

# CHƯƠNG 1: TÍNH TOÁN SÀN.

## 1. BỐ TRÍ HỆ LƯỚI DẦM :

- Dựa vào bản vẽ kiến trúc + hệ lưới cột  $\Rightarrow$  bố trí hệ lưới dầm theo các yêu cầu:
  - Đảm bảo tính mỹ thuật.
  - Đảm bảo tính hợp lý về mặt kết cấu: các dầm nên bố trí sao cho “nhanh” truyền lực xuống đất, không nên rối rắm về mặt kết cấu (VD: Dầm D1 gác lên dầm D2; dầm D2 gác lên dầm khung DK; ... ).
  - Kích thước ô sàn không quá nhỏ cũng không quá lớn (trừ trường hợp yêu cầu về kiến trúc phải thiết kế ô sàn lớn).
- Với hệ lưới dầm đã bố trí, mặt bằng sàn được chia thành các ô sàn. Ta quan niệm các ô sàn làm việc độc lập với nhau: tải trọng tác dụng lên ô sàn này không gây ra nội lực trong các ô sàn lân cận (quan niệm này không được chính xác nhưng được áp dụng vì cách tính đơn giản, nếu không: cần tính và tổ hợp nội lực trong sàn - xem thêm giáo trình KC BTCT).

Vì quan niệm rằng các ô sàn làm việc độc lập nên ta xét riêng từng ô sàn để tính.

- Tiến hành đánh số thứ tự các ô sàn để tiện tính toán (các ô sàn cùng loại: cùng kích thước; cùng tải trọng, cùng sơ đồ liên kết thì đánh số trùng nhau). Các sơ đồ tính toán ô sàn xem giáo trình KCBTCT trang 327.

## 2. XÁC ĐỊNH TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN SÀN :

**2.1. Tĩnh tải :** Dựa vào cấu tạo kiến trúc mặt cắt sàn  $\Rightarrow$  xác định tĩnh tải tác dụng lên sàn.

- Sơ bộ chọn chiều dày bản sàn:

$$h_b = \frac{D}{m} \cdot l \quad h_b: \text{lấy chẵn cm.}$$

+ Bản loại dầm:  $m = 30 \div 35$ .

+ Bản kê 4 cạnh:  $m = 40 \div 45$ .

+ Bản console:  $m = 10 \div 18$ .

$D = 0,8 \div 1,4$  phụ thuộc tải trọng, tải trọng lớn thì lấy  $D$  lớn.

$l = l_1$ : kích thước cạnh ngắn của bản.

- Trọng lượng riêng vật liệu: lấy theo thực tế hoặc các sổ tay kết cấu.

VD: BTCT:  $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$ .

Vữa XM:  $\gamma = 16 \text{ KN/m}^3$ .

Gạch hoa XM (  $200 \times 200 \times 20$  ):  $0,45 \text{ KN/m}^2$ .

Gạch men lấy  $\gamma = 22 \text{ KN/m}^3$  hoặc  $0,17 \text{ KN/m}^2$ .

Khối xây gạch đặc:  $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$ .

Khối xây gạch ống:  $\gamma = 15 \text{ KN/m}^3$ .

BT gạch vỡ:  $\gamma = 16 \text{ KN/m}^3$ .

Cửa kính khung gỗ:  $0,25 \text{ KN/m}^2$ .

Cửa kính khung thép:  $0,4 \text{ KN/m}^2$ .

Cửa kính khung nhôm:  $0,15 \text{ KN/m}^2$ .

Đá mài :  $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$ .

- Hệ số vượt tải n: Tra bảng 1 trang 10 TCVN 2737 - 1995.

- Xác định tải trọng:  $g = \sum n \cdot \gamma \cdot \delta$  ( đơn vị  $\text{KN/m}^2$  )

n : hệ số vượt tải.

$\gamma$  : trọng lượng riêng.

$\delta$  : chiều dày lớp vật liệu.

Trường hợp có tường hoặc cửa xây trực tiếp trên sàn  $\Rightarrow$  tính tải trọng đơn vị của tường ( $\text{KN/m}^2$ ), diện tích tường, diện tích cửa ...  $\Rightarrow$  tổng trọng lượng của tường + cửa. Sau đó chia cho diện tích ô sàn  $\Rightarrow$  g phân bố (xem gần đúng phân bố đều trên toàn ô sàn).

## 2.2. Hoạt tải:

Lấy theo TCVN 2737 - 1995 (Bảng 3 trang 12).

Hệ số vượt tải n lấy theo mục 4.3.3 trang 15 - TCVN 2737 - 1995.

Xem thêm mục 4.4 trang 16 để xác định công trình có thuộc mục này hay không?

Hoạt tải ký hiệu là: p ( $\text{kN/m}^2$ ).

## 3. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC :

- Nội lực trong sàn được xác định theo sơ đồ **ĐÀN HỒI** ( khác với đồ án BTCT1 ).

- Gọi  $l_1$ : kích thước cạnh ngắn của ô sàn.

$l_2$ : kích thước cạnh dài của ô sàn.

(Do sơ đồ đàn hồi nên kích thước này lấy theo tim dầm).

- Dựa vào tỉ số  $l_2/l_1$  người ta phân ra 2 loại bản sàn :

+  $l_2/l_1 \leq 2$  : sàn làm việc theo 2 phương  $\Rightarrow$  sàn bản kê 4 cạnh.

+  $l_2/l_1 > 2$  : sàn làm việc theo 1 phương  $\Rightarrow$  sàn bản dầm.

- Dựa vào liên kết sàn với dầm: có 3 loại liên kết

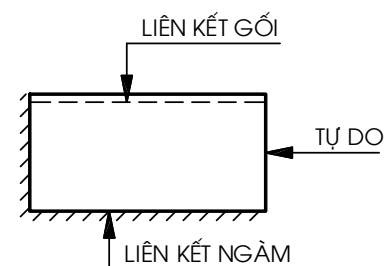
Có nhiều quan niệm về liên kết sàn với dầm:

+ Quan niệm 1: Nếu sàn liên kết với dầm biên thì xem đó là liên kết khớp. Nếu sàn liên kết với dầm giữa thì xem là liên kết ngàm, nếu dưới sàn không có dầm thì xem là tự do.

+ Quan niệm 2: Nếu dầm biên mà là dầm khung thì xem là ngàm, dầm phụ (dầm dọc) thì xem là khớp. Các dầm giữa xem là liên kết ngàm.

+ Quan niệm 3: Dầm biên xem là khớp hay ngàm phụ thuộc vào tỉ số độ cứng của sàn và dầm biên. Nếu dầm biên đủ cứng  $\Rightarrow$  liên kết ngàm, nếu không đủ cứng  $\Rightarrow$  liên kết khớp.

Các quan niệm này cũng chỉ là gần đúng vì thực tế liên kết sàn vào dầm là liên kết có độ cứng hữu hạn (mà khớp thì có độ cứng = 0, ngàm có độ cứng =  $\infty$ ), khi cần tính chính xác thì phải dùng sơ đồ tính gồm cả sàn và dầm liên kết với nhau.

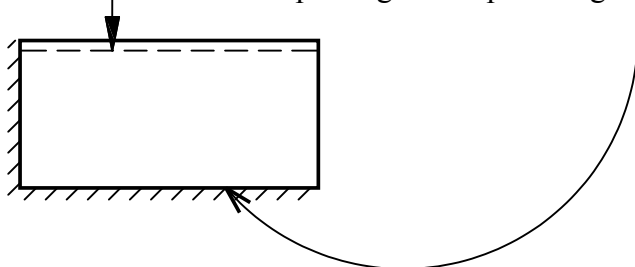


Nếu thiên về an toàn: quan niệm sàn liên kết vào dầm biên là liên kết khớp để xác định nội lực trong sàn. Khi bố trí thép thì dùng thép tại biên ngầm đôi diện để bố trí cho biên khớp.

VD:

Tính nội lực xem là biên khớp:  $M_{\text{biên}} = 0$

Bố trí cốt thép: dùng cốt thép biên ngầm để bố trí



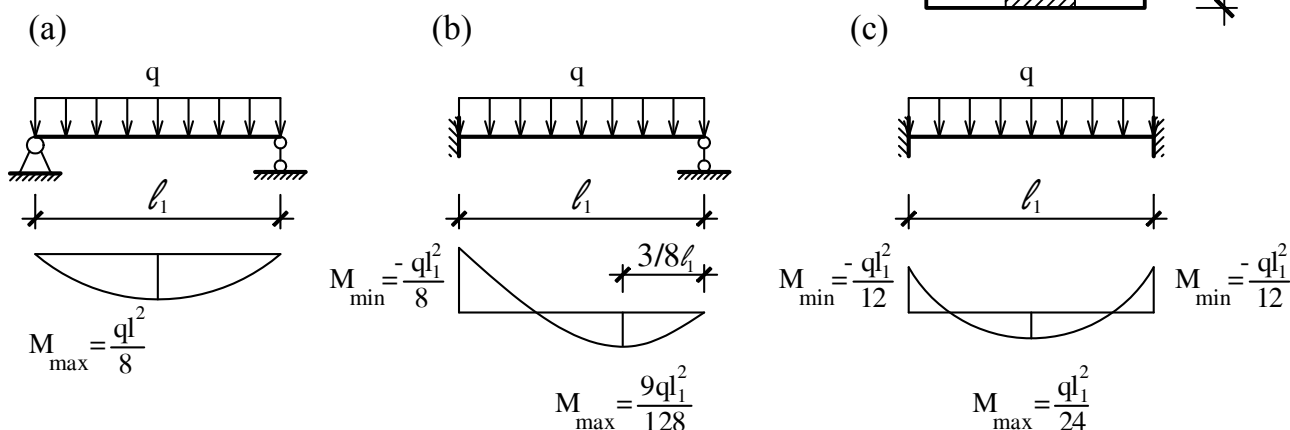
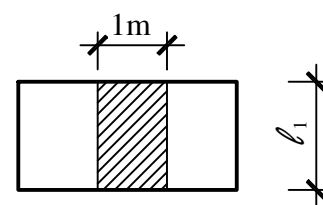
### 3.1. Xác định nội lực trong sàn bản dầm :

Cắt dải bản rộng 1m theo phương cạnh ngắn (vuông góc cạnh dài) và xem như 1 dầm.

⇒ Tải trọng phân bố đều tác dụng lên dầm:

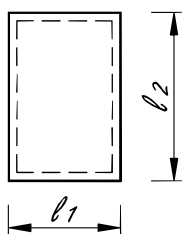
$$q = (p + g) * 1\text{m} \text{ (KN/m)}$$

Tùy liên kết cạnh bản mà có 3 sơ đồ tính đối với dầm :

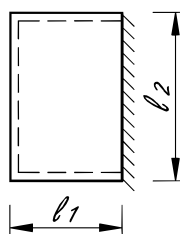


### 3.2. Xác định nội lực trong sàn bản kê 4 cạnh :

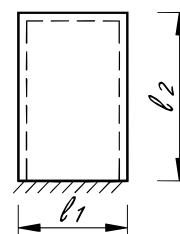
Dựa vào liên kết cạnh bản ⇒ có 9 sơ đồ:



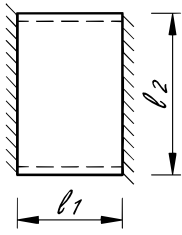
Sơ đồ 1



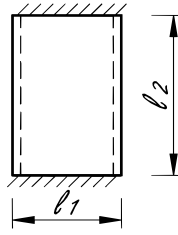
Sơ đồ 2



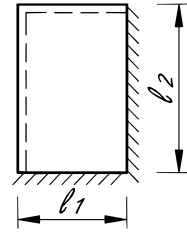
Sơ đồ 3



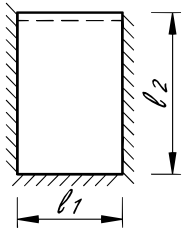
Sơ đồ 4



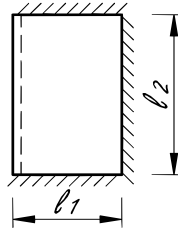
Sơ đồ 5



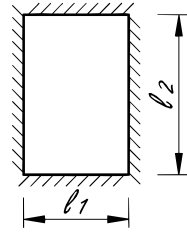
Sơ đồ 6



Sơ đồ 7

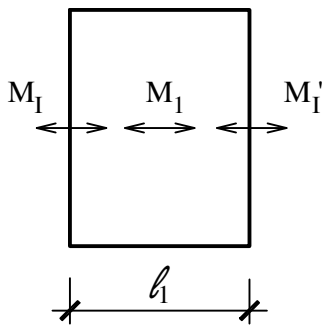


Sơ đồ 8

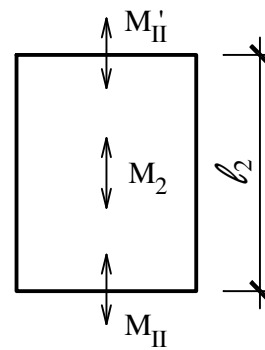


Sơ đồ 9

Xét từng ô bản: Có 6 moment

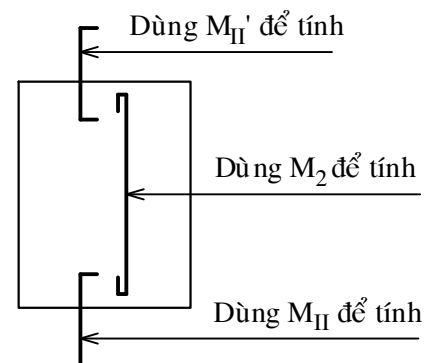
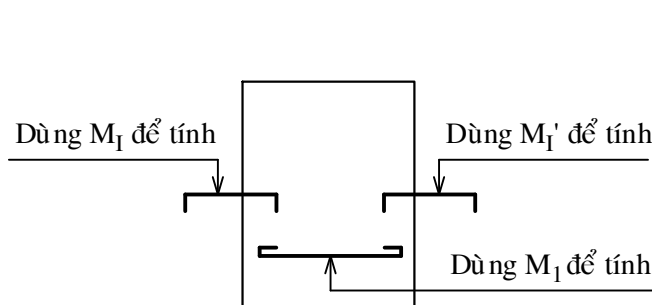


Momen theo phương cạnh ngắn



Momen theo phương cạnh dài

- $M_1, M_I, M_1'$  : dùng để tính cốt thép đặt dọc cạnh ngắn  
( $M_1' = 0$  nếu là biên khớp,  $M_1' = M_1$  nếu là biên ngàm).
- $M_2, M_{II}, M_{II}'$  : dùng để tính cốt thép đặt dọc cạnh dài.  
( $M_{II}' = 0$  nếu là biên khớp,  $M_{II}' = M_{II}$  nếu là biên ngàm).



$$\text{Với } M_I = \alpha_1 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$$

$$M_I = -\beta_1 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$$

$$M_{II} = \alpha_2 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$$

$$M_{II} = -\beta_2 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2 \quad (\text{Đơn vị của Moment : kN.m/m}).$$

$\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$  : hệ số phụ thuộc sơ đồ liên kết 4 biên và tỷ số  $l_1/l_2$ , xác định bằng cách tra Phụ lục của giáo trình KCBTCT hoặc các sổ tay kết cấu, nếu  $l_1/l_2$  là số lẻ thì cần phải nội suy.  
VD:  $l_1/l_2 = 1,78$  thì nội suy từ 2 giá trị  $l_1/l_2 = 1,75$  và  $l_1/l_2 = 1,8$ .

#### 4. TÍNH TOÁN CỐT THÉP :

- Tính thép bản như cấu kiện chịu uốn có bề rộng  $b = 1\text{m} = 1000\text{mm}$ , chiều cao  $h =$  chiều dày sàn (mm). (Đổi đơn vị  $M$  từ  $\text{KN.m} \rightarrow \text{N.mm}$  : nhân với  $1'000'000$ )

- Xác định  $\alpha_M = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_o^2}$  (kiểm tra điều kiện  $\alpha_M \leq \alpha_R$ ).

Nếu  $\alpha_M > \alpha_R$ : tăng chiều dày hoặc tăng cấp bền bê tông.

+  $R_b$ : cường độ chịu nén của bê tông, tra Phụ lục của giáo trình KCBTCT, phụ thuộc cấp bền bê tông, đơn vị MPa ( $\#N/mm^2$ ).

+  $h_o$ : chiều cao tính toán của tiết diện (mm).

$$h_o = h - a. \text{ (xem mục 5.1 bên dưới)}$$

+  $\alpha_R$ : xác định bằng cách tra Phụ lục của giáo trình KCBTCT phụ thuộc nhóm cốt thép và cấp bền bê tông, ứng với  $\gamma_{b2} = 1$ .

- Sau khi tính  $\alpha_M$  và thỏa mãn  $\alpha_M \leq \alpha_R$ :

$$\Rightarrow \zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_M}}{2}$$

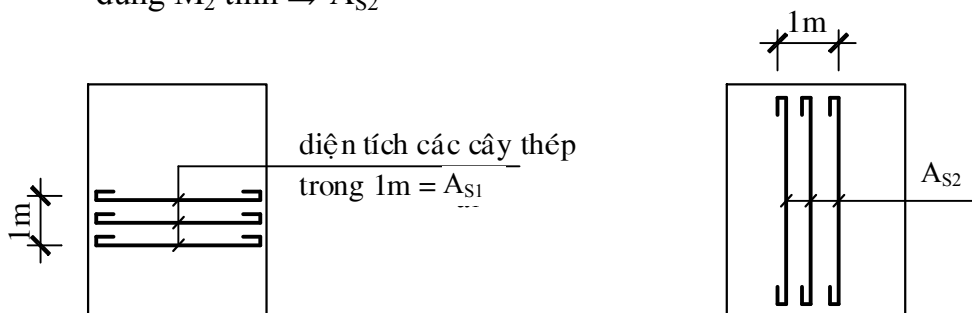
$$\Rightarrow A_S^{TT} = \frac{M}{\zeta \cdot R_S \cdot h_o} \text{ (mm}^2\text{)}$$

+  $R_S$ : cường độ chịu kéo của cốt thép, tra Phụ lục của giáo trình KCBTCT, phụ thuộc nhóm thép, đơn vị MPa ( $\#N/mm^2$ )

Xác định diện tích cốt thép tương ứng với các nội lực tại gối và nhịp của ô sàn.

VD: dùng  $M_I$  tính  $\Rightarrow A_{S1}$

dùng  $M_{II}$  tính  $\Rightarrow A_{S2}$



- Diện tích cốt thép  $A_s^{TT}$  được xác định ở trên xem như bố trí cho 1 m chiều dài bản. Khi thiết kế cốt thép sàn ta thường chọn đường kính và tính toán khoảng cách các thanh thép. Chọn đường kính thép: chọn Ø6; 8; 10; ... đồng thời thỏa mãn điều kiện  $\varnothing \leq h/10$ .

$$\text{Từ đẳng thức : } \frac{A_s^{TT}}{1000mm} = \frac{a_s}{s^{TT}}$$

+  $a_s$ : diện tích 1 thanh thép ( $mm^2$ )

+  $s^{TT}$ : khoảng cách cốt thép theo tính toán (mm)

$$\Rightarrow s^{TT} = \frac{a_s \cdot 1000}{A_s^{TT}}$$

- Tính hàm lượng cốt thép :  $\mu\% = \frac{A_s^{TT}}{1000 \cdot h_o} \cdot 100\%$ .

- Trong sàn  $\mu = 0,3\% \div 0,9\%$  là hợp lý và  $\mu > \mu_{\min} = 0,05\%$  (thường lấy  $\mu_{\min} = 0,1\%$ ).

- Việc bố trí cốt thép cần phải phối hợp cốt thép giữa các ô sàn với nhau, khoảng cách cốt thép bố trí  $s^{BT} \leq s^{TT}$ . Tính lại diện tích cốt thép bố trí  $A_s$  theo khoảng cách  $s^{BT}$ :

$$A_s^{\text{bố trí}} = \frac{a_s \cdot 1000}{s^{BT}}$$

- Kết quả tính toán nội lực và thép trong sàn nên lập thành bảng để tiện theo dõi, kiểm tra.

## 5. YÊU CẦU CẤU TẠO SÀN :

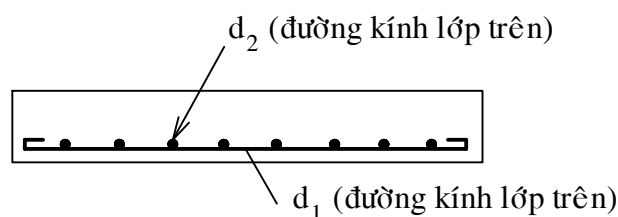
**5.1. Khoảng cách lớp bảo vệ :**  $a_{bv}$  = khoảng cách từ mép BT đến đáy cốt thép.

$a_{bv} = 10$  mm đối với  $h \leq 100$  mm.

$a_{bv} = 15$  mm đối với  $h > 100$  mm.

$\Rightarrow$  Khoảng cách từ mép bê tông đến trọng tâm cốt thép a:

$$a = a_{bv} + \frac{d_1}{2} \text{ hoặc } a = a_{bv} + d_1 + \frac{d_2}{2}$$



**Chú ý :** đối với cốt thép chịu momen dương thì a của 2 phương khác nhau. Do momen theo phương cạnh ngắn thường lớn hơn momen theo phương cạnh dài nên người ta thường đặt thép cạnh ngắn nằm dưới để tăng  $h_o$ .

**5.2. Khoảng cách của cốt thép :**

- Khoảng cách giữa các cốt thép chịu lực  $a = 70 \div 200$  mm.

- Khi chiều dày bản  $h \geq 80$ mm nên dùng các thanh thép uốn đặt xen kẽ nhau, điểm uốn cách mép gờ =  $l/6$ , góc uốn =  $30^\circ$  khi  $h \leq 100$ mm, =  $45^\circ$  khi  $h > 100$ mm (điều này không

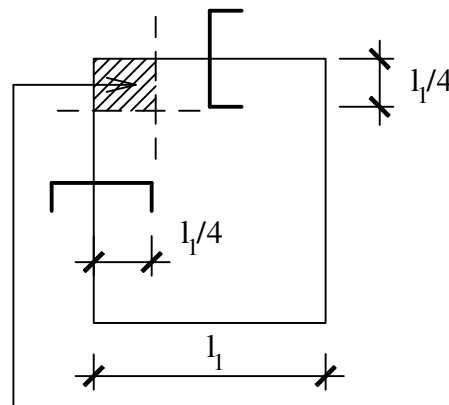
bắt buộc). Số thép sau khi uốn được neo vào gối  $\geq \frac{1}{3} A_s$  giữa nhịp và không ít hơn 3 thanh/1m dài.

- Cốt thép phân bố (cốt thép đặt theo phương cạnh dài đối với sàn bản dầm) không ít hơn 10% cốt chịu lực nếu  $l_2/l_1 \geq 3$ ; không ít hơn 20% cốt chịu lực nếu  $l_2/l_1 < 3$ . Khoảng cách các thanh  $\leq 350\text{mm}$ , đường kính cốt thép phân bố  $\leq$  đường kính cốt thép chịu lực.

**Cốt phân bố có tác dụng :**

- + Chống nứt do bê tông co ngót.
- + Cố định cốt chịu lực.
- + Truyền tải sang vùng xung quanh tránh tập trung ứng suất.
- + Chịu ứng suất nhiệt.
- + Cản trở sự mở rộng khe nứt.

**5.3. Chiều dài thép mũ :**

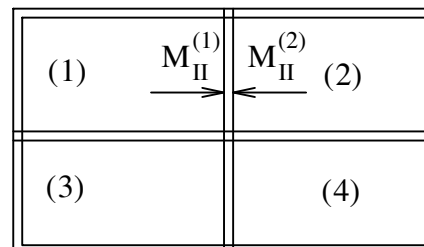


Tại vùng giao nhau để tiết kiệm có thể đặt 50%  $A_s$  của mỗi phương nhưng không ít hơn 3 thanh/1m dài (để an toàn thì không áp dụng).

**5.4. Phối hợp cốt thép :** Do quan niệm tính toán các ô sàn độc lập nhau (điều này đã trình bày ở trên) nên thường xảy ra hiện tượng: tại 2 bên của 1 dầm, các ô sàn có moment gối khác nhau.

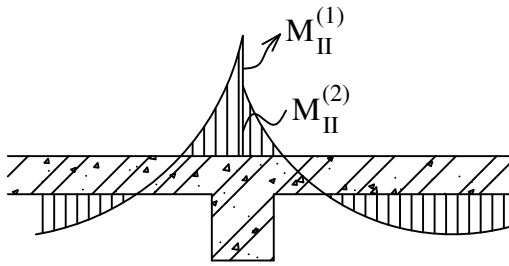
VD:

- $M_{II}^{(1)}$  : momen gối của ô (1).
- $M_{II}^{(2)}$  : momen gối của ô (2).
- $M_{II}^{(1)} \neq M_{II}^{(2)}$

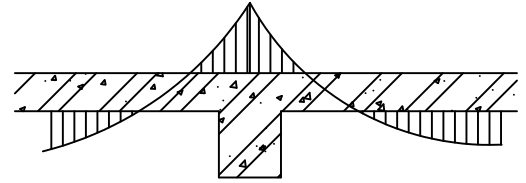


Điều này không đúng với thực tế vì các dầm có khả năng bị xoắn do đó phân phối lại moment trong sàn, nên các momen trong hai ô sàn ở hai bên dầm thường = nhau.

Sở dĩ kết quả 2 momen đó không bằng nhau do quan niệm tính toán chưa chính xác (thực tế các ô sàn không độc lập nhau, tải trọng tác dụng lên ô này có thể gây ra nội lực trong các ô khác).



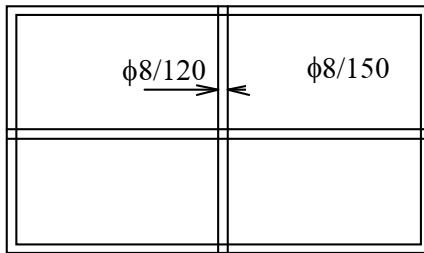
Biểu đồ moment theo quan niệm tính toán



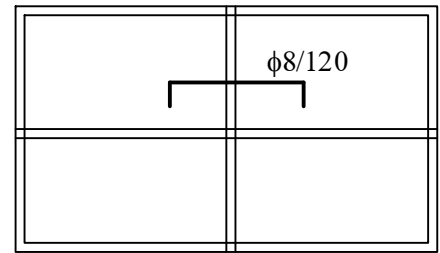
Biểu đồ moment thực tế

Để đơn giản và thiên về an toàn ta lấy momen lớn nhất bố trí cốt thép cho cả 2 bên gối.

VD:



⇒ Bố trí



Đối với cốt thép chịu moment dương thì không nhất thiết phải thực hiện như trên, nhưng có thể để thuận tiện thi công ta bố trí cốt thép ở các ô sàn lân cận nhau cùng một loại thép nếu diện tích cốt thép tính toán ở các ô sàn đó chênh lệch nhau không nhiều.

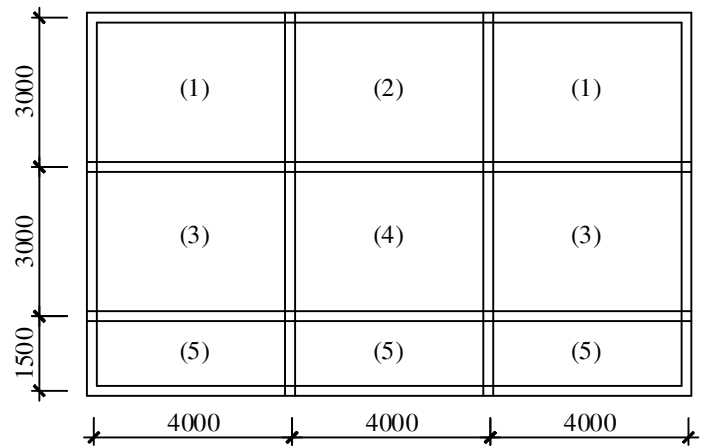
## 6. VÍ DỤ :

Tính toán nội lực và bố trí cốt thép sàn.

### 6.1. Mặt bằng sàn :

Ô1, 2, 3, 4 : phòng học.

Ô5 : hành lang.



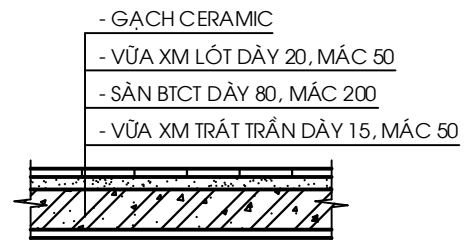
### 6.2. Mặt cắt cấu tạo sàn:

Sơ bộ chọn chiều dày sàn phòng học:

$$h = \frac{D}{m} \times l = \frac{1}{40} \times 3 = 0,075 \text{ m.}$$

⇒ chọn  $h_b = 80\text{mm}$ .

Sàn hành lang có thể chọn chiều dày nhỏ hơn nhưng để thuận tiện thi công ta cũng chọn  $h_b = 80\text{mm}$



### 6.3. Xác định tải trọng :

6.3.1. *Tĩnh tải* : ( của ô sàn phòng học, ô sàn hành lang).

Lớp vật liệu	Ch.dày (m)	Tr.lượng riêng (KN/m <sup>3</sup> )	g <sup>tc</sup> (KN/m <sup>2</sup> )	Hệ số vượt tải n	g <sup>tt</sup> (KN/m <sup>2</sup> )
- Gạch ceramic			0,17	1,1	0,187
- Vữa XM lót	0,02	16	0,32	1,3	0,416
- BTCT	0,08	25	2,00	1,1	0,220
- Vữa trát	0,015	16	0,24	1,3	0,312

⇒ Tổng tĩnh tải tính toán :  $Sg^{tt} = 0,3115 \text{ kN/m}^2$ .

6.3.2. *Hoạt tải* :

Loại phòng	p <sup>tc</sup> (KN/m <sup>2</sup> )	Hệ số vượt tải n	p <sup>tt</sup> (KN/m <sup>2</sup> )
- Phòng học	2,00	1,2	2,40
- Hành lang	4,00	1,2	4,80

### 6.4. Tính toán nội lực và cốt thép ô bản :

6.4.1. *Bản (1)* :

Sơ đồ tính :  $l_2/l_1 = 4/3 < 2 \Rightarrow$  bản kê 4 cạnh (thuộc sơ đồ 6).

Tỉ số  $l_2/l_1 = 1,333 \Rightarrow$  nội suy xác định :

Trong bảng tra có :

$$+ l_2/l_1 = 1,3:$$

$$\alpha_1 = 0,0319$$

$$\alpha_2 = 0,0188$$

$$\beta_1 = 0,0711$$

$$\beta_2 = 0,0421$$

$$+ l_2/l_1 = 1,35:$$

$$\alpha_1 = 0,0320$$

$$\alpha_2 = 0,0176$$

$$\beta_1 = 0,0711$$

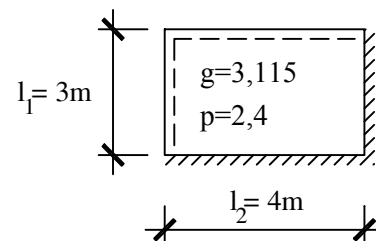
$$\beta_2 = 0,0391$$

$$\alpha_1 = 0,0319 + \frac{1,333 - 1,3}{1,35 - 1,3} \times (0,032 - 0,0319) = 0,031967$$

$$\alpha_2 = 0,0188 + \frac{1,333 - 1,3}{1,35 - 1,3} \times (0,0176 - 0,0188) = 0,018$$

$$\beta_1 = 0,0711 + \frac{1,333 - 1,3}{1,35 - 1,3} \times (0,0711 - 0,0711) = 0,0711$$

$$\beta_2 = 0,0421 + \frac{1,333 - 1,3}{1,35 - 1,3} \times (0,0391 - 0,0421) = 0,0401$$



$$\Rightarrow M_1 = 0,031967 \times (3,115 + 2,40) \times 3 \times 4 = 2,1156 \text{ KN.m}$$

$$\Rightarrow M_2 = 0,018 \times (3,115 + 2,40) \times 3 \times 4 = 1,1912 \text{ KN.m}$$

$$\Rightarrow M_I = -0,0711 \times (3,115 + 2,40) \times 3 \times 4 = -4,7054 \text{ KN.m}$$

$$\Rightarrow M_{II} = -0,0401 \times (3,115 + 2,40) \times 3 \times 4 = -2,6538 \text{ KN.m}$$

\* **Tính toán cốt thép** : Thép AI có  $R_s = R_{SC} = 225 \text{ MPa}$ ; Bê tông B15  $\Rightarrow R_b = 8,5 \text{ MPa}$

- Cốt thép chịu momen dương theo phương cạnh ngắn (lấy  $a = 15 \text{ mm} \Rightarrow h_{o1} = 65 \text{ mm}$ ).

$$\alpha_M = \frac{M_1}{R_b \cdot b \cdot h_{o1}^2} = \frac{2,1156 \cdot 10^6}{8,5 \times 1000 \times 65^2} = 0,059 < \alpha_R = 0,446$$

$$\Rightarrow \zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_M}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0,059}}{2} = 0,97$$

$$\Rightarrow A_s^{TT} = \frac{M_1}{\gamma \cdot R_s \cdot h_o} = \frac{2,1156 \cdot 10^6}{0,97 \times 225 \times 65} = 149 \text{ mm}^2.$$

Chọn thép  $\emptyset 6 \Rightarrow a_s = 28,3 \text{ mm}^2 \Rightarrow s^{TT} = \frac{1000 \cdot a_s}{A_s^{TT}} = \frac{1000 \times 28,3}{149} = 170 \text{ mm}.$

- Tương tự đối với cốt chịu lực khác

Sau khi tính toán được khoảng cách cốt thép từng ô, đầu tiên ta vẽ mặt bằng sàn bố trí thép theo tính toán.

### Thép dưới (chịu moment dương)


→ Khi  $l_2/l_1 < 3$  lấy  $\geq 20\%$   $A_s$  chịu lực của cạnh ngắn,  
khi  $l_2/l_1 > 3$  lấy  $\geq 10\%$   $A_s$  chịu lực của cạnh ngắn



**Phương án 2** : Bố trí cột thép thiên về an toàn và đơn giản khi thi công.

