

# Tính toán sàn thép theo tài liệu thiết kế của Nga

Calculation of bearing capacity of steel slab by design manual of Russian

Hoàng Ngọc Phương

## Tóm tắt

Tính toán sàn thép đã được đề cập đến trong các giáo trình Kết cấu thép ở Việt Nam [1] và đã được đưa vào đồ án môn học [6], tuy nhiên mới tính toán sàn thép một phương. Do đó, việc tìm hiểu các cách tính khác đối với sàn một phương và hai phương theo tiêu chuẩn, tài liệu nước ngoài như của Mỹ, Anh, Eurocode, Úc, Nga, Trung Quốc... là rất cần thiết. Bài báo này trình bày cấu tạo và các yêu cầu đối với sàn thép, cách tính toán sàn thép một phương và chủ yếu là tính toán sàn hai phương theo tài liệu của Nga, việc tính toán dựa trên các giả thiết phù hợp sau đó đưa ra các bảng tra phục vụ cho thực hành tính toán. Cuối cùng là ví dụ tính toán để làm rõ các vấn đề trên.

**Từ khóa:** Sàn thép, sàn một phương, sàn hai phương, tấm dài, tấm ngắn, ứng suất màng

## Abstract

Calculation of steel slab has been mentioned in steel structure textbooks in Vietnam [1] and has been included in the subject plan [6], but only one-way steel slab has been calculated. Therefore, it is necessary to learn other ways of calculating for one-way and two-way slabs according to foreign standards and documents such as those of the US, UK, Eurocode, Australia, Russia, China... This paper presents the constitute and requirements for the steel slab, how to calculation the one-way steel slab and the two-way slab according to Russian textbooks. The calculation is based on the appropriate assumptions then provide lookup tables for calculation practice, Finally the paper gives example to clarify the problem.

**Key words:** Steel slab, one-way slab, two-way slab, long plate, short plate, membrane stress

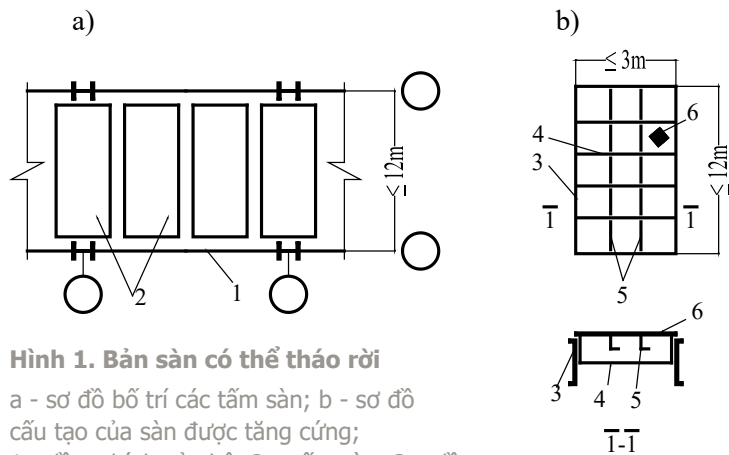
## 1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam đã đề cập đến việc tính toán sàn thép, điều này được trình bày trong các giáo trình “Kết cấu thép” [1] và tài liệu tham khảo [6]. Tuy nhiên những tài liệu đó mới viết về tính toán sàn thép một phương. Sau khi đã tìm hiểu các tài liệu của nước Nga, tác giả viết bài báo này trình bày cách tính sàn thép một phương và hai phương để so sánh và ứng dụng thực hành.

## 2. Cấu tạo và các yêu cầu đối với sàn thép [9]

Giải pháp xây dựng của tấm sàn (cố định hoặc có thể tháo rời) được lựa chọn có tính đến mục đích sử dụng, địa điểm xây dựng, bản chất và độ lớn của tải trọng, điều kiện nhiệt độ và độ ẩm tác động, sự khắc nghiệt của môi trường và tính kinh tế. Đối với sàn cố định, các tấm phẳng có độ dày 6 - 16mm làm bằng thép S235 được sử dụng, hàn vào các cánh trên của dầm. Từ điều kiện sử dụng hợp lý thép, có thể khuyến nghị các chiều dày cho trong Bảng 1 dựa trên khả năng chịu lực. Trong số các tấm này, khoảng cách giữa các dầm sàn, tức là nhịp sàn được giả định là 0,6- 1,6m. Khi các nhịp lớn hơn 1,6 m việc tăng chiều dày của tấm là không thực tế, trong trường hợp này sàn được gia cố bằng sườn cứng làm từ các thép góc, thanh chữ T hoặc thép dầm.

Các tấm sàn có thể tháo rời có thể có kích thước theo sơ đồ lên đến 3×12 m (đối với việc thi công bằng tay, các tấm sàn theo quy định nhỏ hơn và nặng không quá 75 kg). Các hệ dầm sàn chế tạo sẵn trong nhà máy bao gồm một hệ thống các dầm phụ, sàn thép, sườn tăng cứng và được đặt trên các dầm chính (Hình 1). Việc sử dụng giải pháp xây dựng như vậy làm tăng tính công nghiệp hóa và giảm chi phí lao động trong quá trình lắp đặt.



Hình 1. Bản sàn có thể tháo rời

a - sơ đồ bố trí các tấm sàn; b - sơ đồ cấu tạo của sàn được tăng cứng;

1 - dầm chính của hệ; 2 - tấm sàn; 3 - dầm chính dọc theo tấm sàn; 4 - dầm phụ; 5 - sườn tăng cứng của tấm sàn; 6 - sàn thép

Bảng 1. Chiều dày sàn khuyến nghị

Tải trọng tác dụng, kN/m <sup>2</sup>	Chiều dày bản sàn, mm				
	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16
≤10	+	-	-	-	-
11-20	-	+	-	-	-
21-25	-	-	+	-	-
26-30	-	-	-	+	-
≥31	-	-	-	-	+

ThS. Hoàng Ngọc Phương

Bộ môn Kết cấu Thép - Gỗ, Khoa Xây dựng

Đại học Kiến Trúc Hà Nội

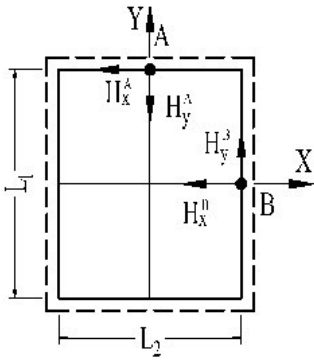
Email: hoangngocphuongkt@gmail.com

ĐT: 0968 567 234

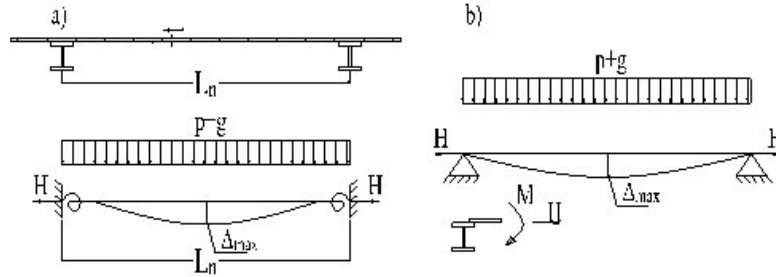
Ngày nhận bài: 12/5/2023

Ngày sửa bài: 16/5/2023

Ngày duyệt đăng: 23/05/2024



Hình 2. Sơ đồ tính toán sàn phẳng



Hình 3. Sơ đồ tính của sàn: a - sơ đồ thực tế của sàn; b - sơ đồ được sử dụng khi tính toán sàn

**3. Tính toán sàn thép phẳng**

Sàn thép được tính toán như một tấm mỏng có liên kết dọc theo các cạnh (Hình 2, 3), chịu tải trọng phân bố đều theo phương vuông góc. Việc lựa chọn phương án thiết kế của sàn phụ thuộc vào cách nó liên kết với dầm (có thể tháo rời, không thể tháo rời), tính chất của công trình và giải pháp xây dựng trên mặt bằng.

Bản không thể tháo rời được hàn chặt chẽ và liên tục vào các dầm đỡ. Dưới tác dụng của tải trọng, tấm sàn không bị dịch chuyển tại vị trí gối tựa, làm xuất hiện lực kéo trong nó giống như một lớp màng. Trong sàn xuất hiện các mô men âm tại gối tựa làm giảm mô men uốn và độ võng ở nhịp. Trong tính toán, việc giữ chặt này được bỏ qua để dự trữ về độ cứng và do đó sơ đồ tính với các gối tựa là khớp cố định được chấp nhận (xem Hình 3 b). Phương pháp tính tấm sàn cho trường hợp tải trọng phổ biến nhất là phân bố đều trên toàn bộ diện tích tấm, phụ thuộc vào tỷ số giữa cạnh lớn  $L_1$  với cạnh nhỏ  $L_2$ . Khi  $(L_1/L_2) > 2$  được coi là "tấm dài", sàn làm việc một phương. Khi  $(L_1/L_2) \leq 2$  được coi là "tấm ngắn", sàn làm việc hai phương.  $L_n = L_2$  chiều dài cạnh ngắn của ô bản.

**3.1. Sàn làm việc một phương[9]**

Đối với các "tấm dài", xảy ra trong hầu hết các trường hợp, có thể giả định rằng sàn làm việc như mặt trụ chỉ bị uốn

theo cạnh ngắn ( $L_n = L_2$ ) và khi đó tổng ứng suất trong tấm là  $\sigma_x = \sigma_{ox} + \sigma_{ix}$ , trong đó  $\sigma_{ox}$  là ứng suất kéo dọc trục theo trục x,  $\sigma_{ix}$  là ứng suất uốn dọc theo trục x.

Việc tính toán được thực hiện theo giai đoạn đàn hồi của vật liệu thép. Điều kiện bền có thể được xác định bằng mối quan hệ sau:

$$\sigma_x = \sigma_{ox} + \sigma_{ix} = (k_o + k_i) q (L_2 / t_n)^2 \leq f \gamma_c \tag{1}$$

Với q là giá trị tính toán của tải trọng phân bố:

$$q = k_p E_1 \left( \frac{t_n}{L_n} \right)^4 = \frac{q_n \gamma_f}{E_1} \left( \frac{L_n}{t_n} \right)^4 E_1 \left( \frac{t_n}{L_n} \right)^4 = q_n \gamma_f \tag{2}$$

$$\text{với } k_p = \frac{q_n \gamma_f}{E_1} \left( \frac{L_n}{t_n} \right)^4 \tag{3}$$

$q_n$ - tải trọng phân bố đều tiêu chuẩn;  $\gamma_f$  - hệ số an toàn của tải trọng;

$$E_1 = \frac{E}{1 - \nu^2}; \nu - \text{Hệ số Poát xông (đối với thép } \nu = 0,3).$$

Độ võng lớn nhất gần đúng ở giữa tấm:

**Bảng 2. Dữ liệu tính toán cho bản sàn dài**

$k_p$	$k_i$	$k_o$	$k_d$	$k_p$	$k_i$	$k_o$	$k_d$
0	0,5	0	0	56,9	0,35	0,044	1,02
3	0,5	0,07	0,09	67	0,34	0,045	1,11
6,1	0,49	0,014	0,184	78,5	0,32	0,045	1,2
9,4	0,48	0,02	0,277	91,5	0,31	0,045	1,29
13,0	0,47	0,025	0,37	121,5	0,28	0,044	1,47
17,1	0,455	0,03	0,46	158	0,26	0,043	1,65
21,7	0,44	0,035	0,56	202	0,24	0,041	1,84
27,0	0,42	0,038	0,65	254	0,22	0,040	2,02
33,1	0,40	0,04	0,74	316	0,21	0,038	2,20
40	0,39	0,042	0,83	386	0,20	0,036	2,38
48	0,37	0,044	0,93	425	0,19	0,035	2,47

$$\Delta_{\max} = \frac{k_d t_n}{\gamma_f} \leq [\Delta] \quad (4) \text{ với } k_d = \left[ \frac{\Delta}{L} \right] \left( \frac{L_n}{t_n} \right)$$

Giá trị của các hệ số  $k_o$ ,  $k_i$ ,  $k_d$  có thể được xác định bằng cách sử dụng Bảng 2 theo giá trị tính toán của  $k_p$ .

Các công thức (1)-(4) cho phép giải các bài toán liên quan đến tính toán sàn dầm với  $f$ ;  $q_n$ ;  $\gamma_f$  và  $[\Delta/L]$ .

Biết nhịp và đã chọn sơ bộ chiều dày của sàn (xem Bảng 1), sử dụng công thức (3) để xác định  $k_p$ , sau đó tìm các giá trị trong Bảng 2, sử dụng phép nội suy tìm các giá trị tương ứng của  $k_i$ ,  $k_o$  và theo công thức (1), tiến hành kiểm tra độ bền.

Để tính chính xác giá trị độ võng của sàn thì lấy  $k_p$  đã tính toán, từ Bảng 2 tìm giá trị  $k_d$  tương ứng, kiểm tra điều kiện độ cứng theo công thức (4).

Khi tải trọng không quá  $50 \text{ kN/m}^2$  và độ võng tương đối cho phép không quá  $1/150$ , độ bền dọc theo các cạnh sẽ luôn được đảm bảo và chỉ cần tính đến độ võng. Trong trường hợp này, sự phụ thuộc của tỷ lệ giới hạn giữa nhịp và chiều dày sàn  $L_n/t_n$  vào tải trọng tiêu chuẩn có thể được xác định bằng biểu đồ (Hình 4), hoặc bằng công thức sau:

$$\frac{L_n}{t_n} = 0,27n_0 \left( 1 + \frac{72E_1}{n_0^4 p_n} \right) \quad (5)$$

với  $n_0 = [L/\Delta]$  - nghịch đảo của độ võng cho phép;  $E_1 = E/(1 - \nu^2) = 2,26 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2$  ( $\nu = 0,3$  - hệ số Poát xng);

$p_n$  - tải trọng tiêu chuẩn phân bố đều trên sàn.

Biết nhịp của sàn  $L_n$  (bằng khoảng cách giữa các dầm sàn), từ công thức (5) hoặc theo đồ thị (Hình 4), tìm chiều dày  $t_n$ .

Tìm lực kéo (trên 1 cm sàn), qua đó kiểm tra độ bền của sàn và tính toán các đường hàn liên kết sàn với dầm, được xác định theo công thức:

$$H = \gamma_f \left( \frac{\pi^2}{4} \right) \left[ \frac{\Delta}{L} \right]^2 E_1 t_n \quad (6a)$$

Chiều cao của đường hàn liên kết bản sàn với dầm được xác định theo công thức:

$$h_f \geq \frac{H}{(\beta f_w \gamma_w)_{\min} \gamma_c} \quad (6b)$$

$$(\beta f_w)_{\min} = \min \{ \beta_f f_{wf}; \beta_s f_{ws} \}$$

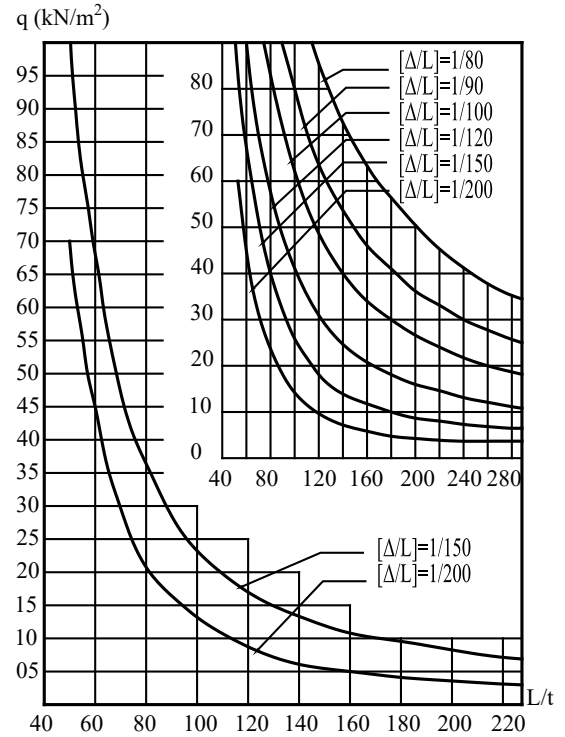
trong đó:  $\beta_f$ ,  $\beta_s$  - hệ số chiều sâu nóng chảy;  $f_{wf}$ ,  $f_{ws}$  - cường độ tính toán chịu cắt quy ước của đường hàn góc trong kim loại hàn hoặc biên nóng chảy;  $\gamma_w$ ,  $\gamma_c$  - tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của các đường hàn và kết cấu.

$[\Delta/L]$  - độ võng tương đối cho phép của sàn;  $L_n/t_n$  - tỷ số giữa nhịp và chiều dày của bản sàn, phụ thuộc giá trị của tải trọng tiêu chuẩn ( $\text{kN/m}^2$ ), dọc theo trục tọa độ vẽ một đường ngang tìm giao điểm với đường cong theo một tỷ lệ nhất định  $[\Delta/L]$ , hạ đường vuông góc với trục hoành và xác định giá trị  $L_n/t_n$ , từ đó, với  $L_n$  đã biết, tìm chiều dày cần thiết của sàn (đồ thị được đưa ra theo hai tỷ lệ).

### 3.2. Sàn làm việc hai phương [9]

Trong các "tấm ngắn" hình chữ nhật với ( $L_1/L_2 \leq 2$ ), cùng với ứng suất  $\sigma_x$  dọc theo cạnh ngắn  $L_2$ , cần tính đến ứng suất  $\sigma_y$  dọc theo cạnh dài  $L_1$ :

$$\sigma_y = \sigma_{o,y} + \sigma_{i,y} \quad (7)$$



Hình 4. Tải trọng tối đa của sàn theo điều kiện độ võng

Khi tính toán khả năng chịu lực trong giai đoạn làm việc đàn hồi của vật liệu, tải trọng gây nên ứng suất đạt đến  $f$  được lấy làm giới hạn. Khi đó, điều kiện cường độ của sàn được viết như sau:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y} \leq f \gamma_c \quad (8)$$

Tính toán được thực hiện đối với các kích thước đã biết của các cạnh  $L_1$ ,  $L_2$  và chiều dày  $t_n$ . Độ võng lớn nhất và tổng ứng suất ở tâm tấm:

$$\Delta_{\max} = \xi t_n \leq [\Delta]$$

$$\sigma_x = 4k_x E (t_n / L_2)^2; \quad \sigma_y = 4k_y E (t_n / L_1)^2 \quad (9)$$

Ứng suất kéo ở giữa các mép tấm (tại điểm A và B, xem Hình 2):

$$\sigma_{ox}^B = 4k_{ox}^B E (t_n / L_2)^2; \quad x=L_2/2; y=0;$$

$$\sigma_{oy}^A = 4k_{oy}^A E (t_n / L_1)^2; \quad x=0; y=L_1/2; \quad (10)$$

$$1 \leq \mu = L_1/L_2 \leq 2$$

Trong công thức (9) và (10), các hệ số  $\xi$ ,  $k_x$ ,  $k_y$ ,  $k_{ox}$ ,  $k_{oy}$  được lấy theo Bảng 3 phụ thuộc vào tỷ lệ  $\mu = L_1/L_2$  và giá trị của tham số tải trọng không thứ nguyên

$$\bar{g} = \frac{q L_2^4}{E t_n^4} = \frac{q}{E} \left( \frac{L_2}{t_n} \right)^4 \quad (11)$$

Quy trình kiểm tra độ bền của "tấm ngắn" theo công thức (8) và độ cứng theo công thức (9) tương tự như quy trình đã mô tả ở trên đối với "tấm dài". Từ ứng suất kéo  $\sigma_{ox}^B$  và  $\sigma_{oy}^A$  [công thức (10)], các giá trị tương ứng của lực kéo dùng để tính toán độ bền của các mối hàn liên kết sàn với dầm là

$$H_x = \sigma_{ox}^B t_n; H_y = \sigma_{oy}^A t_n \quad (12)$$

**Bảng 3. Hệ số để xác định độ võng và ứng suất trong tấm sàn tựa khớp hình chữ nhật chịu tải phân bố đều**

$\bar{g}$	$\xi$	$k_y$	$k_x$	$k_{oy}^A$	$k_{ox}^B$
$\mu=1$					
6	0,08	0,2	0,2	0,43	0,43
13	0,17	0,45	0,45	0,96	0,96
30	0,37	1,0	1,0	2,12	2,12
65	0,7	2,0	2,0	4,44	4,44
145	1,15	3,43	3,43	8,50	8,50
335	1,7	5,37	5,37	15,20	15,20
400	2,0	6,65	6,65	19,70	19,70
>400	2,31	8,25	8,25	24,60	24,60
$\mu=1,5$					
6	0,13	0,18	0,32	0,45	0,64
13	0,29	0,40	0,71	1,01	1,49
30	0,57	0,82	1,47	2,18	3,03
65	0,97	1,46	2,63	4,35	5,87
145	1,47	2,37	4,16	7,91	10,5
215	1,75	3,00	5,13	10,2	13,8
$\mu=2$					
3,75	0,10	0,09	0,235	0,28	0,47
6,0	0,33	0,14	0,35	0,42	0,70
13,0	0,51	0,31	0,78	0,94	1,56
30	0,62	0,62	1,56	2,01	3,13
65	1,03	1,10	2,70	3,90	6,14
145	1,52	1,85	4,21	6,73	10,9

#### 4. Ví dụ tính toán

Yêu cầu chọn độ dày của tấm sàn và tính toán liên kết của nó vào dầm sàn theo các trường hợp sau, biết: Vật liệu thép có  $f=23\text{kN/cm}^2$ , độ võng tương đối cho phép là  $[\Delta/L]=1/150$  ( $n_o = 150$ ). Hoạt tải tiêu chuẩn tác dụng lên sàn  $p_n=20\text{ kN/m}^2 = 0,002\text{ kN/cm}^2$ . Hệ số điều kiện làm việc:  $\gamma_{wf} = 1,0$ ;  $\gamma_c = 1,1$ .

- Sàn làm việc một phương;
- Sàn làm việc hai phương với  $\mu=1,0$ ;
- Sàn làm việc hai phương với  $\mu=1,5$ ;
- Sàn làm việc hai phương với  $\mu=2,0$ .

##### a. Sàn làm việc một phương;

Xác định tỷ lệ theo (5)

$$\frac{L_n}{t_n} = 0,27 \times 150 \times \left( 1 + \frac{72 \times 2,26 \times 10^4}{150^4 \times 0,002} \right) = 105,6$$

(theo đồ thị trong Hình 4 thì  $L_n/t_n=108$ ).

Trong trường hợp nhịp sàn  $L_n=120\text{cm}$  (bằng khoảng cách của dầm sàn) thì  $t_n \geq L_n/105,6 = 120/105,6 = 1,14\text{ cm}$ , lấy  $t_n=1,2\text{ cm}$ . Khối lượng bản thân sàn là  $g_n=0,942\text{ kN/m}^2$ .

Lực kéo trên 1cm sàn được xác định theo công thức (6a)

$$H = 1,2 \times \left( 3,14^2 / 4 \right) \times [1/150]^2 \times 2,26 \times 10^4 \times 1,2 = 3,56\text{ kN/cm}$$

Tính toán mối hàn góc của việc gắn chặt sàn vào dầm bằng kim loại hàn,  $\beta_f=0,9$  và  $\beta_s=1,05$  cho hàn bán tự động.

$$\beta_f f_{wf} = 0,9 \times 18 = 16,2\text{ kN/cm}^2 < \beta_s f_{ws} = 1,05 \times 0,45 f_{un} = 1,05 \times 0,45 \times 35 = 16,5\text{ kN/cm}^2$$

Theo công thức (6b) có

$$h_f = \frac{3,56}{0,9 \times 18 \times 1,0 \times 1,1} = 0,2\text{ cm}$$

Chọn chiều cao của đường hàn là  $h_f = 5\text{ mm}$ .

Tổng ứng suất trong tấm là  $\sigma_x = \sigma_{ox} + \sigma_{ix}$ , trong đó  $\sigma_{ox}$  là ứng suất kéo dọc trục theo trục x,  $\sigma_{ix}$  là ứng suất uốn dọc theo trục x.

$$\begin{aligned} \sigma_x &= (k_o + k_i) q (L_2 / t_n)^2 \\ &= (0,0225 + 0,475) \times 25 \times 10^{-4} \times (120/1,2)^2 \\ &= 12,44\text{ kN/cm}^2 \leq f\gamma_c \end{aligned}$$

trong đó q là giá trị tính toán của tải trọng phân bố:

$$\begin{aligned} q &= p + g = 20 \times 1,2 + 0,942 \times 1,05 = 25\text{ kN/m}^2 \\ &= 25 \times 10^{-4}\text{ kN/cm}^2 \end{aligned}$$

(g: tính tải tính toán)

$$k_p = \frac{q_n \gamma_f}{E_1} \left( \frac{L_n}{t_n} \right)^4 = \frac{25 \times 10^{-4}}{2,26 \times 10^4} \left( \frac{120}{1,2} \right)^4 = 11,1$$

$$E_1 = \frac{E}{1-\nu^2} = 2,26 \times 10^4\text{ kN/cm}^2$$

Tra Bảng 2 với  $k_p=11,1$  có  $k_i=0,475$ ;  $k_o=0,0223$ ;  $k_d=0,321$

Độ võng lớn nhất ở giữa tấm:

$$\begin{aligned} \Delta_{\max} &= \frac{k_d t_n}{\gamma_f} = \frac{0,321 \times 1,2}{1,2} = 0,321\text{ cm} \leq [\Delta] = \frac{120\text{ cm}}{150} \\ &= 0,8\text{ cm} \end{aligned}$$

(đàn hồi)

b. Sàn hai phương với  $\mu=1$ :  $L_1 = 120\text{ cm}$ ,  $L_2=120\text{ cm}$ ,  $t_n = 1,2\text{ cm}$ .

$$\begin{aligned} q &= p + g = 20 \times 1,2 + 0,942 \times 1,05 = 25\text{ kN/m}^2 \\ &= 25 \times 10^{-4}\text{ kN/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\bar{g} = \frac{q L_2^4}{E t_n^4} = \frac{25 \times 10^{-4} \times 120^4}{2,06 \times 10^4 \times 1,2^4} = 12,14; \text{ tra bảng có}$$

$$\xi = 0,16; k_y = 0,42; k_x = 0,42; k_{oy}^A = 0,895;$$

$$k_{ox}^B = 0,895$$

$$\sigma_x = 3,46\text{ kN/cm}^2 \quad \sigma_y = 3,46\text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} - \sigma_x \sigma_y = 3,46\text{ kN/cm}^2 \leq f\gamma_c = 23\text{ kN/cm}^2$$

Ứng suất kéo ở giữa các mép tấm (tại điểm A và B, xem

**Bảng 4. Bảng so sánh các thông số đối với các loại ô bản**

$\mu$	$\xi$	$k_y$	$k_x$	$k_{oy}^A$	$k_{ox}^B$	$\sigma$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\Delta_{max}$ (cm)	$H_x$ (kN/cm)	$H_y$ (kN/cm)
1,0	0,16	0,42	0,42	0,895	0,895	3,46	0,192	8,85	8,85
1,5	0,27	0,373	0,662	0,94	1,386	5,45	0,324	13,7	4,13
2,0	0,352	0,29	0,73	0,88	1,45	5,74	0,422	14,34	2,18
>2	0,385					12,44	0,385	3,56	

Hình 2):

$$\sigma_{ox}^B = 7,4 \text{ kN/cm}^2; x=L_2/2; y=0; \sigma_{oy}^A = 7,4 \text{ kN/cm}^2;$$

$$x=0; y=L/2;$$

Độ võng lớn nhất ở giữa tấm:

$$\Delta_{max} = \xi t_n = 0,16 \times 1,2 = 0,192 \text{ cm} \leq [\Delta] = 0,8 \text{ cm}$$

Từ ứng suất màng  $\sigma_{ox}^B$  và  $\sigma_{oy}^A$ , các giá trị tương ứng của lực kéo

$$H_x = \sigma_{ox}^B t_n = 8,85 \text{ kN/cm}; H_y = \sigma_{oy}^A t_n = 8,85 \text{ kN/cm}$$

c, d. Tương tự b với các hệ số  $\mu=1,5$  và  $\mu=2$  có bảng so sánh sau:

Từ bảng trên thấy việc tính toán sàn một phương theo cách đơn giản cho giá trị ứng suất (kN/cm<sup>2</sup>) thiên về an toàn (12,44 so với 5,74); Lực kéo (kN) nhỏ hơn nhiều (3,56 so với 14,34); Độ võng (cm) nhỏ hơn (0,385 so với 0,422).

### 5. Kết luận và kiến nghị

Việc tính toán sàn thép hai phương tuy phức tạp và khó hơn so với tính sàn một phương tuy nhiên lại cho thấy sự làm việc của sàn cùng với các giá trị ứng suất kéo ở giữa và các mép tấm. Tính toán sàn hai phương cho kết quả tiết kiệm vật liệu hơn thông qua ví dụ trên.

Cần kiểm chứng lại kết quả của các giá trị trong khi tính toán bản sàn bằng các công cụ máy tính hỗ trợ như phần mềm SAP, ETABS...

Có thể áp dụng cách tính toán bản sàn 2 phương vào các bài toán ở Việt Nam./.

### Tài liệu tham khảo

1. Kết cấu thép - Cấu kiện cơ bản, Phạm Văn Hội, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội - 2006.
2. Kết cấu thép - Công trình dân dụng và công nghiệp, Phạm Văn Hội, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội - 1998.
3. Kết cấu thép - Nguyễn Tiến Thu, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội - 2010.
4. Kết cấu thép - Vũ Thành Hải, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội - 2006.
5. Tính toán và thiết kế kết cấu thép - Phạm Huy Chính, Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội - 2010.
6. Thiết kế hệ dầm sàn thép, Đoàn Tuyết Ngọc, Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội - 2010.
7. TCVN 338:2005 Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế
8. TCVN 5575:2012 Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế
9. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ конструкции ЭЛЕМЕНТЫ конструкций В.В. Горева, Москва «Высшая школа» 2004.

## Giải pháp thông hơi cho mạng lưới thoát nước...

(tiếp theo trang 25)

- Khi có nhiều ống nhánh thoát nước thì các ống nhánh thông hơi có thể nối lại với nhau trước khi nối với ống đứng thoát nước. Đường kính ống nhánh thông hơi nối với ống đứng thoát nước lấy bằng  $d_{1(max)} = 0,5 D_{1(max)}$  ( $D_{1(max)}$  - đường kính ống nhánh/ống góp chính lớn nhất trong khu vệ sinh hoặc tòa nhà).

- Vật liệu các ống nhánh thông hơi sử dụng ống PCV, uPVC, đảm bảo thuận tiện lắp đặt, thi công và độ bền của công trình.

### 5. Kết luận

Sử dụng các ống thông hơi cho hệ thống thoát nước nói chung và mạng lưới thoát nước nói riêng trong các công trình xây dựng đã đem lại nhiều hiệu quả, lợi ích, đảm bảo môi trường và an toàn cho hệ thống và công trình như đã đề cập trong nghiên cứu; tuy nhiên các nội dung về thông hơi này chưa được đề cập thành hệ thống, chưa có các cơ sở rõ ràng; các đơn vị tư vấn thiết kế, thi công và quản lý thực hiện nội dung này chủ yếu do tự tìm hiểu, tự nghiên cứu từ thực tế của mỗi công trình, mỗi doanh nghiệp hoặc các đơn vị tự học hỏi kinh nghiệm lẫn nhau. Qua nghiên cứu này đã giải quyết được một số nội dung chính về giải pháp và tính toán, thiết

kế hệ thống thông hơi cho các hệ thống thoát nước trong công trình xây dựng; đặc biệt là các công trình cao tầng, đòi hỏi chất lượng môi trường cao./.

### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Xây dựng (1999), Giáo trình cấp thoát nước trong nhà, Nhà xuất bản Xây dựng.
2. Bộ Xây dựng (1988), TCVN 4519:1988, Hệ thống cấp thoát nước trong nhà và công trình- Quy phạm thi công và nghiệm thu, Nhà xuất bản Xây dựng.
3. Bộ Xây dựng (1999), Quy chuẩn hệ thống cấp thoát nước trong nhà và công trình, Nhà xuất bản Xây dựng.
4. Bộ Xây dựng (1987), TCVN 4474:1987, Thoát nước bên trong nhà- tài liệu thiết kế, Nhà xuất bản Xây dựng.
5. Trần Thanh Sơn, (2016), "Một số vấn đề trong thiết kế hệ thống thoát nước nhà cao tầng", tạp chí Xây dựng.
6. Добромыслов А.Я. Расчет и конструирование систем канализации зданий. М.: Стройиздат, 1978 г., 121 с.
7. Pollman Fr. Sanitare Technik, 1960, I, 25 Jg.HII, S. 21-27.