ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ THIẾT KẾ SÀN BÊ TÔNG CỐT THÉP CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG DÂN DỤNG TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN TRÀ CÚ – TỈNH TRÀ VINH

Nguyễn Thành Công¹, Từ Hồng Nhung²

EVALUATING THE EFFECTIVE DESIGN OF REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS IN CIVIL WORKS IN TRA CU DISTRICT – TRA VINH PROVINCE

Nguyen Thanh Cong¹, Tu Hong Nhung²

Tóm tắt – Bài báo thực hiện đánh giá hiệu quả thiết kế kết cấu sàn bê tông cốt thép của các công trình xây dựng dân dụng khu vực huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh. Sử dụng hồ sơ thiết kế của sáu công trình thực tế, chúng tôi thiết kế lại sàn theo TCVN 5574 – 2018. So sánh kết quả nghiên cứu với thiết kế trong thực tế, cho thấy hầu hết thiết kế trong thực tế đều chọn lớn hơn hoặc bằng so với thiết kế của chúng tôi: bề dày sàn lớn hơn từ 0% ÷ 20%, hàm lượng cốt thép lớn hơn từ 0% ÷ 63,3%, khối lượng sàn lớn hơn từ 0% ÷ 20%. Ở đây, chúng tôi khuyến nghị kỹ sư phải chọn phương án thiết kế tối ưu nhất cho sàn để giảm được tĩnh tải, hàm lượng cốt thép hợp lý mà vẫn đảm bảo khả năng chịu lực và đem lại hiệu quả cao cho thiết kế tổng thể công trình.

Từ khóa: bề dày sàn, hàm lượng cốt thép, khối lượng sàn, tỉnh Trà Vinh.

Abstract – This study was conducted to determine the effectiveness of the design of reinforced concrete slabs of several civil engineering projects in Tra Cu district – Tra Vinh province. Utilizing the design docu-

ments of 6 projects, these slabs were re-designed based on TCVN 5574 – 2018. The design results were compared with those provided in the design documents. The results show that most of the design in the provided documents was either greater than or equal to the end design studied: the slab thickness is from 0% - 20%, the steel percentage of the slabs are from 0% - 63,3%, and the concrete quantity is from 0% - 20%. In conclusion, it is recommended for engineers to select an optimal slab design technique in order to reduce dead loads, to provide a reasonable steel percentage and still being capable of carrying loads, which will result in an effective design for the project.

Keywords: concrete quantity, slab thickness, steel percentage, Tra Vinh province.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhu cầu xây dựng các công trình dân dụng là yếu tố bắt buộc cho sự phát triển kinh tế, xã hội của huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh. Giải pháp kết cấu sàn bê tông cốt thép (BTCT) được ưu tiên sử dụng cho loại công trình này vì nó mang lại hiệu quả cao, chi phí hợp lý, dễ thi công, dễ dàng tìm vật liệu.

Hiện nay, do huyện Trà Cú đang phát triển với tốc độ tương đối nhanh nên nhu cầu xây dựng các công trình dân dụng rất lớn. Nhiều công trình đã và đang được xây dựng như trường học, trụ sở cơ quan hành chính, chùa,

^{1,2}Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Trà Vinh
Ngày nhận bài: 25/5/2019; Ngày nhận kết quả bình duyệt: 04/6/2019; Ngày chấp nhận đăng: 04/08/2019

Email: nguyenthanhcong@tvu.edu.vn

^{1,2}School of Engineering and Technology, Tra Vinh University

Received date: 25th May 2019; Revised date: 04th June 2019; Accepted date: 04th August 2019

văn phòng làm việc của doanh nghiệp, nhà ở tư nhân... mang tính đa dạng cao. Tuy nhiên, các công trình dân dụng ở huyện Trà Cú đều thuộc loại thấp tầng, có kiến trúc giản đơn, kết cấu sàn hầu hết là sàn BTCT.

Tùy thuộc vào yêu cầu cụ thể, các bộ phận kết cấu cùng loại (sàn, dầm...) trong một số công trình cùng công năng, tính chất tải trọng nêu trên đã được thiết kế với những giá trị khác nhau. Mục tiêu của bài báo là đánh giá hiệu quả của việc thiết kế, phân tích khả năng chịu lực của kết cấu sàn BTCT. Trong đó, chúng tôi phân tích các bản vẽ thiết kế sàn BTCT trong hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công của sáu công trình dân dụng được xây dựng trong thời gian từ năm 2014 đến năm 2017 trên địa bàn huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh.

Sử dụng hồ sơ thiết kế của sáu công trình trên, chúng tôi thiết kế lại sàn theo TCVN 5574 – 2018. Những yếu tố được phân tích trong thiết kế của chúng tôi gồm: cách chọn bề dày sàn, hàm lượng cốt thép trong sàn, khối lượng sàn theo lý thuyết tính toán của TCVN 5574 – 2018. Sau đó, chúng tôi so sánh kết quả thiết kế với các hồ sơ thiết kế sàn của các công trình thực tế. Trên cơ sở đó, chúng tôi đánh giá hiệu quả của công tác thiết kế sàn BTCT trên địa bàn huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh; đồng thời, chúng tôi kiến nghị trong thiết kế công trình dân dụng, kỹ sư cần thiết kế sàn hợp lý về bề dày, hàm lượng cốt thép với khả năng chịu lực vừa đủ. Điều này sẽ giúp giảm chi phí và tải trọng trong thiết kế các cấu kiện có liên quan. Thêm vào đó, khi thiết kế sàn, kỹ sư cần xét đến độ tin cậy của các số liệu có liên quan.

II. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Theo tác giả Ngô Thế Phong [1] và Võ Bá Tầm [2], sàn BTCT được sử dụng rộng rãi trong xây dựng với nhiều dạng khác nhau như sàn nhà dân dụng, công nghiệp, các dạng mái bằng, mái nghiêng, bản cầu thang, các dạng móng, dầm, thành bể, tường chắn, móng bè. Cấu kiện cơ bản của sàn phẳng là bản sàn và dầm. Gối đỡ sàn có thể là tường hoặc cột. Hiện nay, kết cấu sàn của các công trình dân dụng trên địa bàn huyện Trà Cú,

tỉnh Trà Vinh sử dụng hệ sàn sườn BTCT toàn khối.

Trong việc thiết kế công trình, Ngô Thế Phong [1] chỉ ra rằng hệ sàn có ảnh hưởng rất lớn tới sự làm việc không gian của kết cấu. Theo Võ Bá Tầm [2], kết cấu sàn trực tiếp nhận tải trọng thẳng đứng để truyền xuống tường và cột, sau đó là xuống móng; sàn là vách cứng nằm ngang tiếp nhận tải trọng ngang (gió, động đất...) rồi truyền xuống móng. Việc lựa chọn phương án kết cấu sàn hợp lý rất quan trọng, kỹ sư cần phân tích đúng và phù hợp với công trình thực tế để đưa ra phương án sàn tốt nhất cho công trình.

Theo Viện Khoa học Công nghệ của Bộ Xây dựng [3], bề dày lớp bê tông bảo vệ sàn từ 10 mm đến 20 mm nhằm đảm bảo sự làm việc đồng thời của cốt thép và bê tông trong mọi giai đoạn, cũng như bảo vệ cốt thép khỏi tác động của không khí, nhiệt độ và các tác động tương tự.

Sàn sườn BTCT toàn khối có ưu điểm là tính toán đơn giản. Nó được sử dụng phổ biến ở nước ta với công nghệ thi công đa dạng và không quá phức tạp. Tuy nhiên, nhược điểm của nó là chiều cao dầm và độ võng của bản sàn rất lớn, khi vượt khẩu độ lớn. Vì vậy, chiều cao tầng của công trình lớn sẽ gây bất lợi cho kết cấu khi chịu tải trọng ngang và không tiết kiệm chi phí vật liệu, không tiết kiệm không gian sử dụng.

Ngô Thế Phong [1] và Võ Bá Tầm [2] cho rằng đặc điểm chủ yếu của kết cấu sàn là nó ở vị trí nằm ngang. Chúng tôi nhận thấy, hệ kết cấu sàn sườn toàn khối không ứng lực trước của các công trình xây dựng dân dụng, sàn tựa lên các kết cấu đỡ (gối tựa) theo phương đứng là tường, cột, khung. Dưới tác dụng của tải trọng đứng, bản sàn chỉ làm việc chịu uốn.

Trong bài báo này, chúng tôi đánh giá hiệu quả thiết kế sàn BTCT của các công trình xây dựng dân dụng trên địa bàn huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh. Từ đó, người kỹ sư có thể sử dụng kết quả nghiên cứu này để chọn ra phương án thiết kế sàn tối ưu nhất.

III. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện trong thời gian từ tháng 2 đến tháng 5 năm 2018 tại Ban Quản lý Dự án Đầu tư các Công trình Xây dựng Cơ bản huyện Trà Cú, Phòng Kinh tế và Hạ tầng huyện Trà Cú.

Đối tượng của nghiên cứu này là các hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công của sáu công trình xây dựng - các công trình này chúng tôi đã kết hợp đi khảo sát thực tế.

Chúng tôi khảo sát các công trình xây dựng dân dụng trên địa bàn huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh cao từ bốn tầng trở xuống, chủ yếu dùng hệ kết cấu chịu lực khung dầm có nhịp và bước cột nhỏ (nhịp ≤ 6 m, bước cột ≤ 5 m), chỉ đơn thuần tính toán bản sàn chịu tải trọng theo phương thẳng đứng và tính toán chịu tải trọng theo phương ngang cho cầu kiện dầm và cột; chưa có công trình sử dụng kết cấu vách cứng, lõi để tính toán sàn chịu tải trọng ngang. Vì do ô sàn có kích thước tương đối nhỏ nên biến dạng (độ võng, bề rộng khe nứt) của ô sàn không lớn và không ảnh hưởng nhiều đến tính thẩm mỹ công trình. Vấn đề đặt ra là chúng ta có cần thiết phải thiết kế sàn có hệ số an toàn cao như thế không? Vì việc chọn bề dày sàn lớn, hàm lượng cốt thép cao sẽ làm tăng tính tải của sàn tác dụng lên kết cấu dầm, cột một cách không cần thiết. Từ đó, chúng tôi đặt ra yêu cầu là cần phải thiết kế giảm bề dày sàn, hàm lượng cốt thép trong sàn ở mức chỉ cần đảm bảo theo tiêu chuẩn cho phép để làm giảm khối lượng ô sàn.

Về nghiên cứu lý thuyết, chúng tôi tìm hiểu, tổng hợp các văn bản, tài liệu đã có, các tư liệu thực tế là hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công của các sáu công trình xây dựng; đồng thời, chúng tôi kết hợp đi khảo sát thực tế sáu công trình này. Sau đó, chúng tôi tiến hành phân tích, tổng hợp lý thuyết tính toán kết cấu sàn. Việc tính toán kết cấu sàn theo trạng thái giới hạn thứ I (về khả năng chịu lực), trạng thái giới hạn thứ II (về biến dạng); thu thập số liệu thực tế về bề dày ô sàn, hàm lượng cốt thép đã bố trí, khối lượng ô sàn của các công trình có cùng công năng làm việc, cùng tính

chất tải trọng (thiết kế các ô sàn chỉ đơn thuần chịu tải trọng theo phương thẳng đứng), sử dụng bê tông có cùng cấp độ bền.

Về nghiên cứu thực nghiệm, chúng tôi sử dụng phương pháp thực nghiệm khoa học, thực hành tính toán trên sáu công trình thực tế gồm: Cụm Quản lý Hành chính xã Phước Hưng [4], Trường Trung học Cơ sở Đại An [5], Trường Mẫu giáo Đại An [6], nhà dân Tăng Văn Muộn [7], Trường Tiểu học Long Hiệp A [8], Trường Trung học Cơ sở Phước Hưng [9].

Bài viết đánh giá phương án thiết kế, tính hiệu quả của thiết kế sàn và so sánh thiết kế của chúng tôi với thiết kế trong thực tế trên các tiêu chí: bề dày sàn, hàm lượng cốt thép bố trí trong sàn (cốt thép chịu mô men dương, cốt thép chịu mô men âm), khối lượng ô sàn.

IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

A. Phân tích sự làm việc và phương pháp tính sàn BTCT

1) *Sàn sườn toàn khối loại bản dầm*: Khi bản sàn được liên kết (dầm hoặc tường) ở một cạnh (liên kết ngàm) hoặc ở hai cạnh đối diện (kê tự do hoặc ngàm) và chịu tải phân bố đều, bản chỉ chịu uốn theo phương có liên kết, bản chịu lực một phương.

Sàn gồm có bản sàn và hệ dầm đúc liền toàn khối, sàn loại bản dầm khi tỉ số các cạnh ô bản $L_2/L_1 > 2$. Về sơ đồ tính kết cấu, sàn được xem kê lên dầm phụ, dầm phụ xem như kê lên dầm chính, dầm chính xem như kê lên cột.

Để xác định nội lực trong các bộ phận của sàn, chúng ta có thể dùng sơ đồ đàn hồi hoặc sơ đồ có kể đến biến dạng dẻo. Kết cấu sàn của công trình xây dựng dân dụng trên địa bàn huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh được lựa chọn tính toán theo sơ đồ đàn hồi.

2) *Sàn sườn toàn khối loại bản kê bốn cạnh*: Khi sàn có liên kết ở cả bốn cạnh là tựa khi $h_d/h_s < 3$, tự do khi $h_d/h_s = 0$, ngàm khi $h_d/h_s \geq 3$, tải trọng tác dụng trên sàn truyền đến các liên kết theo cả hai phương. Sàn sẽ chịu lực theo hai phương.

Sàn gồm có bản sàn và hệ dầm đúc liền toàn khối, sàn loại bản kê bốn cạnh khi tỉ số

các cạnh ô bản $L_2/L_1 \leq 2$ (thường lấy $1 \div 1,5$), kích thước các cạnh $L_1, L_2 = 4 \text{ m} \div 6 \text{ m}$.

Tương tự như đối với sàn bản dầm, kết cấu sàn loại bản kê bốn cạnh của công trình xây dựng dân dụng trên địa bàn huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh được lựa chọn tính toán theo sơ đồ đàn hồi.

B. Các bước thiết kế kết cấu sàn

Thiết kế kết cấu sàn theo sáu bước sau:

- Bước 1: Chọn sơ bộ bề dày sàn, chiều cao và chiều rộng tiết diện dầm.

$$h_s = \frac{D}{m} \times L_1$$

$D = 0,8 \div 1,4$ là hệ số phụ thuộc vào tải trọng (tải trọng càng lớn thì D càng lớn); m là hệ số phụ thuộc vào liên kết của sàn và sự làm việc của sàn; với sàn bản dầm lấy $m = (30 \div 35)$, với bản kê bốn cạnh có thể lấy $m = (40 \div 45)$; L_1 là cạnh ngắn của ô bản sàn.

- Bước 2: Xác định sơ đồ tính (Hình 1)

Cắt một dải bản có chiều rộng $b = 1 \text{ m}$ theo phương cạnh ngắn và cạnh dài (đối với sàn bản kê bốn cạnh). Chúng tôi xác định các yếu tố: nhịp tính toán, liên kết của ô bản sàn và tải trọng tác dụng lên ô bản sàn ở Bước 3.

- Bước 3: Xác định tải trọng, gồm tĩnh tải và hoạt tải

+ Xác định tĩnh tải phân bố đều tác dụng lên sàn

$$g_s = \sum_{i=1}^n (g_i^c \times n_{gi}) = \sum_{i=1}^n (\gamma_{gi} \times \delta_{gi} \times n_{gi})$$

g_s – tải trọng tính toán của sàn.

g_i^c – tải trọng bản thân của lớp cấu tạo sàn thứ i .

n_{gi} – hệ số vượt tải của lớp cấu tạo sàn thứ i .

+ Xác định hoạt tải phân bố đều tác dụng lên sàn

$$p_s = p^c \times n_p$$

p_s – hoạt tải tính toán của sàn n_p – hệ số độ tin cậy của hoạt tải, lấy theo Viện Khoa học Công nghệ của Bộ Xây dựng [10] p_c – hoạt tải tiêu chuẩn tác dụng lên sàn, lấy theo

Viện Khoa học Công nghệ của Bộ Xây dựng [10]

+ Xác định tổng tải trọng phân bố đều tác dụng lên sàn

$$q_s = (g_s + p_s) \times 1m$$

- Bước 4: Xác định nội lực. Với sàn bản kê bốn cạnh tính theo sơ đồ đàn hồi

+ Trường hợp xem bản sàn là ô bản đơn
Mô men dương lớn nhất ở nhịp: $M_1 = m_{i1}P$; $M_2 = m_{i2}P$

Mô men âm lớn nhất ở gối: $M_I = k_{i1}P$; $M_{II} = k_{i2}P$

+ Trường hợp xem bản sàn là ô bản liên tục

Mô men dương lớn nhất ở nhịp: $M_1 = m_{11}P' + m_{i1}P''$; $M_2 = m_{12}P' + m_{i2}P''$

Mô men âm lớn nhất ở gối: $M_I = k_{i1}P$; $M_{II} = k_{i2}P$

$m_{i1}, m_{i2}, k_{i1}, k_{i2}$ là các hệ số tra bảng phụ thuộc vào sơ đồ tính của ô sàn thuộc ô số mấy trong 11 loại ô bản của sàn bản kê bốn cạnh.

$$q' = p_s/2; q'' = g_s + p_s/2; P = q_s \times L_1 \times L_2; P' = q' \times L_1 \times L_2; P'' = q'' \times L_1 \times L_2$$

- Bước 5: Tính toán về bê tông cốt thép

Có mô men M , các dữ liệu về vật liệu, tiết diện tính toán. Giả thiết $a = 10 \text{ mm} - 20 \text{ mm}$

Công thức tính toán cốt thép: $h_0 = h - a$; $\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2}$; $\zeta = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$;

$$A_s = \frac{\zeta \gamma_b R_b b h_0}{\gamma_s R_s}$$

- Bước 6: Kiểm toán độ võng của sàn theo trạng thái giới hạn II

Kiểm tra theo điều kiện: $f \leq [f_{gh}]$

Theo Viện Khoa học Công nghệ của Bộ Xây dựng [3], với nhịp sàn $L < 5 \text{ m}$, $[f_{gh}] \leq L/200$; nhịp sàn $5 \text{ m} \leq L \leq 10 \text{ m}$, $[f_{gh}] = 25 \text{ mm}$; nhịp sàn $L > 10 \text{ m}$, $[f_{gh}] \leq L/400$.

$$\text{Độ võng } f = \frac{\alpha q^{tc} L^4}{D} \text{ Với } D = \frac{E_b h_s^3}{12(1-\mu^2)}$$

α – là hệ số tra bảng; D – Độ cứng trụ; μ – hệ số poisson, với BTCT $\mu = 0,2$.

- Bước 7: Thiết kế chi tiết và thể hiện bản vẽ thi công.

C. Thiết kế sàn BTCT của sáu công trình thực tế

Chúng tôi nghiên cứu các hồ sơ thiết kế, hồ sơ hoàn công của sáu công trình thực tế

Hình 1: a) Sơ đồ tính sàn bản kê bốn cạnh; b) Sơ đồ tính sàn bản dầm
(Nguồn: Tác giả thực hiện)

Bảng 1: Bảng tra hệ số α

L_2/L_1	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
α	0,00126	0,00150	0,00172	0,00191	0,00207	0,00220

làm cơ sở cho việc so sánh và đánh giá thiết kế kết cấu sàn. Tiếp theo, chúng tôi tiến hành thiết kế ô sàn của các công trình nêu trên theo TCVN 5574-2018 [3] và đưa ra các nhận xét.

1) So sánh thiết kế của chúng tôi với thiết kế trong thực tế: Số liệu thiết kế thể hiện

trong Bảng 2, 3 và Hình 2.
Cấu tạo sàn được chọn giống với thực tế như Bảng 3 (riêng chiều dày bản sàn là kết quả thiết kế của tác giả). Đối với công trình: Trường Trung học Cơ sở Đại An, Trường Tiểu học Long Hiệp A, Trường Trung học Cơ sở Phước Hưng, ô sàn có thêm bậc giảng.

Bảng 4 thể hiện kết quả thiết kế của chúng tôi với thiết kế trong thực tế. Trong đó, chúng tôi tính toán nội lực sàn theo hai trường hợp ô bản đơn và ô bản liên tục. Đồng thời, chúng tôi chọn phương án thiết kế tối ưu nhất ở trường hợp xem bản sàn là ô bản liên tục.
Tiến hành so sánh giữa thiết kế của chúng

Bảng 2: Bảng số liệu tính toán của các công trình thực tế

Tên công trình	Kích thước ô sàn $L_1 \times L_2$	Kích thước dầm bao quanh ô sàn	Vật liệu sử dụng		Công năng
			Bê tông	Cốt thép	
Cụm Quản lí Hành chính xã Phước Hưng	3 m x 5 m	200 mm x 400 mm	Cấp độ bền chịu nén B15 (mác 200), có cường độ chịu nén $R_b = 8,5 \text{ MPa}$, $\gamma_b = 1$	+ $\phi < 10$ loại CI có cường độ chịu kéo $R_s = 225 \text{ MPa}$	Phòng làm việc
Trường Trung học Cơ sở Đại An	3,6 m x 3,6 m	200 mm x 400 mm		+ $\phi \geq 10$ loại CII có cường độ chịu kéo $R_s = 280 \text{ MPa}$	Phòng học
Trường Mẫu giáo Đại An	3,5 m x 3,5 m	200 mm x 400 mm			Phòng học
Nhà dân Tăng Văn Muộn	4,0 m x 4,5 m	200 mm x 400 mm			Phòng ngủ
Trường Tiểu học Long Hiệp A	3,3 m x 3,9 m	200 mm x 400 mm			Phòng học
Trường Trung học Cơ sở Phước Hưng	3,6 m x 3,9 m	200 mm x 400 mm			Phòng học

Hình 2: Ô sàn công trình Cụm Quản lí Hành chính xã Phước Hưng
(Nguồn: Tác giả thực hiện)

tôi và thiết kế trong thực tế theo các tiêu chí: bề dày sàn $h_s(\text{mm})$, hàm lượng cốt thép ở nhịp theo phương cạnh ngắn $\mu_n L_1(\%)$, hàm lượng cốt thép ở nhịp theo phương cạnh dài $\mu_n L_2(\%)$, hàm lượng cốt thép ở gối theo phương cạnh ngắn $\mu_n L_1(\%)$, hàm lượng cốt thép ở gối theo phương cạnh dài $\mu_n L_2(\%)$, khối lượng ô sàn $G(\text{T})$. Kết quả thể hiện trong Bảng 5 và các biểu đồ ở Hình 3.

2) *Thảo luận:* Đối với công trình Cụm Quản lí Hành chính xã Phước Hưng, Trường Trung học Cơ sở Đại An, Trường Mẫu giáo

Đại An, nhà dân Tăng Văn Muộn: Tuy bề dày bản sàn, hàm lượng cốt thép ở nhịp và ở gối theo hai phương, khối lượng sàn đều nhỏ hơn hoặc bằng so với thực tế nhưng nó vẫn đảm bảo khả năng chịu lực của bản sàn. Độ võng của sàn thỏa mãn điều kiện cho phép.

Đối với công trình Trường Tiểu học Long Hiệp A: Bề dày bản sàn, hàm lượng cốt thép ở nhịp theo hai phương và ở gối theo phương cạnh dài, khối lượng sàn đều nhỏ hơn hoặc bằng so với thực tế. Riêng hàm lượng cốt thép ở gối theo phương cạnh ngắn lớn hơn so với thực tế. Thiết kế của chúng tôi do chọn bề dày bản sàn nhỏ, thép bố trí cho sàn chênh lệch ít với kết quả tính nên hàm lượng cốt thép lớn hơn thực tế. Tuy nhiên, khả năng chịu lực của bản sàn vẫn được đảm bảo, độ võng của sàn thỏa mãn điều kiện cho phép.

Đối với công trình Trường Trung học Cơ sở Phước Hưng: Tuy bề dày bản sàn, hàm lượng cốt thép ở nhịp, khối lượng sàn đều nhỏ hơn hoặc bằng so với thực tế nhưng khả năng chịu lực của bản sàn vẫn được đảm bảo. Riêng hàm lượng cốt thép ở gối theo hai phương lớn hơn hoặc bằng so với thực tế. Thiết kế của chúng tôi chọn bề dày bản sàn nhỏ hơn; đồng thời, do việc chọn thép bố trí cho sàn chênh lệch ít với kết quả tính

Bảng 3: Bảng cấu tạo sàn các công trình theo thiết kế của tác giả

Cấu tạo	Chiều dày h_s (mm)	Trọng lượng tiêu chuẩn γ	Hệ số vượt tải n	Cấu tạo sàn
Lớp gạch ceramic	10	2000 (daN/m ³)	1,2	<div>Lớp gạch ceramic</div> <div>Lớp vữa lót</div> <div>Bản sàn</div> <div>Lớp vữa trát trần</div> <div>Hệ thống kỹ thuật</div>
Lớp vữa lót	20	1800 (daN/m ³)	1,2	
Bản sàn bê tông cốt thép	80	2500 (daN/m ³)	1,1	
Lớp vữa trát	15	1800 (daN/m ³)	1,2	
Hệ thống kỹ thuật		50 (daN/m ²)	1,3	

nên hàm lượng cốt thép lớn hơn thực tế. Tuy nhiên, khả năng chịu lực của bản sàn vẫn được đảm bảo.

Các thiết kế kết cấu sàn thực tế có các chỉ tiêu lớn hơn so với tính toán của chúng tôi. Vì vậy, đây là điều chưa hợp lí về mặt kĩ thuật và kinh tế. Tuy nhiên, nếu xét trên phương diện một kĩ sư thiết kế, điều này cũng là cần thiết. Bởi vì, kĩ sư có quá nhiều thông số chưa đủ độ tin cậy và các thông số giả thiết trong quá trình tính toán như các giả thiết về sơ đồ tính, các tải trọng, vật liệu đàn hồi, đồng chất, quá trình thi công... Điều đó dẫn đến tính toán thiết kế ô sàn có hệ số an toàn cao bằng việc chọn các thông số như bề dày sàn, hàm lượng cốt thép, khối lượng sàn cao hơn so với tính toán của tác giả.

Nếu so sánh trường hợp xem các ô sàn độc lập (bản đơn) với trường hợp xét trong tổng thể của toàn bộ ô sàn của các công trình xây dựng (bản liên tục) thì trường hợp thiết kế bản sàn là bản liên tục cho kết quả hợp lí nhất. Tuy nhiên, nếu xem bản sàn là bản liên tục thì các ô sàn xung quanh phải có chênh lệch về kích thước nhỏ để ảnh hưởng của các ô sàn ở xa ô bản đang tính là nhỏ nhất và mô men âm ở gối của ô sàn đang tính và các ô sàn xung quanh gần bằng nhau.

3) *Đánh giá kết quả nghiên cứu:* Việc tính toán kết cấu sàn dù theo phương pháp nào, tính toán chi tiết đến đâu, kết quả cũng chỉ là gần đúng. Bởi vì, mọi việc tính toán đều phải dựa vào một số giả thiết nhằm đơn giản hóa trong khi các giả thiết đều là gần đúng.

Về tải trọng, giả thiết về hoạt tải là phân

bố đều, liên tục trên mặt sàn, thực tế hoạt tải thường là những lực gần như tập trung và phân bố không đều, không liên tục.

Về vật liệu, sơ đồ đàn hồi giả thiết bê tông cốt thép là vật liệu đàn hồi, đồng chất. Thực tế, bê tông là vật liệu có tính dẻo và sử dụng trong vùng kéo có thể có vết nứt. Biến dạng dẻo của bê tông lại tăng theo nội lực và thời gian.

Sơ đồ tính toán xem dầm sàn là gối tựa của bản, dầm khung là gối tựa của dầm sàn và gối không có chuyển vị đứng. Thực tế dầm sàn và khung đều có thể có độ võng và như vậy gối tựa sẽ có chuyển vị đứng.

Sơ đồ đàn hồi xem các gối tựa như là gối tựa đơn, kê lên một điểm, cấu kiện (bản, dầm) có thể xoay trên điểm đó và như vậy nó sẽ dễ dàng truyền ảnh hưởng của hoạt tải từ nhịp này sang nhịp khác. Thực tế tại liên kết cứng, cấu kiện khó có thể xoay tự do và ảnh hưởng của hoạt tải khó truyền từ nhịp này sang nhịp khác.

Thực tế của tính toán không phải ở chỗ xác định thật chính xác giá trị nội lực tại từng tiết diện mà ở chỗ xét được khả năng bất lợi có thể xảy ra và đảm bảo được độ an toàn chung cho kết cấu. Yêu cầu như vậy cho thấy rằng dù có thể sử dụng các giả thiết gần đúng và dù có sử dụng sơ đồ đàn hồi hay sơ đồ dẻo để thiết kế thì vấn đề an toàn vẫn được đảm bảo trong phạm vi chấp nhận được.

Ô sàn bê tông cốt thép trong thiết kế thực tế các công trình xây dựng dân dụng trên địa bàn huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh đa số đều chọn bề dày bản sàn và hàm lượng cốt thép

Bảng 4: Bảng tính cốt thép sàn các công trình theo thiết kế của tác giả và thiết kế trong thực tế

Công trình	Tiết diện	Thiết kế của chúng tôi						Thiết kế trong thực tế			
		M kNm	h _s mm	A _{s,tính} mm ²	A _{s, chọn} (mm ² /m)		μ _c (%)	h _s mm	A _{s, chọn} (mm ² /m)		μ _c (%)
					Chọn	A _{s, ch}			Chọn	A _{s, ch}	
Cùm Quản lí Hành chính xã Phước Hưng	Nhip phương l ₁	1,81	80	165	φ6a170	166	0,26	100	φ8a120	419	0,49
	Nhip phương l ₂	0,65	80	58	φ6a200	142	0,22	100	φ8a150	335	0,39
	Gối phương l ₁	3,98	80	290	φ8a170	296	0,46	100	φ8a120	419	0,49
	Gối phương l ₂	1,44	80	101	φ8a200	252	0,39	100	φ8a150	335	0,39
	Kiểm tra độ võng của sàn f ≤ [f] -> f = 7,7 mm < [f] = 25 mm (thỏa điều kiện)										
Trường Trung học Cơ sở Đài An	Nhip phương l ₁	2,26	80	160	φ6a170	166	0,26	90	φ8a150	335	0,45
	Nhip phương l ₂	2,26	80	160	φ6a170	166	0,26	90	φ8a150	335	0,45
	Gối phương l ₁	4,58	80	336	φ8a140	359	0,55	90	φ8a120	419	0,56
	Gối phương l ₂	4,58	80	336	φ8a140	359	0,55	90	φ8a120	419	0,56
	Kiểm tra độ võng của sàn f ≤ [f] -> f = 1,53 mm < [f] = 18 mm (thỏa điều kiện)										
Trường Mẫu giáo Đài An	Nhip phương l ₁	1,59	80	111	φ6a200	142	0,22	80	φ6a120	236	0,36
	Nhip phương l ₂	1,59	80	111	φ6a200	142	0,22	80	φ6a120	236	0,36
	Gối phương l ₁	3,06	80	219	φ8a200	252	0,39	80	φ8a120	419	0,65
	Gối phương l ₂	3,06	80	219	φ8a200	252	0,39	80	φ8a120	419	0,65
	Kiểm tra độ võng của sàn f ≤ [f] -> f = 0,96 mm < [f] = 17,5mm (thỏa điều kiện)										
Nhà dân Tăng Văn Miếu	Nhip phương l ₁	2,33	80	165	φ6a170	166	0,26	80	φ8a130	387	0,60
	Nhip phương l ₂	1,85	80	128	φ6a200	142	0,22	80	φ8a130	387	0,60
	Gối phương l ₁	4,54	80	334	φ8a150	335	0,52	80	φ10a130	604	0,93
	Gối phương l ₂	3,60	80	260	φ8a190	265	0,41	80	φ10a130	604	0,93
	Kiểm tra độ võng của sàn f ≤ [f] -> f = 3,01 mm < [f] = 22,5 mm (thỏa điều kiện)										
Trường Tiểu học Long Hiệp A	Nhip phương l ₁	2,51	80	179	φ6a150	189	0,29	90	φ8a140	359	0,48
	Nhip phương l ₂	1,80	80	126	φ6a200	142	0,22	90	φ8a150	335	0,45
	Gối phương l ₁	4,97	80	366	φ8a130	387	0,60	90	φ8a120	419	0,56
	Gối phương l ₂	3,57	80	255	φ8a190	265	0,41	90	φ8a140	359	0,48
	Kiểm tra độ võng của sàn f ≤ [f] -> f = 2,75 mm < [f] = 19,5 mm (thỏa điều kiện)										
Trường Trung học Cơ sở Phước Hưng	Nhip phương l ₁	2,64	80	188	φ6a150	189	0,29	90	φ8a140	359	0,48
	Nhip phương l ₂	2,25	80	160	φ6a170	166	0,26	90	φ8a150	335	0,45
	Gối phương l ₁	5,34	80	400	φ8a120	419	0,64	90	φ8a120	419	0,56
	Gối phương l ₂	4,54	80	332	φ8a150	335	0,52	90	φ8a130	387	0,52
	Kiểm tra độ võng của sàn f ≤ [f] -> f = 2,45 mm < [f] = 19,5 mm (thỏa điều kiện)										

cao hơn so với kết quả tính toán của chúng tôi. Điều này làm cho khối lượng ô sàn tăng lên, tĩnh tải của ô sàn tác dụng lên cầu kiện dầm, cột, móng tăng lên. Do đó, khi tính toán thiết kế các cầu kiện này, kĩ sư phải tăng kích thước hoặc tăng hàm lượng cốt thép mới đảm bảo khả năng chịu lực.

Nhìn chung, việc thiết kế kết cấu sàn bê tông cốt thép các công trình đã nghiên cứu

chưa được hợp lí về mặt kĩ thuật. Điều này làm cho chi phí công trình tăng lên.

V. KẾT LUẬN

Đối với công trình xây dựng dân dụng trên địa bàn huyện Trà Cú - tỉnh Trà Vinh, vấn đề giảm tải trọng đến mức cho phép trong thiết kế kết cấu công trình luôn được các kĩ sư thiết kế quan tâm.

Bảng 5: Bảng so sánh giữa thiết kế của tác giả và thiết kế trong thực tế theo các tiêu chí: $hs(m)$, $\mu_nL_1(\%)$, $\mu_nL_2(\%)$, $\mu_gL_1(\%)$, $\mu_nL_2(\%)$, $G(T)$

Công trình	Tiết diện	Bề dày sàn h_s (mm)		Hàm lượng cốt thép nhịp				Hàm lượng cốt thép gối				Khối lượng G (T)	
				Phương L1 μ_{nL1} (%)		Phương L2 μ_{nL2} (%)		Phương L1 μ_{gL1} (%)		Phương L2 μ_{gL2} (%)			
Cụm Quản lí Hành chính xã Phước Hưng	Thiết kế của chúng tôi	80	$\Delta = 20\%$	0,26	$\Delta = 47\%$	0,22	$\Delta = 55\%$	0,46	$\Delta = 6\%$	0,39	$\Delta = 0\%$	0,2	$\Delta = 20\%$
	Thiết kế trong thực tế	100		0,49		0,39		0,49		0,39		0,25	
Trường Trung học Cơ sở Đại An	Thiết kế của chúng tôi	80	$\Delta = 11\%$	0,26	$\Delta = 42\%$	0,26	$\Delta = 42\%$	0,55	$\Delta = 8\%$	0,55	$\Delta = 8\%$	0,2	$\Delta = 13\%$
	Thiết kế trong thực tế	90		0,45		0,45		0,60		0,60		0,23	
Trường Mẫu giáo Đại An	Thiết kế của chúng tôi	80	$\Delta = 0\%$	0,22	$\Delta = 39\%$	0,22	$\Delta = 39\%$	0,39	$\Delta = 40\%$	0,39	$\Delta = 40\%$	0,2	$\Delta = 0\%$
	Thiết kế trong thực tế	80		0,36		0,36		0,65		0,65		0,2	
Nhà dân Tầng Văn Mụn	Thiết kế của chúng tôi	80	$\Delta = 0\%$	0,26	$\Delta = 57\%$	0,22	$\Delta = 63\%$	0,52	$\Delta = 44\%$	0,41	$\Delta = 56\%$	0,2	$\Delta = 0\%$
	Thiết kế trong thực tế	80		0,60		0,60		0,93		0,93		0,2	
Trường Tiểu học Long Hiệp A	Thiết kế của chúng tôi	80	$\Delta = 11\%$	0,29	$\Delta = 40\%$	0,22	$\Delta = 51\%$	0,60	$\Delta = 7\%$	0,41	$\Delta = 15\%$	0,2	$\Delta = 13\%$
	Thiết kế trong thực tế	90		0,48		0,45		0,56		0,48		0,23	
Trường Trung học Cơ sở Phước Hưng	Thiết kế của chúng tôi	80	$\Delta = 11\%$	0,29	$\Delta = 0\%$	0,26	$\Delta = 42\%$	0,64	$\Delta = -7\%$	0,52	$\Delta = 0\%$	0,2	$\Delta = 13\%$
	Thiết kế trong thực tế	90		0,48		0,45		0,60		0,52		0,23

Thiết kế kết cấu sàn là bước đầu tiên trong thiết kế công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp. Do đó, việc thiết kế sàn BTCT hợp lý sẽ mang lại hiệu quả rất lớn cho các bước thiết kế kết cấu cho các cấu kiện tiếp theo. Việc giảm được khối lượng của sàn sẽ

giảm được tĩnh tải của ô sàn tác dụng lên dầm, cột và đặc biệt cho móng công trình. Từ đó, kỹ sư có nhiều sự lựa chọn cho phương án thiết kế các cấu kiện khác của công trình. Mặt khác, nguyên tắc tính toán thiết kế cho phép công trình phá hủy nhưng vẫn đảm bảo

Hình 3: Các biểu đồ (a, b, c, d, e, f) so sánh sàn theo thiết kế của chúng tôi và thiết kế thực tế
(Nguồn: Tác giả thực hiện)

đủ thời gian để con người có thể thoát nạn; nghĩa là, việc thiết kế theo nguyên tắc cấu kiện sàn, dầm phải bị phá hủy trước cấu kiện cột.

Kết quả nghiên cứu cho thấy thiết kế của sáu công trình trong thực tế đều chọn lớn hơn hoặc bằng thiết kế của chúng tôi: bề dày sàn lớn hơn từ 0% ÷ 20%, hàm lượng cốt thép lớn hơn từ 0% ÷ 63,3%, khối lượng sàn lớn hơn từ 0% ÷ 20%. Kết quả thiết kế của chúng tôi chọn nhỏ hơn thiết kế trong thực tế nhưng vẫn đảm bảo khả năng chịu lực và điều kiện làm việc bình thường của bản sàn.

Trên cơ sở đó, chúng tôi khuyến nghị các đơn vị thiết kế và thẩm tra các công trình dân dụng cần phải luôn chú trọng đến việc thiết kế sàn bê tông cốt thép một cách hợp lý nhất. Hiệu quả đạt được là sàn sẽ giảm được khối lượng mà vẫn đảm bảo theo điều kiện tiêu chuẩn cho phép. Thiết kế sàn như vậy sẽ giảm được tải trọng cho công trình đồng thời hiệu quả thiết kế dầm, cột, móng cũng như thiết kế tổng thể công trình sẽ cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Thế Phong, Lý Trần Cường, Trịnh Kim Đạm, Nguyễn Lê Ninh. *Kết cấu bê tông cốt thép (Phần Kết cấu nhà cửa)*. Hà Nội: Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật; 2002.
- [2] Võ Bá Tầm. *Kết cấu bê tông cốt thép 2 (Phần Kết cấu nhà cửa)*. Thành phố Hồ Chí Minh: Nhà Xuất bản Đại học Quốc gia TP.HCM; 2014.
- [3] Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng Bộ Xây dựng. *TCVN 5574: 2018 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế*. Hà Nội: Nhà Xuất bản Xây dựng; 2018.
- [4] Công ti TNHH Tư vấn Thiết kế Xây dựng An Khang. *Hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công công trình Cụm quản lý hành chính xã Phước Hưng, huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh*; 2016.
- [5] Công ti TNHH Thiết kế Kiến trúc. *Hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công công trình Trường THCS Đại An, huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh*; 2016.
- [6] Công ti Cổ phần Tư vấn – Thiết kế – Xây dựng Hưng Long. *Hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công công trình Trường Mẫu Giáo Đại An, huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh*; 2017.
- [7] Phòng Kinh tế và hạ tầng huyện Trà Cú tỉnh Trà Vinh.

Hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công công trình nhà dân Tăng Văn Muộn, ấp Bến Chùa, xã Định An, huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh; 2014.

- [8] Công ti THHH Thiết kế Xây dựng Việt. *Hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công công trình Trường Tiểu học Long Hiệp A, huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh; 2016.*
- [9] Công ti THHH Thiết kế Xây dựng Việt. *Hồ sơ thiết kế kỹ thuật thi công công trình Trường THCS Phước Hưng, huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh; 2016.*
- [10] Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng – Bộ Xây dựng. *TCVN 2737: 1995 Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế; 2013.*