



STUDY OF CREATION A SOFTWARE ALLOWING TO SELECT THE FORMWORK AND SCAFFOLDING COMPLEX IN SLABS CONCRETING TECHNOLOGY

Tu Sy Quan

University of Transport and Communications, No3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam.

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 4/11/2019

Revised: 10/12/2019

Accepted: 24/12/2019

Published online: 16/1/2020

<https://doi.org/10.25073/tcsj.70.5.7>

* *Corresponding author*

Email: tusyquan@utc.edu.vn; Tel: 0973767555

Abstract. Concreting the slabs by the scaffolding and formwork complex is a modern construction technology which is increasingly popular in Vietnam and around the world. The installation of equipment has to respect strictly the specifications of the manufacturer. However, choosing the suitable solution is sometimes difficult, depending on many specific factors such as: geometric characteristics of slabs, construction habits, the quantity of available beams and shorings in deposit, financial capacity of investors, quality and progress requirements. In term of technic and finance, it is necessary to develop an application software which can automatically analysis and select the most efficient construction solutions. The software introduced in this paper is developed on the dynamic web platform, a combination of many languages such as PHP, CSS, SQL, Javascript, permitting to eliminate many subjective errors: table lookup, data entry and manual calculations. This is not only a useful support tool to improve labor productivity for contractors directly executing, but also helps equipment manufacturers and providers to ameliorate the process and method of equipment installation.

Keywords: shoring, formwork, scaffolding, dynamic web, software.

© 2019 University of Transport and Communications



NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO PHẦN MỀM LỰA CHỌN TỔ HỢP ĐÀ GIÁO VÁN KHUÔN TRONG THI CÔNG SÀN BÊ TÔNG CỘT THÉP TOÀN KHỐI

Từ Sỹ Quân

Trường Đại học Giao thông vận tải, số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 25/10/2019

Ngày nhận bài sửa: 1/12/2019

Ngày chấp nhận đăng: 30/12/2019

Ngày xuất bản Online: 16/1/2020

<https://doi.org/10.25073/tcsj.70.5.7>

* Tác giả liên hệ

Email: tusyquan@utc.edu.vn; Tel: 0973767555

Tóm tắt. Thi công sàn bê tông toàn khối bằng tổ hợp đà giáo ván khuôn là công nghệ xây dựng hiện đại, được áp dụng ngày càng phổ biến ở Việt Nam và trên thế giới. Công tác lắp đặt thiết bị phải tuân thủ những chỉ dẫn kỹ thuật của nhà sản xuất đề ra. Song, lựa chọn được giải pháp thi công hợp lý đôi khi gặp nhiều khó khăn, do phụ thuộc vào các yếu tố đặc thù như: đặc điểm hình học của ô sàn, thói quen thi công, số lượng dầm và cột chống sẵn có dưới bãi tập kết, năng lực tài chính của nhà đầu tư, yêu cầu về chất lượng và tiến độ... Xét trên phương diện kỹ thuật và tài chính, việc phát triển một phần mềm ứng dụng cho phép phân tích tự động và lựa chọn các giải pháp thi công là hết sức cần thiết. Phần mềm giới thiệu trong bài báo này được phát triển trên nền tảng web động, là sự kết hợp của nhiều ngôn ngữ như PHP, CSS, SQL, Javascript, đã loại bỏ được những sai sót chủ quan trong khâu tra bảng, nhập dữ liệu và tính toán thủ công. Đây không chỉ là công cụ hỗ trợ hữu ích nhằm nâng cao năng suất lao động với nhà thầu trực tiếp thi công mà còn giúp cho các hãng sản xuất và cung ứng thiết bị cải tiến quy trình và cách thức lắp đặt thiết bị.

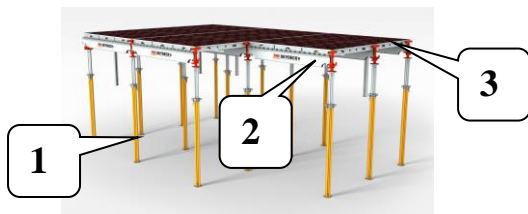
Từ khóa: cột chống, ván khuôn, hệ đà giáo, web động, phần mềm.

© 2019 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

So với cấp pha truyền thống, cấp pha công nghiệp có nhiều ưu điểm nổi trội như: có tính mô đun, dễ tháo lắp, vận chuyển, được chuẩn hóa về tính năng chịu lực cũng như các thao tác thi công, nâng cao an toàn lao động... Đặc biệt với cấp pha công nghiệp ta có thể tái

sử dụng nhiều lần và đẩy nhanh tiến độ thi công bằng cách quay vòng thiết bị trên công trường. Tùy vào các hãng cung cấp thiết bị, tổ hợp đà giáo, ván khuôn thường bao gồm các bộ phận như dầm chính, dầm phụ, tấm panel, cột chống, ván khuôn, hệ thống hành lang an toàn...như trên **Hình 1**. Dựa vào công năng của từng bộ phận, vật liệu chế tạo nên bộ thiết bị tương đối đa dạng: thép không gỉ, gỗ công nghiệp, nhựa cứng... Xét trên khía cạnh chịu lực, dầm chính và dầm phụ hoạt động như những dầm giản đơn chịu tải trọng phân bố đều: dầm phụ truyền tải lên dầm chính, dầm chính truyền tải lên cột chống. Trên thực tế, trong một ô sàn, loại cột chống được sử dụng khi thi công là đồng nhất. Như vậy tồn tại 3 loại cột chống khác nhau: cột góc, cột biên và cột trung tâm, trong đó cột trung tâm chịu tải trọng lớn nhất, diện tích chất tải phụ thuộc vào tổng chiều dài nhịp 2 dầm chính và tổng chiều dài nhịp 2 dầm phụ gác lên nó.



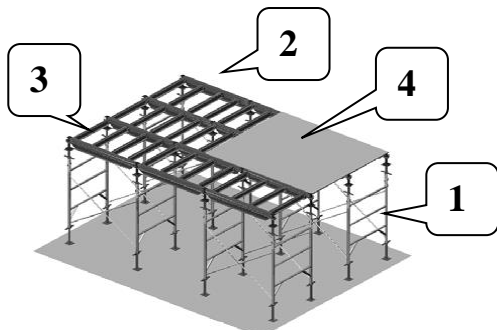
SkyDeck (PERI - Đức) [1]

1) Cột chống; 2) Dầm chính; 3) Tấm panel



TopDalle (ALPHI - Pháp) [2]

1) Cột chống; 2) Dầm chính; 3) Dầm phụ



SuperDeck (HARSCO - USA) [3]

1) Cột chống; 2) Dầm chính; 3) Dầm phụ;
4) Ván khuôn



HONEY™ S (FUVI - Việt Nam) [4]

1) Cột chống; 2) Dầm chính; 3) Tấm panel

Hình 1. Mô hình không gian các dòng thiết bị thi công sàn bằng tổ hợp đà giáo ván khuôn.

Bên cạnh những ưu điểm trên, cốp pha công nghiệp cũng có những hạn chế nhất định: trọng lượng lớn, giá thành sản xuất cao, đặc biệt kém linh hoạt về mặt hình học do có tính định hình lớn. Để khắc phục tình trạng trên, các hãng sản xuất thường cung cấp các bảng tra trong catalogue, cho phép người sử dụng xác định những tổ hợp dầm và cột chống cho một ô sàn nhất định. Với một khoảng cách cột chận bất kỳ ta có nhiều phương án lựa chọn lắp đặt thiết bị. Trong trường hợp mặt bằng tầng điển hình lớn, khối lượng thiết bị nhiều, việc phân loại các giải pháp, lựa chọn phương án thi công phù hợp đôi khi cảm tính, dẫn đến việc gia tăng chi phí không cần thiết.

Như vậy, để thiết lập được bản vẽ và phương án thi công, trên cơ sở kích thước và bề dày của mỗi ô sàn, người kỹ sư phải tra bảng để lựa chọn được tổ hợp dầm thỏa mãn điều kiện hình học, tiếp theo là kiểm tra độ bền và độ cứng của dầm, khả năng chịu tải của cột chống...dựa trên những thông số kỹ thuật có sẵn trong catalogue. Công việc này thường được tính bằng tay hoặc thông qua bảng tính Excel. Những thao tác trên có thể được đơn giản hóa thông qua một phần mềm đã được lập trình sẵn, cho phép nhà thầu đưa ra những quyết định

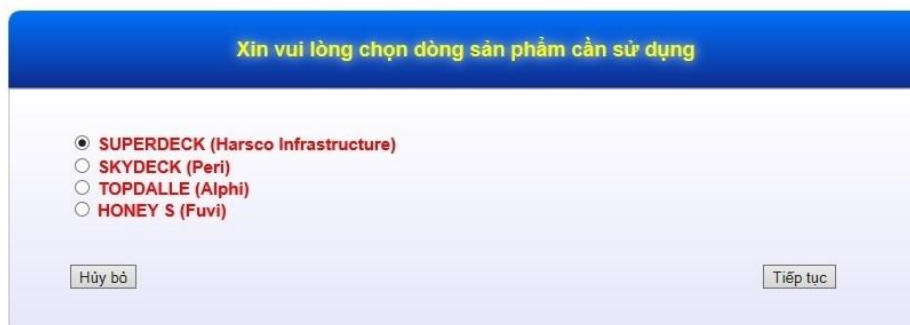
chính xác và khoa học, tùy theo tình hình thực tế thiết bị sẵn có dưới công trường.

2. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ PHẦN MỀM VÀ CÁC NGÔN NGỮ ĐƯỢC SỬ DỤNG

Các ngôn ngữ được sử dụng trong phần mềm bao gồm: PHP, CSS, Javascript, SQL [5,8].

2.1. Thiết kế giao diện phần mềm

Giao diện phần mềm được lập trình và chứa trong file style.css, có tác dụng định dạng font chữ, căn lề, điều chỉnh kích thước ảnh và biểu bảng, tạo bóng, tạo nền....



Hình 2. Font, màu và cỡ chữ được quy định bởi ngôn ngữ CSS

2.2. Cấu trúc cơ sở dữ liệu

Table	Action	Lignes ¹	Type	Interclassement	Taille	Perte
<input type="checkbox"/> fournisseur		4	MyISAM	latin1_general_ci	2,1 Kio	-
<input type="checkbox"/> internautes		2	MyISAM	latin1_general_ci	2,2 Kio	-
<input type="checkbox"/> materiels		5	MyISAM	latin1_general_ci	4,1 Kio	512 o
<input type="checkbox"/> sessionweb		0	MyISAM	latin1_general_ci	1,0 Kio	-
4 table(s)	Somme	11	MyISAM	latin1_general_ci	9,4 Kio	512 o

Hình 3. Bốn bảng được tạo ra trong CSDL trên nền tảng MySQLi

MySQLi là hệ quản trị cơ sở dữ liệu, phiên bản nâng cấp của MySQL, một ứng dụng của ngôn ngữ truy vấn có cấu trúc SQL trong phát triển web [7], được sử dụng để xây dựng CSDL cho phần mềm, chứa các thông tin liên quan đến người sử dụng, thông tin chi tiết về thiết bị, tên các hãng chế tạo sản phẩm, thông kê truy cập và sử dụng. Cấu trúc cơ sở dữ liệu bao gồm 4 bảng dữ liệu như Hình 3. Chức năng của các bảng dữ liệu được thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1. Số biến và chức năng của các bảng dữ liệu

Tên bảng	Số biến	Chức năng
fournisseur	2	Lưu trữ thông tin về các hãng sản xuất thiết bị
internautes	8	Chứa các thông tin về tài khoản người dùng
materiels	21	Lưu trữ thông tin về các dòng thiết bị
sessionweb	3	Chứa các thông tin về người và thời gian truy cập

2.3. Kiểm soát quá trình nhập dữ liệu đầu vào

Trong phần mềm, các đoạn mã javascript được gắn vào các thẻ, cho phép lọc dữ liệu đầu vào (chỉ cho phép nhập ký tự bằng số).



Hình 4. Hộp thoại cảnh báo khi ký tự nhập vào không phải là số

2.4. Các mô đun tính toán và hiển thị kết quả đầu ra

PHP là ngôn ngữ chủ đạo được sử dụng trong phần mềm, có thể liệt kê các chức năng chính như sau: Kết nối với cơ sở dữ liệu thông qua các đoạn code MySQLi, kiểm tra mode truy cập, tạo các thẻ nhập dữ liệu đầu vào, tính toán và xử lý dữ liệu, đưa các thông báo ra màn hình. Kết quả tính toán và tối ưu hóa được hiển thị chỉ sau một cái nhấp chuột.

3. CÁC MÔ ĐUN TÍNH TOÁN VÀ TỐI ƯU HÓA

Trong khuôn khổ bài báo, các thông số kỹ thuật của bộ Superdeck (HARSCO) sẽ được sử dụng làm cơ sở tham chiếu, dùng để nhập các dữ liệu đầu vào phần mềm [9].

3.1. Thuật toán kiểm tra độ phẳng của sàn

Cách thức kiểm tra độ phẳng của sàn được quy định trong catalogue Superdeck Plus [9]. Sau quá trình đổ bê tông, các thiết bị sẽ phải chịu hai loại tải trọng: Trọng lượng bản thân 50 (daN/m²) và trọng lượng khối bê tông sàn.

$$\text{Tải trọng phân bố đều dọc theo chiều dài dầm: } P = (\gamma_{\text{beton}} * t_{\text{sàn}} + 50) * b \quad (1)$$

Với P - Tải trọng phân bố đều (daN/m); b - Bề rộng chất tải (m); γ_{beton} - Trọng lượng riêng của bê tông (daN/m³); $t_{\text{sàn}}$ - Bề dày của sàn (m).

$$\text{Độ võng giữa nhịp phải thỏa mãn điều kiện: } f_p = \frac{5PL^4}{384EI} \leq \frac{L}{500} \quad (2)$$

Trong đó f_p - Độ võng giữa nhịp (m); L - Chiều dài nhịp dầm (m); E - Mô đun đàn hồi dầm (N/mm²); I - Mô men quán tính dầm (cm⁴); P - Tải trọng phân bố đều (daN/m);

3.2. Thuật toán kiểm tra giới hạn đàn hồi của dầm

Cách thức kiểm tra giới hạn đàn hồi của dầm được hướng dẫn trong catalogue Superdeck Plus [9]. Kiểm tra giới hạn đàn hồi bao gồm: kiểm tra mô men uốn cho phép, lực cắt cho phép và độ võng cho phép. Trong quá trình đổ bê tông, các thiết bị sẽ phải chịu các loại tải trọng sau: Trọng lượng bản thân 50daN/m², trọng lượng người và thiết bị thi công: 200daN/m², trọng lượng khối bê tông sàn.

$$\text{Tải trọng phân bố đều dọc theo chiều dài dầm: } P = (\gamma_{\text{beton}} * t_{\text{sàn}} + 250) * b \quad (3)$$

Với P - Tải trọng phân bố đều (daN/m); b - Bề rộng chất tải (m); γ_{beton} - Trọng lượng riêng của bê tông (daN/m³); $t_{\text{sàn}}$ - Bề dày của sàn (m).

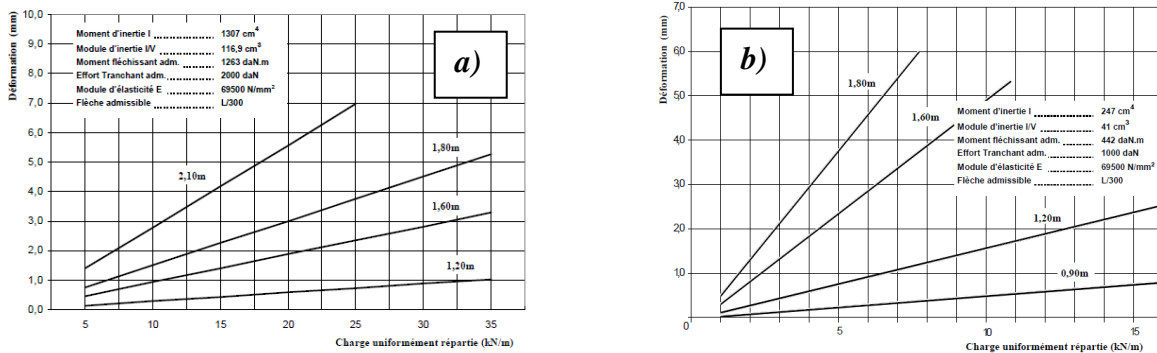
$$\text{Mô men uốn đạt cực đại giữa nhịp có giá trị: } M_{\text{max}} = PL^2 / 8 \quad (4)$$

$$\text{Lực cắt cực đại tại hai gối: } T_{\text{max}} = PL / 2 \quad (5)$$

Bảng 2. Giới hạn đàn hồi cho phép của dầm chính và dầm phụ

	Dầm chính	Dầm phụ
Mô đun đàn hồi	69500 N/mm ²	69500 N/mm ²
Mô men quán tính	1307 cm ⁴	247 cm ⁴
Mô men uốn cho phép	1263 daN.m	442 daN.m
Lực cắt cho phép	2000 daN	1000 daN
Độ võng cho phép	L/300	L/300

Độ võng cực đại có thể được tính trực tiếp hoặc sử dụng bảng tra, thể hiện trên **Hình 5**.



Hình 5. Bảng tra độ võng đàn hồi giữa nhịp a) Dầm chính ; b) Dầm phụ

Từ bảng tra, sau khi sử dụng phần mềm chấm điểm đồ thị Digitizer, ta thiết lập được mối quan hệ giữa tải trọng và độ võng đàn hồi, được thể hiện trong **Bảng 3**:

Bảng 3. Mối quan hệ giữa tải trọng tác dụng và độ võng đàn hồi

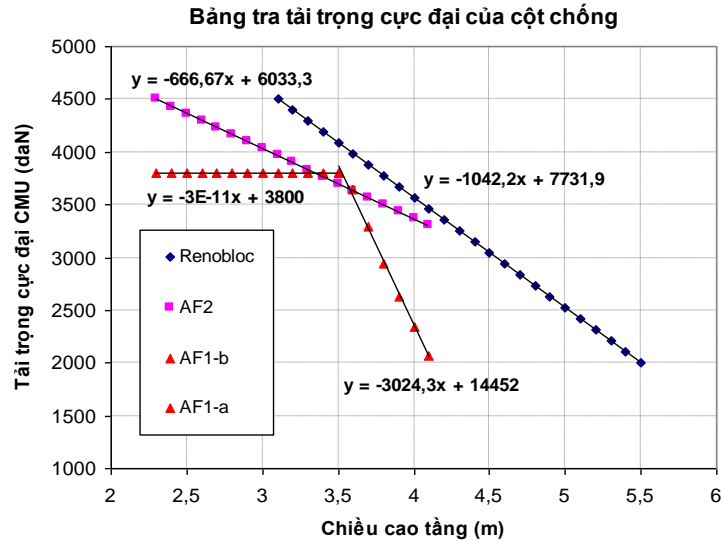
Dầm chính			
210cm:	$f_{\text{max}} = 0,2594 \times P/100 + 0,6985$	160cm:	$f_{\text{max}} = 0,0879 \times P/100 + 0,2228$
180cm:	$f_{\text{max}} = 0,1401 \times P/100 + 0,3775$	120cm:	$f_{\text{max}} = 0,0279 \times P/100 + 0,0634$
Dầm phụ			
180cm:	$f_{\text{max}} = 0,8212 \times P/100 - 0,3407$	120cm:	$f_{\text{max}} = 0,0879 \times P/100 + 0,2228$
160cm:	$f_{\text{max}} = 0,5121 \times P/100 - 0,2095$	90cm:	$f_{\text{max}} = 0,0513 \times P/100 - 0,0238$

3.3. Lựa chọn tự động loại cột chống thích hợp

Cách thức lựa chọn loại cột chống được chỉ dẫn trong catalogue Superdeck Plus [9]. Cột chống phải chịu những loại tải trọng sau: Trọng lượng bản thân $50(\text{daN}/\text{m}^2)$, trọng lượng người và thiết bị thi công $200(\text{daN}/\text{m}^2)$, trọng lượng khối bê tông sàn. Tải trọng trên một đơn vị mét vuông: $P^* = \gamma_{\text{beton}} * t_{\text{sàn}} + 250(\text{daN}/\text{m}^2)$ (6)

$$\text{Tải trọng tác dụng lên đầu cột chống: } F_{\text{max}} = P^* \times (l_{c1} + l_{c2}) \times (l_{c1} + l_{c2}) / 4 (\text{daN}) \quad (7)$$

Từ các bảng tra với cột chống AF1, AF2, Renobloc, ta có được đồ thị như sau:



Hình 6. Đồ thị biểu diễn bảng tra khả năng kháng tải cực đại CMU đối với cột chống AF1, AF2 và Renobloc.

Khả năng kháng tải cực đại CMU (daN) ứng với mỗi loại cột chống:

$$\text{AF1: } \begin{cases} H \leq 3,5\text{m} : \text{CMU} = 3800 \\ H > 3,5\text{m} : \text{CMU} = -3024,3 * H + 14452 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{AF2: } \text{CMU} = -666,67 * H + 6033,3 \\ \text{Renobloc: } \text{CMU} = -1042,2 * H + 7731,9 \end{matrix}$$

Như vậy, biết được chiều cao tầng, ta cần phải so sánh F_{max} với giá trị kháng tải cực đại của cột chống CMU tương ứng. Loại cột chống nào thỏa mãn sẽ được lựa chọn.

3.4. Xây dựng thuật toán phân loại các giải pháp lựa chọn dầm chính và dầm phụ

Thuật toán này được thiết lập nhằm thay thế khâu tra bảng thủ công. Dầm phụ và dầm chính, thuật toán tương tự nhau, chỉ khác nhau về các thông số kỹ thuật như chiều dài, trọng lượng, mô men quán tính, mô men kháng uốn...

Bước 1: Xác định số lượng dầm tối thiểu và số lượng dầm tối đa

Nếu lấy khoảng cách giữa hai cột chặn modulo cho chiều dài nhịp cực đại và cực tiểu, ta sẽ ước lượng được số lượng dầm tối thiểu và số lượng dầm tối đa. Chẳng hạn trong trường hợp dầm chính: $N_{\text{max}} = L \% 120$; $N_{\text{min}} = L \% 210$;

Với L - Khoảng cách giữa hai cột chặn; N_{min} - Số lượng dầm tối thiểu; N_{max} - Số lượng dầm tối đa;

Bước 2: Điều kiện tối ưu hóa

Đường kính cột chống bằng 15cm và khe hở cho phép là 15cm:

$$L - 30 \leq \sum_{i=1}^N l_i \leq L - 15 \quad (8)$$

Với L : Khoảng cách giữa hai cột chặn; N : Số lượng dầm lắp đặt; l_i : chiều dài của dầm thứ i (cm) $i = \overline{1, N}$

Bước 3: Thiết lập các đại lượng cần tối ưu hóa

Dầm chính có 4 loại kích thước dao động từ 120cm đến 210cm.

$$\text{Đặt } N_1 = L \% 210; N_2 = L \% 180; N_3 = L \% 160; N_4 = L \% 120; \quad (9)$$

Gọi n_1 - Số lượng dầm 210cm cần sử dụng ($0 \leq n_1 \leq N_1$); n_2 - Số lượng dầm 180cm cần sử dụng ($0 \leq n_2 \leq N_2$); n_3 - Số lượng dầm 160cm cần sử dụng ($0 \leq n_3 \leq N_3$); n_4 - Số lượng dầm 120cm cần sử dụng ($0 \leq n_4 \leq N_4$).

Khoảng cách từ tâm cột chống đầu tiên đến tâm cột chống cuối cùng được xác định theo công thức: $L_0 = 210 * n_1 + 180 * n_2 + 160 * n_3 + 120 * n_4$ (10)

$$\text{Số lượng dầm lắp đặt được xác định bằng công thức: } N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 \quad (11)$$

$$\text{Khối lượng tổ hợp dầm chính: } M = 13,1 * n_1 + 11,2 * n_2 + 9,5 * n_3 + 7,6 * n_4 \quad (12)$$

Trong đó các giá trị 13,1; 11,2; 9,5; 7,6 tương ứng là khối lượng đơn vị của các dầm có chiều dài 210cm, 180cm, 160cm và 120cm.

Bước 4: Phân loại các giải pháp

Như vậy, hàm mục tiêu của bài toán có thể được biểu diễn theo cách sau: Khe hở bé nhất - $\max\{L_0\}$; Số lượng dầm ít nhất - $\min\{N\}$; Khối lượng tổ hợp dầm nhỏ nhất - $\min\{M\}$. Để thực hiện được điều này ta chạy 4 vòng lặp for với các chỉ số $n_1 = \overline{1, N_1}$, $n_2 = \overline{1, N_2}$, $n_3 = \overline{1, N_3}$, $n_4 = \overline{1, N_4}$ và sử dụng lệnh gán min, max.

Kết luận chung

Có tổng cộng 8 phương án:

Số lượng dầm tối thiểu: 5, tương ứng với các trường hợp sau:

Phương Án 1

Khối lượng thiết bị cực tiểu: **58.7(kg)**, tương ứng với các trường hợp sau:

Phương Án 2

Phương Án 4

Khe hở bé nhất: **5(cm)**, tương ứng với các trường hợp sau:

Phương Án 2

Phương Án 3

Phương Án 6

Phương Án 7

Số lượng dầm tối thiểu & Khối lượng thiết bị cực tiểu:

Không phương án nào thỏa mãn đồng thời cả 2 điều kiện trên.

Số lượng dầm tối thiểu & Khe hở bé nhất:

Không phương án nào thỏa mãn đồng thời cả 2 điều kiện trên.

Khối lượng thiết bị cực tiểu & Khe hở bé nhất:

Phương án 2

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN:

Phương Án 1

Chiều dài nhịp (cm)	Số lượng	Khoảng cách (cm)	Khối lượng (kg)
210	3	630	39.3
180	1	180	11.2
160	1	160	9.5
120	0	0	0
Total	5	970	60

Khe hở thực tế : 15 (cm)

Phương Án 2

Chiều dài nhịp (cm)	Số lượng	Khoảng cách (cm)	Khối lượng (kg)
210	0	0	0
180	1	180	11.2
160	5	800	47.5
120	0	0	0
Total	6	980	58.7

Khe hở thực tế : 5 (cm)

Hình 7. Liệt kê và đánh giá các giải pháp sau quá trình tối ưu hóa

4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ CHẠY THỬ MỘT VÀI BÀI TOÁN CỤ THỂ

Việc chạy lại ví dụ có sẵn trong catalogue và so sánh kết quả là cách kiểm chứng hữu hiệu, cho phép ta đánh giá tính chính xác của phần mềm. Giả sử ta phải thi công một ô sàn với các thông số như sau :

Bảng 4. Các thông số dữ liệu đầu vào của ví dụ so sánh phần mềm với catalogue

Bề dày sàn thi công	18 cm	Chiều cao tầng	250 cm
Trọng lượng riêng bê tông	2500daN/m ³	Trọng lượng bản thân	50daN/m ²
Tải trọng của người và thiết bị	200daN/m ²	Khoảng cách giữa các dầm phụ	50 cm
Diện tích chịu tải cực đại cột chống	Dầm chính (2,1m 1,6m), Dầm phụ (1,8m 1,2m).		

The screenshot shows the 'LỰA CHỌN CHŨNG LOẠI CỘT CHỐNG' (Column Selection) window. On the left, there are input fields for: Dầm chính 1 (210 cm), Dầm chính 2 (160 cm), Dầm phụ 1 (180 cm), Dầm phụ 2 (120 cm), Chiều cao tầng (250 cm), Bề dày sàn công tác (18 cm), Trọng lượng riêng của bê tông (2500 daN/m³), Trọng lượng Người và Thiết bị (200 daN/m²), and Trọng lượng bản thân (50 daN/m²). On the right, the 'KẾT QUẢ TÍNH TOÁN' (Calculation Results) section lists: Tải trọng tác dụng lên đầu cột chống: 1946 (daN), Sức chịu tải của cột chống AF1: 3800 (daN), Sức chịu tải của cột chống AF2: 4366.625 (daN), and Sức chịu tải của cột chống Renobloc: 0 (daN). A green summary line states: 'KẾT LUẬN CHUNG ỨNG VỚI CHIỀU CAO TẦNG 250(CM): Vây cột chống AF1 thỏa mãn điều kiện chịu tải'.

Hình 8. Nhập số liệu và hiển thị kết quả lựa chọn cột chống tự động trên phần mềm.

Vérification des étais :

La surface d'influence considérée par un étau calculée précédemment était de : 2,78m²

D'où :

$$F = 2,78 \times 700 = 1946 \text{ daN}$$

D'après l'abaque des étais, F est inférieur à la charge admissible de 2800 daN, pour une sortie d'étau de 2,50 m.

On obtient l'étau : SGB AF1.

Rappel :
La réaction d'appui maximale admissible de la tête d'étau est de :
 $F_{adm} = 4000 \text{ daN}$

Hình 9. Kết quả lựa chọn cột chống theo catalogue.

SUPERDECK - HARSCO INFRASTRUCTURE
 PHẦN MỀM LỰA CHỌN CÁC PHƯƠNG ÁN THI CÔNG

Tối ưu hóa tổ hợp dầm | Lựa chọn Cột chống | Độ phẳng sàn | Giới hạn Đàn hồi | Tìm kiếm Thiết bị | Đăng nhập

XIN VUI LÒNG CHỌN NHỊP DẦM CẦN KIỂM TRA GIỚI HẠN ĐÀN HỒI:

Dầm chính:	<input checked="" type="radio"/> 210 (cm) <input type="radio"/> 180 (cm) <input type="radio"/> 160 (cm) <input type="radio"/> 120 (cm)	Dầm phụ:	<input type="radio"/> 180 (cm) <input type="radio"/> 160 (cm) <input type="radio"/> 120 (cm) <input type="radio"/> 90 (cm)
Bề dày sàn công tác (cm):	<input type="text" value="18"/>		
Bề rộng chất tải (cm):	<input type="text" value="150"/>		
Trọng lượng riêng của bê tông (daN/m ³):	<input type="text" value="2500"/>		
Trọng lượng Người và Thiết bị (daN/m ²):	<input type="text" value="200"/>		
Trọng lượng bản thân (daN/m ²):	<input type="text" value="50"/>		
<input type="button" value="Hủy bỏ"/>	<input type="button" value="Lựa chọn"/>		

Hình 10. Hộp thoại nhập dữ liệu đầu vào kiểm tra giới hạn đàn hồi dầm chính hoặc dầm phụ

Vérification des poutres primaires :

• Charge linéique :

$$P1 = 700 \times 1,50 = 1050 \text{ daN/ml}$$

• Moment fléchissant :

$$Mf = \frac{P \cdot L^2}{8} = \frac{1050 \times (2,10)^2}{8} = 578,8 \text{ daN.m}$$

$$Mf < Mf_{adm} = 1263 \text{ daN.m}$$

• Effort tranchant :

$$T = \frac{1050 \times 2,10}{2} = 1102,5 \text{ daN}$$

$$T < T_{adm} = 2000 \text{ daN}$$

• Calcul des flèches :

$$f = \frac{5 P L^4}{384 E I} = 2,9 \text{ mm}$$

$$f < f_{adm} = L/300 = 7 \text{ mm}$$

KIỂM TRA GIỚI HẠN ĐÀN HỒI DẦM CHÍNH:

Chiều dài nhịp: 210 (cm)

Mô đun đàn hồi: 6950000 (N/cm²)

Mô men quán tính: 1307 (cm⁴)

Bề dày sàn thi công: 18 (cm)

Bề rộng chất tải: 150 (cm)

Trọng lượng riêng của bê tông: 2500 (daN/m³)

Trọng lượng Người và Thiết bị: 200 (daN/m²)

Trọng lượng bản thân: 50 (daN/m²)

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN:

Tải trọng tuyến tính: 1050 (daN/ml)

Mô men uốn: 578.81 (daN.m)

Mô men uốn cho phép: 1263 (daN.m)

Lực cắt: 1102.5 (daN)

Lực cắt cho phép: 2000 (daN)

Độ võng giữa nhịp: 3 (mm)

Độ võng cho phép: 7 (mm)

KẾT LUẬN CHUNG:

Độ võng thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật !

Mô men uốn thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật !

Lực cắt thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật !

Hình 11. Kết quả đưa ra bởi catalogue và phần mềm đối với dầm chính là đồng nhất

Vérification des poutres secondaires :

- Charge linéique :

$$P1 = 700 \times 0,50 = 350 \text{ daN/ml}$$

- Moment fléchissant :

$$Mf = \frac{P \cdot L^2}{8} = \frac{350 \times (1,80)^2}{8} = 141,8 \text{ daN.m}$$

$$Mf < Mf_{adm} = 442 \text{ daN.m}$$

- Effort tranchant :

$$T = \frac{350 \times 1,80}{2} = 315 \text{ daN}$$

$$T < T_{adm} = 1000 \text{ daN}$$

- Calcul des flèches :

$$f = \frac{5 P L^4}{384 E I} = 2,9 \text{ mm}$$

$$f < f_{adm} = L/300 = 6 \text{ mm}$$

KIỂM TRA GIỚI HẠN ĐÀN HỒI DẦM PHỤ:

Chiều dài nhịp: 180 (cm)

Mô đun đàn hồi: 6950000 (N/cm²)

Mô men quán tính: 247 (cm⁴)

Bề dày sàn thi công: 18 (cm)

Bề rộng chất tãi: 50 (cm)

Trọng lượng riêng của bê tông: 2500 (daN/m³)

Trọng lượng Người và Thiết bị: 200 (daN/m²)

Trọng lượng bản thân: 50 (daN/m²)

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN:

Tải trọng tuyến tính: 350 (daN/ml)

Mô men uốn: 141.75 (daN.m)

Mô men uốn cho phép: 442 (daN.m)

Lực cắt: 315 (daN)

Lực cắt cho phép: 1000 (daN)

Độ võng giữa nhịp: 3 (mm)

Độ võng cho phép: 6 (mm)

KẾT LUẬN CHUNG:

Độ võng thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật !

Mô men uốn thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật !

Lực cắt thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật !

Hình 12. Kết quả đưa ra bởi catalogue và phần mềm đối với dầm phụ là đồng nhất

5. KẾT LUẬN

Sau khi chạy lại những ví dụ mẫu trong catalogue [9] và tiến hành so sánh, ta thấy kết quả thu được là như nhau. Không những thế, phần mềm còn đưa ra những gợi ý về số lượng bố trí dầm trong không gian bất kỳ theo các tiêu chí như: số lượng dầm tối thiểu, khối lượng thiết bị cực tiểu, khe hở bé nhất. Điều này thể hiện tính hữu ích của phần mềm, giúp người kỹ sư đánh giá chính xác hơn về ưu nhược điểm của từng phương án, từ đó đưa ra lựa chọn phù hợp với điều kiện thi công thực tế, đặc biệt bỏ qua được các khâu tính toán và tra bảng. Mặt khác, tác giả cùng nhóm nghiên cứu cũng đã phát triển được thuật toán cho phép kết hợp đồng thời các tiêu chí lựa chọn dầm và cột chống, từ đó tìm ra thứ tự bố trí hợp lý nhất của dầm, đảm bảo cho diện tích chịu lực của cột chống là bé nhất [10]. Tuy nhiên, thuật toán này chỉ có thể chạy được thông qua phần mềm bản quyền CPLEX do hãng IBM chế tạo [11]. Việc tìm giải pháp thay thế độc lập sẽ là hướng nghiên cứu tiếp theo của bài báo.

LỜI CẢM ƠN

Trân trọng cảm ơn trường Đại học Giao thông Vận tải đã tài trợ cho nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài mã số T2016-VKTXD-18. Xin được cảm ơn PGS.TS. Nguyễn Hải Thanh, TS. Nguyễn Quang Thuận (Khoa Quốc tế, Đại học Quốc Gia Hà nội) về sự cộng tác quý báu trong quá trình hoàn thiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. SKYDECK, Panel Slab Formwork, Assembly Instructions for Standard Configuration, PERI Engineering (89259 Weissenhorn Germany), edition 2009.
- [2]. TOPDALLE, Le coffrage de dalles performant en sécurité, ALPHI France (242, rue Maurice Herzog Savoie Hexapole - Actipole 573420 VIVIERS-DU-LAC).
- [3]. SUPERDECK, Manuel d'instruction de montage et d'utilisation, HARSCO Infrastructure France (256, allée de Fétan - BP 130 - 01600 TREVOUX), édition 2006.
- [4]. HONEYTMS100, The inovative slab/Beam Formwork System, FUVI International (37, Trung Tam Street, Binh Tan District, Ho Chi Minh City, Vietnam.).
- [5]. D. Letarte, F. Gauthier, E. Merlo, Security Model Evolution of PHP Web Applications, Fourth IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation, 2011, 290-298. <https://doi.org/10.1109/ICST.2011.36>.
- [6]. H. W. Lie, B. Bos, Cascading Style Sheets: Designing for the Web, 3rd ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Professional, 2005.
- [7]. Yash Tiwari, Mallika Tiwari, A study of SQL of injection techniques and their prevention methods, International Journal of Computer Applications, 114 (2015) 0975-8887. DOI: [10.5120/20072-2007](https://doi.org/10.5120/20072-2007)
- [8]. S. Guarnieri and B.Livshits.GateKeeper, Mostly static enforcement of security and reliability policies for JavaScript code In USENIX Security Symposium, 2009.
- [9]. SUPERDECKPlus, Caractéristique des poutres primaires, HARSCO Infrastructure France (256, allée de Fétan - BP 130 - 01600 TREVOUX- France), edition 2010.
- [10]. N.Q.Thuan, T.S.Quan, N.H.Thanh, Optimizing the support area of shorings in the construction technology, Journal of Mathematical Applications, 14 (2016) 51-62. https://repository.vnu.edu.vn/handle/VNU_123/62105
- [11]. H. D. Mittelmann, Recent Benchmarks of Optimization Software, 22nd European Conference on Operational Research (EURO XXII Prague, Czech Republic 2007).