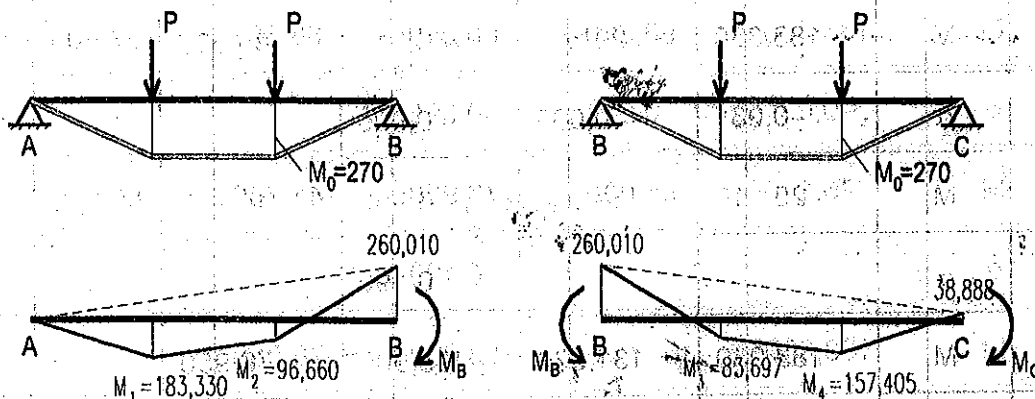
Hệ số  $\alpha$  được tra ở phụ lục 12.

Xác định các biểu đồ mômen uốn do các hoạt tải  $P_i$  tác dụng:

Xét 6 trường hợp bất lợi của hoạt tải, xem hình 2.10.c, d, e, f, g, h.

Ta có

$$M_{Pi} = \alpha Pl = \alpha \times 108 \times 7,5 = \alpha \times 810 \text{ (kNm)}$$



Hình 2.9. Sơ đồ tính bỏ trợ mômen tại một số tiết diện

Trong sơ đồ  $M_{P3}$  còn thiếu  $\alpha$  để tính mômen tại các tiết diện 1, 2, 3, 4. Để tính toán tiến hành cắt rời các nhịp AB, BC. Nhịp 1 và 2 có tải trọng, tính  $M_0$  của dầm đơn giản kê lên hai gối tự do  $M_0 = Pl_1 = 108 \times 2,5 = 270 \text{ kNm}$ . Dùng phương pháp treo biểu đồ, kết hợp các quan hệ tam giác đồng dạng (hình 2.9), xác định được giá trị mômen:

$$M_1 = 270 - 260,010 \times (1/3) = 183,330 \text{ kNm};$$

$$M_2 = 270 - 260,010 \times (2/3) = 96,660 \text{ kNm};$$

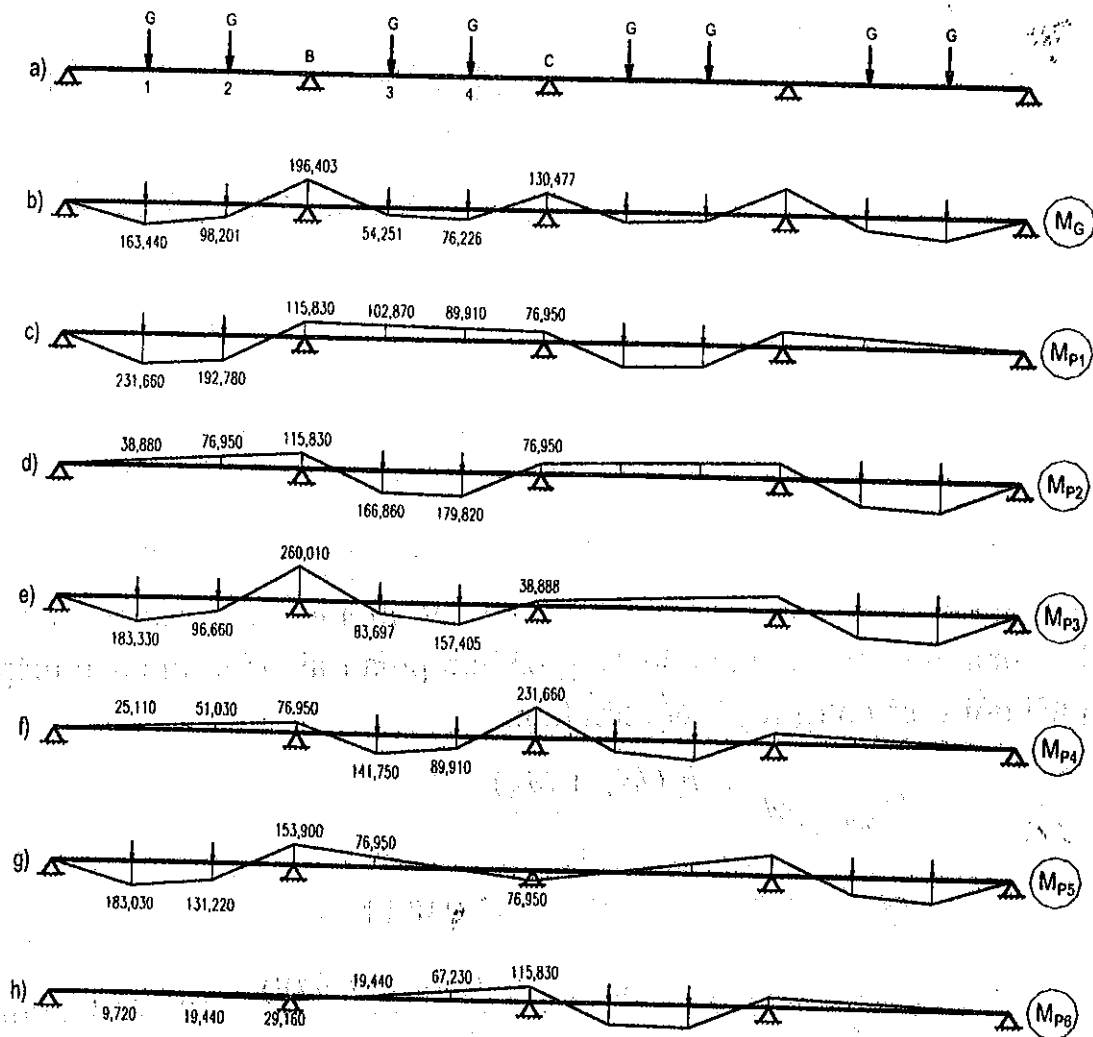
$$M_3 = 270 - (260,010 - 38,888) \times (2/3) - 38,888 = 83,697 \text{ kNm};$$

$$M_4 = 270 - (260,010 - 38,888) \times (1/3) - 38,888 = 157,405 \text{ kNm}.$$

Kết quả tính toán ghi trong bảng 1.6.

**Bảng 2.6. Tính toán và tổ hợp mômen**

Mômen (kNm)		1	2	B	3	4	C
M <sub>G</sub>	α	0,238	0,143	-0,286	0,079	0,111	-0,190
	M	163,440	98,201	-196,403	54,251	76,226	-130,477
M <sub>P1</sub>	α	0,286	0,238	-0,143	-0,127	-0,111	-0,095
	M	231,660	192,780	-145,830	-102,870	-89,910	-76,950
M <sub>P2</sub>	α	-0,048	-0,095	-0,143	0,206	0,222	-0,095
	M	-38,880	-76,950	-115,830	166,860	179,820	-76,950
M <sub>P3</sub>	α			-0,321			-0,048
	M	183,330	96,660	-260,010	83,697	157,405	-38,888
M <sub>P4</sub>	α	-0,031	-0,063	-0,095			-0,286
	M	-25,110	-51,030	-76,950	141,750	89,910	-231,660
M <sub>P5</sub>	α			-0,190			0,095
	M	183,030	131,220	-153,900	-76,950	0	76,950
M <sub>P6</sub>	α			0,036			-0,143
	M	9,720	19,440	29,460	-19,440	-67,230	-115,830
M <sub>max</sub>		395,100	290,981	-167,243	221,111	256,046	-58,527
M <sub>min</sub>		124,560	21,251	-456,413	-48,619	-13,684	-362,137



Hình 2.10. Sơ đồ tính mômen trong dầm

Biểu đồ bao mômen:

Tung độ của biểu đồ bao mômen:

$$M_{\max} = M_G + \max(M_{Pi}); \quad M_{\min} = M_G + \min(M_{Pi})$$

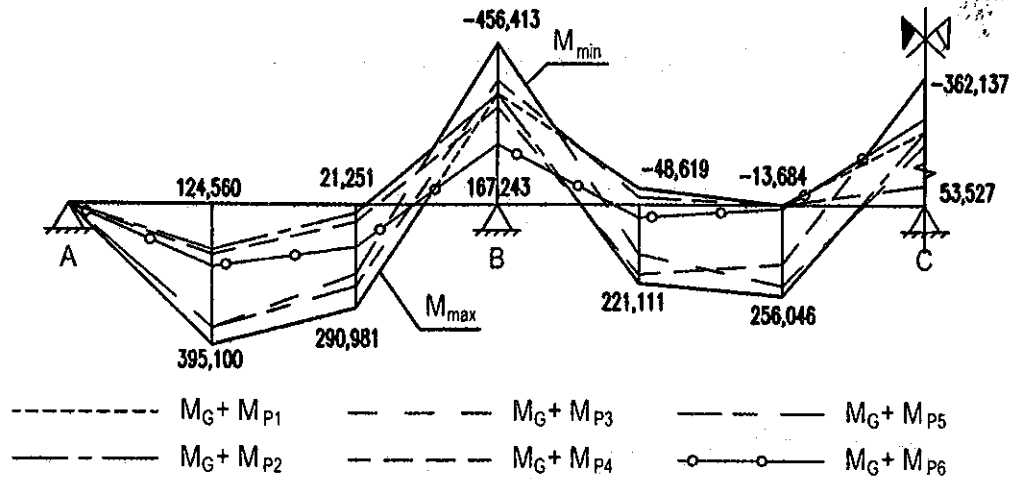
Tính toán  $M_{\max}$  và  $M_{\min}$  cho từng tiết diện và ghi vào hai dòng cuối bảng 2.6.

Ví dụ tại tiết diện 3 có:

$$M_{\max} = 54,251 + 166,86 = 221,111 \text{ kNm}$$

$$M_{\min} = 54,251 + (-102,87) = -48,619 \text{ kNm}$$

Hình 2.11 cho hình ảnh chi tiết hơn về  $M_{\max}$  và  $M_{\min}$  cho một nửa dầm (do lợi dụng tính chất đối xứng của dầm). Dùng biểu đồ trên hình 2.12 xác định mômen mép gối  $M_{mg}$ .



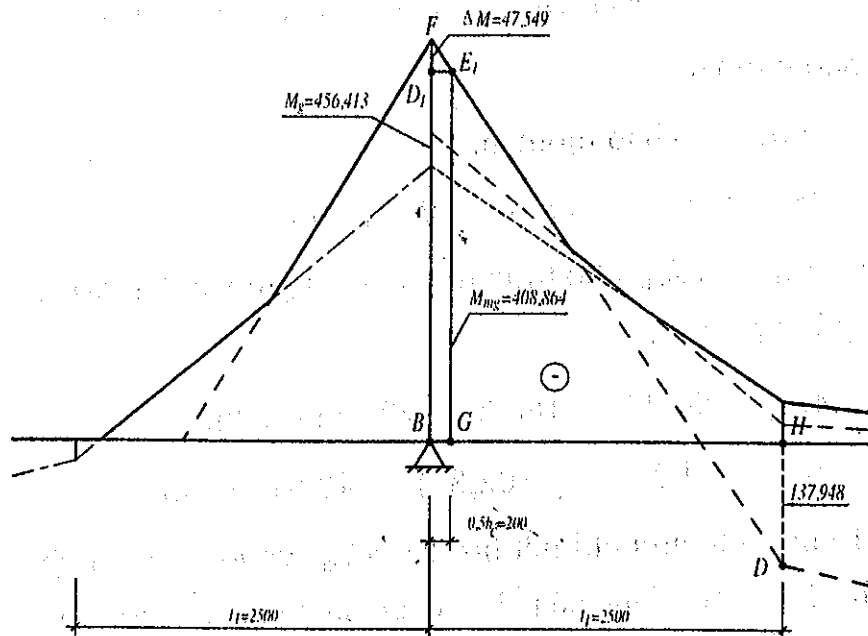
Hình 2.11. Biểu đồ bao mômen xác định theo phương pháp tổ hợp

Xác định mômen ở mép gối: Từ hình bao mômen trên gối B, thấy rằng phía bên phải độ dốc của biểu đồ  $M_{min}$  bé hơn phía trái. Tính mômen mép bên phía phải gối B sẽ có trị tuyệt đối lớn hơn.

$$M_{mg} = M_g - \frac{h_c(M_g + M_3)}{2l_1}$$

$$M_3 = 54,251 + 83,697 = 137,948 \text{ kNm}$$

$$M_{mg}^B = 456,413 - \frac{0,4(456,413 + 137,948)}{2.2,5} = 408,864 \text{ kNm}$$



Hình 2.12. Sơ đồ tính  $M_{mg}$

Tương tự tại gối C:  $M_{mg}^C = 319,875 \text{ kNm}$ .



### b. Xác định biểu đồ bao lực cắt

Tung độ của biểu đồ bao lực cắt:

– Do tác dụng của tĩnh tải  $G$ :  $Q_G = \beta G = \beta \times 91,563$  (kN)

– Do tác dụng của hoạt tải  $P_i$ :  $Q_{P_i} = \beta P_i = \beta_i \times 108$  (kN)

Trong đó hệ số  $\beta$  lấy theo phụ lục 12, các trường hợp tải trọng lấy theo hình 2.10, kết quả ghi trong bảng 2.7.

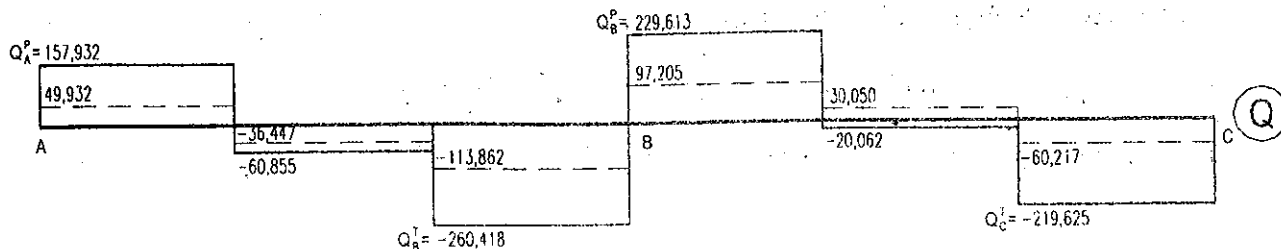
**Bảng 2.7. Tính toán và tổ hợp lực cắt**

Lực cắt (kN)		Bên phải gối A	Giữa nhịp biên	Bên trái gối B	Bên phải gối B	Giữa nhịp 2	Bên trái gối C
$Q_G$	$\beta$	0,714	...	-1,286	1,005	...	-0,995
	Q	65,376	-26,187	-117,750	92,021	0,458	-91,105
$Q_{P1}$	$\beta$	0,857	...	-1,143	0,048	...	0
	Q	92,556	-15,444	-123,444	5,184	0	0
$Q_{P2}$	$\beta$	-0,143	...	-0,143	1,048	...	-0,952
	Q	-15,444	-15,444	-15,444	113,184	5,592	-102,816
$Q_{P3}$	$\beta$	0,679	...	-1,321	1,274	...	-0,726
	Q	73,332	-34,668	-142,668	137,592	29,592	-78,408
$Q_{P4}$	$\beta$	-0,095	...	-0,095	0,810	...	-1,190
	Q	-10,260	-10,260	-10,260	87,480	-20,520	-128,520
$Q_{P5}$	$\beta$	0,810	...	-1,190	0,286	...	0,286
	Q	87,480	-20,520	+128,520	30,888	30,888	30,888
$Q_{P6}$	$\beta$	0	0	0,036	0,187	...	...
	Q	0	0	3,888	20,196	...	...
$Q_{\max}$		157,932	-36,447	-113,862	229,613	30,050	-219,625
$Q_{\min}$		49,932	-60,855	-260,418	97,205	-20,062	-60,217

Trong đoạn giữa nhịp, suy ra lực cắt  $Q$  theo phương pháp mặt cắt, xét cân bằng của đoạn dầm. Ví dụ ở nhịp biên sẽ có:

$$Q = Q_A - G = 65,376 - 91,563 = -26,187 \text{ kN.}$$

Hình bao lực cắt được thể hiện trên hình 2.13.



Hình 2.13. Biểu đồ bao lực cắt

#### 4.4. Tính cốt thép dọc

Bê tông cấp độ bền B15 có  $R_b = 8,5 \text{ MPa}$ ;  $R_{bt} = 0,75 \text{ MPa}$ ; Cốt thép CII có  $R_s = 280 \text{ MPa}$ ;  $R_{sc} = 280 \text{ MPa}$ .

Tra phụ lục 9, với hệ số điều kiện làm việc của bê tông  $\gamma_{b2} = 1,0$ ; Hệ số hạn chế vùng nén khi nội lực tính theo sơ đồ đàn hồi là  $\xi_R = 0,650$ ;  $\alpha_R = 0,439$ .

##### a. Với mômen âm

Tính theo tiết diện chữ nhật  $b = 300 \text{ mm}$ ,  $h = 700 \text{ mm}$ .

Ở trên gối cốt thép dầm chính phải đặt xuống phía dưới hàng trên cùng của thép dầm phụ nên  $a$  khá lớn. Giả thiết  $a = 70 \text{ mm}$ ,  $h_0 = 700 - 70 = 630 \text{ mm}$ .

Tại gối B, với  $M_{mg} = 408,864 \text{ kNm}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{408,864 \times 10^6}{8,5 \times 300 \times 630^2} = 0,404 < \alpha_R = 0,439$$

$$\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0,404}}{2} = 0,719$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0} = \frac{408,864 \times 10^6}{280 \times 0,719 \times 630} = 3224 \text{ mm}^2$$

Kiểm tra

$$\mu\% = \frac{A_s}{b_{dc} h_0} = \frac{3224}{300 \times 630} \times 100 = 1,7\%$$

Tại gối C, với  $M_{mg} = 319,875 \text{ kNm}$ ;  $\alpha_m = 0,316$ ;  $\zeta = 0,803$ ;  $A_s = 2258 \text{ mm}^2$ ;  $\mu = 1,19\%$ .

**b. Với mômen dương**

Tính theo tiết diện chữ T có cánh nằm trong vùng nén, bề dày cánh  $h_f = 80\text{mm}$ .

Giả thiết  $a = 45\text{ mm}$ ,  $h_0 = 700\text{ mm} - 45\text{ mm} = 655\text{ mm}$ .

Độ vươn của cánh  $S_f$  lấy không lớn hơn giá trị bé nhất trong các trị số sau:

$$- (1/6)l_d = (1/6) \times 7,50 = 1,25\text{m}$$

- Một nửa khoảng cách thông thủy giữa các dầm chính cạnh nhau:

$0,5l = 0,5 \times 6,9 = 3,45\text{m}$  (do  $h'_f > 0,1h$ , với  $h = 700\text{ mm}$  và các dầm ngang là các dầm phụ có khoảng cách 2,5m).

Vậy  $S_f \leq \min(1,25; 3,45) = 1,25\text{m}$ . Chọn  $S_f = 1250\text{ mm}$ .

Bề rộng cánh  $b'_f = b + 2S_f = 300 + 2 \times 1250 = 2800\text{ mm}$ .

$$\begin{aligned} M_f &= R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5h'_f) = 8,5 \times 2800 \times 80 \times (655 - 0,5 \times 80) \\ &= 1170,96 \times 10^6 \text{ Nmm}. \end{aligned}$$

$M_{\max} = 395,1\text{ kNm} < M_f = 1170,96\text{ kNm} \rightarrow$  Trục trung hoà đi qua cánh.

Tính theo tiết diện chữ nhật  $\bar{b} = b'_f = 2800\text{mm}$ ,  $h = 700\text{mm}$ ,  $a = 45\text{mm}$ ,  $h_0 = 655\text{mm}$ .

Tại nhịp biên, với  $M = 395,100\text{ kNm}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b_f h_0^2} = \frac{395,100 \times 10^6}{8,5 \times 2800 \times 655^2} = 0,039 < \alpha_R = 0,439$$

$$\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0,039}}{2} = 0,980$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0} = \frac{395,100 \times 10^6}{280 \times 0,980 \times 655} = 2198\text{ mm}^2$$

Kiểm tra

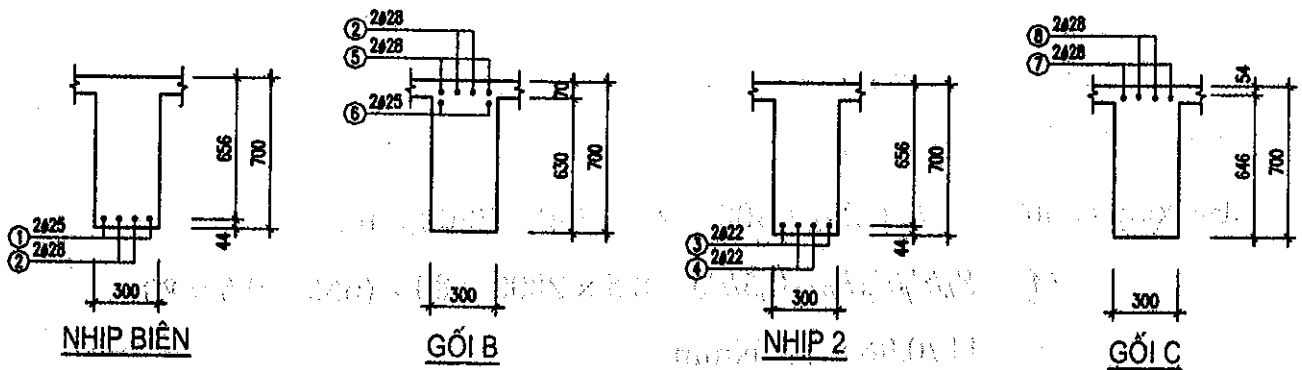
$$\mu^{\circ\%} = \frac{A_s}{b_{dc} h_0} = \frac{2198}{300 \times 655} \times 100 = 1,118\%$$

Tại nhịp giữa, với  $M = 256,046\text{ kNm}$ ,  $\alpha_m = 0,025$ ,  $\zeta = 0,987$ ,  $A_s = 1414\text{mm}^2$ ,  $\mu = 0,72\%$ .

**Bảng 2.8. Bố trí cốt thép dọc cho các tiết diện chính của dầm**

Tiết diện	Nhịp biên	Gối B	Nhịp 2	Gối C
$A_s$ tính toán	2198 mm <sup>2</sup>	3224 mm <sup>2</sup>	1414 mm <sup>2</sup>	2258 mm <sup>2</sup>
Bố trí cốt thép	2Φ25 + 2Φ28	4Φ28 + 2Φ25	2Φ22 + 2Φ22	2Φ28 + 2Φ28
Diện tích	2213 mm <sup>2</sup>	3445 mm <sup>2</sup>	1521 mm <sup>2</sup>	2463 mm <sup>2</sup>

Bố trí cốt thép tại các tiết diện chính như trên hình 2.14.



**Hình 2.14. Bố trí cốt thép tại các tiết diện chính**

**Kiểm tra lại  $h_o$**

- Với cốt thép chịu mômen dương, đặt 1 lớp, chọn chiều dày lớp bảo vệ 30mm >  $\phi_{max}$ ,

$$a = 30 + 28/2 = 44 \text{ mm}$$

$$h_{oi} = 700 - 44 = 656 \text{ mm}$$

$h_{oi}$  lớn hơn trị số đã dùng để tính 655mm, như vậy là an toàn.

- Với cốt thép chịu mômen âm, chiều dày lớp bảo vệ tính đến mép trong cốt thép phía trên của dầm phụ bằng 40mm (lớp bảo vệ của cốt thép dầm phụ 20mm và đường kính cốt thép  $\phi 20$ ).

Tại gối C đặt 1 lớp thép,  $a = 40 + 28/2 = 54$ mm, bé hơn  $a$  đã dùng là 70mm ( $h_{oi}$  sẽ lớn hơn), vậy là an toàn.

Tại gối B đặt cốt thép thành 2 lớp, lớp ngoài 4 $\phi 28$  ( $A_{s1} = 2463 \text{ mm}^2$ ,  $a_1 = 40 + 28/2 = 54 \text{ mm}$ ), lớp trong 2 $\phi 25$ , khoảng hở 30 mm ( $A_{s2} = 982 \text{ mm}^2$ ,  $a_2 = 40 + 28 + 30 + 25/2 = 111 \text{ mm}$ ).

$$a = \frac{2463 \times 54 + 982 \times 111}{2463 + 982} = 70,24 \text{ mm}$$

$h_{oi} = 700 - 70,24 = 629,76$  mm bé hơn giá trị đã dùng trong tính toán là 630mm, tuy vậy có thể không cần tính toán lại vì sự chênh lệch rất bé và đã chọn  $A_s = 3445 \text{ mm}^2$ , lớn hơn trị số tính được.

➤ Kiểm tra khoảng hở cốt thép: (1 hàng 4 $\phi$ 28)

Lớp bảo vệ ở mặt bên chọn là  $c = 30 \text{ mm} > \phi$ . Khi đặt cốt thép cách đều nhau thì khoảng hở:

$$t = \frac{b - 2c - 4\phi}{3} = \frac{300 - 2 \times 30 - 4 \times 28}{3} = 43 \text{ mm (lớn hơn quy định là 30mm).}$$

Nên đặt hai thanh giữa ra gần sát hai thanh ở góc (cách 30mm) để khoảng hở giữa lớn hơn, tiện sử dụng đầm dùi khi đổ bê tông.

#### 4.5. Tính toán cốt thép chịu lực cắt

Từ biểu đồ lực cắt của dầm chính, hình 2.13, có:

Bên phải gối A:  $Q_A^P = 157,932 \text{ kN}$ , lực cắt là hằng số trong đoạn  $l_1$ .

Bên trái gối B:  $Q_B^T = 260,418 \text{ kN}$ , lực cắt là hằng số trong đoạn  $l_1$ .

Bên phải gối B:  $Q_B^P = 229,613 \text{ kN}$ , lực cắt là hằng số trong đoạn  $l_1$ .

Bên trái gối C:  $Q_C^T = 219,625 \text{ kN}$ , lực cắt là hằng số trong đoạn  $l_1$ .

➤ **Tính với lực cắt phải gối A:  $Q_A^P = 157,932 \text{ kN}$ .**

Kích thước dầm:  $b = 300 \text{ mm}$ ,  $h = 700 \text{ mm}$ ,  $h_o = 656 \text{ mm}$ .

Tính:  $0,3R_b b h_o = 0,3 \times 8,5 \times 300 \times 656 = 501840 \text{ N} = 501,840 \text{ kN}$ .

Tính:  $Q_{b\min} = 0,5R_{bt} b h_o = 0,5 \times 0,75 \times 300 \times 656 = 73800 \text{ N} = 73,80 \text{ kN}$

$Q_{b\min} = 73,80 \text{ kN} < Q = 157,932 \text{ kN} < 0,3R_b b h_o = 501,840 \text{ kN}$ .

Thoả mãn điều kiện (12).

Tính toán cốt đai (không có cốt xiên):

Cho  $Q = 157,932 \text{ kN} = Q_{db} = \sqrt{4,5R_{bt} b h_o^2 q_{sv}}$

Với ý nghĩa là toàn bộ lực cắt do bê tông và cốt đai chịu hết.

$$q_{sw} = \frac{Q^2}{4,5R_{bt}bh_0^2} = \frac{157932^2}{4,5 \cdot 0,75 \cdot 300 \cdot 656^2} = 57,25 \text{ N/mm}$$

$$q_{sw\min} = 0,25R_{bt}b = 0,25 \times 0,75 \times 300 = 56,25 \text{ N/mm.}$$

$$q_{sw\min} = 56,25 \text{ N/mm} < q_{sw} = 57,25 \text{ N/mm.}$$

+ Kiểm tra  $C_o$  theo  $q_{sw} = 57,25 \text{ N/mm}$ .

$$C_o = \sqrt{\frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{0,75q_{sw}}} = \sqrt{\frac{1,5 \times 0,75 \times 300 \times 656^2}{0,75 \times 57,25}} = 1839,17 \text{ mm}$$

$C_o = 1839,17 \text{ mm} > 2h_o = 2 \times 656 \text{ mm} = 1312 \text{ mm}$ . Chỉ lấy  $C_o = 2h_o = 1312 \text{ mm}$ .

$$\text{+ Cho } Q = 157,932 \text{ kN} = Q_{DB} = \frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{2h_o} + 0,75q_{sw} \cdot 2h_o$$

Suy ra

$$q_{sw} = \frac{Q - 0,75R_{bt}bh_0}{1,5h_o} = \frac{157932 - 0,75 \times 0,75 \times 300 \times 656}{1,5 \times 656} = 48 \text{ N/mm}$$

Mặt khác  $q_{sw} \geq q_{sw\min} = 56,25 \text{ N/mm}$ . Tính khoảng cách giữa các lớp cốt đai theo  $q_{sw\min} = 56,25 \text{ N/mm}$ .

+ Chọn cốt đai đường kính 8 mm ( $\phi_w = 8 \text{ mm}$ ), 2 nhánh ( $n = 2$ ).

Diện tích một lớp cốt đai là:

$$A_{sw} = \frac{n\pi\phi_w^2}{4} = \frac{2 \times 3,14 \times 8^2}{4} = 100,48 \text{ mm}^2$$

Khoảng cách theo tính toán  $S_{tt}$  giữa các lớp cốt đai:

$$S_{tt} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{175 \times 100,48}{56,25} = 312 \text{ mm}$$

Khoảng cách giữa các lớp cốt đai theo cấu tạo là:

$$S_{ct} = \min \text{ của } 0,5h_o = 327,5 \text{ mm hoặc } 300 \text{ mm, } S_{ct} = 300 \text{ mm.}$$

Khoảng cách lớn nhất giữa các lớp cốt đai  $S_{\max}$  là:

$$S_{\max} = \frac{R_{bt}bh_0^2}{Q} = \frac{0,75 \times 300 \times 656^2}{157932} = 613 \text{ mm}$$

Cốt đai được bố trí: với khoảng cách là min của  $\{S_w, S_{ct}, S_{\max}\}$ ; lấy  $s = S_{ct} = 300 \text{ mm}$ .

➤ **Tính với lực cắt trái gối B:**  $Q_B^T = 260,418 \text{ kN}$ .

Kích thước dầm:  $b = 300 \text{ mm}$ ,  $h = 700 \text{ mm}$ ,  $h_o$  lấy gần đúng =  $630 \text{ mm}$ .

Tính:  $0,3R_b b h_o = 0,3 \times 8,5 \times 300 \times 630 = 501075 \text{ N} = 481950 \text{ kN}$ .

Tính:  $Q_{b\min} = 0,5R_{bt} b h_o = 0,5 \times 0,75 \times 300 \times 630 = 73687,5 \text{ N} = 70,875 \text{ kN}$

$Q_{b\min} = 0,5R_{bt} b h_o = 70,875 \text{ kN} < Q = 260,418 \text{ kN} < 0,3R_b b h_o = 481,950 \text{ kN}$ .

Thoả mãn điều kiện (12).

+ Chọn trước cốt đai thoả mãn yêu cầu cấu tạo: Chọn  $\phi 8$ , 2 nhánh,  $s = 130 \text{ mm}$ .

Tính  $q_{sw}$  (lực mà cốt đai chịu được):

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s} = \frac{175 \times 100,48}{130} = 135,26 \text{ N/mm}$$

$$q_{sw\min} = 0,25R_{bt} b = 0,25 \times 0,75 \times 300 = 56,25 \text{ N/mm}$$

$$C_o = \sqrt{\frac{1,5R_{bt} b h_o^2}{0,75q_{sw}}} = \sqrt{\frac{1,5 \times 0,75 \times 300 \times 630^2}{0,75 \times 135,26}} = 1149 \text{ mm}$$

$$C_o = 1149 \text{ mm} < 2h_o = 2 \times 630 = 1260 \text{ mm}$$

$$Q_{db} = \sqrt{4,5R_{bt} b h_o^2 q_{sw}} = \sqrt{4,5 \times 0,75 \times 300 \times 630^2 \times 135,26} = 233143 \text{ N} \\ = 233,143 \text{ kN}$$

$$Q_{db} = 233,143 \text{ kN} < Q = 260,418 \text{ kN}$$

Như vậy bê tông và cốt đai không đủ khả năng chịu lực cắt, phải tính toán cốt thép xiên (nếu không bố trí và tính toán cốt thép xiên thì phải tăng cường cốt thép đai).

+ Sơ bộ bố trí các lớp cốt xiên:

– Các lớp cốt xiên cách nhau một đoạn:

$$S \leq S_{\max} = \frac{R_{bt} b h_o^2}{Q} = \frac{0,75 \times 300 \times 630^2}{260418} = 343 \text{ mm}$$

Vậy chọn  $S = 340 \text{ mm}$ .

– Góc nghiêng của cốt xiên so với trục dầm  $\alpha = 45^\circ$ .

+ Sau khi bố trí các lớp cốt xiên bên trái gối B, thấy: tiết diện nghiêng  $C_o = 1149$  mm chỉ cắt qua 1 lớp cốt xiên.

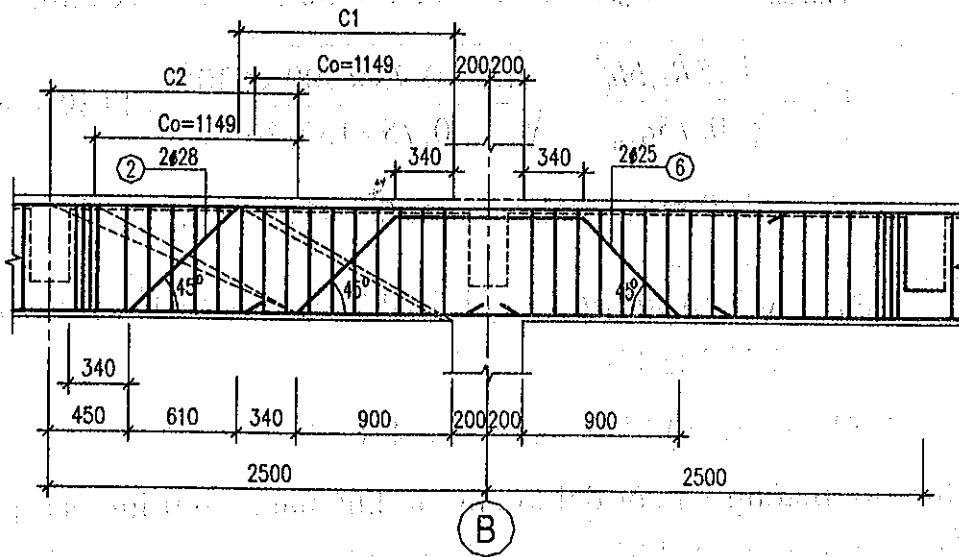
- Diện tích lớp cốt xiên thứ nhất (cắt qua tiết diện nghiêng xuất phát từ mép gối tựa):

$$A_{s,inc1} = \frac{Q - Q_{db}}{0,75 \cdot R_{sw} \cdot \sin \alpha} = \frac{260418 - 233143}{0,75 \times 225 \times 0,707} = 228,6 \text{ mm}^2$$

- Tương tự, có diện tích lớp cốt xiên thứ hai (cắt qua tiết diện nghiêng xuất phát từ cuối lớp cốt xiên thứ nhất):  $A_{s,inc2} = 228,6 \text{ mm}^2$ .

Lớp cốt xiên thứ nhất được uốn từ  $2\phi 25$  trên gối B xuống, có diện tích  $A_s = 981,8 \text{ mm}^2$ .

Lớp cốt xiên thứ hai được uốn từ  $2\phi 28$  ở nhịp thứ nhất lên (xem hình 2.15).



Hình 2.15. Bố trí cốt xiên

➤ Tính với lực cắt bên phải gối B:  $Q'_B = 229,613 \text{ kN}$ .

Bố trí cốt đai  $\phi 8$ , 2 nhánh,  $s = 130 \text{ mm}$  như bên trái gối B là đủ khả năng chịu lực, vì có:

$$Q_{db} = 233,143 \text{ kN} > Q_B^P = 229,613 \text{ kN}$$

➤ Tính với lực cắt bên trái gối C:  $Q'_C = 219,625 \text{ kN}$ .

Chọn  $\phi 8$ , 2 nhánh,  $s = 150 \text{ mm}$ .



$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s} = \frac{175 \times 100,48}{150} = 117,2 \text{ N/mm}$$

$$q_{sw\min} = 0,25 R_{bt} b = 0,25 \times 0,75 \times 300 = 56,25 \text{ N/mm.}$$

$$C_o = \sqrt{\frac{1,5 R_{bt} b h_0^2}{0,75 q_{sw}}} = \sqrt{\frac{1,5 \times 0,75 \times 300 \times 646^2}{0,75 \times 117,2}} = 1265,83 \text{ mm}$$

$$C_o = 1265,83 \text{ mm} < 2h_o = 2 \times 646 = 1292 \text{ mm.}$$

$$Q_{db} = \sqrt{4,5 R_{bt} b h_0^2 q_{sw}} = \sqrt{4,5 \times 0,75 \times 300 \times 646^2 \times 117,2} \\ = 222533 \text{ N} = 222,533 \text{ kN}$$

$$Q_{db} = 222,533 \text{ kN} > Q = 219,625 \text{ kN}$$

#### 4.6. Tính cốt treo

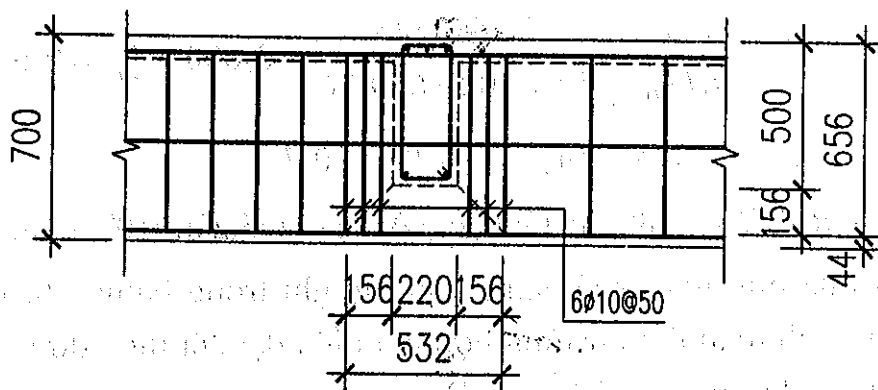
Tại vị trí dầm phụ kê lên dầm chính cần bố trí cốt treo để gia cố cho dầm chính. Lực tập trung do dầm phụ truyền vào dầm chính là:

$$P_1 = P + G_1 = 108,0 + 78,775 = 186,775 \text{ kN.}$$

Cốt treo được đặt dưới dạng cốt đai, diện tích tính toán:

$$A_{sw} = \frac{P_1 \left(1 - \frac{h_s}{h_0}\right)}{R_{sw}} = \frac{186,775 \times 10^3 \left(1 - \frac{156}{656}\right)}{175} = 813,5 \text{ mm}^2$$

$$h_s = h_o^{dc} - h_{dp} = 656 - 500 = 156 \text{ mm.}$$



Hình 2.16. Bố trí cốt treo

Dùng đai  $\phi 10$  có  $a_{sw} = 78,5 \text{ mm}^2$ , số nhánh  $n_s = 2$ , số lượng đai cần thiết là:

$$m = \frac{A_{sw}}{n_s a_s} = \frac{813,5}{2 \times 78,5} = 5,2$$

Chọn 6 đai, đặt mỗi bên mép dầm phụ 3 đai, trong đoạn

$$h_s = 156 - 50 = 151 \text{ mm.}$$

Khoảng cách giữa các đai là 50 mm, đai trong cùng cách mép dầm phụ 50 mm.

#### 4.7. Tính, vẽ hình bao vật liệu

##### a. Tính khả năng chịu lực

###### ► Tại nhịp biên:

Mômen dương, tiết diện chữ T có cánh nằm trong vùng nén, bề rộng cánh  $b = b' = 2800 \text{ mm}$ , bố trí cốt thép  $2\Phi 25 + 2\Phi 28$ , diện tích  $A_s = 2213 \text{ mm}^2$ ,  $h_0$  thực tế đã tính = 656 mm.

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0} = \frac{280 \times 2213}{8,5 \times 2800 \times 656} = 0,04$$

$$x = \xi h_0 = 0,039 \times 656 = 25,58 \text{ mm} < h'_f = 80 \text{ mm} - \text{trục trung hoà đi qua cánh.}$$

$$\zeta = 1 - 0,5\xi = 1 - 0,5 \times 0,04 = 0,980$$

$$M_{td} = R_s A_s \zeta h_0 = 280 \times 2213 \times 0,980 \times 656 = 398,418 \times 10^6 \text{ Nmm} = 398,418 \text{ kNm.}$$

###### ► Tại gối B:

Mômen âm, tiết diện chữ nhật  $b \times h = 300 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$ , bố trí cốt thép hàng ngoài:  $4\Phi 28$ , hàng trong:  $2\Phi 25$ .  $h_0$  thực tế đã tính = 629,76 mm.

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0} = \frac{280 \times 3445}{8,5 \times 300 \times 629,76} = 0,600 < \xi_R = 0,650$$

$$\zeta = 1 - 0,5\xi = 1 - 0,5 \times 0,6 = 0,7$$

$$M_{td} = R_s A_s \zeta h_0 = 280 \times 3445 \times 0,7 \times 629,76 = 425,256 \times 10^6 \text{ Nmm} = 425,256 \text{ kNm.}$$

Kết quả tính toán khả năng chịu lực ghi trong bảng 2.9, mọi tiết diện đều được tính toán theo trường hợp tiết diện đặt cốt thép đơn (với tiết diện chịu mômen dương thay  $b$  bằng  $b'$ )

$$\xi = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0}; \zeta = 1 - 0,5\xi; M_{td} = R_s A_s \zeta h_0$$

**Bảng 2.9. Khả năng chịu lực của các tiết diện**

Tiết diện	Số lượng và diện tích cốt thép ( $mm^2$ )	$h_o$ (mm)	$\xi$	$\zeta$	$M_{td}$ (kNm)
Giữa nhịp biên	$2\Phi 25 + 2\Phi 28 - A_s = 2213$	656	0,040	0,980	398,418
Cạnh nhịp biên	Uốn $2\Phi 28$ còn $2\Phi 25 - A_s = 982$	657	0,018	0,991	179,060
Trên gối B	$(2\Phi 28 + 2\Phi 28 + 2\Phi 25) - A_s = 3445$	629,76	0,600	0,700	425,256
Cạnh trái gối B	Uốn $2\Phi 25$ còn $(2\Phi 28 + 2\Phi 28) - A_s = 2463$	646	0,419	0,791	352,252
Cạnh trái gối B	Uốn $2\Phi 28$ còn $2\Phi 28 - A_s = 1232$	646	0,209	0,895	199,511
Cạnh phải gối B	Uốn $2\Phi 25$ còn $(2\Phi 28 + 2\Phi 28) - A_s = 2463$	646	0,419	0,791	352,252
Cạnh phải gối B	Cắt $2\Phi 28$ còn $2\Phi 28 - A_s = 1232$	646	0,209	0,895	199,511
Giữa nhịp 2	$2\Phi 22 + 2\Phi 22 - A_s = 1521$	659	0,027	0,986	276,845
Cạnh nhịp 2	Cắt $2\Phi 22$ còn $2\Phi 22 - A_s = 760$	659	0,014	0,993	139,284
Trên gối C	$2\Phi 28 + 2\Phi 28 - A_s = 2463$	646	0,419	0,791	352,252
Cạnh gối C	Cắt $2\Phi 28$ còn $2\Phi 28 - A_s = 1232$	646	0,209	0,895	199,511

### b. Xác định mặt cắt lý thuyết của các thanh

- Cốt thép số 4 (đầu bên trái, gần gối B): Sau khi cắt cốt thép số 4, tiết diện giữa nhịp thứ hai còn lại cốt thép số 3 ( $2\Phi 22$ ) ở phía dưới, khả năng chịu lực ở thớ dưới là 139,284 kNm. Biểu đồ vật liệu cắt biểu đồ bao mômen ở điểm H, đây là mặt cắt lý thuyết của cốt thép số 4. Bằng quan hệ hình học giữa các tam giác đồng dạng OBD, OGH và OEF, xác định được khoảng cách từ điểm H đến trục B là 2116 mm, đến mép phải gối B là 1916 mm (hình 2.17).

Xác định đoạn kéo dài của cốt thép số 4 (ở bên trái) –  $W_4'$ :

$$Q \text{ là độ dốc của biểu đồ mômen: } Q = \frac{312,233 + 221,111}{2,5} = 213,338 \text{ kN}$$

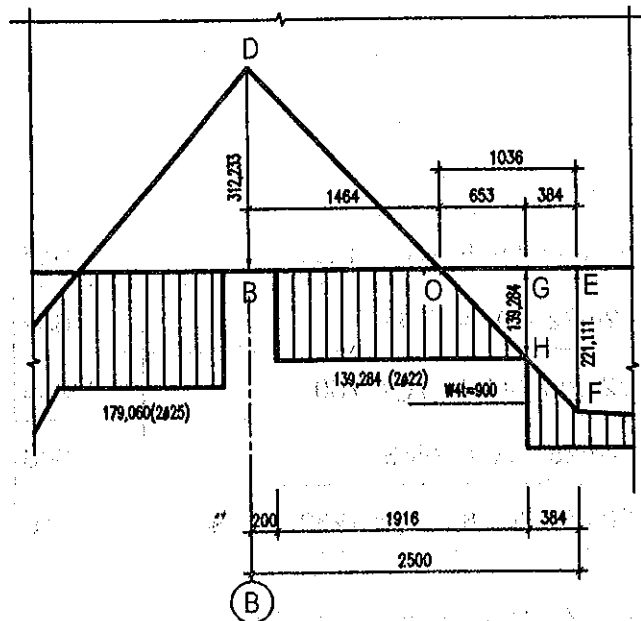
Tại khu vực cắt cốt thép số 4 không có cốt xiên nên  $Q_{s.inc} = 0$ ;

Tại khu vực này cốt đai là  $\Phi 8$ ,  $s = 130$ , do vậy

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s} = \frac{175 \times 100,6}{130} = 135,42 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow W_4^t = \frac{Q - Q_{s.inc}}{2q_{sw}} + 5\phi = \frac{213,338 - 0}{2 \times 135,42} + 5 \times 0,022 = 0,898\text{m} > 20\phi = 20 \times 0,022\text{m} = 0,44\text{m}$$

Lấy tròn  $W_4^t = 900 \text{ mm}$ .



Hình 2.17. Mặt cắt lý thuyết

Tiến hành tương tự cho các cột thép khác, kết quả ghi trong bảng 2.10.

Bảng 2.10. Mặt cắt lý thuyết của các cột thép

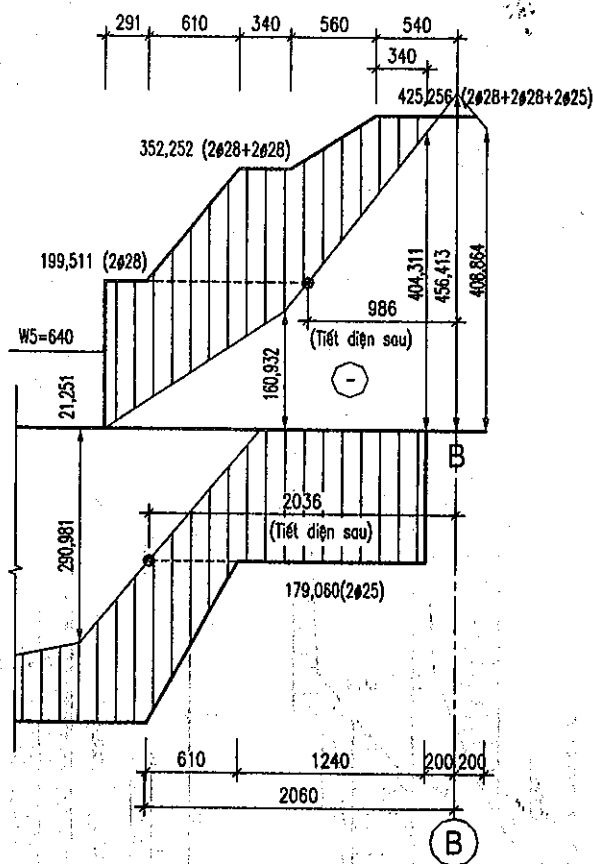
Cột thép	Mặt cắt lý thuyết	Đoạn kéo dài
Cột thép số 4 (đầu bên phải)	Cách trục gối C là 1870 mm	$W_4^p = 900 \text{ mm}$
Cột thép số 5 (đầu bên trái)	Cách trục gối B là 2340 mm	$W_5 = 640 \text{ mm}$
Cột thép số 2 (đầu bên phải)	Cách trục gối B là 1150 mm	$W_2^p = 560 \text{ mm}$
Cột thép số 8 (đối xứng)	Cách trục gối C là 770 mm	$W_8 = 1040 \text{ mm}$

**c. Kiểm tra về uốn cột thép**

Tại bên trái gối B: Cột thép số 2 được uốn lên kết hợp chịu mômen âm ở gối. Nếu xét uốn từ dưới lên, điểm bắt đầu uốn cách trục B một đoạn 2060 mm, điểm kết thúc uốn cách trục B một đoạn 1450 mm, đảm bảo nằm ra ngoài tiết

diện sau. Nếu xét uốn từ trên xuống, điểm bắt đầu uốn cách trục B một đoạn 1440 mm, đảm bảo điều kiện cách tiết diện trước một đoạn  $900 \text{ mm} > 0,5h_0 = 315 \text{ mm}$ , điểm kết thúc uốn cách trục B một đoạn 2060 mm, đảm bảo nằm ra ngoài tiết diện sau (hình 2.18).

Cốt thép số 6 được uốn từ trên xuống để làm cốt xiên. Điểm bắt đầu uốn cách trục B một đoạn 540 mm, đảm bảo điều kiện cách tiết diện trước một đoạn  $340 \text{ mm} > 0,5h_0 = 315 \text{ mm}$ , điểm kết thúc uốn cách trục B một đoạn 1100 mm, đảm bảo nằm ra ngoài tiết diện sau (hình 2.18).



Hình 2.18. Uốn cốt thép

#### 4.8. Kiểm tra về neo cốt thép

Cốt thép ở phía dưới sau khi được uốn, cắt, số còn lại khi kéo vào gối đều phải đảm bảo lớn hơn  $1/3$  diện tích cốt thép ở giữa nhịp:

Nhịp biên  $2\Phi 25 + 2\Phi 28$  uốn  $2\Phi 28$  còn  $2\Phi 25$ , diện tích còn 44,4% khi vào gối;

Nhịp giữa  $2\Phi 22 + 2\Phi 22$  cắt  $2\Phi 22$  còn  $2\Phi 22$ , diện tích còn 50% khi vào gối;

– Tại gối A:

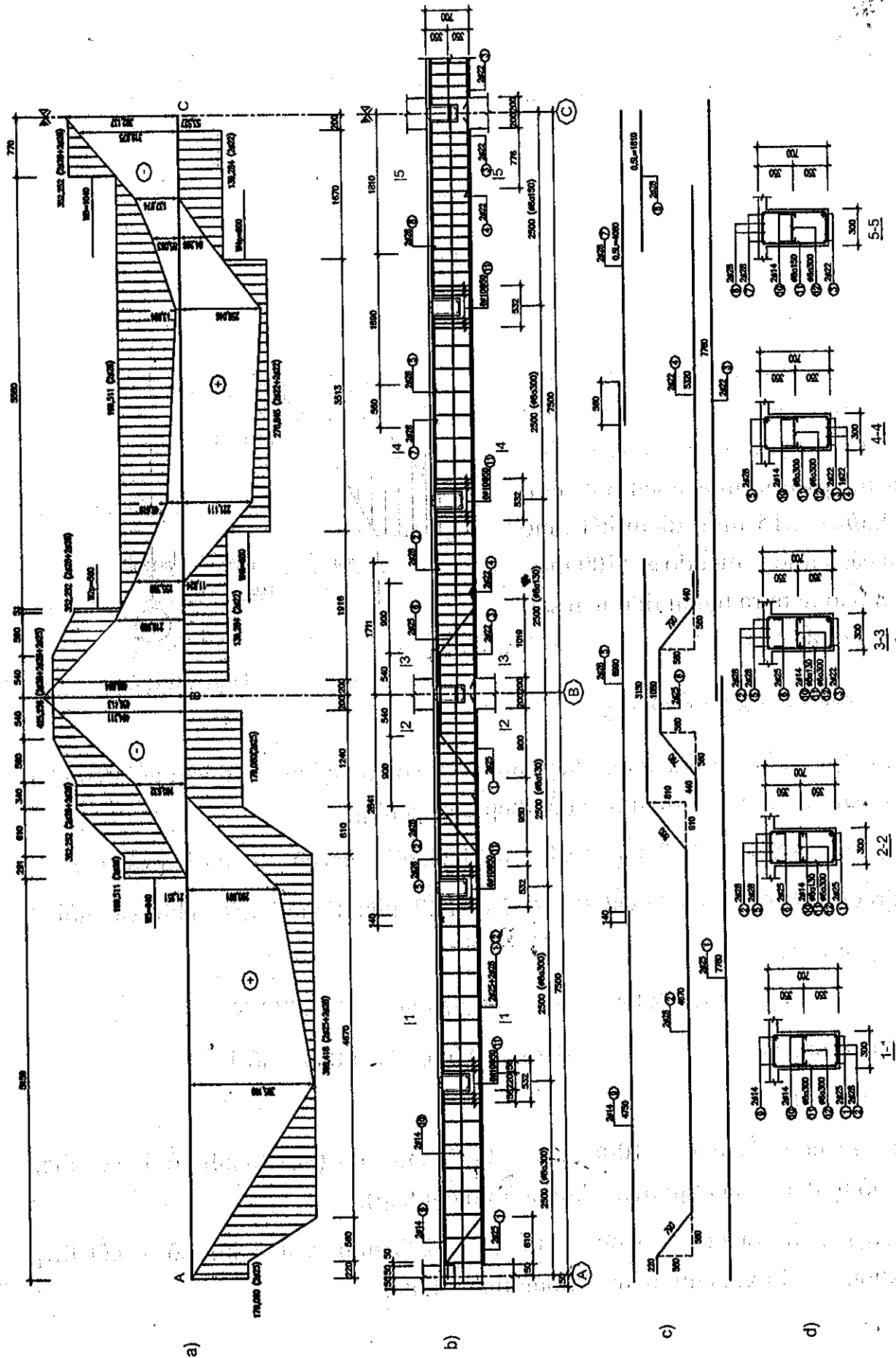
$$Q_A = 157,932 \text{ kN} > Q_{b\min} = 0,5R_{bt}bh_0 = 73,687 \text{ kN}.$$

Đoạn neo cốt dọc =  $10\Phi = 10 \cdot 25 = 250 \text{ mm}$  (với thanh số 1).

– Tại gối B:

Đoạn neo cốt dọc =  $10\Phi = 10 \times 25 = 250 \text{ mm}$  (với thanh số 1, cốt thép không tham gia chịu nén – không tính cốt kép).

Đoạn neo cốt dọc =  $10\Phi = 10 \times 22 = 220 \text{ mm}$  (với thanh số 3, cốt thép không tham gia chịu nén – không tính cốt kép).



Hình 2.19. Bố trí cốt thép và hình bao vật liệu của dầm chính  
 a) Hình bao vật liệu; b) Mặt cắt đứng dầm; c) Khai triển cốt thép; d) Các mặt cắt ngang

– Tại gôỉ C:

Đoạn neo cốt dọc =  $10\Phi = 10 \times 22 = 220$  mm (với thanh số 3, cốt thép không tham gia chịu nén – không tính cốt kép).

#### 4.9. Cốt thép cấu tạo

##### a. Cốt thép số 9 ( $2\Phi 14$ ):

Cốt thép này được sử dụng làm cốt giá ở nhịp biên, trong đoạn không có mômen âm. Diện tích cốt thép là  $308 \text{ mm}^2$ , không nhỏ hơn  $0,1\%bh_0 = 0,1\% \times 300 \times 655 = 197 \text{ mm}^2$ .

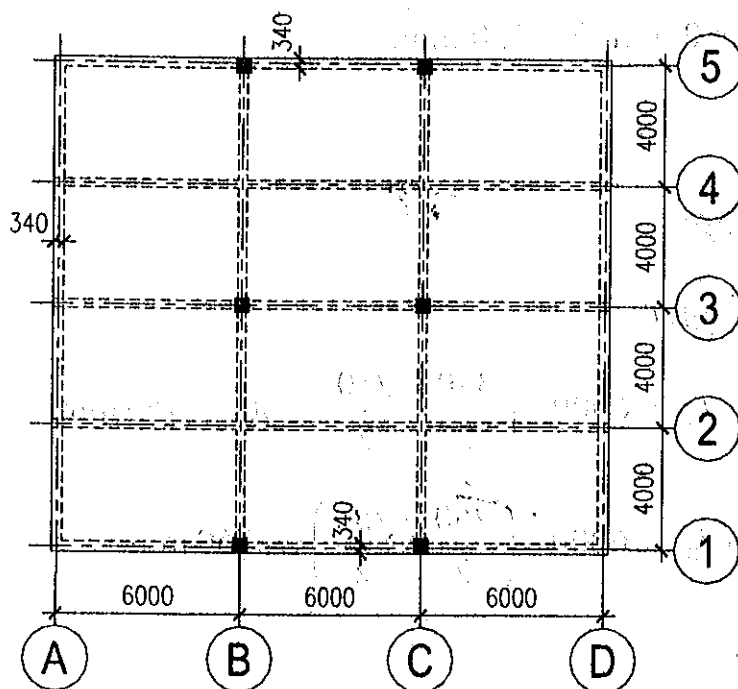
##### b. Cốt thép số 10 ( $2\Phi 14$ ):

Mặc dù theo cấu tạo khi chiều cao dầm  $h > 700$  mm cần đặt thêm 2 cốt dọc cấu tạo ở mặt bên trên suốt chiều dài dầm nhưng nên bố trí thêm 2 cốt thép này khi  $h \geq 600$  mm.

## B. TÍNH TOÁN SÀN CỐ BÀN HAI PHƯƠNG

### 1. SỐ LIỆU

1. Mặt bằng sàn cho trên hình 2.20.



Hình 2.20. Mặt bằng sàn

2. Cấu tạo mặt sàn, ngoài bản bê tông cốt thép còn có 3 lớp (gạch lát, vữa lót, vữa trát) với tải trọng tính toán đã xác định được  $g_s = 1,15 \text{ kN/m}^2$ .
3. Hoạt tải tiêu chuẩn  $p^{lc} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ .
4. Vật liệu: Bê tông cấp độ bền theo cường độ chịu nén B20, cốt thép CI, CII.
5. Chiều dài cột:  $l_c = 4,2 \text{ m}$ .

## 2. PHÂN TÍCH VÀ CHỌN KÍCH THƯỚC

Theo sơ đồ đã cho:  $l_1 = 4000 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 6000 \text{ mm}$ ,  $l_2 < 2l_1 = 8000 \text{ mm}$ . Sàn có bản hai phương. Các dầm theo trục 2, 3, 4 là dầm phụ, dầm trục B, C là dầm chính. Xung quanh là tường chịu lực dày  $b_t = 340 \text{ mm}$ .

Sơ bộ chọn kích thước:

– Chiều dày bản  $h_b = \left( \frac{1}{40} + \frac{1}{50} \right) l_1$ , chọn  $h_b = 100 \text{ mm}$ .

– Nhịp dầm phụ  $l_2 = 6000 \text{ mm}$ . Chiều cao tiết diện dầm phụ  $h = \frac{1}{15} l_2$ , chọn  $h_d = 400 \text{ mm}$ ,  $b_d = 200 \text{ mm}$ .

– Nhịp dầm chính  $l = 8000 \text{ mm}$ . Chiều cao tiết diện trong khoảng  $\left( \frac{1}{10} + \frac{1}{12} \right) l$ , chọn  $h = 750 \text{ mm}$ ,  $b = 250 \text{ mm}$ .

## 3. TÍNH BẢN

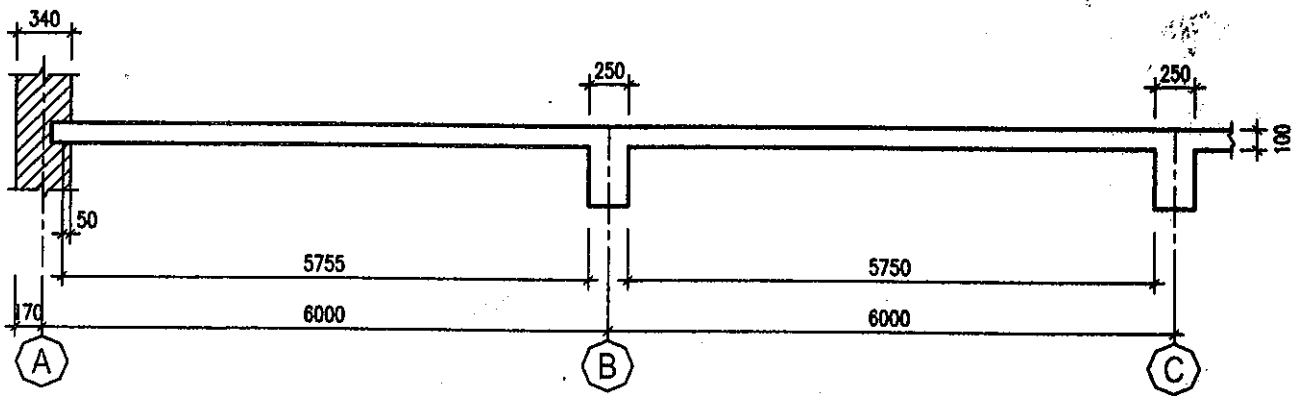
### 3.1. Nhịp tính toán

➤ Theo phương  $l_2$ :

$$\text{Nhịp biên } l_{02} = 6000 - \left( \frac{340}{2} + \frac{250}{2} \right) + 50 = 5755 \text{ mm}$$

$$\text{Nhịp giữa } l_{02} = 6000 - \left( \frac{250}{2} + \frac{250}{2} \right) = 5750 \text{ mm}$$



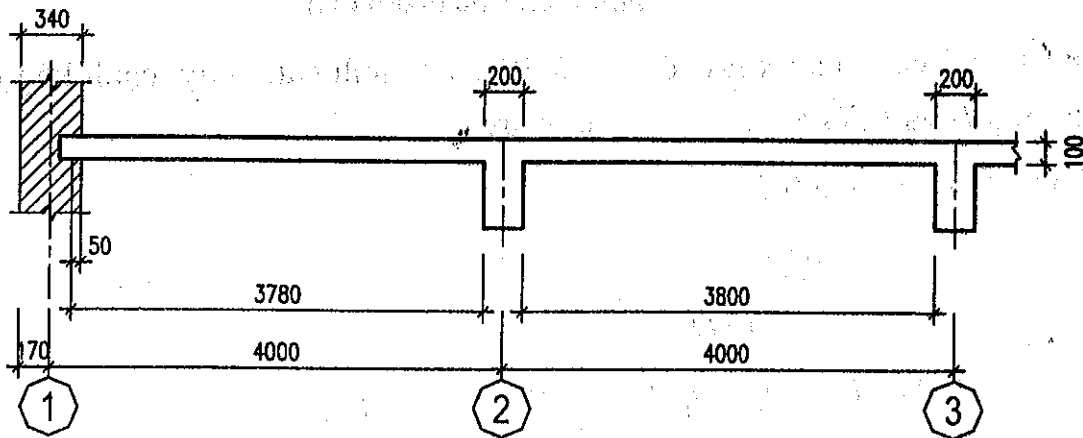


Hình 2.21. Mặt cắt dọc, nhịp tính toán  $l_{02}$

► Theo phương  $l_1$ :

$$\text{Nhịp biên } l_{02} = 4000 - \left( \frac{340}{2} + \frac{200}{2} \right) + 50 = 3780 \text{ mm}$$

$$\text{Nhịp giữa } l_{01} = 4000 - \left( \frac{200}{2} + \frac{200}{2} \right) = 3800 \text{ mm}$$



Hình 2.22. Mặt cắt ngang, nhịp tính toán  $l_{01}$

Chênh nhau giữa các nhịp theo mỗi phương không đáng kể.

### 3.2. Tải trọng

Trọng lượng bản bê tông cốt thép dày 100 mm (0,1 m) với hệ số  $n = 1,1$ :

$$g_o = 1,1 \times 25 \times 0,1 = 2,75 \text{ kN/m}^2$$

Tĩnh tải:  $g = g_o + g_s = 2,75 + 1,15 = 3,9 \text{ kN/m}^2$

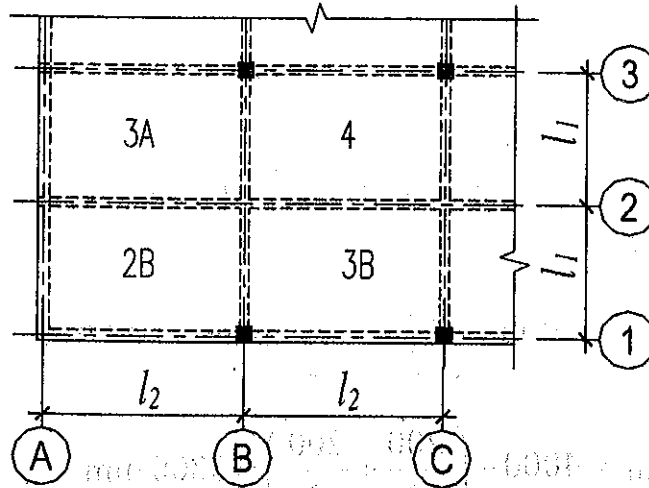
Hoạt tải tính toán:  $p = 1,2 \times 5 = 6 \text{ kN/m}^2$

$$q = g + p = 3,9 + 6 = 9,9 \text{ kN/m}^2$$

### 3.3. Nội lực

#### a. Mômen uốn

Xét trong toàn sàn thấy có 4 loại ô bản.



Hình 2.23. Các loại ô bản

Ô 2B có 2 cạnh cản xoay, ô 3A và 3B có 3 cạnh cản xoay, cạnh kê tự do theo phương  $l_1$  và  $l_2$ . Ô 4 có 4 cạnh cản xoay.

Tính  $M_1$  theo công thức:

$$M_1 = \frac{ql_1^2(3l_{02} - l_{01})}{12D}$$

$$D = (2 + A_1 + B_1)l_{02} + (2\theta + A_2 + B_2)l_{01}$$

Tính toán ô bản 2B. Nhip tính toán  $l_{01} = 3,78$  m;  $l_{02} = 5,755$  m.

$$\frac{l_{02}}{l_{01}} = \frac{5,755}{3,78} = 1,52$$

Chọn các hệ số mômen:

$$\theta = 0,5; A_1 = 0; B_1 = 1; A_2 = 0; B_2 = 0,7$$

$$D = (2 + 0 + 1) \times 5,755 + (2 \times 0,5 + 0 + 0,7) \times 3,78 = 23,69 \text{ m}$$

$$M_1 = \frac{9,9 \times 3,78^2 (3 \times 5,755 - 3,78)}{12 \times 23,69} = 6,71 \text{ kNm}$$

$$M_2 = \theta M_1 = 0,5 \times 6,71 = 3,36 \text{ kNm}$$

$$M_{B1} = B_1 M_1 = 1 \times 6,71 = 6,71 \text{ kNm}$$

$$M_{B2} = B_2 M_1 = 0,7 \times 6,71 = 4,7 \text{ kNm}$$

$$M_{A1} = M_{A2} = 0$$

Các ô bản khác được tính toán và ghi kết quả vào trong bảng 2.11 (ghi cả kết quả của ô 2B).

**Bảng 2.11. Giá trị nội lực trong các ô bản**

Các thông số	Ô 2B	Ô 3A	Ô 3B	Ô 4
Nhịp tính toán $\frac{l_{02}}{l_{01}}$	$\frac{5,755}{3,78}$	$\frac{5,755}{3,80}$	$\frac{5,75}{3,78}$	$\frac{5,75}{3,8}$
Hệ số $\theta$	0,5	0,5	0,5	0,5
$A_1, B_1$	0; 1	1; 1	0; 1	1; 1
$A_2, B_2$	0; 0,7	0; 0,7	0,7; 0,7	0,7; 0,7
D (m)	23,69	29,48	26,32	32,12
$M_1$ (kNm)	6,71	5,45	6,033	5,0
$M_2$ (kNm)	3,36	2,73	3,02	2,5
$M_{A1}, M_{B1}$ (kNm)	0; 6,71	5,45	0; 6,033	5,0
$M_{A2}, M_{B2}$ (kNm)	0; 4,7	0; 3,82	4,22	3,5

### b. Lực cắt

Lực cắt lớn nhất tại ô bản 3B.  $Q = \alpha \beta l_1$

$$\alpha = 1,2; \beta = 0,436 \text{ (với } r = 1,52)$$

$$Q = 1,2 \times 0,436 \times 9,9 \times 4 = 20,7 \text{ kN/m}$$

## 3.4. Tính cốt thép dọc

### a. Số liệu

Bê tông cấp độ bền B20 có  $R_b = 11,5 \text{ MPa}$ ,  $R_{bt} = 0,9 \text{ Pa}$ ;

Cốt thép CI có  $R_s = 225$  MPa.

Hệ số hạn chế vùng nén khi nội lực tính theo sơ đồ dẻo là  $\alpha_{pl} = 0,255$ .

**b. Cốt thép chịu mômen dương  $M_1$  (đặt dưới cùng theo phương  $l_1$ )**

Chọn  $a = 15$  mm,  $h_0 = h_b - a = 100 - 15 = 85$  mm.

Ô bản 2B:  $M = 6,71$  kNm

$$\alpha_m = \frac{M}{R_s b h_0^2} = \frac{6,71 \times 10^6}{11,5 \times 1000 \times 85^2} = 0,0808 < \alpha_{pl} = 0,255$$

$$\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0,0808}}{2} = 0,95$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_0} = \frac{6,71 \times 10^6}{225 \times 0,95 \times 85} = 370 \text{ mm}^2$$

Kiểm tra  $\mu\% = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{370}{1000 \times 85} \times 100\% = 0,44\%$

Chọn  $\phi 8$ , diện tích  $50 \text{ mm}^2$ , khoảng cách  $s = \frac{1000 \times 50}{370} = 135$  mm. Chọn

$s = 130$  mm.

Các ô bản 3A, 3B, 4 được tính, kết quả ghi trong bảng 2.12.

**Bảng 2.12. Cốt thép chịu mômen dương  $M_1$**

Các thông số	Ô 2B	Ô 3A	Ô 3B	Ô 4
M (kNm)	6,71	5,45	6,033	5,0
$\alpha_m$	0,0808	0,066	0,073	0,0602
$\zeta$	0,95	0,966	0,955	0,968
$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	370	296	330	271
$\mu\%$	0,44	0,35	0,39	0,32
Chọn $\phi$ , khoảng cách	$\phi 8$ , s130	$\phi 8$ , s170	$\phi 8$ , s130	$\phi 8$ , s170
Tại ô 3B và ô 4 có thể chọn s140 và s180 nhưng chọn s130 và s170 để đơn giản thi công.				

**c. Cốt thép chịu mômen dương  $M_2$  (đặt theo phương  $l_2$ , kê lên cốt thép theo phương  $l_1$ )**

Chọn lớp bảo vệ  $C = 10$  mm, dự kiến dùng thép  $\phi 6$  (thép đặt theo phương  $l_1$  là  $\phi 8$ ).

$$a = 10 + 8 + (6/2) = 21 \text{ mm}, h_0 = h_b - a = 100 - 21 = 79 \text{ mm}.$$

$$\alpha_m = \frac{M}{11,5 \times 1000 \times 79^2} = \frac{M}{71,77 \times 10^6}$$

$$A_s = \frac{M}{225 \times \zeta \times 79} = \frac{M}{17775 \times \zeta}$$

Kết quả ghi trong bảng 2.13.

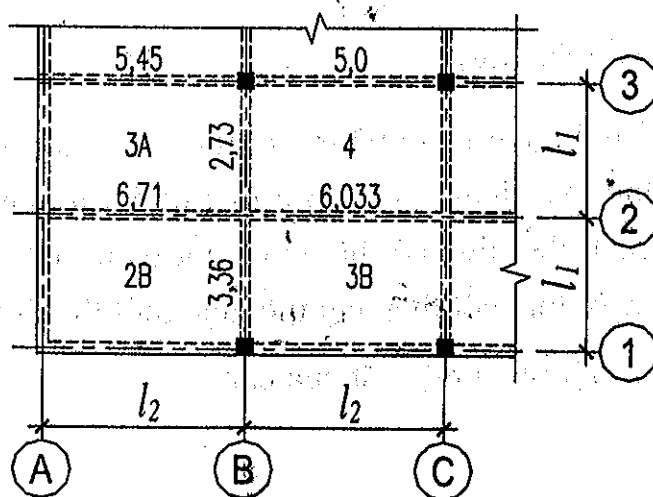
**Bảng 2.13. Cốt thép chịu mômen dương  $M_2$**

Các thông số	Ô 2B	Ô 3A	Ô 3B	Ô 4
M (kNm)	3,36	2,73	3,02	2,5
$\alpha_m$	0,0468	0,038	0,042	0,035
$\zeta$	0,976	0,98	0,978	0,982
$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	197	157	174	143
$\mu$ %	0,25	0,20	0,22	0,18
Chọn $\phi$ , khoảng cách	$\phi 6$ , s140	$\phi 6$ , s180	$\phi 6$ , s140	$\phi 6$ , s180

Tại ô 3A có thể chọn s160 và tại ô 4 chọn s190 nhưng chọn như trên để đơn giản thi công.

**d. Cốt thép chịu mômen âm**

Mômen âm trên các gối giữa để tính cốt thép được lấy theo hình 2.24.



**Hình 2.24. Mômen âm**

Tính với mômen âm lấy  $h_o = 85$  mm theo cả hai phương.  
 Kết quả tính toán ghi trong bảng 2.14.

**Bảng 2.14. Cốt thép chịu mômen âm**

Các thông số	Trục 2		Trục 3		Trục B	
	Giữa A-B	Giữa B-C	Giữa A-B	Giữa B-C	Giữa 1-2	Giữa 2-3
M (kNm)	6,71	6,033	5,45	5,0	3,36	2,73
$\alpha_m$	0,0808	0,0795	0,0718	0,066	0,0443	0,034
$\zeta$	0,95	0,955	0,96	0,97	0,976	0,982
$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	370	330	297	270	180	146
$\mu\%$	0,44	0,39	0,35	0,32	0,21	0,17
Chọn $\phi$ , khoảng cách	$\phi 8$ , s130	$\phi 8$ , s150	$\phi 8$ , s150 Có thể 170	$\phi 8$ , s150 Có thể 180	$\phi 8$ , s200	$\phi 8$ , s200

Cốt thép cấu tạo chịu mômen âm đặt tại các gối biên kê tự do, chọn  $\phi 8$ , s200.  
 Cốt thép phân bố để buộc với cốt thép chịu mômen âm dùng  $\phi 6$ , s250.

**e. Kiểm tra khả năng chịu cắt**

$Q = 20,7$  kN/m (Với dải bản  $b = 1$  m có  $Q = 20,7$  kN)

$$Q_{bmin} = 0,5R_b b h_o = 0,5 \times 0,9 \times 1000 \times 85 = 38250N = 38,25$$
 kN

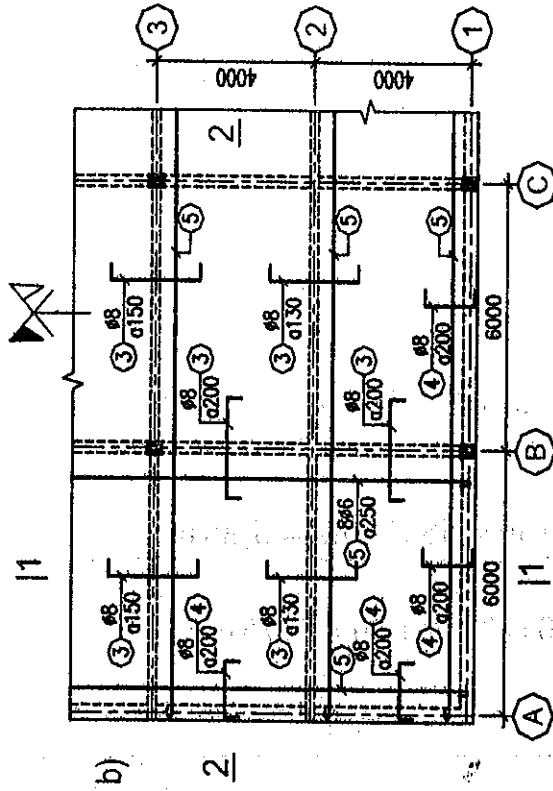
Thoả mãn  $Q < Q_{bmin}$ . Bê tông đủ khả năng chịu lực cắt.

**3.5. Cấu tạo, bản vẽ cốt thép**

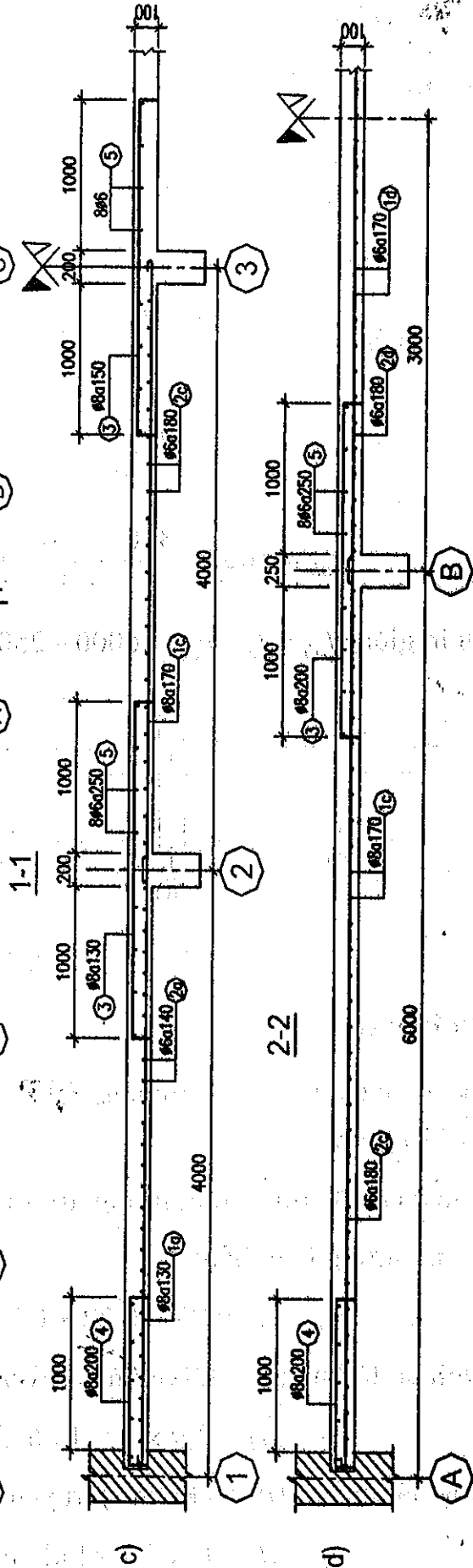
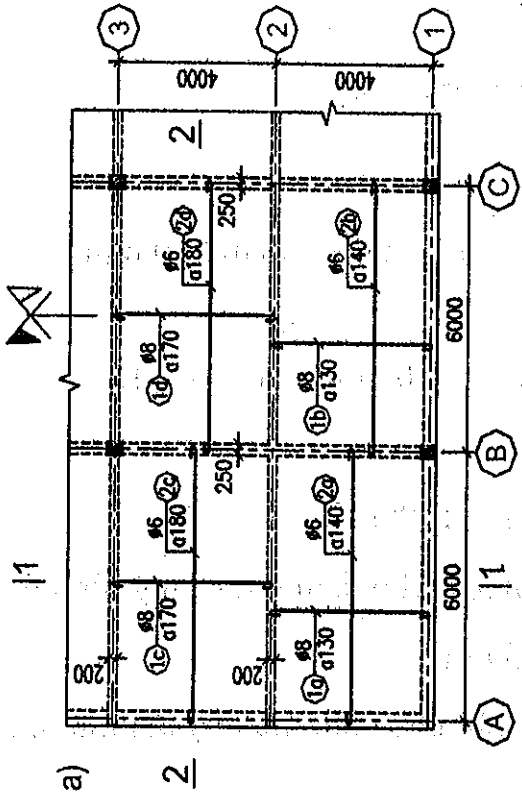
Hình 2.5a, b thể hiện mặt bằng bố trí cốt thép của một phần sàn. Để thuận tiện cho việc nhận biết, vẽ riêng cốt thép ở mặt dưới và mặt trên sàn. Trường hợp muốn thu gọn cách thể hiện có thể vẽ cả cốt thép mặt dưới và mặt trên trong cùng một hình. Mỗi loại cốt thép chỉ thể hiện một thanh làm đại diện.

Hình 2.25c, d vẽ một phần mặt cắt của bản.

Thép lớp trên



Thép lớp dưới



Hình 2.25. Cốt thép trong bản

## 4. TÍNH DÂM PHỤ

### 4.1. Sơ đồ

Dầm phụ liên tục, 3 nhịp  $l_2 = 6000$  mm. Đoạn kê lên tường bằng bề rộng tường  $S_d = 340$  mm, bề rộng dầm chính  $b_{dc} = 250$  mm.

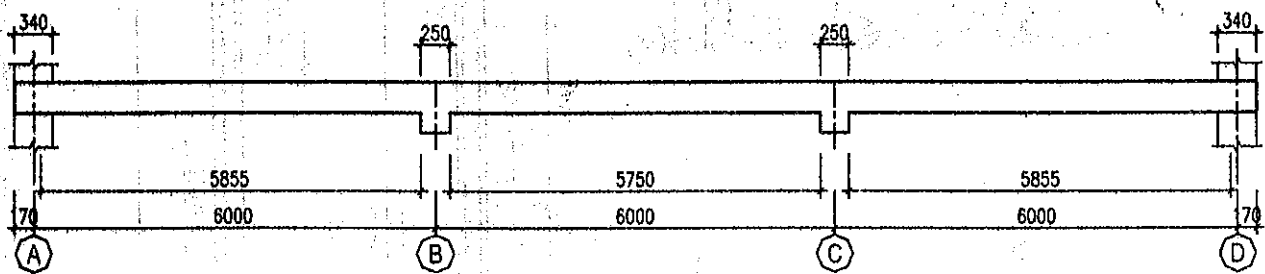
Nhịp tính toán:

$$\text{Nhịp biên: } l_{ob} = l_2 - \frac{b_t}{2} - \frac{b_{dc}}{2} + C_d$$

$$C_d = \min\left(\frac{S_d}{2}, \frac{1}{40}l_2\right) = \min(170, 150). \text{ Lấy } C_d = 150 \text{ mm.}$$

$$l_{ob} = 6000 - \frac{340}{2} - \frac{250}{2} + 150 = 5855 \text{ mm} = 5,85 \text{ m}$$

$$\text{Nhịp giữa: } l_{ob} = l_2 - b_{dc} = 6000 - 250 = 5750 \text{ mm} = 5,75 \text{ m}$$



Hình 2.26. Dầm phụ

### 4.2. Tải trọng

Tiết diện dầm  $b_d = 200$  mm,  $h_d = 400$  mm, kể thêm lớp trát 10 mm thành 220 mm và 410 mm.

Chiều cao để tính trọng lượng, trừ đi  $h_b = 100$  mm, là  $410 - 100 = 310$  mm.

Trọng lượng bản thân:

$$g_o = 1,1 \times 25 \times 0,22 \times 0,31 = 1,88 \text{ kN/m}$$

Tĩnh tải từ bản ( $g = 3,9 \text{ kN/m}^2$ ) truyền vào cho dầm theo dạng hình thang:

$$g_l = gl_l = 3,9 \times 4 = 15,6 \text{ kN/m}$$

Hoạt tải từ bản ( $p = 6 \text{ kN/m}^2$ ) truyền vào cho dầm theo dạng hình thang:

$$p_l = pl_l = 6 \times 4 = 24 \text{ kN/m}$$



### 4.3. Nội lực

Tính nội lực theo sơ đồ dẻo, dầm liên tục ba nhịp.

#### a. Hình bao mômen

Các nhịp gần bằng nhau, dùng công thức và hệ số lập sẵn. Dùng cách gần đúng đối tải trọng hình thang thành phân bố đều:

$$g_2 = k_o g_1 \text{ với } k_o = 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{l_1}{l_2} \right)^2 = 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{4}{6} \right)^2 = 0,852$$

$$g_d = g_o + g_2 = 1,88 + 0,852 \times 15,6 = 15,17 \text{ kN/m}$$

$$p_d = k_o p_1 = 0,852 \times 24 = 20,45 \text{ kN/m}$$

$$\frac{p_d}{g_d} = \frac{20,45}{15,17} = 1,35$$

$$q_d = g_d + p_d = 15,17 + 20,45 = 35,62 \text{ kN/m}$$

$$M = \beta q_d l^2 \text{ (lấy } \beta \text{ gần đúng theo tỉ số } \frac{p_d}{g_d} = 1,5; \text{ không nội suy)}$$

$$\text{Nhịp biên } l = l_{ob} = 5,855 \text{ m; } q_d l_{ob}^2 = 35,62 \times 5,855^2 = 1221$$

$$\text{Nhịp giữa } l = l_o = 5,75 \text{ m; } q_d l_o^2 = 35,62 \times 5,75^2 = 1178$$

Kết quả tính toán được ghi trong bảng 2.15.

**Bảng 2.15. Tính toán hình bao mômen của dầm phụ**

Tiết diện	$q_d l^2$	Mômen dương		Mômen âm	
		$\beta^+$	$M^+$	$\beta^-$	$M^-$
1	1221	0,065	72,87		
2		0,090	100,90		
0,425.l		0,091	102,00		
3		0,072	84,08		
4		0,020	22,42		
5				-0,0715	-80,15
6	1178	0,018	21,20	-0,026	-30,63
7		0,058	68,32	-0,030	-35,34
0,5.l		0,0625	73,63	-0,015	-17,67
$k = 0,228$ ; tại nhịp biên $M(-) = 0$ tại $x = k l_{ob} = 1,335 \text{ m}$					

**b. Biểu đồ lực cắt**

$$\text{Hệ số } k_o = 1 - 0,5 \left( \frac{l_1}{l_2} \right) = 1 - 0,5 \left( \frac{4}{6} \right) = 0,667$$

$$g_d = 1,88 + 0,667 \times 15,6 = 12,29 \text{ kN/m}$$

$$p_d = 0,667 \times 24 = 16 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 12,29 + 16 = 28,29 \text{ kN/m}$$

$$Q_A = 0,4 \times 28,29 \times 5,855 = 66,26 \text{ kN}$$

$$Q_{Bt} = 0,6 \times 28,29 \times 5,855 = 99,38 \text{ kN}$$

$$Q_{Bp} = 0,5 \times 28,29 \times 5,75 = 81,33 \text{ kN}$$

**4.4. Tính toán cốt thép**

Việc tính toán, bố trí cốt thép, tính và vẽ hình bao vật liệu được tiến hành tương tự như ở mục 3.7.

**5. TÍNH DẦM CHÍNH****5.1. Sơ đồ tính**

Dầm liên tục hai nhịp. Đã sơ bộ chọn tiết diện  $h = 750 \text{ mm}$ ,  $b = 250 \text{ mm}$ . Nhịp tính toán  $l = 8000 \text{ mm}$ .

Mômen quán tính tiết diện dầm:

$$J_d = \frac{250 \times 750^3}{12} = 879 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

Độ cứng chống uốn đơn vị:

$$i_d = \frac{EJ_d}{l_d} = \frac{879 \times 10^7 E}{8000} = 1098 \times 10^3 E$$

Dự kiến chọn kích thước tiết diện cột:

$$b_c = 250 \text{ mm}, h_c = 300 \text{ mm}, l_c = 4200 \text{ mm}.$$

Mômen quán tính tiết diện cột:

$$J_c = \frac{250 \times 300^3}{12} = 56,25 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

Độ cứng chống uốn đơn vị:

$$i_c = \frac{EJ_c}{l_c} = \frac{56,25 \times 10^7 E}{4200} = 133,9 \times 10^3 E$$

Tỉ lệ độ cứng:  $\frac{i_d}{i_c} = \frac{1089}{133,9} = 8,2 > 5.$

Có thể tính dầm chính theo dầm liên tục (không phải tính khung).

## 5.2. Tải trọng

### a. Trọng lượng bản thân $g_{o2}$

Kê cả lớp trát  $h = 760\text{mm}$ , trừ chiều dày bản còn  $660\text{ mm}$ ,  $b = 270\text{ mm}$ .

$$g_{o2} = 1,1 \times 25 \times 0,66 \times 0,27 = 4,9\text{ kN/m}$$

### b. Phân tích tải từ bản truyền vào (theo hình tam giác)

$$g_l = gl_1 = 3,9 \times 4 = 15,6\text{ kN/m}$$

### c. Tính tải tập trung $G_1$ do dầm phụ truyền vào

$$G_1 = g_d l_2 \text{ với } g_d = g_o + g_2$$

$g_o = 1,88\text{ kN/m}$  – trọng lượng bản thân dầm phụ

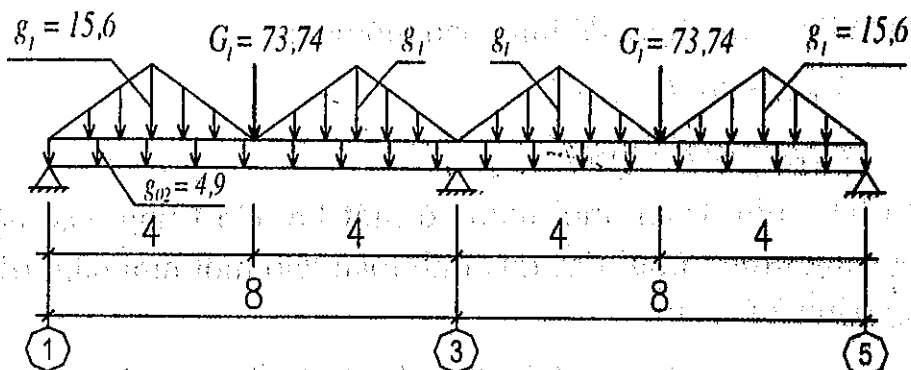
$g_2 = k_o g_l$  – tải trọng từ bản truyền vào dầm phụ đổi ra phân bố đều.

Tính toán về truyền tải trọng,

$$k_o = 1 - 0,5 \left( \frac{l_1}{l_2} \right) = 1 - 0,5 \left( \frac{4}{6} \right) = 0,667$$

$$g_d = 1,88 + 0,667 \times 15,6 = 12,29\text{ kN/m}$$

$$G_1 = 12,29 \times 6 = 73,74\text{ kN}$$



**d. Hoạt tải từ bản truyền vào (theo hình tam giác)**

$$p_1 = pl_1 = 6 \times 4 = 24 \text{ kN/m}$$

**e. Hoạt tải tập trung  $P_1$  do dầm phụ truyền vào**

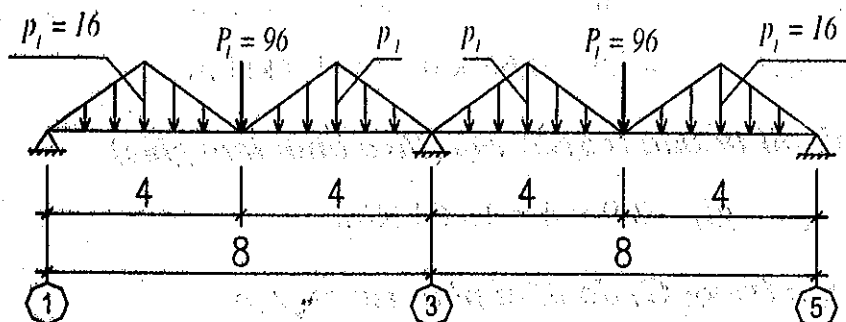
$$P_1 = p_d l_2 \text{ với } p_d = k_o p_1$$

Tính toán về truyền tải trọng,

$$k_o = 1 - 0,5 \left( \frac{l_1}{l_2} \right) = 1 - 0,5 \left( \frac{4}{6} \right) = 0,667$$

$$p_d = 0,667 \times 24 = 16 \text{ kN/m}$$

$$P_1 = 16 \times 6 = 96 \text{ kN}$$



**5.3. Nội lực**

**a. Mômen**

Tính toán gần đúng, đổi các tải trọng về thành lực tập trung

$$G = G_1 + G_2 \text{ với } G_2 = g_o l_1 + k_1 g_1 l_1; \text{ tính } M \text{ lấy } k_1 = 0,5$$

$$G_2 = 4,9 \times 4 + 0,5 \times 15,6 \times 4 = 50,8 \text{ kN}$$

$$G = 73,74 + 50,8 = 124,54 \text{ kN}$$

$$P = P_1 + P_2 \text{ với } P_2 = k_1 p_1 l_1 = 0,5 \times 16 \times 4 = 32 \text{ kN}$$

$$P = 96 + 32 = 128 \text{ kN}$$

Dùng công thức tính tung độ hình bao mômen:

$$M_{\max} = \alpha Gl + \beta_1 Pl$$

$$M_{\min} = \alpha Gl - \beta_2 Pl$$

Với dầm hai nhịp, trong mỗi nhịp có một lực tập trung, các hệ số  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  được tra bảng tương ứng. Kết quả tính toán cho một nửa dầm (dầm đối xứng) ghi trong bảng 2.6 với:

$$Gl = 124,54 \times 8 = 996,32; Pl = 128 \times 8 = 1024$$

Bảng 2.16.

Tiết diện	$\alpha$	$\alpha Gl$	$M_{max}$			$M_{min}$		
			$\beta_1$	$\beta_1 Pl$	$M_{max}$	$\beta_2$	$\beta_2 Pl$	$M_{min}$
0,5l	0,1563	153,0	0,2031	208,0	361,0	0,0469	48,0	105,0
0,842l	-0,0789	-78,6	0,0000	0,0	-78,6	0,0789	80,8	-159,4
l	-0,1875	-186,8	0,0000	0,0	-186,8	0,1875	192,0	-378,6

### b. Lực cắt

Tải trọng tương đương để tính lực cắt được xác định với các hệ số:

$$k_0 = 1 - 0,5 \left( \frac{l_1}{l_2} \right) = 1 - 0,5 \left( \frac{4}{6} \right) = 0,667$$

$$k_1 = 1$$

$$G = G_1 + G_2 \text{ với } G_2 = g_{02}l_1 + k_1g_1l_1 = 4,9 \times 4 + 1 \times 15,6 \times 4 = 82 \text{ kN}$$

$$G = 73,74 + 82 = 155,74 \text{ kN}$$

$$P = P_1 + P_2 \text{ với } P_2 = k_1p_1l_1 = 1 \times 16 \times 4 = 64 \text{ kN}$$

$$P = 96 + 64 = 160 \text{ kN}$$

Dùng công thức tính tung độ hình bao lực cắt:

$$Q_{max} = \gamma G + \delta_1 P$$

$$Q_{min} = \gamma G - \delta_2 P$$

Giá trị  $\gamma$ ,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  và kết quả tính toán ghi trong bảng (cho nửa dầm)

Đoạn dầm	$\gamma$	$\gamma G$	$\delta_1$	$\delta_2$	$Q_{max}$	$Q_{min}$
I; x = 0 → 0,5l	0,3125	48,67	0,4063	0,0938	113,68	33,66
II; x = 0,5l → l	-0,6875	-107,07	0,0000	0,6875	-107,07	-217,07

### 5.4. Tính toán và cấu tạo cốt thép

Việc tính toán, cấu tạo cốt thép được tiến hành tương tự mục 3.5.

### Phần 3

## PHỤ LỤC

#### Phụ lục 1. Môđun đàn hồi của bê tông nặng ( $E_b \times 10^{-3}$ , MPa)

	Cấp độ bền chịu nén của bê tông										
	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Đóng rắn tự nhiên	21	23	27	30	32,5	34,5	36	37,5	39	39,5	40
Dưỡng hộ nhiệt ở áp suất khí quyển	19	20,5	24	25	29	31	32,5	34	35	35,5	36
Chung áp	16	17	20	22,5	24,5	26	27	28	29	29,5	30

#### Phụ lục 2. Cường độ tiêu chuẩn của bê tông nặng ( $R_{bn}$ , $R_{btn}$ , MPa)

Trạng thái	Cấp độ bền chịu nén của bê tông										
	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Nén dọc trục $R_{bn}$	9,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	3,0	36,0	39,5	43,0
Kéo dọc trục $R_{btn}$	1,0	1,15	1,40	1,60	1,80	1,95	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50

#### Phụ lục 3. Cường độ tính toán gốc của bê tông nặng khi tính theo TTGH thứ nhất ( $R_b$ , $R_{bt}$ , MPa)

Trạng thái	Cấp độ bền chịu nén của bê tông										
	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Nén dọc trục $R_b$	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0	33,0
Kéo dọc trục $R_{bt}$	0,66	0,75	0,90	1,05	1,20	1,30	1,40	1,45	1,55	1,60	1,65

### Phụ lục 4. Một số hệ số điều kiện làm việc của bê tông

Theo tính chất tác dụng dài hạn của tải trọng	Hệ số điều kiện làm việc	
	Ký hiệu	Giá trị
<p>a) Khi kể đến tải trọng thường xuyên, tải trọng tạm thời dài hạn và tạm thời ngắn hạn, ngoại trừ tải trọng tác dụng ngắn hạn mà tổng thời gian tác dụng của chúng trong thời gian sử dụng nhỏ (ví dụ tải trọng do cầu trục, do thiết bị băng tải, tải trọng gió, tải trọng xuất hiện trong quá trình sản xuất, vận chuyển, lắp dựng...); cũng như khi kể đến tải trọng đặc biệt gây biến dạng lún không đều,...</p> <p>– Đối với bê tông nặng, bê tông hạt nhỏ, bê tông nhẹ đóng rắn tự nhiên và bê tông được dưỡng hộ nhiệt trong điều kiện môi trường:</p> <p>+ Đảm bảo cho bê tông được tiếp tục tăng cường độ theo thời gian</p> <p>+ Không đảm bảo cho bê tông được tiếp tục tăng cường độ theo thời gian</p> <p>– Đối với bê tông tổ ong, bê tông rỗng không phụ thuộc vào điều kiện sử dụng</p>	<p><math>\gamma_{b2}</math></p> <p><math>\gamma_{b2}</math></p> <p><math>\gamma_{b2}</math></p>	<p>1,00</p> <p>0,90</p> <p>0,85</p>
<p>b) Khi kể đến tải trọng tạm thời ngắn hạn (tác dụng ngắn hạn) trong tổ hợp đang xét hay tải trọng đặc biệt không nêu trong mục a), đối với các loại bê tông.</p>	<p><math>\gamma_{b2}</math></p>	<p>1,10</p>

### Phụ lục 5. Môđun đàn hồi của một số loại cốt thép ( $E_s \times 10^{-4}$ , MPa)

Nhóm cốt thép	CI, A-I, CII, A-II	CIII, A-III	CIV, A-IV, A-V, A-VII	A-III <sub>B</sub>
Môđun đàn hồi	21,0	20,0	19,0	18,0

### Phụ lục 6. Cường độ chịu kéo tiêu chuẩn của cốt thép thanh ( $R_{sn}$ , MPa) và cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép thanh khi tính toán theo TTGH thứ hai

Nhóm cốt thép	Giá trị $R_{sn}$	Nhóm cốt thép	Giá trị $R_{sn}$
CI, A-I	235	A-V	788
CII, A-II	295	A-VI	980
CIII, A-III	390	A <sub>T</sub> -VII	1175
CIV, A-IV	590	A-III <sub>B</sub>	540

**Phụ lục 7. Cường độ tính toán của cốt thép thanh  
khi tính theo TTGH thứ nhất (MPa)**

Nhóm cốt thép		Cường độ chịu kéo		Cường độ chịu nén $R_{sc}$
		Cốt thép dọc $R_s$	Cốt thép ngang (cốt thép đai, cốt thép xiên) $R_{sw}$	
CI, A-I		225	175	225
CII, A-II		280	225	280
A-III	Có đường kính 6 ÷ 8mm	355	285	355
CIII, A-III	Có đường kính 10 ÷ 40mm	365	290	365
CIV, A-IV		510	405	450
A-V		680	545	500
A-VI		815	650	500
A <sub>T</sub> -VII		980	785	500
A-III <sub>B</sub>	Có kiểm soát độ giãn dài và ứng suất	490	390	200
	Chỉ kiểm soát độ giãn dài	450	360	200

**Phụ lục 8. Một số hệ số điều kiện làm việc của cốt thép**

Các yếu tố cần kể đến hệ số điều kiện làm việc của cốt thép	Đặc trưng của cốt thép	Nhóm, loại cốt thép	Hệ số điều kiện làm việc	
			Ký hiệu	Giá trị
1. Cốt thép chịu lực cắt	Cốt thép ngang	Tất cả	$\gamma_{s1}$	0,80
2. Có liên kết hàn cốt thép khi chịu lực cắt	Cốt thép ngang	CIII, AIII, RB400, RB400W	$\gamma_{s2}$	0,90
3. Tải trọng lặp	Cốt thép dọc và cốt thép ngang	Tất cả	$\gamma_{s3}$	TCXDVN 356-2005



**Phụ lục 9. Hệ số giới hạn chiều cao vùng nén  
khi nội lực được tính toán theo sơ đồ đàn hồi ( $\xi_R$ )**

Hệ số đklv	Nhóm thép	Ký hiệu	Cấp độ bền chịu nén của bê tông										
			B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
$\gamma_{b2} = 0,9$	$R_s$	$\omega =$	0,796	0,789	0,767	0,746	0,728	0,710	0,692	0,670	0,652	0,634	0,612
	225 MPa	$\xi_R =$	0,689	0,681	0,656	0,631	0,611	0,592	0,572	0,549	0,530	0,512	0,490
		$\alpha_R =$	0,452	0,449	0,441	0,432	0,424	0,417	0,408	0,398	0,390	0,381	0,370
	280 MPa	$\xi_R =$	0,667	0,658	0,633	0,608	0,588	0,568	0,549	0,526	0,507	0,489	0,467
		$\alpha_R =$	0,445	0,442	0,433	0,423	0,415	0,407	0,398	0,388	0,379	0,369	0,358
	365 MPa	$\xi_R =$	0,636	0,627	0,601	0,576	0,556	0,536	0,517	0,494	0,475	0,457	0,436
$\alpha_R =$		0,434	0,430	0,420	0,410	0,401	0,392	0,383	0,372	0,362	0,353	0,341	
$\gamma_{b2} = 1,0$	$R_s$	$\omega =$	0,790	0,782	0,758	0,734	0,714	0,694	0,674	0,650	0,630	0,610	0,586
	225 MPa	$\xi_R =$	0,682	0,673	0,645	0,618	0,596	0,575	0,553	0,528	0,508	0,488	0,464
		$\alpha_R =$	0,449	0,446	0,437	0,427	0,419	0,410	0,400	0,389	0,379	0,369	0,356
	280 MPa	$\xi_R =$	0,660	0,650	0,623	0,595	0,573	0,552	0,530	0,505	0,485	0,465	0,442
		$\alpha_R =$	0,442	0,439	0,429	0,418	0,409	0,399	0,390	0,378	0,367	0,357	0,344
	365 MPa	$\xi_R =$	0,628	0,619	0,590	0,563	0,541	0,519	0,498	0,473	0,453	0,434	0,411
$\alpha_R =$		0,431	0,427	0,416	0,405	0,395	0,384	0,374	0,361	0,351	0,340	0,326	
$\gamma_{b2} = 1,1$	$R_s$	$\omega =$	0,784	0,775	0,749	0,722	0,700	0,678	0,656	0,630	0,608	0,586	0,560
	225 MPa	$\xi_R =$	0,675	0,665	0,635	0,605	0,582	0,558	0,535	0,508	0,486	0,464	0,438
		$\alpha_R =$	0,447	0,444	0,433	0,422	0,412	0,402	0,392	0,379	0,368	0,356	0,342
	280 MPa	$\xi_R =$	0,653	0,642	0,612	0,582	0,558	0,535	0,512	0,485	0,463	0,442	0,416
		$\alpha_R =$	0,440	0,436	0,425	0,413	0,402	0,392	0,381	0,367	0,356	0,344	0,330
	365 MPa	$\xi_R =$	0,621	0,611	0,580	0,550	0,526	0,503	0,480	0,453	0,432	0,411	0,386
$\alpha_R =$		0,428	0,424	0,412	0,399	0,388	0,376	0,365	0,351	0,339	0,326	0,312	

Trong đó:  $\omega = \alpha - 0,008 \cdot R_b$ , với bê tông nặng  $\alpha = 0,85$ ;  $\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{cs,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}$ ;  $\alpha_R = \xi_R \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi_R)$

**Phụ lục 10. Các hệ số  $\xi$ ,  $\zeta$ ,  $\alpha_m$  để tính toán cấu kiện**

$\xi$	$\zeta$	$\alpha_m$		$\xi$	$\zeta$	$\alpha_m$		$\xi$	$\zeta$	$\alpha_m$
0,01	0,995	0,010		0,26	0,870	0,226		0,51	0,745	0,380
0,02	0,990	0,020		0,27	0,865	0,234		0,52	0,740	0,385
0,03	0,985	0,030		0,28	0,860	0,241		0,53	0,735	0,390
0,04	0,980	0,039		0,29	0,855	0,248		0,54	0,730	0,394
0,05	0,975	0,049		0,30	0,850	0,255		0,55	0,725	0,399
0,06	0,970	0,058		0,31	0,845	0,262		0,56	0,720	0,403
0,07	0,965	0,068		0,32	0,840	0,269		0,57	0,715	0,408
0,08	0,960	0,077		0,33	0,835	0,276		0,58	0,710	0,412
0,09	0,955	0,086		0,34	0,830	0,282		0,59	0,705	0,416
0,10	0,950	0,095		0,35	0,825	0,289		0,60	0,700	0,420
0,11	0,945	0,104		0,36	0,820	0,295		0,62	0,690	0,428
0,12	0,940	0,113		0,37	0,815	0,302		0,64	0,680	0,435
0,13	0,935	0,122		0,38	0,810	0,308		0,66	0,670	0,442
0,14	0,930	0,130		0,39	0,805	0,314		0,68	0,660	0,449
0,15	0,925	0,139		0,40	0,800	0,320		0,70	0,650	0,455
0,16	0,920	0,147		0,41	0,795	0,326		0,72	0,640	0,461
0,17	0,915	0,156		0,42	0,790	0,332		0,74	0,630	0,466
0,18	0,910	0,164		0,43	0,785	0,338		0,76	0,620	0,471
0,19	0,905	0,172		0,44	0,780	0,343		0,78	0,610	0,476
0,20	0,900	0,180		0,45	0,775	0,349		0,80	0,600	0,480
0,21	0,895	0,188		0,46	0,770	0,354		0,85	0,575	0,489
0,22	0,890	0,196		0,47	0,765	0,360		0,90	0,550	0,495
0,23	0,885	0,204		0,48	0,760	0,365		0,95	0,525	0,499
0,24	0,880	0,211		0,49	0,755	0,370		1,00	0,500	0,500
0,25	0,875	0,219		0,50	0,750	0,375				

Quan hệ:  $\zeta = 1 - 0,5 \cdot \xi$ ;  $\alpha_m = \xi \cdot \zeta$ ;  $\zeta = 0,5 \cdot [1 + (1 - 2 \cdot \alpha_m)^{0,5}]$ ;  $\xi = 2 \cdot (1 - \zeta)$

**Phụ lục 11. Hệ số để tính tung độ biểu đồ bao mômen  
của dầm phụ đều nhịp theo sơ đồ khớp dẻo**

Tiết diện	1	2	0,425.l	3	4	6; 9; 11	7; 8; 12	0,5.l
Giá trị $\beta_1$ để vẽ nhánh $M_{\max}$	0,065	0,090	0,091	0,075	0,020	0,018	0,058	0,0625

Ghi chú: + Điểm  $M = 0$  cách mép gối giữa một đoạn 0,15.l

+ Các tiết diện ghi 0,425.l và 0,5.l là khoảng cách tính từ gối tựa bên trái

Tỷ số $p_d/g_d$	Giá trị $-100.\beta_2$ ( $\beta_2$ để vẽ nhánh $M_{\min}$ ) – ứng với vị trí tiết diện						Hệ số k
	6	7	8	9	11	12; 13	
$\leq 0,5$	1,00	-2,20	-2,40	-0,40	0,30	-2,80	0,167
1,0	2,00	-1,60	-0,90	1,40	1,30	-1,30	0,200
1,5	2,60	0,30	0,00	2,00	1,90	0,40	0,228
2,0	3,00	0,90	0,60	2,40	2,30	0,30	0,250
2,5	3,30	1,20	0,90	2,70	2,50	0,60	0,270
3,0	3,50	1,60	1,40	2,90	2,80	1,00	0,285
4,0	3,80	2,10	1,80	3,20	3,00	1,50	0,314
5,0	4,00	2,40	2,10	3,40	3,30	1,80	0,333

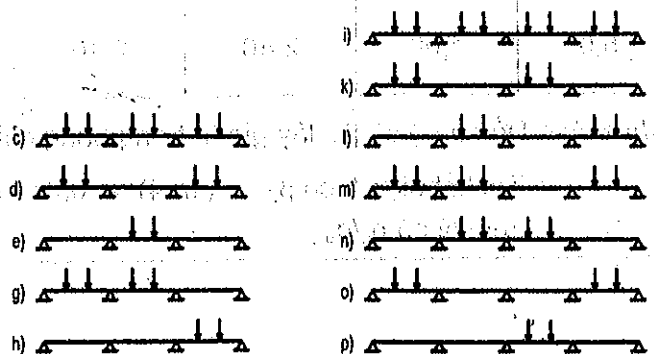
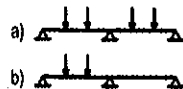
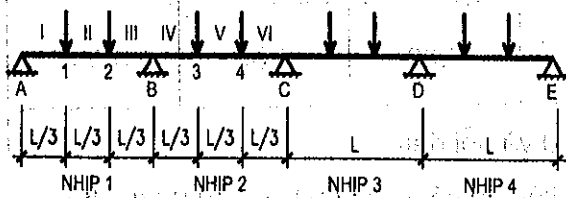
Ghi chú: + Để có hệ số  $\beta_2$ , lấy giá trị trong bảng chia cho 100 và đổi dấu;

+ Tại tiết diện 5 có  $\beta_2 = -(1/14) = -0,0715$ , tại tiết diện 10 có  $\beta_2 = -(1/16) = -0,0625$  cho mọi tỷ số  $p_d/g_d$

**Phụ lục 12. Hệ số để tính nội lực của dầm liên tục đều nhịp chịu tải trọng tập trung P tính theo sơ đồ đàn hồi ( $M = \alpha PL$ ;  $Q = \beta P$ )**

Số đồ dầm	Số đồ tải trọng	Các nhịp có tải trọng	Hệ số $\alpha$ tại các tiết diện						Hệ số $\beta$ tại các đoạn			
			1	2	B	3	4	C	I. Bên phải A	III. Bên trái B	IV. Bên phải B	VI. Bên trái C
Hai nhịp	a	1;2	0,222	0,111	-0,333	0,111	0,222	0,000	0,667	-1,333	1,333	-0,667
	b	1	0,278	0,222	-0,167	-0,111	-0,056	0,000	0,833	-1,167	0,167	0,167
Ba nhịp	c	1;2;3	0,244	0,156	-0,267	0,067	0,067	-0,267	0,733	-1,267	1,000	
	d	1;3	0,289	0,244	-0,133	-0,133			0,867	-1,133		
	e	2	-0,044	-0,089	-0,133	0,200	0,200		-0,133	-0,133	1,000	
	g	1;2			-0,311			-0,080	0,689	-1,311	1,222	-0,778
	h	3			0,044			-0,178		0,044	-0,222	
Bốn nhịp	i	1;2;3;4	0,238	0,143	-0,286	0,079	0,111	-0,190	0,714	-1,286	1,005	-0,995
	k	1;3	0,286	0,238	-0,143	-0,127	-0,111	-0,095	0,857	-1,143	0,048	
	l	2;4	-0,048	-0,095	-0,143	0,206	0,222	-0,095	-0,143	-0,143	1,048	-0,952
	m	1;2;4			-0,321			-0,048	0,679	-1,321	1,274	-0,726
	n	2;3	-0,031	-0,063	-0,095			-0,286	-0,095	-0,095	0,810	-1,190
	o	1;4			-0,190			0,095	0,081	-1,190	0,286	0,286
	p	3			0,036			-0,143		0,036		

Sơ đồ dầm



**Phụ lục 13. Các hệ số để tính tung độ hình bao nội lực dầm liên tục  
chịu tải trọng tập trung**

$$M_{\max} = \alpha_0 \cdot G \cdot L + \alpha_1 \cdot P \cdot L; \quad M_{\min} = \alpha_0 \cdot G \cdot L - \alpha_2 \cdot P \cdot L;$$

$$Q_{\max} = \beta_0 \cdot G + \beta_1 \cdot P; \quad Q_{\min} = \beta_0 \cdot G - \beta_2 \cdot P$$

Số đỡ dầm	Tiết diện	Hệ số mômen				Hệ số lực cắt			
		$x/l$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Đoạn	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$
Dầm hai nhịp	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
	1	0,3330	0,2222	0,2778	0,0556	I	0,6667	0,8333	0,1667
	2	0,6670	0,1111	0,2222	0,1111	II	-0,3333	0,2407	0,5741
		0,8570	-0,1430	0,0000	1,1430	III	-1,3333	0,0000	1,3333
	B	1,0000	-0,3333	0,0000	0,3333				
Dầm ba nhịp	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	I	0,7333	0,8667	0,1332
	1	0,3330	0,2444	0,2889	0,0444				
	2	0,6670	0,1555	0,2444	0,0889	II	-0,2667	0,2790	0,5457
		0,8490	-0,0750	0,0377	0,1127				
	B	1,0000	-0,2667	0,0444	0,3111	III	-1,2667	0,0444	1,3111
		1,1330	-0,1333	0,0133	0,1467				
		1,2000	-0,0667	0,0667	0,1333	IV	1,0000	1,2222	0,2222
	3	1,3330	0,0667	0,2000	0,1333				
		1,5000	0,0667	0,2000	0,1333	V	0,0000	0,5333	0,5333
Dầm bốn nhịp	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
	1	0,3330	0,2381	0,2857	0,0476	I	0,7143	0,8571	0,1428
	2	0,6670	0,1429	0,2381	0,0958				
		0,8480	-0,0907	0,0303	0,1211	II	-0,2857	0,2698	0,5555
	B	1,0000	-0,2851	0,0357	0,3214				
		1,1330	-0,1400	0,0127	0,1528	III	-1,2857	0,0357	1,3214
		1,2000	-0,0667	0,0667	0,1333				
	3	1,3330	0,0791	0,2063	0,1270	IV	1,0953	1,2738	0,1785
	4	1,6670	0,1111	0,2222	0,1111				
		1,7900	0,0000	0,1053	0,1053	V	0,0953	0,5874	0,4921
		1,8580	-0,0623	0,0547	0,1170				
	C	2,0000	-0,1905	0,0952	0,2857	VI	-0,9047	0,2858	1,1905

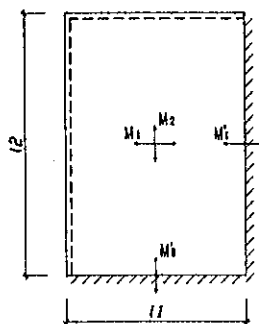
**Phụ lục 14. Bảng tra diện tích và trọng lượng cốt thép**

Φ (mm)	Diện tích tiết diện ngang (mm <sup>2</sup> ) – ứng với số thanh									Trọng lượng (kG/m)	Φ (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
6	28,3	56,5	84,8	113,1	141,4	169,6	197,9	226,2	254,5	0,222	6
8	50,3	100,5	150,8	201,1	251,3	301,6	351,9	402,1	452,4	0,395	8
10	78,5	157,1	235,6	314,2	392,7	471,2	549,8	628,3	706,9	0,617	10
12	113,1	226,2	339,3	452,4	565,5	678,6	791,7	904,8	1017,9	0,888	12
14	153,9	307,9	461,8	615,8	769,7	923,6	1077,6	1231,5	1385,4	1,208	14
16	201,1	402,1	603,2	804,2	1005,3	1206,4	1407,4	1608,5	1809,6	1,578	16
18	254,5	508,9	763,4	1017,9	1272,3	1526,8	1781,3	2035,8	2290,2	1,998	18
20	314,2	628,3	942,5	1256,6	1570,8	1885,0	2199,1	2513,3	2827,4	2,466	20
22	380,1	760,3	1140,4	1520,5	1900,7	2280,8	2660,9	3041,1	3421,2	2,984	22
25	490,9	981,8	1472,6	1963,5	2454,4	2945,3	3436,1	3927,0	4417,9	3,853	25
28	615,8	1231,5	1847,3	2463,0	3078,8	3694,5	4310,3	4926,0	5541,8	4,834	28
30	706,9	1413,7	2120,6	2827,4	3534,3	4241,2	4948,0	5654,9	6361,7	5,549	30
32	804,2	1608,5	2412,7	3217,0	4021,2	4825,5	5629,7	6434,0	7238,2	6,313	32
36	1017,9	2035,8	3053,6	4071,5	5089,4	6107,3	7125,1	8143,0	9160,9	7,990	36
40	1256,6	2513,3	3769,9	5026,6	6283,2	7539,8	8796,5	10053,1	11309,8	9,865	40

**Phụ lục 15. Bảng tra diện tích cốt thép của bản**

Kh.cách (mm)	Diện tích tiết diện ngang ( $\text{mm}^2$ ) trên 1m bề ngang bản – ứng với đường kính cốt thép (mm)									
	5	6	6/8	8	8/10	10	10/12	12	12/14	14
70	280,5	403,9	560,8	718,1	920,0	1122,0	1367,5	1615,7	1906,4	2199,1
80	245,4	353,4	490,7	628,3	805,0	981,8	1196,6	1413,7	1668,1	1924,2
90	218,2	314,2	436,2	558,5	715,5	872,7	1063,6	1256,6	1482,8	1710,4
100	196,4	282,7	392,6	502,7	644,0	785,4	957,3	1131,0	1334,5	1539,4
110	178,5	257,0	356,9	457,0	585,4	714,0	870,2	1028,2	1213,2	1399,4
120	163,6	235,6	327,2	418,9	536,6	654,5	797,7	942,5	1112,1	1282,8
130	151,0	217,5	302,0	386,7	495,4	604,2	736,4	870,0	1026,5	1184,1
140	140,3	202,0	280,4	359,0	460,0	561,0	683,8	807,8	953,2	1099,6
150	130,9	188,5	261,7	335,1	429,3	523,6	638,2	754,0	889,7	1026,3
160	122,7	176,7	245,4	314,2	402,5	490,9	598,3	706,9	834,1	962,1
170	115,5	166,3	230,9	295,7	378,8	462,0	563,1	665,3	785,0	905,5
180	109,1	157,1	218,1	279,3	357,8	436,3	531,8	628,3	741,4	855,2
190	103,3	148,8	206,6	264,6	338,9	413,4	503,8	595,3	702,4	810,2
200	98,2	141,4	196,3	251,3	322,0	392,7	478,6	565,5	667,2	769,7

**Phụ lục 16. Giá trị mômen cực đại trong bản chữ nhật chịu tải trọng phân bố đều  $q$  ( $kN/m^2$ ) tính theo sơ đồ đàn hồi**

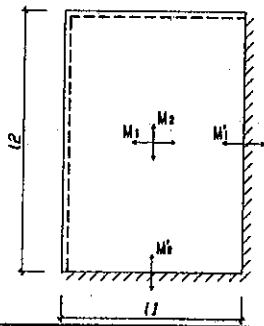


$M_1, M_2$  – giá trị mômen lớn nhất ở nhịp theo phương  $l_1$  và  $l_2$ .  
 $M_l, M_{ll}$  – giá trị mômen lớn nhất ở gối tựa theo phương  $l_1$  và  $l_2$ .  
 $M_1 = a_1 q l_1 l_2; M_2 = a_2 q l_1 l_2; M_l = -b_1 q l_1 l_2; M_{ll} = -b_2 q l_1 l_2$ .

$l_2/l_1$								
	$a_1$	$a_2$	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$a_1$	$a_2$	$b_2$
1,00	0,0365	0,0365	0,0334	0,0273	0,0892	0,0273	0,0334	0,0893
1,05	0,0384	0,0341	0,0343	0,0252	0,0895	0,0293	0,0325	0,0883
1,10	0,0394	0,0330	0,0349	0,0231	0,0892	0,0313	0,0313	0,0867
1,15	0,0414	0,0314	0,0353	0,0213	0,0885	0,0332	0,0302	0,0844
1,20	0,0428	0,0298	0,0357	0,0196	0,0872	0,0348	0,0292	0,0820
1,25	0,0440	0,0282	0,0359	0,0179	0,0859	0,0363	0,0280	0,0791
1,30	0,0452	0,0268	0,0359	0,0165	0,0843	0,0378	0,0269	0,0760
1,35	0,0461	0,0253	0,0358	0,0152	0,0827	0,0391	0,0258	0,0726
1,40	0,0469	0,0240	0,0357	0,0140	0,0808	0,0401	0,0248	0,0688
1,45	0,0475	0,0225	0,0353	0,0128	0,0790	0,0411	0,0237	0,0654
1,50	0,0480	0,0214	0,0350	0,0119	0,0772	0,0420	0,0228	0,0620
1,55	0,0484	0,0201	0,0346	0,0109	0,0754	0,0427	0,0219	0,0585
1,60	0,0485	0,0189	0,0341	0,0101	0,0735	0,0433	0,0208	0,0553
1,65	0,0486	0,0179	0,0338	0,0093	0,0718	0,0437	0,0198	0,0519
1,70	0,0488	0,0169	0,0333	0,0086	0,0701	0,0441	0,0190	0,0489
1,75	0,0486	0,0158	0,0329	0,0080	0,0685	0,0443	0,0181	0,0460
1,80	0,0485	0,0148	0,0326	0,0075	0,0668	0,0444	0,0172	0,0432
1,85	0,0484	0,0140	0,0321	0,0069	0,0653	0,0445	0,0165	0,0407
1,90	0,0480	0,0133	0,0316	0,0064	0,0638	0,0445	0,0157	0,0332
1,95	0,0476	0,0125	0,0310	0,0060	0,0624	0,0444	0,0149	0,0359
2,00	0,0473	0,0118	0,0303	0,0056	0,0610	0,0443	0,0142	0,0338



## Phụ lục 16 (tiếp)



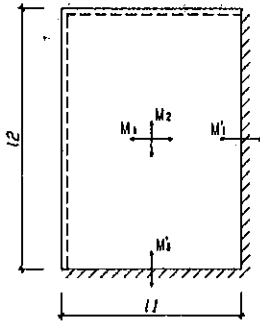
$M_1, M_2$  – giá trị mômen lớn nhất ở nhịp theo phương  $l_1$  và  $l_2$ .

$M_l, M_{ll}$  – giá trị mômen lớn nhất ở gối tựa theo phương  $l_1$  và  $l_2$ .

$M_1 = a_1 q l_1 l_2$ ;  $M_2 = a_2 q l_1 l_2$ ;  $M_l = -b_1 q l_1 l_2$ ;  $M_{ll} = -b_2 q l_1 l_2$ .

$l_2 / l_1$										
	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$a_1$	$a_2$	$b_2$	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$
1,00	0,0267	0,0180	0,0694	0,0180	0,0267	0,0694	0,0269	0,0269	0,0625	-0,0625
1,05	0,0267	0,0161	0,0680	0,0199	0,0265	0,0705	0,0282	0,0255	0,0655	-0,0590
1,10	0,0266	0,0146	0,0667	0,0218	0,0262	0,0708	0,0292	0,0242	0,0675	-0,0558
1,15	0,0264	0,0131	0,0650	0,0236	0,0258	0,0710	0,0301	0,0228	0,0691	-0,0522
1,20	0,0261	0,0118	0,0633	0,0254	0,0254	0,0707	0,0309	0,0214	0,0703	-0,0488
1,25	0,0257	0,0106	0,0616	0,0271	0,0248	0,0700	0,0314	0,0202	0,0710	-0,0454
1,30	0,0254	0,0097	0,0599	0,0287	0,0242	0,0689	0,0319	0,0188	0,0711	-0,0421
1,35	0,0250	0,0088	0,0582	0,0302	0,0235	0,0676	0,0320	0,0176	0,0711	-0,0391
1,40	0,0245	0,0080	0,0565	0,0316	0,0229	0,0660	0,0323	0,0165	0,0709	-0,0361
1,45	0,0240	0,0072	0,0550	0,0329	0,0222	0,0641	0,0324	0,0154	0,0703	-0,0334
1,50	0,0235	0,0066	0,0534	0,0341	0,0214	0,0621	0,0324	0,0144	0,0695	-0,0310
1,55	0,0230	0,0060	0,0519	0,0352	0,0207	0,0599	0,0323	0,0134	0,0686	-0,0286
1,60	0,0226	0,0056	0,0506	0,0362	0,0200	0,0577	0,0321	0,0125	0,0678	-0,0265
1,65	0,0221	0,0051	0,0493	0,0369	0,0193	0,0555	0,0319	0,0117	0,0668	-0,0245
1,70	0,0217	0,0047	0,0476	0,0376	0,0186	0,0531	0,0316	0,0109	0,0657	-0,0228
1,75	0,0212	0,0043	0,0466	0,0383	0,0179	0,0507	0,0313	0,0097	0,0645	-0,0211
1,80	0,0208	0,0040	0,0454	0,0388	0,0172	0,0484	0,0308	0,0096	0,0635	-0,0196
1,85	0,0204	0,0037	0,0443	0,0393	0,0165	0,0461	0,0306	0,0089	0,0622	-0,0183
1,90	0,0199	0,0034	0,0432	0,0396	0,0158	0,0439	0,0302	0,0084	0,0612	-0,0169
1,95	0,0196	0,0032	0,0422	0,0398	0,0152	0,0418	0,0299	0,0078	0,0599	-0,0160
2,00	0,0193	0,0030	0,0412	0,0400	0,0146	0,0397	0,0294	0,0074	0,0588	-0,0147

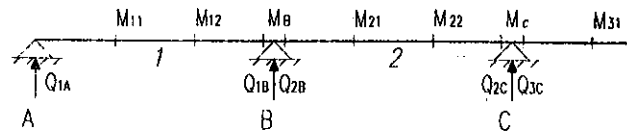
Phụ lục 16 (tiếp)



$M_1, M_2$  – giá trị mômen lớn nhất ở nhịp theo phương  $l_1$  và  $l_2$ .  
 $M_I, M_{II}$  – giá trị mômen lớn nhất ở gối tựa theo phương  $l_1$  và  $l_2$ .  
 $M_1 = a_1 q l_1 l_2; M_2 = a_2 q l_1 l_2; M_I = -b_1 q l_1 l_2; M_{II} = -b_2 q l_1 l_2$ .

$l_2/l_1$												
	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$
1,00	0,0226	0,0198	0,0556	0,0417	0,0198	0,0226	0,0417	0,0556	0,0179	0,0179	0,0417	0,0417
1,05	0,0231	0,0184	0,0560	0,0385	0,0213	0,0221	0,0450	0,0545	0,0187	0,0171	0,0437	0,0394
1,10	0,0234	0,0169	0,0565	0,0350	0,0226	0,0212	0,0481	0,0530	0,0194	0,0161	0,0450	0,0372
1,15	0,0236	0,0154	0,0564	0,0319	0,0238	0,0206	0,0507	0,0511	0,0200	0,0150	0,0461	0,0349
1,20	0,0236	0,0142	0,0560	0,0292	0,0249	0,0198	0,0530	0,0491	0,0204	0,0142	0,0468	0,0325
1,25	0,0236	0,0132	0,0552	0,0267	0,0258	0,0189	0,0549	0,0470	0,0207	0,0133	0,0473	0,0303
1,30	0,0235	0,0120	0,0545	0,0242	0,0266	0,0181	0,0565	0,0447	0,0208	0,0123	0,0475	0,0281
1,35	0,0233	0,0110	0,0536	0,0222	0,0272	0,0172	0,0577	0,0424	0,0210	0,0115	0,0474	0,0262
1,40	0,0230	0,0102	0,0526	0,0202	0,0279	0,0162	0,0588	0,0400	0,0210	0,0107	0,0473	0,0240
1,45	0,0228	0,0094	0,0516	0,0185	0,0282	0,0154	0,0593	0,0377	0,0209	0,0100	0,0469	0,0223
1,50	0,0225	0,0086	0,0506	0,0169	0,0285	0,0146	0,0597	0,0354	0,0208	0,0093	0,0464	0,0206
1,55	0,0221	0,0079	0,0495	0,0155	0,0289	0,0138	0,0599	0,0332	0,0206	0,0086	0,0459	0,0191
1,60	0,0218	0,0073	0,0484	0,0142	0,0289	0,0130	0,0599	0,0312	0,0205	0,0080	0,0452	0,0177
1,65	0,0214	0,0067	0,0473	0,0131	0,0290	0,0123	0,0597	0,0293	0,0202	0,0074	0,0446	0,0164
1,70	0,0210	0,0062	0,0462	0,0120	0,0290	0,0116	0,0594	0,0274	0,0200	0,0069	0,0438	0,0152
1,75	0,0206	0,0058	0,0452	0,0112	0,0290	0,0109	0,0589	0,0256	0,0197	0,0064	0,0431	0,0141
1,80	0,0203	0,0054	0,0442	0,0102	0,0288	0,0103	0,0583	0,0240	0,0195	0,0060	0,0423	0,0131
1,85	0,0200	0,0050	0,0432	0,0095	0,0286	0,0097	0,0576	0,0225	0,0192	0,0056	0,0415	0,0122
1,90	0,0196	0,0046	0,0422	0,0088	0,0284	0,0092	0,0570	0,0212	0,0190	0,0052	0,0408	0,0113
1,95	0,0192	0,0043	0,0413	0,0082	0,0282	0,0086	0,0562	0,0198	0,0186	0,0049	0,0400	0,0107
2,00	0,0189	0,0040	0,0404	0,0076	0,0280	0,0081	0,0555	0,0187	0,0183	0,0046	0,0392	0,0098

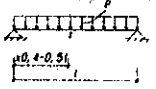
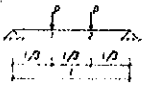
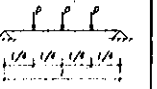
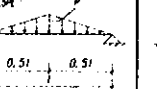
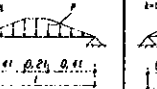
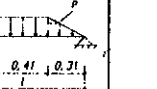
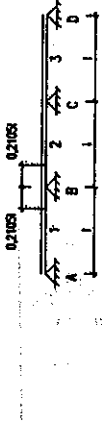
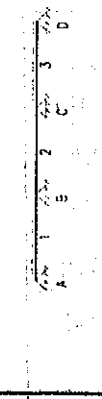
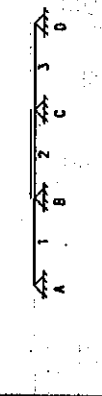
**Phụ lục 17. Bảng xác định tung độ của biểu đồ mômen  
và lực cắt cho dầm liên tục đều nhịp**

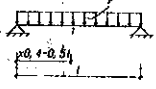
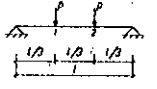
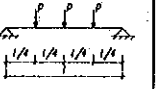

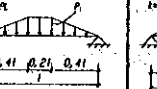
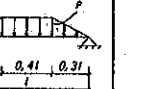

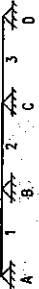
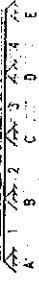


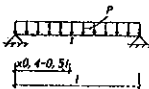
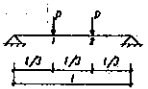
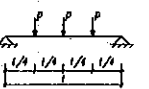
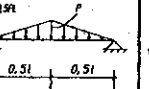
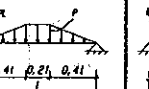
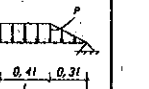
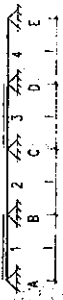

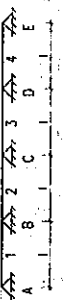
Nội lực tại các tiết diện trên nhịp và gối tựa của dầm liên tục đều nhịp với các dạng tải trọng được xác định trong bảng. Vị trí các đại lượng chỉ trên hình bên. Các trị số max và min của nội lực trong mỗi nhịp được ghi trong bảng.

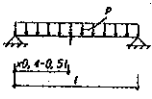
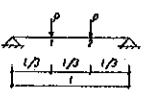
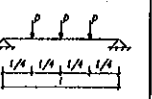
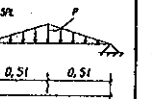
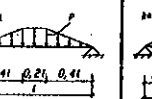
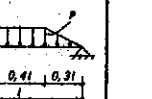
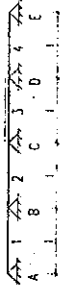
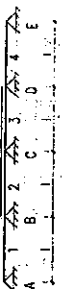
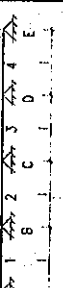
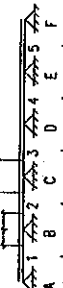
Điểm 1 trong trường hợp tải trọng phân bố đều tương ứng với tiết diện có trị số mômen lớn nhất; với nhịp biên nó có tọa độ  $x = 0,4 l$ , với các nhịp giữa có tọa độ  $x = 0,5 l$ .

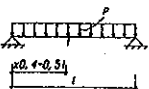
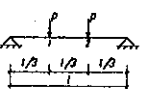
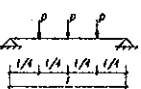
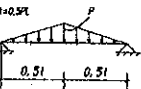
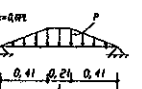
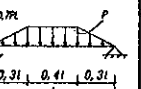

Số độ đặt tải	M, Q và phản lực gối tựa	Dạng tải trọng					
<b>Dầm hai nhịp</b>							
	$M_{11}$	$0,007pl^2$	$0,222Pl$	$0,184Pl$	$0,095kl$	$0,094kl$	$0,089kl$
	$M_{12}$	-	$0,111Pl$	$0,219Pl$	-	-	-
	$M_{13}$	-	-	$-0,080Pl$	-	-	-
	$M_B$ (min)	$-0,125pl^2$	$-0,333Pl$	$-0,396Pl$	$-0,156kl$	$-0,155kl$	$-0,151kl$
	$A = Q_{1A}$	$0,375pl$	$0,667P$	$1,104P$	$0,344k$	$0,345k$	$0,349k$
	$B$ (max)	$1,250pl$	$2,667P$	$3,792P$	$1,312k$	$1,310k$	$1,302k$
	$Q_{1B}$ (min)	$-0,625pl$	$-1,333P$	$-1,896P$	$-0,656k$	$-0,655k$	$-0,651k$
	$M_{11}$ (max)	$0,096pl^2$	$0,278Pl$	$0,217Pl$	$0,129kl$	$0,126kl$	$0,121kl$
	$M_{12}$ (max)	-	$0,222Pl$	$0,318Pl$	-	-	-
	$M_{13}$ (max)	-	-	$0,085Pl$	-	-	-
	$M_B$	$-0,063pl^2$	$-0,167Pl$	$-0,198Pl$	$-0,078kl$	$-0,078kl$	$-0,076kl$
	$A = Q_{1A}$ (max)	$0,438pl$	$0,833P$	$1,302P$	$0,422k$	$0,422k$	$0,424k$
	$M_{11}$ (min)	-	$0,056P$	$-0,033Pl$	$-0,035kl$	$-0,035kl$	$-0,034kl$
	$M_{12}$ (min)	-	$0,111Pl$	$-0,099Pl$	-	-	-
	$M_{13}$ (min)	-	-	$-0,165Pl$	-	-	-
	$A = Q_{1A}$ (min)	$-0,063pl$	$0,167Pl$	$-0,198P$	$-0,078k$	$-0,078k$	$-0,076k$

Số độ đặt tải	M, Q và phản lực gối tựa	Dạng tải trọng					
							
<b>Dầm ba nhịp</b>							
	M <sub>11</sub>	0,080pl <sup>2</sup>	0,244PI	0,197PI	0,108kl	0,107kl	0,102kl
	M <sub>12</sub>	-	0,156PI	0,258PI	-	-	-
	M <sub>13</sub>	-	-	-0,014PI	-	-	-
	M <sub>21</sub>	0,025pl <sup>2</sup>	0,067PI	-0,067PI	0,042kl	0,040kl	0,036kl
	M <sub>22</sub>	-	0,067PI	0,100PI	-	-	-
	M <sub>B</sub>	-0,100pl <sup>2</sup>	-0,267PI	-0,317PI	-0,125kl	-0,124kl	-0,121kl
	A = Q <sub>1A</sub>	0,400pl	0,733P	1,183P	0,375k	0,376k	0,379k
	B	1,100pl	2,267P	3,317P	1,125k	1,124k	1,121k
	Q <sub>1B</sub>	-0,600pl	-1,267P	-1,817P	-0,625k	-0,624k	-0,621k
	Q <sub>2B</sub> = Q <sub>2C</sub>	0,500pl	1,000P	1,500P	0,500k	0,500k	0,500k
	M <sub>11</sub> (max)	0,101pl <sup>2</sup>	0,289PI	0,224PI	0,136kl	0,134kl	0,128kl
	M <sub>12</sub> (max)	-	0,244PI	0,338PI	-	-	-
	M <sub>13</sub> (max)	-	-	0,118PI	-	-	-
	M <sub>21</sub> (min)	-0,050pl <sup>2</sup>	-0,133PI	-0,158PI* (-0,167PI)	-0,063kl	-0,062kl	-0,061kl
	M <sub>22</sub> (min)	-	-0,133PI	-0,158PI	-	-	-
	M <sub>B</sub>	-0,050pl <sup>2</sup>	-0,133PI	-0,158PI	-0,063kl	-0,062kl	-0,061kl
	A = Q <sub>1A</sub> (max)	0,450pl	0,867P	1,342P	0,437k	0,438k	0,439k
	M <sub>11</sub> (min)	-	-0,044PI	-0,026PI	-0,028kl	-0,028kl	-0,027kl
	M <sub>12</sub> (min)	-	-0,089PI	-0,079PI	-	-	-
	M <sub>13</sub> (min)	-	-	-0,132PI	-	-	-
	M <sub>21</sub> (max)	0,075pl <sup>2</sup>	0,200PI	0,092PI* (0,100PI)	0,104kl	0,102kl	0,096kl
	M <sub>22</sub> (max)	-	0,200PI	0,258PI	-	-	-
	M <sub>B</sub>	-0,050pl <sup>2</sup>	-0,133PI	-0,158PI	-0,063kl	-0,062kl	-0,061kl
	A = Q <sub>1A</sub> (min)	-0,050pl	-0,133PI	-0,158P	-0,063kl	-0,062k	-0,061k

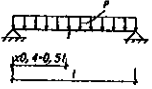
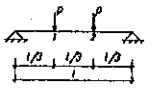
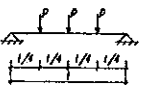
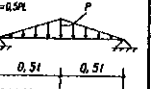
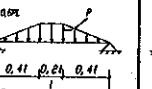
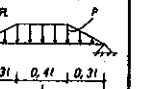
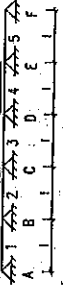
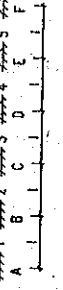
Số đồ đặt tải	M, Q và phản lực gối tựa	Dạng tải trọng					
							
	$M_B$ (min)	$-0,117pl^2$	$-0,311Pl$	$-0,369Pl$	$-0,146kl$	$-0,145kl$	$-0,142kl$
	$M_C$	$-0,033pl^2$	$-0,089Pl$	$-0,106Pl$	$-0,041kl$	$-0,041kl$	$-0,041kl$
	B (max)	$1,200pl$	$2,533Pl$	$3,633Pl$	$1,251k$	$1,249k$	$1,244k$
	$Q_{1B}$ (min)	$-0,617pl$	$-1,311P$	$-1,869P$	$-0,646k$	$-0,645k$	$-0,642k$
	$Q_{2A}$ (max)	$0,583pl$	$1,222P$	$1,764P$	$0,605k$	$0,604k$	$0,602k$
	$M_B$ (max)	$0,017pl^2$	$0,044Pl$	$0,053Pl$	$0,022kl$	$0,021kl$	$0,021kl$
	$M_C$	$-0,067pl^2$	$-0,178Pl$	$-0,211Pl$	$-0,083kl$	$-0,083kl$	$-0,081kl$
	$Q_{1B}$ (max)	$0,017pl$	$0,044P$	$0,053P$	$0,022k$	$0,021k$	$0,021k$
	$Q_{2A}$ (min)	$-0,083pl$	$-0,222P$	$-0,264P$	$-0,105k$	$-0,104k$	$-0,102k$
<b>Dầm bốn nhịp</b>							
	$M_{11}$	$0,077pl^2$	$0,238Pl$	$0,193Pl$	$0,104kl$	$0,103kl$	$0,098kl$
	$M_{12}$	-	$0,143Pl$	$0,247Pl$	-	-	-
	$M_{13}$	-	-	$-0,033Pl$	-	-	-
	$M_{21}$	$0,037pl^2$	$0,079Pl$	$-0,070Pl$	$0,066kl$	$0,053kl$	$0,049kl$
	$M_{22}$	-	$0,111Pl$	$0,134Pl$	-	-	-
	$M_{23}$	-	-	$0,005Pl$	-	-	-
	$M_B$	$-0,107pl^2$	$-0,286Pl$	$-0,339Pl$	$-0,134kl$	$-0,133kl$	$-0,130kl$
	$M_C$	$-0,071pl^2$	$-0,190Pl$	$-0,226Pl$	$-0,089kl$	$-0,088kl$	$-0,086kl$
	$A = Q_{1A}$	$0,393pl$	$0,714P$	$1,161P$	$0,366k$	$0,367k$	$0,370k$
	B	$1,143pl$	$2,381P$	$3,452P$	$1,179k$	$1,178k$	$1,174k$
	C	$0,929pl$	$1,810P$	$2,774P$	$0,910k$	$0,910k$	$0,912k$
	$Q_{1B}$	$-0,607pl$	$-1,286P$	$-1,839P$	$-0,634k$	$-0,633k$	$-0,630k$
	$Q_{2B}$	$0,536pl$	$1,095P$	$1,613P$	$0,545k$	$0,545k$	$0,544k$
	$Q_{2C}$	$-0,464pl$	$-0,905P$	$-1,387P$	$-0,455k$	$-0,455k$	$-0,456k$

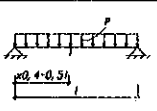
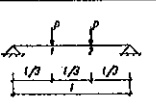
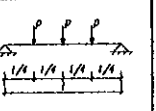
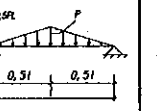
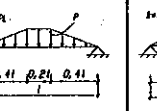
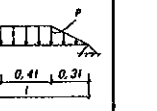

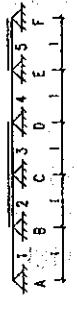
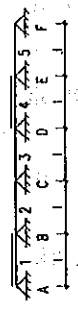
Số độ đặt tải	M, Q và phản lực gối tựa	Dạng tải trọng					
							
	M <sub>11</sub> (max)	0,100pl <sup>2</sup>	0,286PI	0,222PI	0,134kl	0,132kl	0,126kl
	M <sub>12</sub> (max)	-	0,238PI	0,332PI	-	-	-
	M <sub>13</sub> (max)	-	-	0,109PI	-	-	-
	M <sub>21</sub> (min)	-	-0,127PI	-0,160PI* (-0,170PI)	-0,056kl	-0,056kl	-0,055kl
	M <sub>22</sub> (min)	-	-0,111PI	-0,141PI	-	-	-
	M <sub>23</sub> (min)	-	-	-0,123PI* (-0,134PI)	-	-	-
	M <sub>B</sub>	-0,054pl <sup>2</sup>	-0,143PI	-0,170PI	-0,067kl	-0,067kl	-0,065kl
	M <sub>C</sub>	-0,036pl <sup>2</sup>	-0,095PI	-0,113PI	-0,045kl	-0,045kl	-0,044kl
	A = Q <sub>1A</sub> (max)	0,446pl	0,857P	1,330P	0,433k	0,433k	0,425k
	M <sub>11</sub> (min)	-	-0,048PI	-0,028PI	-0,030kl	-0,030kl	-0,029kl
	M <sub>12</sub> (min)	-	-0,095PI	-0,085PI	-	-	-
	M <sub>13</sub> (min)	-	-	-0,141PI	-	-	-
	M <sub>21</sub> (max)	0,080pl <sup>2</sup>	0,206PI	0,090PI* (0,099PI)	0,111kl	0,108kl	0,102kl
	M <sub>22</sub> (max)	-	0,222PI	0,275PI	-	-	-
	M <sub>23</sub> (max)	-	-	0,127PI* (0,139PI)	-	-	-
	M <sub>B</sub>	-0,054pl <sup>2</sup>	-0,143PI	-0,170PI	-0,067kl	-0,067kl	-0,065kl
	M <sub>C</sub>	-0,036pl <sup>2</sup>	-0,095PI	-0,113PI	-0,045kl	-0,045kl	-0,044kl
	A = Q <sub>1A</sub> (min)	-0,054pl	-0,143P	-0,170P	-0,067k	-0,067k	-0,065k
	M <sub>B</sub> (min)	-0,121pl <sup>2</sup>	-0,321PI	-0,382PI	-0,151kl	-0,150kl	-0,146kl
	M <sub>C</sub>	-0,018pl <sup>2</sup>	-0,048PI	-0,057PI	-0,023kl	-0,022kl	-0,022kl
	M <sub>D</sub>	-0,058pl <sup>2</sup>	-0,155PI	-0,184PI	-0,072kl	-0,072kl	-0,070kl
	B (max)	1,223pl	2,595P	3,707P	1,279k	1,278k	1,270k
	Q <sub>1B</sub> (min)	-0,621pl	-1,321P	-1,882P	-0,651k	-0,650k	-0,646k
	Q <sub>2B</sub> (max)	0,603pl	1,274P	1,825P	0,628k	0,628k	0,624k

Số đồ đặt tải	M, Q và phân lực gối tựa	Dạng tải trọng					
							
	$M_B$ (max)	$0,013pl^2$	$0,036Pl$	$0,042Pl$	$0,017kl$	$0,017kl$	$0,016kl$
	$M_C$	$-0,054pl^2$	$-0,143Pl$	$-0,170Pl$	$-0,066kl$	$-0,066kl$	$-0,064kl$
	$M_D$	$-0,049pl^2$	$-0,131Pl$	$-0,156Pl$	$-0,062kl$	$-0,061kl$	$-0,060kl$
	B (min)	$-0,080pl$	$-0,214P$	$-0,254P$	$-0,100k$	$-0,100k$	$-0,096k$
	$Q_{1B}$ (max)	$0,013pl$	$0,036P$	$0,042P$	$0,017k$	$0,017k$	$0,016k$
	$Q_{2B}$ (min)	$-0,067pl$	$-0,178P$	$-0,212P$	$-0,083k$	$-0,083k$	$-0,080k$
	$M_B$	$-0,036pl^2$	$-0,095Pl$	$-0,113Pl$	$-0,045kl$	$-0,045kl$	$-0,044kl$
	$M_C$ (min)	$-0,107pl^2$	$-0,286Pl$	$-0,339Pl$	$-0,134kl$	$-0,133kl$	$-0,130kl$
	C (max)	$1,143pl$	$2,381P$	$3,452P$	$1,178k$	$1,176k$	$1,172k$
	$Q_{2C}$ (min)	$-0,571pl$	$-1,191P$	$1,726P$	$-0,589k$	$-0,588k$	$-0,586k$
	$M_B$	$-0,071pl^2$	$-0,190Pl$	$-0,226Pl$	$-0,089kl$	$-0,088kl$	$-0,086kl$
	$M_C$ (max)	$0,036pl^2$	$0,095Pl$	$0,113Pl$	$0,045kl$	$0,045kl$	$0,044kl$
	C (min)	$-0,214pl$	$-0,571P$	$-0,679P$	$-0,268k$	$-0,266k$	$-0,260k$
	$Q_{2C}$ (max)	$0,107pl$	$0,286P$	$0,339P$	$0,134k$	$0,133k$	$0,130k$
<b>Dầm năm nhịp</b>							
	$M_{11}$	$0,078pl^2$	$0,240Pl$	$0,194Pl$	$0,106kl$	$0,104kl$	$0,099kl$
	$M_{12}$	-	$0,146Pl$	$0,250Pl$	-	-	-
	$M_{13}$	-	-	$-0,028Pl$	-	-	-
	$M_{21}$	$0,033pl^2$	$0,076Pl$	$-0,069Pl$	$0,052kl$	$0,050kl$	$0,046kl$
	$M_{22}$	-	$0,099Pl$	$0,125Pl$	-	-	-
	$M_{23}$	-	-	$-0,014Pl$	-	-	-
	$M_{31}$	$0,046pl^2$	$0,123Pl$	0	$0,068kl$	$0,066kl$	$0,061kl$
	$M_{32}$	-	$0,123Pl$	$0,167Pl$	-	-	-

Số đồ đặt tải	M, Q và phân lực gối tựa	Dạng tải trọng					
							
	M <sub>B</sub>	-0,105pl <sup>2</sup>	-0,281PI	-0,333PI	-0,131kl	-0,130kl	-0,127kl
	M <sub>C</sub>	-0,079pl <sup>2</sup>	-0,211PI	-0,250PI	-0,099kl	-0,098kl	-0,096kl
	A = Q <sub>1A</sub>	0,395pl	0,719P	1,167P	0,369k	0,370k	0,373k
	B	1,132pl	2,351P	3,417P	1,163k	1,162k	1,158k
	C	0,974pl	1,930P	2,917P	0,968k	0,968k	0,969k
	Q <sub>1B</sub>	-0,605pl	-1,281P	-1,833P	-0,631k	-0,630k	-0,627k
	Q <sub>2B</sub>	0,526pl	1,070P	1,583P	0,532k	0,532k	0,531k
	Q <sub>2C</sub>	-0,474pl	-0,930P	-1,471P	-0,468k	-0,468k	-0,469k
	Q <sub>3C</sub>	0,500pl	1,000P	1,500P	0,500k	0,500k	0,500k
	M <sub>11</sub> (max)	0,100pl <sup>2</sup>	0,287PI	0,222PI	0,135kl	0,132kl	0,126kl
	M <sub>12</sub> (max)	-	0,240PI	0,333PI	-	-	-
	M <sub>13</sub> (max)	-	-	0,111PI	-	-	-
	M <sub>21</sub> (min)	-	-0,129PI	-0,160PI* (-0,169PI)	-0,058kl	-0,058kl	-0,056kl
	M <sub>22</sub> (min)	-	-0,117PI	-0,146PI	-	-	-
	M <sub>23</sub> (min)	-	-	-0,132PI* (-0,144PI)	-	-	-
	M <sub>31</sub> (max)	0,086pl <sup>2</sup>	0,228PI	-0,125PI* (-0,138PI)	0,117kl	0,117kl	0,109kl
	M <sub>32</sub> (max)	-	0,228PI	0,292PI	-	-	-
	M <sub>B</sub>	-0,053pl <sup>2</sup>	-0,140PI	-0,167PI	-0,066kl	-0,066kl	-0,064kl
	M <sub>C</sub>	-0,039pl <sup>2</sup>	-0,105PI	-0,125PI	-0,050kl	-0,050kl	-0,048kl
	A = Q <sub>1A</sub> (max)	0,447pl	0,860P	1,333P	0,434k	0,434k	0,436k



Số đồ đặt tải	$M, Q$ và phản lực gối tựa	Dạng tải trọng					
							
	$M_{11}$ (min)	-	-0,047PI	-0,028PI	-0,030kl	-0,030kl	-0,029kl
	$M_{12}$ (min)	-	-0,094PI	-0,083PI	-	-	-
	$M_{13}$ (min)	-	-	-0,139PI	-	-	-
	$M_{21}$ (max)	$0,079pl^2$	0,205PI	0,090PI* (0,100PI)	0,109kl	0,106kl	0,101kl
	$M_{22}$ (max)	-	0,216PI	0,271PI	-	-	-
	$M_{23}$ (max)	-	-	0,118PI* (0,130PI)	-	-	-
	$M_{31}$ (min)	-	-0,105PI	-0,125PI* (-0,138PI)	-0,050kl	-0,050kl	-0,048kl
	$M_{32}$ (min)	-	-0,105PI	-0,125PI	-	-	-
	$M_B$	$-0,053pl^2$	-0,140PI	-0,167PI	-0,066kl	-0,066kl	-0,064kl
	$M_C$	$-0,039pl^2$	-0,105PI	-0,125PI	-0,050kl	-0,050kl	-0,048kl
	$A = Q_{1A}$ (min)	$-0,053pl$	-0,140P	-0,167P	-0,066k	-0,066k	-0,064k
	$M_B$ (min)	$-0,120pl^2$	-0,319PI	-0,379PI	-0,149kl	-0,148kl	-0,144kl
	$M_C$	$-0,022pl^2$	-0,057PI	-0,068PI	-0,027kl	-0,027kl	-0,027kl
	$M_D$	$-0,044pl^2$	-0,118PI	-0,140PI	-0,055kl	-0,055kl	-0,053kl
	$M_E$	$-0,051pl^2$	-0,137PI	-0,163PI	-0,064kl	-0,063kl	-0,062kl
	$B$ (max)	$1,218pl$	2,581P	3,689P	1,271k	1,269k	1,261k
	$Q_{1B}$ (min)	$-0,620pl$	-1,319P	-1,879P	-0,649k	-0,648k	-0,644k
	$Q_{2B}$ (max)	$1,598pl$	1,262P	1,811P	0,622k	0,621k	0,617k

Số độ đặt tải	M, Q và phản lực gói tựa	Dạng tải trọng					
							
	M <sub>B</sub> (max)	0,014pl <sup>2</sup>	0,038PI	0,045PI	0,018kl	0,018kl	0,017kl
	M <sub>C</sub>	-0,057pl <sup>2</sup>	-0,153PI	-0,182PI	-0,072kl	-0,071kl	-0,069kl
	M <sub>D</sub>	-0,035pl <sup>2</sup>	-0,093PI	-0,110PI	-0,044kl	-0,043kl	-0,043kl
	M <sub>E</sub>	-0,054pl <sup>2</sup>	-0,144PI	-0,170PI	-0,067kl	-0,067kl	-0,065kl
	B (min)	-0,086pl	-0,230P	-0,273P	-0,108k	-0,108k	-0,103k
	Q <sub>1B</sub> (max)	0,014pl	0,038P	-0,045P	0,018k	0,018k	0,017k
	Q <sub>2B</sub> (min)	-0,072pl	-0,191P	-0,227P	-0,090k	-0,089k	-0,086k
	M <sub>B</sub>	-0,035pl <sup>2</sup>	-0,093PI	-0,110PI	-0,044kl	-0,043kl	-0,042kl
	M <sub>C</sub> (min)	-0,111pl <sup>2</sup>	-0,297PI	-0,352PI	-0,139kl	-0,138kl	-0,134kl
	M <sub>D</sub>	-0,020pl <sup>2</sup>	-0,054PI	-0,064PI	-0,025kl	-0,025kl	-0,024kl
	M <sub>E</sub>	-0,057pl <sup>2</sup>	-0,153PI	-0,182PI	-0,071kl	-0,071kl	-0,069kl
	C (max)	1,167pl	2,447P	3,530P	1,209k	1,208k	1,202k
	Q <sub>2C</sub> (min)	-0,576pl	-1,204P	-1,742P	-0,595k	-0,595k	-0,592k
	Q <sub>3C</sub> (max)	0,591pl	1,242P	1,788P	0,614k	0,613k	0,610k
	M <sub>B</sub>	-0,071pl <sup>2</sup>	-0,188PI	-0,223PI	-0,087kl	-0,087kl	-0,085kl
	M <sub>C</sub> (max)	0,032pl <sup>2</sup>	0,086PI	0,102PI	0,040kl	0,040kl	0,038kl
	M <sub>D</sub>	-0,059pl <sup>2</sup>	-1,156PI	-0,186PI	-0,074kl	-0,073kl	-0,072kl
	M <sub>E</sub>	-0,048pl <sup>2</sup>	-0,128PI	-0,152PI	-0,060kl	-0,059kl	-0,058kl
	C (min)	-0,194pl	-0,517P	-0,614P	-0,241k	-0,240k	-0,233k
	Q <sub>2C</sub> (max)	0,103pl	0,274P	0,385P	0,127k	0,127k	0,123k
	Q <sub>3C</sub> (min)	-0,091pl	-0,242P	0,288P	-0,114k	-0,113k	-0,110k

**Phụ lục 18. Bảng chuyển đổi đơn vị kỹ thuật cũ sang hệ đơn vị SI**

Đại lượng	Đơn vị kỹ thuật cũ	Hệ đơn vị SI		Quan hệ chuyển đổi
		Tên gọi	Ký hiệu	
Lực	kG	Niuton	N	$1 \text{ kG} = 9,81 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$
	T	kilô Niuton	kN	$1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}; 1 \text{ T} = 9,81 \text{ kN} \approx 10 \text{ kN}$
		mêga Niuton	MN	$1 \text{ MN} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N}$
Mômen	kGm	Niuton mét	Nm	$\text{kGm} = 9,81 \text{ Nm} \approx 10 \text{ Nm}$
	Tm	Kilô Niuton mét	kNm	$1 \text{ Tm} = 9,81 \text{ kNm} \approx 10 \text{ kNm}; 1 \text{ kNm} = 10^6 \text{ Nmm}$
Ứng suất Cường độ Môđun đàn hồi	$\text{kG/mm}^2$	Niuton/ $\text{mm}^2$	$\text{N/mm}^2$	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 \approx 0,1 \text{ kG/m}^2$
	$\text{kG/cm}^2$	Pascan	Pa	$1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa} = 1000 \text{ N/m}^2 = 100 \text{ kG/m}^2$
	$\text{T/m}^2$	mêga Pascan	MPa	$1 \text{ MPa} = 1000000 \text{ Pa} = 1000 \text{ kPa} \approx 100000 \text{ kG/m}^2$ $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$ $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ N/mm}^2 \approx 10 \text{ N/mm}^2$ $1 \text{ kG/cm}^2 = 9,81 \times 10^4 \text{ N/m}^2 \approx 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ MPa}$ $1 \text{ kG/m}^2 = 9,81 \text{ N/m}^2 = 9,81 \text{ Pa} \approx 10 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ daN/m}^2$

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCVN 2737:1995. *Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế.*
2. TCVN 5574:2012. *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế.*
3. Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Công. *Kết cấu bê tông cốt thép (Phần cấu kiện cơ bản).* Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2011.
4. Bộ môn Công trình bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng. *Sàn sườn bê tông cốt thép toàn khối.* Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2008.

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG**  
**BỘ MÔN CÔNG TRÌNH BÊTÔNG CỐT THÉP**

---

GS.TS. NGUYỄN ĐÌNH CỐNG (Chủ biên)  
GVC.ThS. NGUYỄN DUY BÂN – GV.ThS. NGUYỄN THỊ THU HƯỜNG

# **SÀN SƯỜN BÊTÔNG CỐT THÉP TOÀN KHỐI**

*Chịu trách nhiệm xuất bản* : PHẠM NGỌC KHÔI  
*Biên tập* : HỒNG THỦY  
*Trình bày bìa* : NGỌC TUẤN  
*Thiết kế sách và chế bản* : THÁI SƠN

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
**70 TRẦN HƯNG ĐẠO, HÀ NỘI**

---

In 700 bản, khổ 19 × 27 cm, tại Công ty TNHH Trần Công.

Số ĐKKHXB: 384–2013/CXB/387–20/KHKT, ngày 27/3/2013.

Quyết định XB số: 204/QĐXB-NXBKHKT, ngày 4/10/2013.

In xong và nộp lưu chiểu Quý IV năm 2013.

# THE HISTORY OF THE CITY OF BOSTON

BY  
JOHN B. HENNINGSON  
AND  
JOHN W. COOPER

THE HISTORY OF THE  
CITY OF BOSTON  
FROM  
1630 TO 1880  
BY  
JOHN B. HENNINGSON  
AND  
JOHN W. COOPER