

PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SÀN BUBBLEDECK VÀO THỰC TẾ XÂY DỰNG VIỆT NAM TIẾP CẬN TIÊU CHÍ “CÔNG TRÌNH XANH”

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF APPLYING BUBBLEDECK FLOOR TECHNOLOGY TO CONSTRUCTION REALITY OF VIETNAM BY APPROACHING CRITERIA OF “GREEN BUILDING”

Huỳnh Minh Sơn

Đại học Đà Nẵng; sonhmdhdn@gmail.com

Tóm tắt - Công nghệ sàn phẳng không dầm Bubbledeck có nguồn gốc từ Đan Mạch đã và đang được nghiên cứu, phát triển tại một số nước Châu Âu và bước đầu chuyển giao công nghệ vào Việt Nam từ năm 2008. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu phân tích những đặc trưng và sự làm việc của sàn Bubbledeck; áp dụng tiêu chuẩn Eurocode 2 (Châu Âu) và phần mềm SAFE tính toán, phân tích theo một số chỉ tiêu tiếp cận tiêu chí “công trình xanh” (theo Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam - VACEE, tận dụng vật liệu tái chế; thân thiện với môi trường...); so sánh, đánh giá hiệu quả kỹ thuật và kinh tế với một số giải pháp công nghệ sàn phẳng (sàn bê tông cốt thép toàn khối; sàn liên hợp thép-bê tông; sàn ứng lực trước...). Trong điều kiện Việt Nam chưa có tiêu chuẩn thiết kế, kết quả nghiên cứu nhằm làm rõ cơ sở khoa học về hiệu quả ứng dụng công nghệ mới vào thực tế xây dựng nước ta.

Từ khóa - sàn Bubbledeck; sàn Cdeck; sàn rỗng; sàn đặc; sàn không dầm; sàn liên hợp thép bê tông; sàn phẳng bê tông ứng lực trước.

1. Đặt vấn đề

Trong các công trình nhà nhịp lớn hay nhà cao tầng, kết cấu sàn chiếm một khối lượng lớn và có vai trò rất quan trọng trong tổng thể phương án kết cấu. Một trong những hạn chế cơ bản của hệ dầm sàn bê tông cốt thép toàn khối khi yêu cầu vượt nhịp lớn là đòi hỏi tiết diện dầm cao làm ảnh hưởng đáng kể đến không gian kiến trúc và sử dụng, khi thay thế bằng các phương án hệ sàn phẳng không dầm cần có bề dày sàn và mũ cột lớn, tải trọng truyền xuống móng lớn. Nhiều giải pháp kết cấu sàn nhẹ vượt nhịp lớn đã được nghiên cứu và ứng dụng nhằm khắc phục những nhược điểm này, trong đó có công nghệ sàn phẳng không dầm Bubbledeck bắt nguồn từ Đan Mạch (do Jorgen Breuning sáng chế) đã được áp dụng ở Châu Âu và nhiều nước trên thế giới từ những năm 1997 [1]. Công nghệ sàn Bubbledeck đã đạt nhiều giải thưởng khoa học và công nghệ ở Châu Âu như: Giải thưởng Xây dựng Hà Lan (1999); Giải thưởng Môi trường Hà Lan (1999); Giải thưởng Sáng tạo Hà Lan (2000); Giải thưởng Xây dựng Đan Mạch (2004); Giải thưởng Môi trường Châu Âu; Giải Sáng tạo Jersey (2005) [1]... Bubbledeck đã nhận được nhiều bằng sáng chế của nhiều nước như: Bằng sáng chế của Đan Mạch (số 166462); Châu Âu (số EP 0552201); Hoa Kỳ (số 5396747)... [1]. Trong 7 năm đầu tại Đan Mạch và Hà Lan, hơn một triệu m² sàn Bubbledeck đã được ứng dụng thi công cho các tòa nhà cao tầng [13].

Ở Việt Nam từ năm 2007, công nghệ này đã được một số công ty nghiên cứu, chuyển giao ứng dụng thí điểm vào một số công trình tiêu biểu như: Tòa nhà CDC (cải tạo năm 2008, dùng sàn Bubbledeck nâng thêm được 04 tầng mà vẫn giữ nguyên kết cấu cũ; từ 07 tầng lên 11 tầng); Trường

Abstract - The Bubbledeck flat floor technology, which originated in Denmark, has been studied and improved in some European countries and transferred into Vietnam since 2008. The paper presents results of research of analyzing the characteristics and the working of Bubbledeck floor, applying Eurocode 2 (Europe) and the software SAFE in analysis by approaching the criteria of “green building” (By Vietnam Association of Civil Engineering Environment - VACEE, making the most use of recycling and environmentally friendly materials,...), comparing and evaluating the technical and economical efficiency with some technology solutions of flat floor (in situ floor, steel-concrete composite floor, pre-stressed floor...). While Vietnam has no codes of design yet, the research results clarify the scientific basis for the application of new technologies into the construction reality of our country.

Key words - Bubbledeck floor; Cdeck floor; voided floor; solid floor; steel-concrete composite floor; pre-stressed floor; plastic ball.

quốc tế Thăng Long (năm 2009, Bắc Linh Đàm, Hà Nội với 15.083m² sàn); Ga du thuyền (năm 2009, Tuần Châu, Quảng Ninh với 1281 m² sàn); 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, 01 tầng hầm với 30.129m² sàn)... [11].



Hình 1. Thi công sàn Bubbledeck (bỏ bớt bóng ở chân cột)

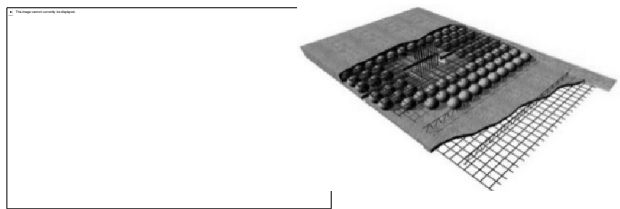
Công ty TADIST đã cải tiến một số công đoạn trong chế tạo để thực hiện công xường hóa việc chế tạo (loại Bubbledeck cải tiến này được gọi là Cdeck) qua đó phát triển ứng dụng trên 50 công trình [12] (tòa nhà cao đến 45 tầng); sàn lớn nhất vượt nhịp 21,6m bề dày sàn 60cm; không dầm, không ứng lực trước (Chùa Lân, thiền viện

Yên Tử). Cải tiến công nghệ này đã được tác giả Jorgen Breuning công nhận là sáng chế phụ thuộc và cho phép phổ biến trong thực tiễn; được tổ chức sở hữu trí tuệ thế giới (WIPO) cấp bằng sáng chế quốc tế PCT [12]. 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, vì vậy vẫn phải phụ thuộc vào tiêu chuẩn của nhà sản xuất. Vấn đề đặt ra là cần phân tích những đặc trưng, ưu việt của loại sàn này; áp dụng tiêu chuẩn Eurocode 2 (EC2) và phần mềm tính toán để so sánh, đánh giá giải pháp sàn Bubbledeck với một số giải pháp kết cấu sàn phẳng khác nhằm làm rõ hiệu quả kỹ thuật, kinh tế dựa trên một số chỉ tiêu (trọng lượng vật liệu, nhân công và giá thành...), tiếp cận các tiêu chí “công trình xanh” đang được thúc đẩy ứng dụng trong xây dựng ở nước ta.

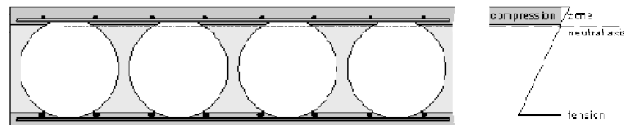
2. Giải quyết vấn đề

2.1. Phân tích tổng quan về công nghệ sàn Bubbledeck

Sàn Bubbledeck (sàn bóng hay sàn rỗng) là loại sàn phẳng không dầm, sử dụng các quả bóng rỗng từ nhựa tái chế để thay thế phần bê tông không hoặc ít chịu lực ở giữa chiều cao tiết diện sàn. Ở bên trên và bên dưới của quả bóng được gia cường bằng các lớp lưới thép. Ngoài ra còn có cốt thép liên kết các tấm sàn; thanh kẹp, thanh góc và cốt thép chịu cắt.



a. Cấu tạo bóng và lưới thép



b. Mặt cắt và sơ đồ ứng suất trên tiết diện sàn Bubbledeck

Hình 2. Cấu tạo sàn Bubbledeck

Đặc trưng cấu tạo đem lại ưu việt cho sàn Bubbledeck chính là kết quả phối hợp đặc tính hình học của hai chi tiết cơ bản: lưới thép và các quả bóng nhựa rỗng, trong đó lưới thép có nhiệm vụ phân bố và định vị các quả bóng tại những vị trí chính xác, còn các quả bóng sẽ định hình thể tích lỗ rỗng và định dạng lưới thép. Khi tiến hành đổ bê tông phủ kín lưới thép và các quả bóng sẽ có được tấm sàn rỗng toàn khối làm việc theo hai phương. 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. Khác với phương pháp lắp ghép với những mối nối khô nên cần phải lấp đầy khoảng trống giữa những khe hở lắp ghép, sàn Bubbledeck 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.

Vật liệu sử dụng đối với bê tông dùng xi măng pooclang 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].

Bảng 1. Đặc tính kỹ thuật của sàn Bubbledeck [11]

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

Tùy theo công nghệ thi công có 03 loại sàn Bubbledeck:

Bubbledeck loại A (toàn khối): Module cốt thép và bóng được chế tạo sẵn trong nhà máy và vận chuyển đến công trường để lắp đặt trên các tấm ván khuôn và đổ bê tông. Loại sàn này có tính toàn khối cao.

Bubbledeck loại B (bán lắp ghép): Cấu kiện bán toàn khối có đáy của lưới bóng là một lớp bê tông dày 60mm được đúc sẵn trong nhà máy thay cho ván khuôn. Tại công trường sau khi lắp đặt cốt thép nổi, thép gia cường sẽ tiến hành đúc toàn khối phần bê tông còn lại của sàn. Loại sàn này có tính toàn khối không cao; vận chuyển, cầu lắp khó khăn, dễ gây nứt tại liên kết giữa các tấm sàn.

Bubbledeck loại C (lắp ghép): Tấm sàn thành phẩm đưa tới công trình dưới dạng tấm sàn hoàn chỉnh thường sử dụng cho các cấu kiện nhỏ (cầu thang, ban công...)



a. Bubbledeck A b. Bubbledeck B c. Bubbledeck C

Hình 3. Các loại sàn Bubbledeck

Loại sàn Bubbledeck ứng dụng tại Việt Nam là Cdeck được Công ty TADITS cải tiến, thay thế phần bản bê tông dày 6cm trong thiết kế Bubbledeck B bằng lớp gỗ công nghiệp dày 18÷20mm và sáng chế các chi tiết chuyên dụng khác phù hợp nhằm công xướng hóa việc chế tạo. Các cấu kiện được sản xuất với chiều rộng 3m hoặc 2,4m, chiều dài thay đổi phù hợp với hình dạng kết cấu và khả năng vận chuyển, có thể đạt lớn nhất là 10m [12].

Sự tham gia của các quả bóng nhựa tái chế đóng vai trò như những tấm khuôn rỗng cho phép tăng 1,5 lần bước cột công trình [12]. Sự tổ hợp hợp lý các quả bóng với tấm sàn phẳng mở rộng theo cả hai hướng liên kết trực tiếp với cột mà không cần dầm đem lại những ưu việt sau:

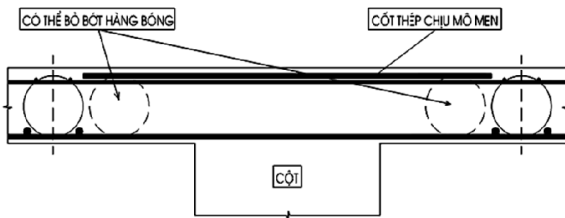
2.1.1. Về khả năng chịu lực

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 [14]. 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 [7].

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

Chi 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 (Ti 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

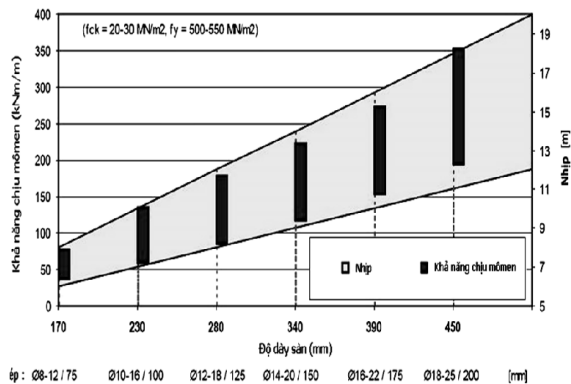
Trong những vùng chịu lực phức tạp như xung quanh cột, vách, lõi có thể bỏ bớt bóng để tăng khả năng chịu lực của sàn (xem Hình 1). Không xảy ra hiện tượng chọc thủng cục bộ. Dạng vết nứt cũng tương tự như sàn đặc.



Hình 4. Cấu tạo sàn bỏ bớt hàng bóng tại vùng xung quanh cột

2.1.2. Về khả năng vượt nhịp

Xác định khả năng vượt nhịp của sàn Bubbledeck có thể áp dụng tiêu chuẩn BS 8100 hoặc EC2 (Part 1) có xét đến hệ số 1,5 để kể đến việc giảm nhẹ trọng lượng bản thân sàn Bubbledeck so với sàn đặc. Tỉ số giữa nhịp (L) và chiều cao tính toán (d): $L/d \leq 30$ đối với sàn đơn giản; $L/d \leq 39$ đối với sàn liên tục; $L/d \leq 10,5$ đối với sàn ngàm một phương [7]. Khả năng neo giữ ở cả hai dạng sàn Bubbledeck và sàn đặc là như nhau, đồng thời không có sự khác biệt về khả năng từ biến ở hai loại sàn này.



Hình 5. Khả năng vượt nhịp và chịu mô men theo bề dày sàn [13]

Khi cần vượt nhịp lớn (>15m) có thể kết hợp với giải pháp ứng lực trước, căng sau để hạn chế độ võng như công trình Trung tâm truyền thông Đan Mạch có 32.000m² sàn Bubbledeck ứng lực trước, căng sau bề dày 390mm, vượt nhịp 16m. Các dây cáp ứng lực trước cách nhau 3m được chôn vào các khe hở giữa các quả bóng [1].

2.1.3. Về khả năng chịu lửa và cách nhiệt

Theo tiêu chuẩn DIN 1045-1 (Đức) khả năng chịu lửa của sàn Bubbledeck phụ thuộc lớp bê tông bảo vệ. Sàn

Bubbledeck có khả năng chịu nhiệt cao hơn 39% so với tấm sàn đặc tương đương có cùng bề dày [9].

Bảng 3. Khả năng chịu lửa phụ thuộc bề dày sàn [15]

Ứng suất thép	Hệ số sử dụng thép	Khả năng chịu lửa (phút)				
		30	60	90	120	180
190	66%	17mm	17mm	17mm	17mm	17mm
286	100%	17mm	29mm	35mm	42mm	55mm

2.1.4. Về tác động đến 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 (xét trên 10000m² sàn giảm được: 1100m³ bê tông; 183 chuyến xe trộn bê tông; 2585 tấn lực truyền xuống móng; 420 tấn khí thải CO₂ và một lượng lớn rác, nước và khí thải do không phải gia công ván khuôn và cốt thép [1]).

Phân tích kết quả nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật tổng hợp các ưu việt của sàn Bubbledeck như trên, với đặc tính kỹ thuật, quy trình thi công không quá phức tạp, đem lại lợi ích thiết thực (1kg nhựa tái chế thay thế được 100kg bê tông [12]) rõ ràng đã tiếp cận được các tiêu chí “công trình xanh”; mục tiêu nghiên cứu đặt ra là cần có những tính toán, so sánh hiệu quả kinh tế của công nghệ sàn Cdeck (do các kỹ sư Việt Nam đề xuất) so với một số giải pháp sàn phẳng khác nhằm làm rõ cơ sở khoa học về hiệu quả ứng dụng vào thực tế xây dựng nước ta.

2.2. Cơ sở tính toán sàn Cdeck theo tiêu chuẩn EC2

Sàn Cdeck thuộc loại sàn rỗng, phẳng, không dầm liên kết trực tiếp với hệ cột chịu lực. Sau khi lắp ghép và đổ bê tông sàn sẽ làm việc tương tự như sàn đặc không dầm thông thường nhờ tính toàn khối và sự làm việc theo hai phương được đảm bảo, do đó phương pháp tính toán tương tự như sàn phẳng bê tông cốt thép không dầm thông thường với các tham số được điều chỉnh như sau: Với cùng bề dày và cấp bền bê tông, độ cứng kháng uốn sàn Cdeck lấy bằng 0,87 lần độ cứng sàn đặc và độ bền kháng cắt lấy bằng 0,6 lần độ bền kháng cắt sàn đặc [7].

Nội lực sàn được tính bằng “phương pháp khung tương đương” hay “phương pháp phân tử hữu hạn” (trong khảo sát này dùng phần mềm SAFE) tính toán bằng cách chia sàn thành các dải bản liên tục theo hai phương vuông góc nhau. Vị trí các dải phụ thuộc vào các gối đỡ. Mômen của dải thực chất là mômen phản lực nút tính bằng cách nhân ma trận độ cứng của dải bản với các vectơ chuyển vị nút trên cơ sở tính toán cường độ giới hạn (EC2).

Tính toán cốt thép sàn cho dải bản được thực hiện tại các vị trí cụ thể dọc theo chiều dài dải tương đương với các biên của các phân tử. Cốt thép không chế được tính toán cho mỗi phía biên của phân tử đó. Đối với mỗi tổ hợp tải trọng, lần lượt xác định mômen có nhân hệ số cho mỗi dải bản, tiếp đến tính toán cốt thép chịu uốn cho dải. Hai bước này được lặp lại cho từng tổ hợp tải trọng. Cốt thép lớn nhất tính được ở lớp trên và lớp dưới của bản trong mỗi dải tính toán giống như dầm tiết diện chữ nhật. Trong một số trường hợp, tại các tiết diện trong dải tính toán, có thể có hai hay nhiều hơn các đặc trưng sàn ngang qua bề rộng dải tính toán, chương trình

sẽ tự động thiết kế các bề rộng dải phụ liên quan với mỗi đặc trưng riêng và sử dụng mômen theo dải phụ để tính toán. Cốt thép tính được ở mỗi bề rộng nhánh phụ được tổng hợp để tính toán toàn bộ thép của dải tính toán tại tiết diện thiết kế. Khi có lỗ hổng, bề rộng bản phải được điều chỉnh phù hợp.

Diện tích cốt thép tính toán cho dải bản theo EC2:

$$A_s = \frac{M}{f_{yd} \cdot Z} \quad (1) \text{ với } Z = d(0,5 + \sqrt{0,25 - \frac{K}{1,134}}) \quad (2)$$

Trong đó: $K = \frac{M}{b \cdot d^2 \cdot f_{ck}}$ (3) nếu $K \leq K_{bal} = 0,167 f_{ck}$ là

cường độ chịu nén của bê tông (MPa). Trường hợp $K > K_{bal} = 0,167$ thì phải tăng kích thước tiết diện hoặc cốt thép vùng nén. Bố trí thép và kiểm tra hàm lượng thép:

$$\rho_{min} \leq \rho = A_s/bd \leq \rho_{max} = 4\% \quad (4)$$

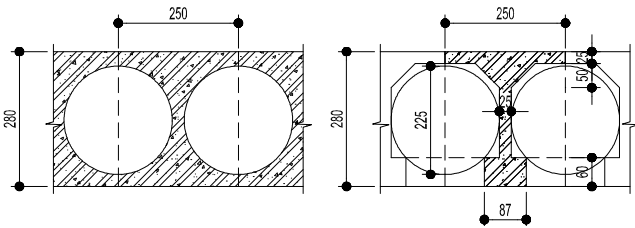
Kiểm tra điều kiện chống cắt thủng: Ứng suất cắt (V_{Ed}) dọc theo chu vi cột không vượt quá ứng suất cắt cho phép của tiết diện bê tông ($V_{Rd, Max}$): $V_{Ed} < V_{Rd, Max}$ (5)

2.3. Kết quả tính toán khảo sát

Khảo sát công trình nhà làm việc, văn phòng có diện tích 1215 m². Mặt bằng công trình có chiều dài L=45m (05 bước cột từ trục 1÷6) và chiều rộng D=27m (03 bước cột từ trục A÷D) với kích thước lưới cột là (9x9)m; Nhà có ba thang máy và một thang bộ [3].

Số liệu tải trọng: Tĩnh tải: 0,107 T/m²; Hoạt tải: 0,240 T/m² [6]; tải trọng bản thân (xét giảm tải do bóng): 0,461 T/m². Hệ số độ cứng chống uốn bằng 0,87 sàn đặc.

Khảo sát tính toán 04 phương án sau: Sàn bê tông cốt thép (BTCT); sàn liên hợp thép-bê tông (LH-TBT) [2],[8] sàn Cdeck [7] và sàn bê tông ứng lực trước (ULT) [10].



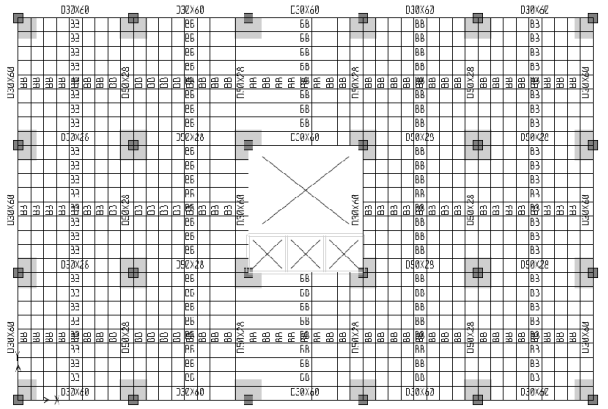
Hình 6. Tiết diện tính toán sàn Cdeck

Phương án dùng sàn Cdeck bên trong công trình sử dụng hệ dầm bê tông kích thước 500x280mm tương ứng bỏ hai hàng bóng, dầm biên tiết diện 300x600mm. Bỏ bớt bóng tại các vùng có lực cắt lớn cụ thể: Xung quanh cột bỏ 03 hàng bóng, cạnh vách bỏ 02 hàng bóng, cạnh dầm bỏ 01 hàng bóng. Kích thước các cột biên là 2200x1450; cột góc là 1450x1450 và cột giữa là 2200x2200. Vật liệu dùng bê tông cấp độ bền B25 (M350); mác thép CII; Bề dày của sàn Cdeck: 28cm; đường kính bóng 22,5cm. Dùng phần mềm SAFE tính toán phương án sàn Cdeck.

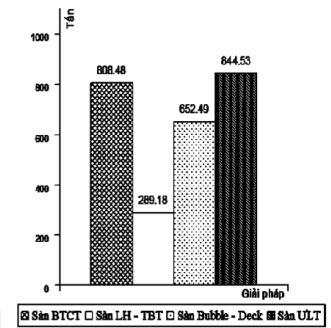
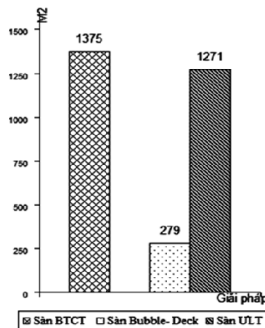
Bảng 4. So sánh các chỉ tiêu đánh giá các phương án sàn

Phương án /chỉ tiêu so sánh	Diện tích ván khuôn	Khối lượng vật liệu	Số công /m ² sàn	Tổng số công	Giá thành /m ² sàn	Tổng giá thành
	m ²	Tấn	công	công	VNĐ	VNĐ
Sàn BTCT	1375	808,48	1,1	1261	1019	1.156.016
Sàn LHTBT	0	289,18	1,07	1208	909	1.031.299
Sàn C-desk	279	652,49	1,04	1184	893	1.012.956

Sàn ULT	1271	844,53	1,35	1532	753	854.058
---------	------	--------	------	------	-----	---------



Hình 7. Sơ đồ tính hệ sàn Bubbledeck trên công trình khảo sát

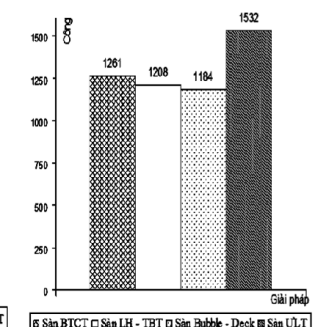
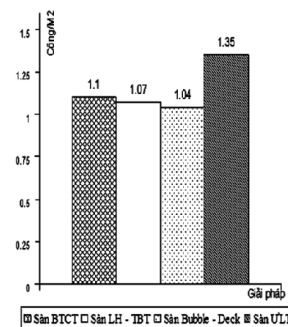


Hình 8. So sánh ván khuôn Hình 9. So sánh tổng khối lượng

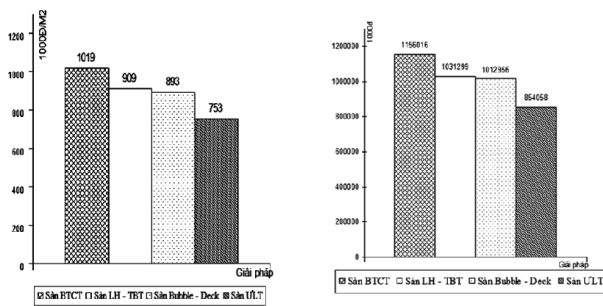
Tính toán, so sánh hiệu quả của 04 phương án kết cấu sàn với cùng số liệu về vật liệu, tải trọng theo các tiêu chí như sau: Tổng diện tích ván khuôn; tổng khối lượng vật liệu; tổng số công trên một đơn vị m² sàn; tổng số công trên toàn hệ sàn; giá thành trên một đơn vị m² sàn và giá thành trên toàn hệ sàn. Kết quả như Bảng 4. Về biểu đồ so sánh hiệu quả của 04 phương án như các Hình 8 đến Hình 11. Phân tích kết quả so sánh 04 phương án như sau:

Về diện tích ván khuôn: Không kể giải pháp sàn liên hợp thép bê tông dùng tấm tôn làm ván khuôn, giải pháp sàn Cdeck tiết kiệm nhiều nhất ván khuôn, hầu như không tốn ván khuôn, cột chống (trừ ván khuôn cho dầm biên).

Về tổng khối lượng vật liệu: Tuy vẫn nhiều hơn giải pháp sàn LH-TBT nhưng sàn Cdeck giảm được đáng kể khối lượng (từ 155,99÷192,04 tấn) so với các giải pháp sàn BTCT toàn khối và sàn ULT. Nhờ đó giảm đáng kể tải trọng tác dụng lên cột và móng, đồng thời có khả năng chịu động đất tốt.



Hình 10. So sánh số công/1m² Hình 11. So sánh tổng số công



Hình 12. So sánh giá thành/1m²

Về số công trên 1m² đơn vị sàn cũng như toàn sàn: Sàn Cdeck có số công thấp nhất trong các phương án dẫn đến giảm thiểu số công nhân làm việc, nâng cao an toàn lao động và rút ngắn tối đa thời gian thi công, từ đó giảm thiểu đáng kể các tác động đến môi trường khi thi công;

Về giá thành trên 1m² đơn vị sàn cũng như toàn sàn: Sàn Cdeck có giá thành chỉ cao hơn sàn ULT nhưng đều thấp hơn hai phương án sàn BTCT toàn khối và sàn ULT.

3. Kết luận

Trong bối cảnh hội nhập hiện nay, việc ứng dụng, chuyển giao công nghệ mới, tiên tiến trong đó có công nghệ sàn Bubbledeck là xu hướng tất yếu. Tuy nhiên cần có nhiều nghiên cứu và ban hành tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu cho phù hợp với điều kiện thực tế Việt Nam. Với những ưu điểm nổi bật như: 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... công nghệ sàn Bubbledeck phù hợp với các công trình như các chung cư cao tầng, trung tâm thương mại, trường học... có yêu cầu cao về kiến trúc, công năng sử dụng và đáp ứng được yêu cầu về thời gian thi công nhanh.

Kết quả phân tích, tính toán hiệu quả giải pháp sàn Cdeck do các kỹ sư Việt Nam đề xuất, cải tiến từ công nghệ sàn Bubbledeck cho thấy đã giảm được đáng kể khối lượng vật liệu, ván khuôn qua đó giảm được tải trọng truyền

xuống nền móng, tiết kiệm chi phí vật liệu, nhân công và giá thành.

Hơn nữa, giải pháp sàn Cdeck tận dụng được vật liệu nhựa tái chế để làm các quả bóng thay thế cho khối lượng bê tông đã làm giảm khối lượng vật liệu, ván khuôn và thời gian thi công, nhờ đó giảm thiểu các tác động đến môi trường...

Dựa trên tổng thể các yếu tố kỹ thuật của công trình và năng lực, nhu cầu của nhà đầu tư, nhà sản xuất và đơn vị xây lắp, cần so sánh, lựa chọn công nghệ sàn Bubbledeck như một giải pháp khả thi cần được tiếp tục nghiên cứu, ứng dụng tại Việt Nam vì mục tiêu xây dựng “công trình xanh” bền vững, thân thiện với môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Huỳnh Minh Sơn, nghiên cứu ứng dụng công nghệ sàn liên hợp thép-bê tông trong công trình nhà cao tầng ở các đô thị tại Việt Nam, báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ, 2008.
- [2] Phạm Văn Hội, Kết cấu liên hợp thép – bê tông, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2010.
- [3] Nguyễn Văn Thành, nghiên cứu lựa chọn giải pháp thiết kế sàn cho công trình nhà cao tầng, luận văn thạc sĩ kỹ thuật - ĐHXD, 2010.
- [4] TCVN 5574:2012, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, Tiêu chuẩn thiết kế.
- [5] TCVN 5575:2012, Kết cấu thép, Tiêu chuẩn thiết kế.
- [6] Eurocode 1: Actions on structures, Part 1-1: General actions-Densities, self-weight, imposed loads for buildings.
- [7] Eurocode 2: Design of concrete structures, Part 1: General rules and rules for buildings.
- [8] Eurocode 4: Design of Composite Steel and Concrete Structures Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- [9] DIN 1045-1: Design bubble deck.
- [10] Design of Prestressed Concrete, Gilbert & Mickleborough, 2006
- [11] Bubbledeck.com.vn/cautaosanBD.html.
- [12] <http://www.tadits.com>.
- [13] Jens Christian Haukohl and Martin Hoft Jorgensen, Scientific report “Punching Shear Strength of Bubble Deck”- Anders Bronden, The Technical University of Denmark, 2000.
- [14] MP. Nielsen, Scientific report AEC Consulting Engineers Ltd - The Technical University of Denmark, 2003.
- [15] TNO-Report for the Weena Tower/ Rotterdam, Enclosure D1-2004.

(BBT nhận bài: 30/07/2015, phản biện xong: 09/09/2015)