

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SÀN KHÔNG DẦM VÀO THỰC TẾ CÔNG TRÌNH NHỮNG HIỆU QUẢ KINH TẾ - KỸ THUẬT MANG LẠI

TRẦN QUỐC PHONG; PHẠM HÙNG HIẾU

Trường Đại học Quảng Bình

1. Đặt vấn đề

Cùng với sự phát triển của công nghệ vật liệu và quan niệm tính toán kết cấu cũng như quan điểm kiến trúc phù hợp với từng thời kỳ mà trong những thập niên gần đây, việc phát triển nhằm thay đổi những hình thức kết cấu cơ bản cột dầm sàn bằng những loại kết cấu mới cải tiến hơn kế thừa phương thức tính toán sàn theo lý thuyết cổ điển, thay thế những phần, vùng sàn không chịu lực bằng các loại vật liệu tái chế, xem xét tải trọng tác dụng lên sàn để có phương án làm giảm nhẹ những tác dụng đó [6]... từ đó đề xuất những công nghệ sàn không dầm mà vẫn đảm bảo các yêu cầu về khả năng chịu lực, tính ổn định của kết cấu.

Hiện nay, với sự phát triển kinh tế - xã hội, nhu cầu xây dựng các công trình dân dụng và công nghiệp tăng nhanh với đòi hỏi ngày càng cao về thẩm mỹ và kỹ thuật. Ở các nước có nền xây dựng phát triển như Mỹ, Nga..., kết cấu sàn không dầm (còn gọi là sàn phẳng) được sử dụng khá rộng rãi. Nhiều sản phẩm công nghệ phát triển sàn không dầm đã được nhiều nước trên thế giới nghiên cứu như: Áo, Đan Mạch, Mỹ, Nga... Tìm hiểu các công nghệ này từ nghiên cứu của các nước sẽ là nguồn tài liệu quý, bài học cho Việt Nam trong lĩnh vực phát triển sàn không dầm.

Cụ thể, các công nghệ như Panel 3D, sàn bóng, sàn Uboot, sàn ứng lực trước được áp dụng nhằm tạo ra những không gian sàn

không dầm vượt nhịp lớn mà vẫn đảm bảo tính chịu lực của kết cấu sàn.[2]

Ở Việt Nam từ năm 2006, công nghệ sàn không dầm được một số công ty nghiên cứu, chuyên giao ứng dụng thí điểm vào một số công trình tiêu biểu như: Sử dụng công nghệ sàn Bubledeck: Chung cư Licogi 13 (năm 2010, Thanh Xuân, Hà Nội gồm 27 tầng nổi, 3 tầng hầm với 30.600m² sàn); Tòa nhà 28A Lê Trọng Tấn (năm 2010, Hà Đông, Hà Nội gồm 28 tầng nổi, 2 tầng hầm với 25.000m² sàn); Chung cư cao cấp Ocean View Manor (năm 2010, Long Điền, Bà Rịa Vũng Tàu gồm 24 tầng nổi, 1 tầng hầm với 30.129m² sàn)... [3]. Công nghệ sàn 3D như: Trường THPT Phú Bài, khách sạn Xanh - Tp. Huế, khách sạn Hải Đăng - Nha Trang... rất nhiều công trình áp dụng công nghệ sàn ứng lực trước như: Thư viện Trường Đại học Quốc gia Hà Nội (7 tầng); Tòa nhà 63 Lý Thái Tổ (nhịp 11m); Tháp đôi Vincom (nhịp 10m); Trung tâm thương mại Thanh Trì (nhịp 13,2m); Trụ sở Viettel số 1 Giang Văn Minh (nhịp 8,5m). Tổ hợp văn phòng kết hợp nhà ở chất lượng cao Huỳnh Thúc Kháng, Tòa tháp 45 tầng Halico...[2]

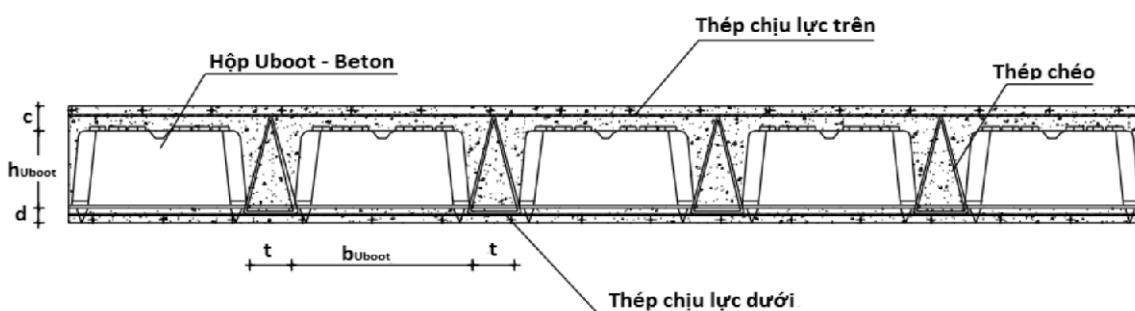
Tuy nhiên đến nay, chúng ta vẫn chưa có tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu phù hợp với thực tế xây dựng Việt Nam, mức độ áp dụng đến từng công trình cụ thể còn hạn chế, chưa có một đánh giá thỏa đáng về hiệu

quả kinh tế kỹ thuật, vẫn phụ thuộc vào tiêu chuẩn nước ngoài và mô đun công nghệ của nhà sản xuất [5]. Vấn đề đặt ra là áp dụng các phương pháp đánh giá dựa trên các tiêu chí đặc trưng của công nghệ sản không đảm nhằm làm rõ phạm vi áp dụng mức độ công trình đưa lại hiệu quả kỹ thuật, kinh tế nhất. Một số phương pháp đánh giá được nghiên cứu như phương pháp dùng một hệ chỉ tiêu kinh tế tổng hợp kết hợp với hệ chỉ tiêu bổ sung; phương pháp dùng một chỉ tiêu tổng hợp không đơn vị đo; phương pháp dùng một chỉ tiêu tổng hợp

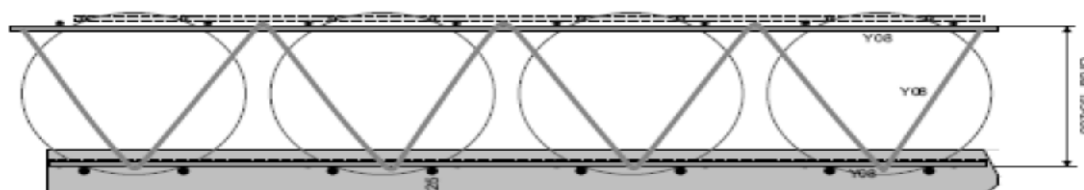
nghệ đó, trong khuôn khổ nghiên cứu đến nhóm sản công nghệ tối ưu miền vật liệu chịu lực.

a. Về cấu tạo

Đặc trưng cấu tạo đem lại ưu việt cho sản không đảm chính là kết quả phối hợp đặc tính hình học của hai chi tiết cơ bản: lưới thép và các phần vật liệu rỗng, trong đó lưới thép có nhiệm vụ phân bố và định vị vật liệu tái chế tại những vị trí chính xác còn các phần vật liệu tái chế sẽ định hình thể tích lỗ rỗng và định dạng lưới thép.



b. Cấu tạo vật liệu và lưới thép sàn Uboot [7]



Hình: Cấu tạo sàn Bubbledeck và sàn Uboot

phản ánh về giá trị - giá trị sử dụng [1]... Trong khuôn khổ bài viết, tác giả đề cập đến phương pháp dùng một chỉ tiêu tổng hợp phản ánh về giá trị - giá trị tổng hợp để đánh giá tối ưu hóa phạm vi áp dụng công nghệ sản không đảm.

2. Nội dung vấn đề

2.1. Các tiêu chí đánh giá hiệu quả công nghệ sản không đảm

Để đưa công nghệ sản không đảm vào so sánh đánh giá bằng phương pháp dùng một chỉ tiêu tổng hợp phản ánh về giá trị - giá trị sử dụng, ta xét đến các tiêu chí đánh giá công

c. Cấu tạo vật liệu và lưới thép sàn Bubbledeck

Hệ thống kết cấu không cần phải có dầm và tường, nhịp của một tấm sàn hoàn chỉnh có thể đặt tựa lên các cột lắp ghép hoặc các cột toàn khối. Sàn có tính toàn khối với độ ổn định cao, kháng lửa tốt, chịu được các tác động do thời tiết và cách âm, cách nhiệt tốt. Giảm được khối lượng trát trần khi áp dụng vào công trình.

Xét riêng đối với sàn bóng, vật liệu sử dụng đối với bê tông dùng xi măng poocăng

Bảng 1: Đặc tính kỹ thuật của sàn Bubbledeck [3]

Loại sàn	Bề dày (mm)	Đường kính bóng (mm)	Nhịp (m)	Trọng lượng (Kg/m ²)	Thể tích bê tông (m ³ /m ²)
BD230	230	Ø 180	7÷10	370	0,10
BD280	280	Ø 225	8÷12	460	0,14
BD340	340	Ø 270	9÷14	550	0,18
BD390	390	Ø 315	10÷16	640	0,21
BD450	450	Ø 360	11÷18	730	0,25

Bảng 2: So sánh giữa sàn Bubbledeck và sàn đặc [3]

Chỉ tiêu so sánh	Sàn Bubbledeck so với sàn đặc (%)		
	Cùng khả năng chịu lực	Cùng độ cứng chống uốn	Cùng thể tích bê tông
Khả năng chịu lực	100	105	150
Độ cứng chống uốn	87	100	300
Thể tích bê tông	66	69	100
a/d (Tỉ số khoảng cách từ vị trí đặt lực đến gối tựa chia bề dày sàn)	Khả năng chịu cắt so với sàn đặc (%)		
	2,3	3,0	3,7
	77	75	72

tiêu chuẩn; cốt thép chịu lực dùng rB500W và các quả bóng nhựa sử dụng loại HSpE từ nhựa tái chế có mật độ polyethylene hay propylene cao [11].

d. Khả năng chịu lực và giảm tải trọng xuống móng

Với cùng một khả năng chịu lực, sàn Bubbledeck có độ cứng chống uốn đạt gần 87% và xấp xỉ độ võng so với sàn đặc, nhưng giảm 50% trọng lượng bê tông. Với cùng một bề dày thì sàn Bubbledeck có thể chịu tải gấp đôi so với sàn đặc nhưng giảm được 65% trọng lượng bê tông. Khả năng chịu cắt của sàn Bubbledeck đạt từ 72÷77% so với sàn đặc, do đó để tính toán khả năng chịu cắt của sàn Bubbledeck, có thể sử dụng hệ số 0,6 lần khả năng chịu cắt của sàn đặc với cùng chiều cao [8].

e. Linh hoạt trong thiết kế

Nhờ vào hiệu quả giảm chiều cao tổng thể của công trình mà sử dụng phương án sàn không dầm có thể tăng số tầng chức năng. Việc giảm trọng lượng bản thân kết cấu cho phép kết cấu sử dụng sàn phẳng vượt được

nhịp lớn. Nhịp lớn nhất mà sàn nhẹ có thể đạt được là 20m.

Sàn không dầm thuận tiện cho việc bố trí hệ thống kỹ thuật, kiến trúc thông thoáng.

Linh động trong vấn đề giặt cấp sàn bằng cách sử dụng các modul khác nhau thông qua kích thước của vật liệu tái chế thay thế phần bê tông không chịu lực.

f. Tiến độ thi công sàn công nghệ không dầm

Giảm toàn bộ hệ thống cốp pha dầm chính và dầm phụ. Thi công đơn giản hơn, nhanh hơn do chỉ lắp dựng và cấu tạo cốp pha cho sàn phẳng so với thi công sàn có dầm.

Với ưu thế là giảm được lượng thép dùng trong sàn nhờ vào việc giảm tải trọng bản thân của sàn nên công tác lắp đặt cốt thép cũng tiết kiệm thời gian và nhân lực.

Công nghệ thi công sàn Uboot, Bubbledeck, sàn 3D là những công nghệ thi công đơn giản, nhanh gọn và ổn định.

g. Mức độ thân thiện với môi trường

Với việc loại bỏ phần bê tông ở các thớ giữa của tiết diện sàn đã đem lại những lợi ích

đáng kể làm giảm thiểu tác động đến môi trường nhờ giảm được các tài nguyên sử dụng và các yếu tố phát sinh trong quá trình thi công.

Tận dụng được nguồn nguyên liệu tái chế để sản xuất vật liệu không chịu lực trong cấu tạo của sàn [10].

Phân tích kết quả nghiên cứu các tiêu chí kỹ thuật phản ánh các công nghệ sản không đảm là điều kiện cần để áp dụng các phương pháp đánh giá hiệu quả kinh tế kỹ thuật và tối ưu hóa phạm vi áp dụng công nghệ đó. Rõ ràng qua phân tích đã tiếp cận được tính ưu việt của các loại sàn công nghệ này và mục tiêu đặt ra là cần có những so sánh cụ thể đến từng phạm vi công trình nhằm làm rõ cơ sở khoa học để lựa chọn phạm vi ứng dụng phù hợp với thực tế nước ta.

2.2. Cơ sở phương pháp đánh giá hiệu quả sản không đảm

a. Ý tưởng phương pháp

Sử dụng một chỉ tiêu tổng hợp thể hiện dưới dạng giá trị tính bằng tiền và giá trị sử dụng là chỉ tiêu tổng hợp không đơn vị đo. Từ đó phân tích theo biến thiên Max (Min) của chỉ tiêu tổng hợp dùng để so sánh lựa chọn ra phương án tốt nhất.[4]

b. Nội dung và trình tự của phương pháp [3]

Theo phương pháp này, phương án tốt nhất khi thỏa mãn các điều kiện sau:

$$G_{dj} = G_j / S_j = \min \quad (2.1)$$

$$\text{hay } S_{dj} = S_j / G_j = \max \quad (2.2)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^m P_{ij} \quad (2.3)$$

P_{ij} tính theo công thức

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{j=1}^n C_{ij}} \quad (2.4)$$

Trong đó:

C_{ij} : Trị số ban đầu có đơn vị đo của chỉ tiêu i phương án j .

G_{dj} : Chỉ phí của phương án j để đạt được một đơn vị giá trị sử dụng tổng hợp.

G_j : Chỉ phí của phương án j .

S_j : Giá trị sử dụng tổng hợp của phương án j .

S_{dj} : Giá trị sử dụng tổng hợp của phương án j đạt được tính cho một đồng chỉ phí.

P_{ij} : Chỉ tiêu i của phương án j đã làm mất đơn vị đo.

m : Số chỉ tiêu.

n : Số phương án.

Các bước tính toán:

+ Bước 1: Tiến hành nghiên cứu các giải pháp để thấy rõ các yêu cầu.

+ Bước 2: Xây dựng hệ thống các chỉ tiêu để so sánh và chọn hàm mục tiêu để so sánh (Max hoặc Min).

+ Bước 3: Làm đồng hướng các chỉ tiêu giá trị sử dụng (đối với các chỉ tiêu giá trị thì không cần chú ý).

+ Bước 4: Triệt tiêu đơn vị tính của các chỉ tiêu.

+ Bước 5: Xác định chỉ tiêu giá trị tổng hợp.

+ Bước 6: Xác định chỉ tiêu giá trị (chỉ phí) cần thiết để đạt một đơn vị giá trị sử dụng tổng hợp.

+ Bước 7: So sánh chỉ tiêu giá trị (chỉ phí) cần thiết để đạt một đơn vị giá trị sử dụng tổng hợp để chọn ra phương án tối ưu.

c. Hệ chỉ tiêu đưa vào so sánh

- Các chỉ tiêu phản ánh giá trị tính bằng tiền: Cách xác định: Các chỉ tiêu này được tính toán dựa trên các công thức có sẵn hoặc các căn cứ kinh nghiệm thực tế khi thực hiện phương án.

- Gồm các chỉ tiêu như sau:

+ Chỉ phí đầu tư, giá trị vật liệu.

+ Độ tiết kiệm do tận dụng các nguồn lực

sẵn có tại địa phương.

+ Chi phí vận hành máy móc, chỉ tiêu hiệu quả kinh tế do máy móc đem lại cho tổ chức xây dựng.

+ Chi phí sửa chữa bảo dưỡng vận hành.

+ Thời gian thi công, chi phí đảm bảo vi khí hậu bên trong công trình, chi phí vận hành...

- Các chỉ tiêu phản ánh giá trị sử dụng:

+ Tính chịu lửa (xác định theo bậc quy

gia).

+ Độ khó (dễ) thi công (hỏi ý kiến chuyên gia).

+ Mức độ ảnh hưởng tới các công trình lân cận.

+ Tính chống động đất cháy nổ (xác định theo cấp quy định).

+ Tính thẩm mỹ (hỏi ý kiến chuyên gia).

+ Tính dễ cải tạo sửa chữa theo yêu cầu (hỏi ý kiến chuyên gia).

Bảng 3: Bảng các chỉ tiêu giá trị và giá trị sử dụng

Các chỉ tiêu	Các phương án	
	Phương án sàn bóng	Phương án sàn BTCT
A. Chỉ tiêu giá trị		
- Chi phí xây dựng	2.08 tỷ	2,1 tỷ
B. Các chỉ tiêu giá trị sử dụng		
- Giảm tải trọng xuống móng	194,83 m ³	212,83 m ³
- Tính linh hoạt trong thiết kế	0,6	0,5
- Giảm khối lượng trát trần	1070 m ²	1405,5 m ²
- Tiến độ thi công công trình	4 ngày	6,5 ngày
- Mức độ thân thiện với môi trường	0,8	0,6

Bảng 4: Bảng tính giá trị sử dụng tổng hợp

Tên chỉ tiêu	Sàn Bubbledeck		Sàn BTCT	
	C _{il}	P _{il} .100%	C _{i2}	P _{il} .100%
- Giảm tải trọng xuống móng	1/194,8	52,2	1/212,83	47,8
- Tính linh hoạt trong thiết kế	0,6	54,5	0,5	45,5
- Giảm khối lượng trát trần	1/1070	56,8	1/1405,5	43,2
- Tiến độ thi công công trình	1/4	61,9	1/6,5	38,1
- Mức độ thân thiện với môi trường	0,8	57,1	0,6	42,9
Tổng	S _{il} =	282,6	S _{i2} =	217,4

định).

+ Tuổi thọ công trình (năm).

+ Trọng lượng kết cấu (theo tính toán).

+ Tính chống thấm (hỏi ý kiến chuyên gia).

+ Tính chống ăn mòn (hỏi ý kiến chuyên

+ Độ an toàn tin cậy của phương án (hỏi ý kiến chuyên gia)...

2.3. Kết quả tính toán khảo sát

Khảo sát tính toán công trình theo hai phương án thiết kế bê tông cốt thép toàn khối thông thường và phương án công nghệ sàn

không đảm (lựa chọn sàn Bubbledeck) đối với ba công trình có quy mô khác nhau: Tòa nhà chung cư cao cấp Ocean View Manor, thành

linh hoạt.

Tính chỉ tiêu giá trị (chi phí) cần thiết để đạt một đơn vị giá trị sử dụng tổng hợp (xem bảng 4).

Bảng 5: Bảng các chỉ tiêu giá trị và giá trị sử dụng

Các chỉ tiêu	Các phương án	
	Sàn Bubbledeck	Sàn BTCT thường
A. Chỉ tiêu giá trị		
- Chi phí xây dựng	2,253 tỷ	2,203 tỷ
B. Các chỉ tiêu giá trị sử dụng		
- Giảm tải trọng xuống móng	178,48 m ³	236,08 m ³
- Tính linh hoạt trong thiết kế	0,6	0,5
- Giảm khối lượng trát trần	1219 m ²	1965 m ²
- Tiến độ thi công công trình	5 ngày	8 ngày
- Mức độ thân thiện với môi trường	0,8	0,6

Bảng 6: Bảng tính giá trị sử dụng tổng hợp

Tên chỉ tiêu	Sàn Bubbledeck		Sàn BTCT	
	C ₁₁	P ₁₁ .100%	C ₁₂	P ₁₁ .100%
- Giảm tải trọng xuống móng	1/178,48	0,569	1/236,08	0,431
- Tính linh hoạt trong thiết kế	0,6	0,545	0,5	0,455
- Giảm khối lượng trát trần	1/1219	0,617	1/1965	0,383
- Tiến độ thi công công trình	1/5	0,615	1/8	0,385
- Mức độ thân thiện với môi trường	0,8	0,571	0,6	0,429
Tổng	S ₁₁ =	291,9	S ₁₂ =	208,1

phố Vũng Tàu; Tòa nhà công vụ - Học viện Chính trị Hà Đông, Hà Nội; Nhà ở dân dụng ở Quảng Bình.

Từ dự toán và thiết kế theo các phương án, bằng cách lập bảng các tiêu chí và tổng kết ý kiến chuyên gia lấy trung bình cộng ta có kết quả phân tích cho hai phương án sàn.

a. Công trình tòa nhà chung cư cao cấp Ocean View Manor

Công trình có bước cột lớn nhất 7,2m; diện tích sàn tầng điển hình 1128 (m²), chiều cao giữa các tầng 3 (m) và không gian sử dụng

+ Cho phương án 1: $G_{d1} = 2,08/282,6 = 0,00736$ tỷ.

+ Cho phương án 2: $G_{d2} = 2,1/217,4 = 0,00965$ tỷ.

Từ kết quả tính toán ta thấy, phương án sàn Bubbledeck là rẻ hơn so với sàn BTCT thường nên sàn Bubbledeck là có hiệu quả kinh tế kỹ thuật hơn so với sàn BTCT thường.

b. Công trình nhà công vụ - Học viện Chính trị Hà Đông

Công trình sử dụng làm hội trường, phòng hội họp, công năng sử dụng linh hoạt. Bước

Bảng 7: Bảng các chỉ tiêu giá trị và giá trị sử dụng

Các chỉ tiêu	Các phương án	
	Sàn Bubbledeck	Sàn BTCT
A. Chỉ tiêu giá trị		
- Chi phí xây dựng	69,508 triệu	58,047 triệu
B. Các chỉ tiêu giá trị sử dụng		
- Giảm tải trọng xuống móng	6,9 m ³	6,09 m ³
- Tính linh hoạt trong thiết kế	0,6	0,5
- Giảm khối lượng trát trần	79,9 m ²	101,67 m ²
- Tiến độ thi công công trình	4 ngày	3,5 ngày
- Mức độ thân thiện với môi trường	0,8	0,6

Bảng 8: Bảng tính giá trị sử dụng tổng hợp

Tên chỉ tiêu	Sàn Bubbledeck		Sàn BTCT	
	C _{i2}	P _{i1} · 100%	C _{i2}	P _{i2} · 100%
- Giảm tải trọng xuống móng	1/6,9	46,88	1/6,09	45,88
- Tính linh hoạt trong thiết kế	0,6	54,55	0,5	53,55
- Giảm khối lượng trát trần	1/79,9	55,99	1/101,67	54,99
- Tiến độ thi công công trình	1/4	46,67	1/3,5	45,67
- Mức độ thân thiện với môi trường	0,8	57,14	0,6	56,14
Tổng	S _{i1} =	261,23	S _{i2} =	260,23

cột lớn nhất của tòa nhà là 8 (m), diện tích sàn tầng điển hình 1.305 (m²).

Tính chỉ tiêu giá trị (chi phí) cần thiết để đạt một đơn vị giá trị sử dụng tổng hợp (xem bảng 6).

+ Cho phương án 1: $G_{d1} = 2,253/291,9 = 0,00772$ tỷ.

+ Cho phương án 2: $G_{d2} = 2,203/208,1 = 0,0105$ tỷ.

Từ kết quả tính toán ta thấy, phương án sàn Bubbledeck là rẻ hơn so với sàn BTCT thường nên với công trình này lựa chọn sàn Bubbledeck là đáng giá.

c. Công trình nhà ở dân dụng tại Quảng Bình

Mô tả đặc trưng: Là công trình dân dụng phục vụ nhu cầu sinh hoạt thông thường, công

năng sử dụng chủ yếu để ở, bước nhịp bé và không gian hẹp, mặt bằng thi công nhỏ. Diện tích sàn một tầng là 40,8 (m²).

Tính chỉ tiêu giá trị (chi phí) cần thiết để đạt một đơn vị giá trị sử dụng tổng hợp (xem bảng 8).

+ Cho phương án 1: $G_{d1} = 69,508/261,23 = 0,266$ triệu.

+ Cho phương án 2: $G_{d2} = 58,047/260,23 = 0,223$ triệu.

Từ kết quả tính toán ta thấy, phương án sàn BTCT thường là rẻ hơn so với sàn Bubbledeck nên sàn BTCT thường với công trình này là đáng giá hơn.

Với kết quả tính toán các công trình đặc trưng cho từng phạm vi áp dụng của sàn

không đảm, kết quả thu được đã phân vùng được tính hiệu quả trong giá trị sử dụng - giá trị sử dụng tổng hợp khi áp dụng công nghệ sàn không đảm.

Các tiêu chí đưa ra để đánh giá bằng phương pháp dùng một chỉ tiêu tổng hợp giá trị - giá trị sử dụng đã bao quát được các ưu điểm của sàn công nghệ mới, từ đó tăng điểm đánh giá của các chuyên gia trong các tiêu chí đó khi đem ra so sánh với các sàn BTCT thông thường. Kết quả phân tích thấy được tính hiệu quả sử dụng sàn công nghệ cho từng phạm vi công trình cụ thể, tối ưu phạm vi áp dụng của các loại sàn. Tính toán và bảng so sánh hiệu quả sử dụng đã chỉ ra: Khi áp dụng công nghệ sàn không đảm vào những công trình lớn, diện tích sàn và khẩu độ nhịp cao trên 7 (m) thì mang lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao. Giá trị hiệu quả càng chênh lệch khi quy mô công trình càng lớn.

Các tiêu chí đưa ra khi đánh giá các công trình quy mô vừa và nhỏ cho thấy, sàn không đảm khi áp dụng nhỏ lẻ sẽ không mang lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật vì tỉ lệ chênh lệch đánh giá giữa các tiêu chí không cao, trong khi

đó một số nhược điểm của sàn không đảm lại rõ ràng đối với các công trình này.

3. Kết luận

Nghiên cứu các tiêu chí kỹ thuật và ứng dụng phương pháp đánh giá dùng một chỉ tiêu tổng hợp giá trị - giá trị sử dụng đã phần nào đánh giá được tính hiệu quả khi áp dụng công nghệ sàn không đảm, tối ưu được phạm vi áp dụng của chúng lên thực tế từng nhóm công trình ở Việt Nam. Từ đó lựa chọn đề xuất áp dụng đối với các công trình quy mô, vượt nhịp lớn và linh động về không gian, công năng sử dụng.

Các tiêu chí đưa vào phân tích so sánh đã làm nổi bật những ưu điểm của công nghệ sàn không đảm: Khả năng vượt nhịp lớn, tăng chiều cao thông thủy, thuận tiện linh hoạt cho phương án thiết kế kiến trúc; cải thiện khả năng cách âm, cách nhiệt; thi công nhanh, giảm tải trọng xuống móng... công nghệ sàn không đảm phù hợp với các công trình như các chung cư cao tầng, trung tâm thương mại, trường học, công trình cải tạo giảm tải trọng xuống móng... có yêu cầu cao về kiến trúc, công năng sử dụng và đáp ứng được yêu cầu về thời gian thi công nhanh ■

Tài liệu tham khảo:

1. Đinh Văn Khiên, *Các phương pháp chung đánh giá so sánh các phương án kỹ thuật xây dựng*, Bài giảng môn học kinh tế đầu tư trong xây dựng, 2010.
2. Trần Quốc Phong, *Giới thiệu phân tích công nghệ sàn nhẹ Uboot và Panel 3D trong xây dựng nhà cao tầng*, Kỷ yếu nghiên cứu khoa học của cán bộ giảng viên trẻ lần II, Đại học Quảng Bình, 2015.
3. Phạm Hùng Hiểu, *Phân tích hiệu quả kinh tế - kỹ thuật ứng dụng công nghệ sàn bóng (Bubbledeck) trong xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp ở Việt Nam*, Luận văn Thạc sĩ, 2016.
4. Bộ Xây dựng, *Hướng dẫn lập và quản lý chi phí đầu tư xây dựng*, Thông tư 04/2010/TT-BXD ngày 26/05/2010.
5. TCVN 5574:2012, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, Tiêu chuẩn thiết kế.
6. Eurocode 2: Design of concrete structures, part 1: general rules and rules for buildings.
7. Lam Pham Construction Company (2011), *Báo cáo kỹ thuật sàn công nghệ mới Uboot beton* - 497 Quang Trung, Hà Đông, Hà Nội.
8. Đỗ Đức Thắng, *Phát triển thành công nghệ sàn rỗng chịu lực hai phương C-Deck trên cơ sở cải tiến hệ sàn Bubbledeck của công ty BDi (Đan Mạch)*, Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng số 10/09-2011.
9. Design of Prestressed Concrete, gilbert & mikleborough, 2006.
10. Bubbledeck.com.vn/cautaosanBD.html.
11. <http://www.tadits.com>.