

THIẾT LẬP CÁC BẢNG TRA BẢN SÀN THÉP NHÀ CÔNG NGHIỆP THEO TCVN 5575-2024

ESTABLISHING STEEL FLOOR SLAB LOOKUP TABLES FOR INDUSTRIAL BUILDING ACCORDING TO TCVN 5575-2024

ThS. Nguyễn Thị Thanh Hòa - Giảng viên, Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội.
Điện thoại: 0912828682 - Email: hoakientruc@gmail.com

Tóm tắt: Bài báo này trình bày quy trình tính toán bản sàn thép và thiết lập các bảng tra bản sàn thép nhà công nghiệp (sử dụng các tấm thép phẳng) theo TCVN 5575-2024 để đơn giản hóa việc thiết kế loại kết cấu này. Sử dụng bảng tra có thể dễ dàng lựa chọn ra được nhiều phương án khác nhau thỏa mãn yêu cầu thiết kế và từ đó thông qua việc phân tích so sánh để lựa chọn ra được phương án hợp lý nhất. Bản sàn thép được tính toán kiểm tra theo điều kiện bền và điều kiện võng. Trong đó, các quy định về tải trọng và tác động cũng như giá trị giới hạn về độ võng được lấy theo TCVN 2737-2023.

Từ khóa: Thiết lập, bảng tra, bản sàn thép, nhà công nghiệp, TCVN 5575-2023.

1. Đặt vấn đề

Hệ dầm sàn thép là một bộ phận kết cấu khá phổ biến và chiếm tỷ trọng lớn trong các công trình thép nhà công nghiệp với đặc điểm tải trọng trên sàn lớn thường từ 5 đến 20 kN/m², thậm chí với các nhà xưởng cơ khí nặng hoặc kho thép thì tải trọng có thể lên tới 30-50 kN/m² hoặc cao hơn. Trong đó, trọng lượng của bản sàn thép thường chiếm xấp xỉ 50% trọng lượng của toàn bộ hệ dầm sàn thép. Do đó, cần tính toán nhiều phương án sàn khác nhau để lựa chọn được phương án hợp lý nhất (bao gồm tiêu chí tiết kiệm vật liệu và thuận tiện cho thi công). Bản sàn thép thường có chiều dày nhỏ nên trong tính toán phải kể đến biến dạng của bản. Nội lực và độ võng của bản sàn thép được xác định dựa trên các công thức gần đúng, được tiến hành thủ công nên mất khá nhiều thời gian. Độ võng giới hạn của bản sàn tùy theo tình huống thực tế sẽ được tính toán theo các yêu cầu về thẩm mỹ - tâm lý, tâm sinh lý và công nghệ, được quy định theo mục G2 - phụ lục G trong TCVN 2737 - 2023. Do đó, cần thiết xây dựng một phương pháp đơn giản, hiệu quả và thuận tiện để chọn ra được kích thước bản sàn đảm bảo yêu cầu thiết kế đề ra. Đó là thiết lập các bảng tra bản sàn thép để phục vụ cho việc thiết kế bản sàn thép nhà công nghiệp, trong đó bản sàn là các tấm thép phẳng. Trong phạm vi bài báo này, không đề cập đến sàn nhà dân dụng do tải trọng tác dụng

Abstract: This paper presents the calculation procedure for steel floor slabs and establishes a lookup table for steel floor slabs in industrial buildings (using flat steel plates) according to TCVN 5575-2024 to simplify the design of this type of structure. Using the lookup table, it is easy to select various options that meet the design requirements, and then, through comparative analysis, choose the most reasonable option. The steel floor slab is calculated and checked according to strength and deflection conditions. The regulations regarding loads and effects, as well as the limit values for deflection, are taken from TCVN 2737-2023.

Keywords: Establishing, lookup table, steel floor slab, industrial building, TCVN 5575-2023.

trên sàn nhỏ thường dưới 5 kN/m², kích thước bản sàn thép tính toán theo yêu cầu về tâm lý, thẩm mỹ lấy theo cấu tạo, tuy nhiên để đảm bảo yêu cầu về tâm sinh lý và cách âm chống ồn cho công trình thì bản sàn phải chọn rất dày nên loại sàn này thường ưu tiên sử dụng loại sàn liên hợp với thép tấm định hình (tôn sóng) ở dưới và phía trên là bản bê tông cốt thép đổ tại chỗ. Trong phạm vi bài viết này, tác giả trình bày những nội dung sau:

- Xây dựng quy trình tính toán để lập các bảng tra kích thước sàn (l_s , t_s) theo tiêu chuẩn hiện hành TCVN 5575-2024.

- Tiến hành thiết lập các bảng tra bản sàn thép nhà công nghiệp theo các yêu cầu thiết kế về thẩm mỹ - tâm lý, tâm sinh lý và công nghệ.

2. Quy trình tính toán để thiết lập bảng tra kích thước bản sàn thép theo yêu cầu thiết kế

Bài toán thiết kế sàn bao gồm 3 bước chính:

- Chọn sơ bộ kích thước bản sàn thép (chọn chiều dày sàn t_s và nhịp của sàn l_s).
- Tính toán nội lực và độ võng của bản sàn.
- Kiểm tra khả năng chịu lực của bản sàn theo điều kiện bền và điều kiện võng.

Trong bước chọn sơ bộ kích thước bản sàn thép (l_s , t_s) cần quan tâm đến quy cách thép bản (chiều dày bản thép t_s và bề rộng bản thép b), kích thước của sàn (BxL) sao cho có thể bố trí được các ô lưới

dầm đều nhau tạo điều kiện thuận lợi cho thiết kế và thi công (quyết định việc chọn l_s). Trong thực tế, các bản thép được sản xuất theo các loại kích thước rất đa dạng và điều này phụ thuộc vào nhà sản xuất, hơn nữa với các công trình thép thì đơn vị thi công sẽ dựa vào hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công để lên phương án tối ưu vật liệu cho công trình (yếu tố bề rộng bản thép để dàng thỏa mãn). Như vậy, yếu tố ưu tiên hàng đầu là chọn nhịp sàn l_s theo kích thước của sàn (BxL), tiếp đến là tính t_s theo công thức gắn đúng liên hệ giữa chiều dày và nhịp của sàn (công thức 2.1), chọn t_s lớn hơn giá trị tính theo công thức 2.1 và phù hợp với quy cách sản xuất của thép bản.

$$\frac{l_s}{t_s} = \frac{4n_0}{15} \left(1 + \frac{72E_1}{n_0^4 p^{tc}}\right) \quad (2.1)$$

Trong đó:

$n_0 = \frac{l_s}{f_u}$ - nghịch đảo của độ võng tương đối giới hạn của bản sàn;

$$E_1 = \frac{E}{1-\nu^2};$$

ν - hệ số Poát xông, với vật liệu thép $\nu = 0,3$;

E - mô đun đàn hồi của vật liệu thép $E = 2,1.105$ MPa.

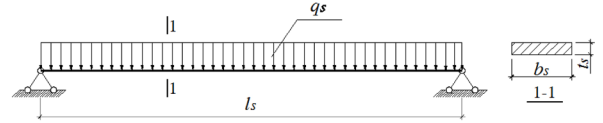
Thường chọn nhịp l_s là ước số của nhịp dầm trong ô bản thì sẽ bố trí được các dầm đỡ sàn với khoảng cách đều nhau, các ô bản giống nhau. Như vậy chỉ cần thiết kế điển hình với một dầm, một ô bản và bố trí cho toàn sàn.

Với phương pháp tính thông thường thì sau khi chọn sơ bộ kích thước bản sàn (l_s, t_s), sẽ tiến hành tính nội lực, độ võng (theo tải trọng thiết kế) và kiểm tra khả năng chịu lực của bản sàn. Bản sàn được cho là đạt yêu cầu thiết kế phải thỏa mãn đồng thời cả điều kiện bền và võng. Quy trình tính toán sẽ xuất phát từ tải trọng thiết kế để chọn ra kích thước bản sàn đạt yêu cầu thiết kế.

Để thiết lập Bảng tra bản sàn thép thì tuân theo quy trình ngược lại: xuất phát từ những yếu tố được lựa chọn trước (l_s, t_s), từ điều kiện bền và điều kiện võng để xác định tải trọng giới hạn tác dụng lên bản sàn đó. Nếu tải trọng thiết kế nhỏ hơn hoặc bằng tải trọng giới hạn trong bảng tra thì bản sàn đó đạt yêu cầu thiết kế.

Bản sàn thép thường làm việc một phương (tỉ số hai cạnh của ô bản lớn hơn 2) nên trong tính toán đưa về sơ đồ dầm để tính. Cắt một dải bản có bề rộng b_s bằng 1 đơn vị (1cm; 1m), sơ đồ tính toán bản sàn là dầm có hai gối cố định chịu tải trọng phân bố đều q_s như hình 2.2.

Quy trình tính toán để thiết lập bảng tra kích thước bản sàn theo yêu cầu thiết kế như sau:



Hình 2.2. Sơ đồ tính toán bản sàn

- Chọn trước kích thước bản sàn l_s, t_s .
- Vì sàn thép có chiều dày nhỏ, do vậy trạng thái giới hạn 2 thường ảnh hưởng nhiều đến sự làm việc của sàn. Xuất phát từ điều kiện độ võng, cho bản sàn đạt tới độ võng giới hạn để xác định tải trọng giới hạn cho phép tác dụng lên sàn.

$$f = f_u$$

Độ võng giới hạn của bản sàn f_u được lấy theo mục G2 thuộc phụ lục G của TCVN 2737-2023.

Xác định lực kéo H tác dụng tại gối tựa của sàn theo công thức:

$$H = \frac{\gamma_p \pi^2 E_1 I_s}{l_s^2} \alpha \quad (2.2a)$$

$$\text{hoặc } H = \gamma_p \frac{\pi^2}{4} \left(\frac{f}{l_s}\right)^2 E_1 t_s \quad (2.2b)$$

Công thức (2.2a) và (2.2b) đã được chứng minh theo tài liệu tham khảo [6]

Trong đó:

γ_p - Hệ số độ tin cậy của tải trọng (hệ số vượt tải);

$\frac{f}{l_s}$ - Độ võng tương đối của bản sàn;

α - Tỷ số giữa lực kéo H và lực tới hạn $\sigma_{cr} N_{cr}$;

$I_s = \frac{b_s t_s^3}{12}$ - Là mô men quán tính của bản sàn;

b_s - Là bề rộng dải bản bằng 1 đơn vị (1cm, 1m).

Khi bản sàn đạt độ võng giới hạn $f = f_u$, thay số vào công thức (2.2b) xác định được giá trị lực kéo H .

Cân bằng công thức (2.2a) và (2.2b) để xác định α :

$$H = \gamma_p \frac{\pi^2 E_1 I_s}{l_s^2} \alpha = \gamma_p \frac{\pi^2}{4} \left(\frac{f}{l_s}\right)^2 E_1 t_s$$

Khi bản sàn đạt độ võng giới hạn, thay $f = f_u$ thu được đẳng thức sau:

$$H = \gamma_p \frac{\pi^2 E_1 I_s}{l_s^2} \alpha = \gamma_p \frac{\pi^2}{4} \left(\frac{f_u}{l_s}\right)^2 E_1 t_s$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{f_u^2 t_s}{4 I_s}$$

Xác định tải trọng tính toán tác dụng trên sàn:

Mômen uốn lớn nhất ở giữa nhịp sàn được xác định theo công thức:

$$M_{\max} = \frac{q_s^u l_s^2}{8} - Hf \quad (2.3a)$$

$$\text{hoặc } M_{\max} = M_o \frac{1}{1+\alpha} \quad (2.3b)$$

Trong đó:

q_s'' - Tải trọng tính toán tác dụng trên dải bản có bề rộng bằng 1 đơn vị (1m);

f - Độ võng ở giữa nhịp bản do tải trọng tiêu chuẩn q_s^{tc} và lực kéo H gây ra;

Mo - Mô men lớn nhất ở giữa nhịp bản do tải trọng tiêu chuẩn q_s^{tc} gây ra;

$$M_o = \frac{q_s'' l_s^2}{8};$$

Cân bằng công thức (2.3a) và (2.3b) để xác định tải trọng tính toán của bản sàn q_s^{tc} :

$$M_{\max} = \frac{q_s'' l_s^2}{8} - Hf = M_o \frac{1}{1+\alpha} \Rightarrow q_s'' = \frac{8 \cdot (1+\alpha) Hf}{l_s^2 \alpha}$$

Khi bản sàn đạt độ võng giới hạn, thay $f = f_u$ nhận được công thức sau:

$$q_s'' = \frac{8 \cdot (1+\alpha) Hf_u}{l_s^2 \alpha} \quad (2.4)$$

Theo bảng G1 phụ lục G trong TCVN 2737 - 2023, độ võng đứng giới hạn của bản sàn theo yêu cầu thẩm mỹ, tâm lý cần tính toán với tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn. Do đó, xác định được tải trọng tạm thời dài hạn tiêu chuẩn (p^{tc}) tác dụng trên sàn để đảm bảo điều kiện võng theo công thức (2.5). Đối với điều kiện bền thì tính toán kiểm tra với tải trọng lớn hơn bao gồm tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời toàn phần (thường gọi chung là tải trọng tạm thời trên sàn, bao gồm cả phần dài hạn và ngắn hạn), khi đó tải trọng tạm thời toàn phần (q^{tc}) theo điều kiện bền xác định theo công thức (2.6) với $k \geq 1$. Nếu tải trọng tạm thời tác dụng trên sàn chủ yếu là tải trọng dài hạn (nhà xưởng công nghiệp nặng, kho hàng, nơi nguyên vật liệu và máy móc được bố trí dài hạn...) thì tính toán thiên về an toàn có thể tính bản sàn theo điều kiện bền và võng với tải trọng tạm thời toàn phần (bao gồm tải trọng tạm thời dài hạn và ngắn hạn) tác dụng trên sàn, khi đó $k=1$, các trường hợp khác thì $k>1$, tải trọng tạm thời toàn phần tác dụng trên sàn tính theo công thức (2.6).

$$p^{tc} = \frac{(q_s'' - t_s \rho \gamma_g)}{\gamma_p} \quad (2.5)$$

$$q^{tc} = kp^{tc} = k \frac{(q_s'' - t_s \rho \gamma_g)}{\gamma_p} \quad (2.6)$$

- Kiểm tra điều kiện bền của bản sàn

$$\frac{1}{f_{yd} \gamma_c} \left(\frac{H}{A_s} + \frac{M_{\max}}{W_s} \right) \leq 1 \quad (2.7)$$

Trong đó:

f_{yd} : Cường độ tính toán chịu kéo của thép làm bản sàn;

A_s, W_s : Diện tích, mômen kháng uốn đối với trục ngang x-x của dải bản dày t_s , rộng $b_s = 1$ đơn vị (1m)

$$W_s = \frac{b_s t_s^2}{6}; A_s = b_s t_s;$$

- Nếu điều kiện bền của bản sàn thỏa mãn thì kết luận bản sàn đủ khả năng chịu lực. Giá trị k giới hạn được xác định để điều kiện bền của bản sàn được thỏa mãn.

- Nếu điều kiện bền của bản sàn không thỏa mãn thì có nghĩa là tải trọng giới hạn của bản sàn với kích thước đã chọn quá lớn, không phù hợp, ô tương ứng trong bảng tra không hiển thị giá trị.

- Giá trị của tải trọng tạm thời giới hạn (là tải trọng toàn phần bao gồm cả phần dài hạn và ngắn hạn) mà bản sàn có kích thước (l_s, t_s) đã chọn đảm bảo khả năng chịu lực theo yêu cầu về thẩm mỹ, tâm lý được xác định theo công thức (2.6).

- Đối với sàn nhà trong công trình cần đảm bảo yêu cầu về tâm sinh lý và công nghệ thì cần xác định thêm tải trọng giới hạn riêng với từng yêu cầu này. Áp dụng công thức (2.4) để tính ra giá trị giới hạn của tải trọng tính toán. Tuy nhiên, tải trọng để xác định độ võng đứng f trong trường hợp này được xét độc lập và không kể đến trọng lượng bản thân của bản sàn thép nên giá trị giới hạn của tải trọng tạm thời ngắn hạn gây ra độ võng theo yêu cầu tâm sinh lý - công nghệ (p^{ic}) được xác định theo công thức (2.8). Độ võng đứng giới hạn f_u xác định theo Bảng G4 phụ lục G trong TCVN 2737-2023 với yêu cầu công nghệ.

$$p^{ic} = \frac{q_s''}{\gamma_p} \quad (2.8)$$

3. Thiết lập Bảng tra bản sàn thép theo yêu cầu thiết kế

Tiến hành tính toán tải trọng giới hạn tác dụng trên sàn tương ứng với bản sàn có kích thước (l_s, t_s) theo quy trình tính toán đã trình bày trong mục 2.

Giới hạn số liệu trong bảng tra theo các thông số thường gặp trong thiết kế đối với bản sàn thép nhà công nghiệp:

Nhịp sàn chọn trong khoảng (500 - 1500)mm.

Chiều dày bản sàn chọn trong khoảng (6-20) mm.

Vật liệu thép: S275 ($f_{yd} = 275/1.05 = 262$ Mpa), hệ số độ tin cậy của tải trọng: $\gamma_p = 1,2$.

Đối với các trường hợp riêng khác thì có thể vận dụng các công thức được thiết lập sẵn theo qui

trình trong mục 2 để tính toán theo yêu cầu thiết kế.

Tiến hành thiết lập các bảng tra bản sàn thép:
- Theo yêu cầu về thẩm mỹ - tâm lý:

Độ võng đứng giới hạn f_u được qui định theo mục 2a. Bảng G1- TCVN 2737.2023 phụ thuộc vào nhịp sàn: $f_u = L/120$ khi $l_s \leq 1m$; $f_u = L/150$ khi $l_s = 3m$; f_u được nội suy với các giá trị nhịp sàn trung gian.

Tải trọng để xác định độ võng đứng f để kiểm tra điều kiện võng gồm tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn. Tải trọng để tính toán kiểm tra điều kiện bền của bản sàn gồm tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời (toàn phần - bao gồm dài hạn và ngắn hạn). Do đó, lập hai bảng tra sau để xác định kích thước bản sàn theo hai điều kiện bền và võng:

Bảng 1: Bảng tra kích thước bản sàn theo tải trọng tạm thời dài hạn tác dụng trên sàn đối với yêu cầu về thẩm mỹ - tâm lý.

Bảng 2: Bảng tra kích thước bản sàn theo tải trọng tạm thời (toàn phần) tác dụng trên sàn đối với yêu cầu về thẩm mỹ - tâm lý.

Khi lập Bảng 2, đối với công trình nhà công nghiệp thường tải trọng thiết bị máy móc và nguyên vật liệu chất trên sàn khá lớn nên coi tải trọng tạm thời dài hạn chiếm không nhỏ hơn 60% so với tải trọng tạm thời (toàn phần) trên sàn.

- Theo các yêu cầu về tâm sinh lý và công nghệ:

Đối với sàn công trình nhà công nghiệp cần đảm bảo yêu cầu về tâm sinh lý và công nghệ thì độ võng đứng giới hạn được qui định theo mục 2b,2c - Bảng G1.TCVN 2737.2023 và mục 2b,2c - Bảng G4.TCVN.2737. Theo đó, giá trị độ võng đứng giới hạn f_u được qui định tương ứng với từng trường hợp: $L/300, L/350, L/400, L/500$ và tải trọng để xác định độ võng đứng f cũng được qui định riêng.

Do vậy, tiến hành lập các bảng tra bản sàn thép theo tải trọng giới hạn đối với yêu cầu về tâm sinh lý - công nghệ tương ứng với độ võng giới hạn $f_u = L/300, L/350, L/400, L/500$ (Bảng 3,4,5,6).

Cách tra bảng: từ số liệu để bài cho kích thước sàn (BxL), chọn nhịp sàn l_s , sau đó tra trong hàng hiển thị các giá trị t_s tương ứng để chọn chiều dày bản sàn t_s sao cho tải trọng thiết kế trên sàn nhỏ hơn hoặc bằng tải trọng giới hạn trong bảng tra. Khi đó bản sàn có kích thước đã chọn đảm bảo yêu cầu thiết kế.

4. Ví dụ áp dụng

Thiết kế bản sàn thép của một xưởng sản xuất theo yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý, tâm sinh lý, công nghệ biết sàn tựa lên hệ dầm phổ thông có kích thước lưới cột (BxL) = (6x14) m như hình vẽ, chịu tải trọng tạm thời phân bố đều trên sàn $q^{tc} = 28 \text{ kN/m}^2$, trong đó tải trọng tạm thời dài hạn phân bố đều $p^{tc} = 21 \text{ kN/m}^2$. Tải trọng để xác định độ võng f theo

Bảng 1. Bảng tra kích thước bản sàn theo tải trọng tạm thời dài hạn tác dụng trên sàn đối với yêu cầu về thẩm mỹ - tâm lý

Is (mm)	Tải trọng tạm thời (dài hạn) giới hạn trên sàn [qtc] (kN/m2) khi chiều dày sàn ts (mm) bằng																			
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
500	51.9	69.5																		
550	43.7	57.8	75																	
600	37.7	49.2	63.1																	
650	33.1	42.7	54.2	67.9																
700	29.4	37.6	47.4	58.8	72.2															
750	26.5	33.6	41.9	51.7	63	76.1														
800	24.1	30.3	37.6	46	55.7	66.8														
850	22.1	27.6	34	41.3	49.8	59.4	70.4													
900	20.1	25.4	31.1	37.6	45	53.4	62.9	73.7												
950	19	23.5	28.6	34.3	40.9	48.3	56.7	66.1												
1000	17.7	21.8	26.4	31.6	37.4	44	51.5	59.8	69.1											
1050	16.3	20	24.1	28.8	34	39.9	46.4	53.7	61.9	70.9										
1100	15.1	18.4	22.2	26.4	31	36.3	42.1	48.6	55.8	63.8	72.6									
1150	14	17.1	20.5	24.2	28.5	33.2	38.4	44.2	50.6	57.7	65.5	74.1								
1200	13	15.8	18.9	22.4	26.2	30.5	35.2	40.4	46.1	52.4	59.4	67	75.4							
1250	12.2	14.7	17.6	20.7	24.2	28.1	32.3	37	42.2	47.9	54.1	61	68.4	76.5						
1300	11.4	13.8	16.4	19.3	22.5	26	29.8	34.1	38.8	43.9	49.5	55.7	62.4	69.6	77.6					
1350	10.7	12.9	15.3	18	20.9	24.1	27.6	31.5	35.7	40.4	45.5	51	57.1	63.6	70.7					
1400	10	12.1	14.3	16.8	19.5	22.4	25.6	29.2	33.1	37.3	41.9	46.9	52.4	58.4	64.8					
1450	9.4	11.4	13.4	15.7	18.2	20.9	23.9	27.1	30.7	34.5	38.7	43.3	48.3	53.7	59.5					
1500	8.9	10.7	12.6	14.7	17	19.6	22.3	25.3	28.5	32.1	35.9	40.1	44.6	49.6	54.9					

Bảng 2. Bảng tra kích thước bản sàn theo tải trọng tạm thời (toàn phần) tác dụng trên sàn đối với yêu cầu về thẩm mỹ - tâm lý

Is (mm)	Tải trọng tạm thời (toàn phần) giới hạn trên sàn [qtc] (kN/m2) khi chiều dày sàn ts (mm) bằng																			
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
500	83	111																		
550	69.9	92.4	120																	
600	60.3	78.2	100.9																	
650	52.9	68.3	86.7	108																
700	47	60.1	75.8	94	115															
750	42.4	53.7	67	82.7	100	121														
800	38.5	48.4	60.1	73.6	89.1	106														
850	35.3	44.1	54.4	66	79.6	95	112													
900	32.6	40.6	49.6	60	71.8	85.2	100	117												
950	30.2	37.4	45.6	54.8	65.2	77.2	90.7	105												
1000	28.3	34.8	42.2	50.5	59.8	70.4	82.4	95.6	110											
1050	26	32	38.5	46	54.4	63.8	74.2	85.9	99	113										
1100	24.1	29.4	35.5	42.2	49.6	58	67.3	77.7	89.2	102	116									
1150	22.4	27.3	32.8	38.7	45.6	53.1	61.4	70.7	80.9	92.3	104	118								
1200	20.8	25.2	30.2	35.8	41.9	48.8	56.3	64.6	73.7	83.8	95	107	120							
1250	19.5	23.5	28.1	33.1	38.7	44.9	51.6	59.2	67.5	76.6	86.5	97.6	109	122						
1300	18.2	22	26.2	30.8	36	41.6	47.6	54.5	62	70.2	79.2	89.1	99	111	124					
1350	17.1	20.6	24.4	28.8	33.4	38.5	44.1	50.4	57.1	64.6	72.8	81.6	91.3	101.7	113					
1400	16	19.3	22.8	26.8	31.2	35.8	40.9	46.7	52.9	59.6	67	75	83.8	93.4	103					
1450	15	18.2	21.4	25.1	29.1	33.4	38.2	43.3	49.1	55.2	61.9	69.2	77.2	85.9	95.2					
1500	14.2	17.1	20.1	23.5	27.2	31.3	35.6	40.4	45.6	51.3	57.4	64.1	71.3	79.3	87.8					

Bảng 3. Bảng tra kích thước bản sàn theo yêu cầu về tâm sinh lý - công nghệ với độ võng đứng giới hạn $f_u = L/300$

Is (mm)	Tải trọng tạm thời (ngắn hạn) giới hạn trên sàn để xác định độ võng đứng f theo yêu cầu công nghệ [p1tc] (kN/m2) khi chiều dày sàn ts (mm) bằng																			
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
500	10.5	15.9																		
550	8.2	12.3	17.5																	
600	6.5	9.8	13.8																	
650	5.4	7.9	11.2	15.4																
700	4.5	6.6	9.2	12.6	16.8															
750	3.8	5.5	7.7	10.5	13.9	18.0														
800	3.3	4.7	6.5	8.8	11.7	15.1														
850	2.8	4.1	5.6	7.6	10.0	12.9	16.2													
900	2.5	3.6	4.8	6.5	8.6	11.1	13.9	17.3												
950	2.2	3.2	4.2	5.7	7.5	9.6	12.0	14.9												
1000	2.0	2.8	3.8	5.0	6.6	8.4	10.5	13.0	15.9											
1050	1.8	2.5	3.3	4.5	5.8	7.4	9.2	11.4	13.9	16.7										
1100	1.6	2.3	3.0	4.0	5.2	6.6	8.2	10.1	12.3	14.7	17.6									
1150	1.5	2.1	2.7	3.6	4.7	5.9	7.3	9.0	10.9	13.1	15.6	18.4								
1200	1.4	1.9	2.5	3.3	4.2	5.3	6.5	8.0	9.8	11.7	13.9	16.4	19.1							
1250	1.3	1.8	2.3	3.0	3.8	4.8	5.9	7.2	8.8	10.5	12.4	14.7	17.1	19.8						
1300	1.2	1.6	2.1	2.7	3.5	4.4	5.3	6.6	8.0	9.4	11.2	13.2	15.3	17.8	20.5					
1350	1.1	1.5	1.9	2.5	3.2	4.0	4.9	6.0	7.2	8.5	10.2	11.9	13.9	16.1	18.5					
1400	1.0	1.4	1.8	2.3	2.9	3.7	4.5	5.5	6.6	7.8	9.2	10.9	12.6	14.6	16.8					
1450	1.0	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.1	5.0	6.0	7.1	8.4	9.9	11.4	13.2	15.2					
1500	0.9	1.2	1.5	2.0	2.5	3.2	3.8	4.6	5.6	6.5	7.7	9.1	10.5	12.1	13.9					

Bảng 4. Bảng tra kích thước bản sàn theo yêu cầu về tâm sinh lý – công nghệ với độ võng đúng giới hạn $f_u = L/350$

Is (mm)	Tải trọng tạm thời (ngắn hạn) giới hạn trên sàn để xác định độ võng đúng f theo yêu cầu tâm sinh lý [p2tc] (kN/m2) khi chiều dày sàn ts (mm) bằng																			
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
500	8.5	13.1																		
550	6.6	10.0	14.5																	
600	5.2	7.9	11.3																	
650	4.2	6.4	9.1	12.6																
700	3.5	5.3	7.4	10.3	13.8															
750	2.9	4.4	6.2	8.5	11.4	14.9														
800	2.5	3.7	5.2	7.1	9.6	12.5														
850	2.2	3.2	4.4	6.1	8.1	10.5	13.3													
900	1.9	2.8	3.8	5.2	6.9	9.0	11.4	14.2												
950	1.7	2.4	3.3	4.5	6.0	7.8	9.8	12.3												
1000	1.5	2.1	3.0	4.0	5.2	6.7	8.5	10.6	13.1											
1050	1.3	1.9	2.6	3.5	4.6	6.0	7.4	9.3	11.4	20.3										
1100	1.2	1.7	2.3	3.1	4.1	5.3	6.6	8.2	10.1	18.6	14.5									
1150	1.1	1.6	2.1	2.8	3.7	4.7	5.8	7.3	8.9	17.2	12.8	15.2								
1200	1.0	1.4	1.9	2.5	3.3	4.2	5.2	6.5	7.9	16.0	11.4	13.5	15.8							
1250	1.2	1.3	1.7	2.3	3.0	3.8	4.7	5.8	7.1	15.0	10.2	12.1	14.1	16.4						
1300	0.8	1.2	1.5	2.1	2.7	3.4	4.2	5.2	6.4	14.1	9.1	10.8	12.6	17.8	20.5					
1350	0.8	1.1	1.4	1.9	2.5	3.1	3.8	4.7	5.8	13.4	8.2	9.8	11.4	13.2	15.3					
1400	0.7	1.0	1.3	1.7	2.3	2.9	3.5	4.3	5.3	12.8	7.5	8.8	10.3	12.0	13.8					
1450	0.7	0.9	1.2	1.6	2.1	2.6	3.2	3.9	4.8	12.2	6.8	8.0	9.3	10.9	12.5					
1500	0.6	0.9	1.1	1.5	1.9	2.4	2.9	3.6	4.4	11.7	6.2	7.3	8.5	9.9	11.4					

Bảng 5. Bảng tra kích thước bản sàn theo yêu cầu về tâm sinh lý – công nghệ với độ võng đúng giới hạn $f_u = L/400$

Is (mm)	Tải trọng tạm thời (ngắn hạn) giới hạn trên sàn để xác định độ võng đúng f theo yêu cầu tâm sinh lý - công nghệ [p3tc] (kN/m2) khi chiều dày sàn ts (mm) bằng																			
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
500	7.2	11.1																		
550	5.5	8.5	12.3																	
600	4.3	6.7	9.6																	
650	3.5	5.4	7.7	10.8																
700	2.9	4.4	6.2	8.7	11.8															
750	2.4	3.6	5.2	7.2	9.7	12.7														
800	2.0	3.1	4.3	6.0	8.1	10.6														
850	1.7	2.6	3.7	5.1	6.8	8.9	11.4													
900	1.5	2.3	3.1	4.3	5.8	7.6	9.7	12.2												
950	1.3	2.0	2.7	3.7	5.0	6.6	8.3	10.4												
1000	1.2	1.7	2.4	3.3	4.4	5.7	7.2	9.0	11.2											
1050	1.0	1.5	2.1	2.9	3.8	5.0	6.3	7.9	9.7	11.7										
1100	0.9	1.4	1.8	2.5	3.4	4.4	5.5	6.9	8.5	10.3	12.4									
1150	0.8	1.2	1.6	2.3	3.0	3.9	4.9	6.1	7.5	9.1	10.9	13.0								
1200	0.8	1.1	1.5	2.0	2.7	3.5	4.3	5.4	6.7	8.0	9.7	11.5	13.5							
1250	0.7	1.0	1.3	1.8	2.4	3.1	3.9	4.9	6.0	7.2	8.6	10.3	12.0	14.0						
1300	0.6	0.9	1.2	1.6	2.2	2.8	3.5	4.4	5.4	6.4	7.7	9.2	10.7	12.6	14.6					
1350	0.6	0.8	1.1	1.5	2.0	2.6	3.2	3.9	4.9	5.8	7.0	8.3	9.6	11.3	13.1					
1400	0.5	0.8	1.0	1.4	1.8	2.3	2.9	3.6	4.4	5.2	6.3	7.5	8.7	10.2	11.8					
1450	0.5	0.7	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	3.3	4.0	4.8	5.7	6.8	7.9	9.2	10.7					
1500	0.5	0.7	0.8	1.2	1.5	2.0	2.4	3.0	3.7	4.3	5.2	6.2	7.2	8.4	9.7					

yêu cầu về tâm sinh lý, công nghệ là $p^{1tc} = 5 \text{ kN/m}^2$
 Vật liệu là thép có số hiệu S275, mô đun đàn hồi $E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$. Trọng lượng riêng của thép $\rho = 78,5 \text{ kN/m}^3$. Hệ số độ tin cậy của trọng lượng bản thân thép $\gamma_g = 1,05$; của tải trọng tạm thời $\gamma_p = 1,2$. Độ võng đúng giới hạn của bản sàn theo yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý:

$f_u = L/120$ khi $l_s \leq 1\text{m}$; $f_u = L/150$ khi $l_s = 3\text{m}$; f_u được nội suy với các giá trị nhịp sàn trung gian.

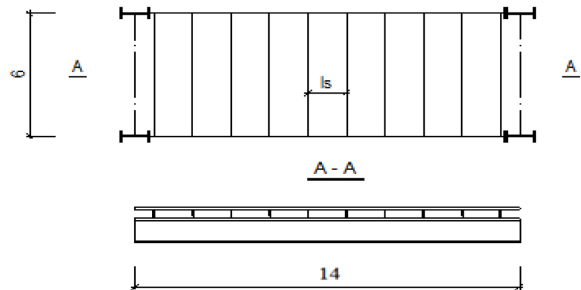
Độ võng đúng giới hạn của bản sàn theo yêu cầu tâm sinh lý, công nghệ: $f_u = L/350$.

- Chọn nhịp sàn l_s .

Nhịp dầm chính là $L = 14\text{m}$ nên để bố trí được các dầm phụ với khoảng cách đều nhau (điểm hình hóa thiết kế các ô sàn và các dầm phụ) thì chọn l_s là ước số của nhịp dầm chính L .

Bảng 6. Bảng tra kích thước bản sàn theo yêu cầu về tâm sinh lý – công nghệ với độ võng đúng giới hạn $f_u = L/500$

Is (mm)	Tải trọng tạm thời (ngắn hạn) giới hạn trên sàn để xác định độ võng đúng f theo yêu cầu tâm sinh lý - công nghệ [p4tc] (kN/m2) khi chiều dày sàn ts (mm) bằng																			
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
500	5.5	8.6																		
550	4.2	6.5	9.6																	
600	3.3	5.1	7.4																	
650	2.6	4.1	5.9	8.3																
700	2.1	3.3	4.7	6.7	9.1															
750	1.7	2.7	3.9	5.5	7.5	9.9														
800	1.5	2.3	3.2	4.6	6.2	8.2														
850	1.2	1.9	2.7	3.8	5.2	6.9	8.8													
900	1.1	1.6	2.3	3.3	4.4	5.9	7.4	9.4												
950	0.9	1.4	2.0	2.8	3.8	5.0	6.4	8.1												
1000	0.8	1.2	1.7	2.4	3.3	4.3	5.5	6.9	8.6											
1050	0.7	1.1	1.5	2.1	2.9	3.8	4.8	6.0	7.5	9.1										
1100	0.6	1.0	1.3	1.9	2.5	3.3	4.2	5.3	6.6	7.9	9.5									
1150	0.5	0.9	1.1	1.6	2.2	2.9	3.7	4.7	5.8	7.0	8.3	10.1								
1200	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0	2.6	3.3	4.1	5.1	6.2	7.4	8.9	10.5							
1250	0.4	0.7	1.0	1.3	1.8	2.3	2.9	3.7	4.6	5.5	6.5	7.9	9.3	10.9						
1300	0.4	0.6	0.9	1.2	1.6	2.1	2.6	3.3	4.1	4.9	5.8	7.1	8.3	9.7	11.3					
1350	0.4	0.5	0.8	1.0	1.4	1.9	2.3	3.0	3.7	4.4	5.2	6.4	7.4	8.7	10.2					
1400	0.3	0.5	0.7	1.0	1.3	1.7	2.1	2.7	3.3	4.0	4.7	5.7	6.7	7.9	9.1					
1450	0.3	0.5	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.2	5.2	6.0	7.1	8.3					
1500	0.3	0.4	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	2.2	2.7	3.2	3.8	4.7	5.5	6.4	7.5					



Với nhịp $L = 14\text{m}$, có thể chọn $l_s = 0,7\text{m}$; 1m ; $1,4\text{m}$.

- Khi nhịp sàn $l_s = 1\text{m}$, dùng Bảng 1 để tra chiều dày bản sàn t_s theo tải trọng tạm thời dài hạn: $p^{tc} = 21 \text{ kN/m}^2 < [p^{tc}] = 21,8 \text{ kN/m}^2$, chọn được $t_s = 7\text{mm}$ và dùng Bảng 2 để tra chiều dày bản sàn theo tải trọng tạm thời phân bố đều trên sàn: $q^{tc} = 28 \text{ kN/m}^2 < [q^{tc}] = 34,8 \text{ kN/m}^2$, chọn được $t_s = 7\text{mm}$; dùng Bảng 4 để tra chiều dày bản sàn theo yêu cầu tâm sinh lý, công nghệ:

$p^{1tc} = 5 \text{ kN/m}^2 < [p^{1tc}] = 5,2 \text{ kN/m}^2$, chọn được $t_s = 10\text{mm}$.

Kích thước bản sàn $(l_s \times t_s) = (1000 \times 10) \text{ mm}$ thỏa mãn yêu cầu thiết kế.

- Thực hiện tương tự đối với trường hợp nhịp sàn $l_s = 0,7\text{m}$, ta chọn được chiều dày sàn $t_s = 7\text{mm}$ và trường hợp nhịp sàn $l_s = 1,4\text{m}$, ta chọn được chiều dày sàn $t_s = 14\text{mm}$ thỏa mãn yêu cầu thiết kế.

Vậy có 3 phương án thiết kế với kích thước bản sàn $(l_s \times t_s)$ lần lượt là $(700 \times 7) \text{ mm}$, $(1000 \times 10) \text{ mm}$, $(1400 \times 14) \text{ mm}$ đều đảm bảo khả năng chịu lực.

Nhận xét: nhịp sàn nhỏ thì bản sàn mỏng, tiết diện dầm phụ đỡ sàn nhỏ nhưng số lượng dầm phụ tăng và ngược lại nhịp sàn lớn thì bản sàn dày, tiết diện dầm phụ đỡ sàn lớn nhưng số lượng dầm phụ giảm. Vì vậy, để lựa chọn ra phương án sàn hợp lý

Xem tiếp trang 60

công trình 3 lớn hơn 2,1 lần) tải trọng đã thiết kế thực tế! Điều này cho thấy thiết kế móng cọc theo TCVN 10304:2025 sẽ kinh tế hơn vì tăng sức chịu tải tính toán, tuy nhiên cũng tiềm ẩn nhiều rủi ro nếu không có sự cân nhắc chọn giá trị phù hợp.

- So sánh bảng 1 với bảng 3 ta thấy: khi thiết kế móng cọc theo TCVN 10304:2025, với công trình cấp C1 và C2 thì lực truyền xuống cọc tăng tương ứng 1,2 và 1,15 lần so với TCVN 10304:2014 nhưng đồng thời sức chịu tải tính toán R_d cũng tăng 1,4÷1,5 lần; với công trình C3 thì lực truyền xuống cọc bằng TCVN 10304:2014 nhưng sức chịu tải tính toán tăng 1,4÷1,5 lần. Có thể nhận xét rằng, thiết kế móng cọc theo TCVN 10304:2025 kinh tế hơn TCVN 10304:2014.

3. Kết luận

- Bài báo đã phân tích sự khác nhau về triết lý thiết kế giữa TCVN 10304:2025 và TCVN 10304:2014 trong việc xác định sức chịu tải tính toán nói riêng và thiết kế móng cọc nói chung; đồng thời phân tích khó khăn cũng như đưa giải pháp khắc phục khi áp dụng tiêu chuẩn TCVN 10304:2025 để xác định sức chịu tải của cọc khoan nhồi theo chỉ tiêu cơ lý đất đá.

- Xác định sức chịu tải tiêu chuẩn R_k của cọc

khoan nhồi theo chỉ tiêu cơ lý đất đá cho kết quả đáng tin cậy, tuy nhiên giá trị sức chịu tải tính toán R_d lớn hơn nhiều so với trước đây. Do đó, cần có thêm nhiều nghiên cứu, khảo sát để đánh giá được sự phù hợp của giá trị R_d theo TCVN 10304:2025 và việc lựa chọn giá trị R_d đưa vào thiết kế cần được đơn vị tư vấn thiết kế cân nhắc kỹ lưỡng. □

Tài liệu tham khảo:

1. TCVN 10304:2014. Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế, NXB Xây dựng, Hà Nội.
2. TCVN 10304:2025. Thiết kế móng cọc, NXB Xây dựng, Hà Nội.
3. TCVN 2737:2023. Tải trọng và tác động- tiêu chuẩn thiết kế, NXB Xây dựng, Hà Nội.
4. TCVN 9351:2022. Đất xây dựng- Phương pháp thí nghiệm hiện trường- Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT), NXB Xây dựng, Hà Nội.
5. TCVN 9362:2022. Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình, NXB Xây dựng, Hà Nội.
6. TCVN 9393:2012. Cọc- Phương pháp thử nghiệm hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục, NXB Xây dựng, Hà Nội.
7. AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (10th Edition - 2024), Section 10 - Foundations, 2024.
8. British Standard Code of Practice for Foundations, BS 8004:1986, Section 7.
9. The Standard Penetration Test (SPT): methods and use, Construction Industry Research and Information Association, CIRIA Report 143, 1995.

THIẾT LẬP CÁC BẢNG TRA BẢN SÀN THÉP NHÀ...

Tiếp theo trang 51

nhất thì cần tính toán đánh giá hiệu quả của các phương án bao gồm tính toán bản sàn và dầm phụ đỡ sàn, sau đó tính tổng khối lượng thép để so sánh và rút ra kết luận về phương án hợp lý nhất về vật liệu. Do đó, việc tính toán sàn theo nhiều phương án thiết kế khác nhau là cần thiết. Thiết kế bản sàn thép theo các bảng tra được thiết lập sẵn rất thuận tiện cho việc lựa chọn các phương án sàn khác nhau. Bên cạnh đó, cần kết hợp với điều kiện thi công để đưa ra phương án lựa chọn cuối cùng cho phù hợp.

Trong trường hợp nhịp sàn (khoảng cách giữa các dầm đỡ) cần bố trí cho phù hợp với kích thước máy móc thiết bị đặt trên sàn thì chọn l_s theo điều kiện này và dùng bảng tra để chọn ra chiều dày sàn đảm bảo thiết kế.

5. Kết luận

Bài báo đã trình bày quy trình tính toán bản sàn thép và thiết lập các bảng tra bản sàn thép nhà công nghiệp theo TCVN 5575-2024 và cập nhật qui định về tải trọng, tác động cũng như độ võng giới hạn theo TCVN 2737.2023 với các yêu cầu về thẩm mỹ

- tâm lý, tâm sinh lý, công nghệ.

Sử dụng bảng tra có thể dễ dàng lựa chọn ra được nhiều phương án khác nhau thỏa mãn yêu cầu thiết kế và từ đó thông qua việc phân tích so sánh để lựa chọn ra được phương án hợp lý nhất.

Bảng tra được thiết lập theo các thông số thường gặp trong thiết kế bản sàn thép nhà công nghiệp. Đối với trường hợp thiết kế riêng khác thì có thể vận dụng các công thức đã được thiết lập trong mục 2 để thực hành tính toán.

Bài báo có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên và kỹ sư ngành Kỹ thuật xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam (2024), TCVN 5575_2024 Thiết kế kết cấu thép, Nhà xuất bản Xây Dựng, Hà Nội;
- [2] Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam (2023), TCVN 2737_2023 Tải trọng và tác động, Nhà xuất bản Xây Dựng, Hà Nội;
- [3] Phạm Văn Hội (2006), Kết cấu thép: Cấu kiện cơ bản - NXB Khoa học và kỹ thuật - Hà Nội;
- [4] I.A.M.Likhtapnicốp, V.M. Clúcốp, Đ.V. Ladúgienxki (1984), Tính toán kết cấu thép, NXB Xây dựng - Hà Nội.
- [5] A. I. Kolesov, V. V. Pronin, E. A. Kochetova (2020), Kết cấu thép của nhà và công trình: Phần 1 (Tiếng Nga), NXB Đại học Kiến trúc và Kỹ thuật Quốc gia Nizhny Novgorod (NNGASU);
- [6] Nguyễn Thanh Tùng, Một vài nhận xét về vấn đề tính toán sàn thép trong đồ án kết cấu thép 1 của sinh viên ngành xây dựng, Tạp chí khoa học Kiến trúc - Xây dựng số 20/2015, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.