

Phương pháp Top-down hệ dầm tầng hầm thay thế hệ Shoring chống vách tầng hầm

Top-down Construction Method using basement beam systems instead of Shoring systems to support diaphragm walls

> **THS PHAN QUANG VINH¹; TS TRẦN THANH BÌNH¹; VĂN ĐÌNH HỮU PHÚC²**

¹GV Khoa Xây dựng DD&CN, Đại học Bách khoa-Đại học Đà Nẵng

²SV Khoa Xây dựng DD&CN, Đại học Bách Khoa-Đại học Đà Nẵng

TÓM TẮT

Hiện nay, một trong những phương pháp phổ biến trong việc thi công phần ngầm các công trình dân dụng là phương pháp Bottom-up sử dụng hệ Shoring-Kingpost [1]–[3]. Phương pháp này có ưu điểm là dễ dàng thi công, lắp dựng hệ thép hình; tạo được sự thông thoáng và chiếu sáng trong quá trình thi công. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là thời gian thi công kéo dài và chi phí cao. Bài báo này đề xuất một phương án thi công phù hợp, trong đó sử dụng hệ dầm bê tông cốt thép (BTCT) của chính kết cấu phần ngầm kết hợp với hệ cột chống thép hình Kingpost tạo thành khung chịu lực trong quá trình thi công. Kết cấu này cũng đồng thời được giữ lại làm kết cấu chịu lực trong quá trình sử dụng công trình. Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp này hoàn toàn khả thi đối với các công trình có phần ngầm và đem lại các lợi ích như: tiết kiệm chi phí, thời gian thi công và giải quyết vấn đề chiếu sáng và thông thoáng.

Từ khoá: Top-down; bottom-up; thi công; phần ngầm; Shoring-Kingpost; hệ dầm.

ABSTRACT

Nowadays, one of the most popular solutions for underground constructions is the Bottom-up method using the Shoring-Kingpost system [1]–[3]. This kind of excavation methodology is easy to manipulate and install the steel components; generate good ventilation and illumination during construction stage. However, its disadvantages are the long construction time and a high construction cost. This paper proposes an appropriate underground excavation methodology in which the reinforced concrete (RC) beams of the underground structures are combined with the vertical Kingpost steels to generate a support structure during the construction phase. This support structure is also retained during the service-life of the structure. Results from calculations and comparisons reveal that this method is feasible and brings great benefits such as: saving construction costs and construction time, as well as providing good ventilation and illumination for construction.

Keywords: Top-down; bottom-up; excavation; underground; Shoring-Kingpost; beam systems.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, trong các công trình cao tầng, việc bố trí các tầng hầm gần như là yêu cầu bắt buộc để giải quyết các vấn đề bãi đỗ xe cũng như bố trí các hệ thống kỹ thuật của toà nhà. Với sự phát triển của công nghệ hiện đại, việc thi công phần ngầm đã có thể thực hiện với nhiều phương pháp khác nhau, trong đó hai phương pháp phổ biến nhất là:

- Phương pháp Top-down chống đỡ tường vây bằng hệ dầm sàn, phương pháp này đã được nghiên cứu và triển khai thực tế rộng rãi trên thế giới [4]–[6] cũng như ở Việt Nam [3], [7], [8]. Phương pháp này có những ưu điểm như: công trình được thi công nhanh, tiết kiệm thời gian và chi phí; tường chắn được chống đỡ bởi hệ dầm sàn nên đảm bảo an toàn. Tuy nhiên phương pháp này có nhược điểm đó là khó tạo được sự thông thoáng, chiếu sáng cho thi công cũng như việc tính toán thiết kế khá phức tạp.

- Phương pháp Bottom-up sử dụng hệ Shoring-Kingpost [1]–[3], [9]: phương pháp này dễ dàng giải quyết vấn đề thông thoáng và chiếu sáng trong thi công hố đào sâu; hệ có trọng lượng nhỏ nên dễ dàng lắp dựng và tháo dỡ. Nhưng hệ Shoring-Kingpost hạn chế cơ giới hoá, độ cứng tổng thể nhỏ, thời gian thi công kéo dài, chi phí thi công cao [3], [9].

Dựa vào hai phương pháp thi công phổ biến hiện nay, nghiên cứu này đề xuất một phương án thi công phù hợp trong đó hệ dầm BTCT của tầng hầm công trình được sử dụng để thay thế hệ Shoring. Hệ dầm BTCT này sẽ kết hợp với hệ thép hình Kingpost tạo thành hệ khung để chống đỡ tường vây trong quá trình thi công. Kết cấu này sẽ được giữ lại làm kết cấu chịu lực của công trình trong quá trình sử dụng công trình sau này. Mục tiêu đặt ra của phương pháp này nhằm: giảm chi phí thi công và thời gian thi công phần ngầm, tạo được sự thông thoáng và chiếu sáng trong quá trình thi công. Chi tiết về phương pháp thi công cũng như

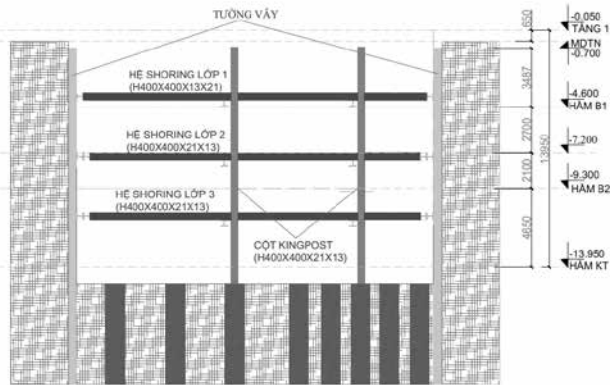
trình tự thi công được trình bày trong mục 2. Việc tính toán kiểm tra phương pháp này và so sánh các kết quả tính toán được trình bày trong mục 3. Mục 4 sẽ đưa ra các kết luận, kiến nghị về phương pháp đề xuất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Công trình được sử dụng phục vụ cho nghiên cứu này là công trình M-Garden City Hotel, tọa lạc tại đường Võ Nguyên Giáp, khu trung tâm các dự án cao tầng ven biển TP Đà Nẵng. Công trình có quy mô 27 tầng nổi, 3 tầng hầm với chiều sâu phần ngầm là -14,45m. Kết cấu phần ngầm sử dụng cho công trình là tường vây sử dụng tường Barret với chiều dày là 0,8m và cao độ đáy tường vây là -31,25m. Phương án móng sử dụng cho công trình là cọc khoan nhồi.

Với thông tin kết cấu như trên, phần ngầm công trình được thi công thực tế theo phương pháp Bottom-up sử dụng hệ Shoring-Kingpost chống đỡ tường vây. Với chiều sâu hố đào lớn, công trình sử dụng 3 lớp Shoring chống đỡ hố đào (Hình 1). Phương án đang thi công mang lại sự thông thoáng và chiếu sáng cho công trình trong quá trình thi công phần ngầm cũng như dễ dàng thi công hơn so với các phương án khác.



Hình 1. Hệ Shoring-Kingpost đỡ phần ngầm công trình

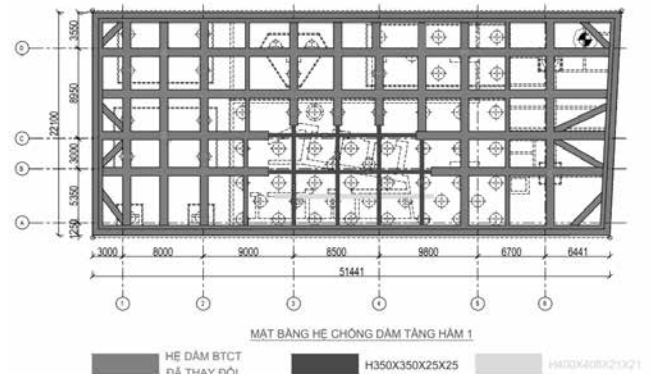
Phương án thi công Bottom-up sử dụng hệ Shoring-Kingpost đã được thực hiện tính toán và kiểm tra thỏa mãn. Kết quả được sử dụng để so sánh và đánh giá so với phương án được đề xuất.

2.2. Phương pháp thi công phần ngầm Top-down sử dụng hệ dầm BTCT thay thế hệ Shoring

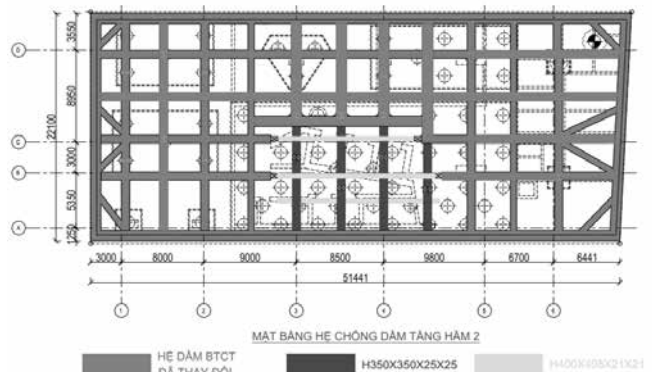
Nghiên cứu này đề xuất phương pháp thi công mới kết hợp giữa hai phương án thi công đang phổ biến hiện nay là phương pháp thi công Top-down và Bottom-up sử dụng hệ Shoring-Kingpost, với các đặc điểm như sau:

- Sử dụng hệ Kingpost là các thép hình như kết cấu đỡ theo phương đứng và được cắm vào các cọc khoan nhồi;
- Sử dụng hệ dầm BTCT của các tầng hầm B1 và B2 như kết cấu đỡ theo phương ngang. Hệ dầm này sẽ liên kết với hệ King-post để tạo thành kết cấu chịu lực chống đỡ tường vây và phần ngầm công trình trong quá trình thi công. (Hình 2 và Hình 3)

Trong quá trình thiết kế, tại vị trí vách thang máy của công trình không có dầm đi qua, ta bố trí một số dầm thép hình tại vị trí này để chống đỡ tạm chờ thi công các cấu kiện sàn và vách. Đồng thời qua việc tính toán và kiểm tra, để đảm bảo vấn đề chịu lực của hệ dầm, cần tăng bề rộng của một số dầm (các dầm màu đỏ trên Hình 2 và Hình 3) cũng như bố trí thêm các dầm xiên để giữ ổn định của hố đào. Phương án liên kết giữa các dầm bê tông cốt thép với dầm thép hình cũng như giữa các dầm thép hình với nhau cũng được đề xuất trong Bảng 1.



Hình 2. Mặt bằng hệ dầm chống tầng B1



Hình 3. Mặt bằng hệ dầm chống tầng B2

Bảng 1. Cấu tạo các liên kết

Chi tiết liên kết	Cấu tạo
Dầm BTCT và H350x350	Sơ đồ chi tiết liên kết giữa dầm BTCT và dầm thép H350x350x12x19. Các thành phần: DẦM BTCT, H350X350X12X19, BU LÔNG M16, BẢN BÍCH. Kích thước: 120, 350, 60, 350, 120, 105, 380, 30, 380, 105, 1000.
Dầm BTCT và H400x408	Sơ đồ chi tiết liên kết giữa dầm BTCT và dầm thép H400x408x21x21. Các thành phần: H400X408X21X21, BU LÔNG M16, DẦM BTCT, KÍCH THUỶ LỰC 350T. Kích thước: 300.
H350x350 và H350x350	Sơ đồ chi tiết liên kết giữa hai dầm thép H350x350x12x19. Các thành phần: H350X350X12X19, BU LÔNG M16, BẢN BÍCH.
H350x350 và H400x408	Sơ đồ chi tiết liên kết giữa dầm thép H350x350x12x19 và dầm thép H400x408x21x21. Các thành phần: H350X350X12X19, BU LÔNG M16, BẢN BÍCH, H400X408X21X21.

Trình tự thi công phần ngầm của công trình theo phương pháp này được đề xuất như sau:

- Thi công tường Barret.

- Thi công cọc khoan nhồi kết hợp với lắp đặt các Kingpost cắm vào trong cọc.

- Tiến hành thi công đào đất đợt 1, đào đất đến cao độ đáy dầm tầng hầm B1 (tính từ cao độ đỉnh sàn là -4,6m cộng thêm với chiều cao dầm BTCT là 0,6m ta được cao độ đào đất đợt 1 là -5,2m) đồng thời bố trí các giếng khoan hạ mực nước ngầm xuống dưới cao độ đào 1-2m.

- Thi công hệ dầm chống đỡ tầng B1: tiến hành đổ bê tông lót, sau đó lắp đặt cốt thép, ván khuôn thành dầm và đổ bê tông (lưu ý bê tông sử dụng phụ gia R7). Sau khi bê tông đạt cường độ, thi công lắp đặt hệ dầm thép hình tại vị trí vách thang máy.

- Thi công tương tự với công tác đào đất đợt 2 (tính từ cao độ đỉnh sàn -9,3m cộng thêm với chiều cao dầm BTCT là 0,6m ta được cao độ đào đất đợt 2 là -9,9m) và hệ dầm tầng hầm B2.

- Thi công đào đất đến cao độ đáy móng (-14,45m), thi công đài móng, giằng móng và sàn hầm kỹ thuật (KT).

- Thi công cột vách tầng hầm KT.

- Tháo dỡ hệ dầm thép hình ở tầng B2 và thi công sàn tầng hầm B2.

- Thi công cột vách tầng hầm B2.

- Tháo dỡ hệ dầm thép hình ở tầng B1 và thi công sàn tầng B1.

- Thi công cột vách tầng B1.

- Tiếp tục thi công công trình theo trình tự từ dưới lên như thông thường.

3. TÍNH TOÁN VÀ KIỂM TRA

3.1. Tính toán và kiểm tra tường chắn hố đào

Thông số của kết cấu hố đào được thể hiện ở Bảng 2. Tường chắn đất của hố đào được mô phỏng trong phần mềm Plaxis 2D

Bảng 3. Thông số địa chất sử dụng cho mô hình đất trong Plaxis

Lớp đất	Lớp 1: Cát mịn, rời đến chặt	Lớp 2: Cát bụi, chặt vừa đến rất chặt	Lớp 3: Cát mịn, chặt vừa	Lớp 4: Sét, dẻo mềm	Lớp 5: Á sét, dẻo mềm	Lớp 6: Cát thô vừa đến thô, chặt vừa đến rất chặt	Lớp 6A: Á sét, cứng
Bề dày (m)	12,3	1,9	2,2	8,1	3,8	14,4	1,6
Type	Hardening-Soil	Hardening-Soil	Hardening-Soil	Hardening-Soil	Hardening-Soil	Hardening-Soil	Hardening-Soil
$\gamma_{unsat}(kN/m^3)$	19,31	19,33	19,27	17,89	17,94	19,56	19,6
$\gamma_{sat}(kN/m^3)$	19,71	19,53	19,51	17,97	18,35	19,81	20,09
$E_{50}^{ref}(kN/m^2)$	12640	18910	10280	7983	6384	29650	23820
$E_{oed}^{ref}(kN/m^2)$	12640	18910	10280	7983	6384	29650	23820
$E_{ur}^{ref}(kN/m^2)$	37920	56720	30830	23950	19150	88940	71460
$c_{ref}(kN/m^2)$	0,196	0,68	0,196	21,57	13,34	0	32,85
φ	31,33	35,78	28,8	5,97	5,85	39,57	23,83

Bảng 4. Thông số tường vây

Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
Loại vật liệu	-	Elastic	-
Diện tích	A	0,8	m^2
Mô đun đàn hồi	E	$3,25 \times 10^7$	kN/m^2
Độ cứng dọc trục	EA	26×10^6	kN
Độ cứng chống uốn	EI	$2,16 \times 10^5$	$kN.m^2$
Trọng lượng	w	20	kN/m
Hệ số nở hông Poisson	ν	0.2	-

Bảng 5. Thông số hệ chống bằng dầm BTCT

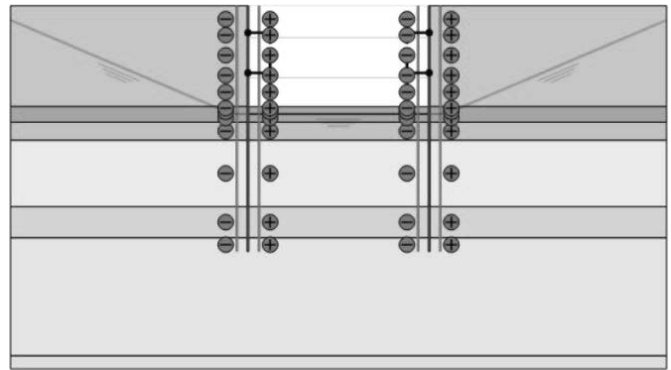
Tên cấu kiện	Đặc trưng vật liệu	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
Dầm BTCT	Tính chất vật liệu	Material Type	Elastic	-
	Độ cứng chống nén	EA	$10,4 \times 10^6$	kN
	Bước chống	L_s	4,5	m

(Hình 4) với tải trọng tác dụng là áp lực đất theo các thông số địa chất được khảo sát thực tế.

Mô phỏng được thực hiện cho toàn bộ hố đào trong đó mô hình đất được sử dụng là Hardening Soil. Các thông số về tính chất đặc trưng của từng lớp đất như: loại đất, bề dày, độ cứng,...được mô phỏng trong phần mềm Plaxis được thể hiện ở Bảng 3. Các thông số đầu vào của tường vây và của hệ chống bằng dầm BTCT được trình bày trong Bảng 4 và Bảng 5.

Bảng 2. Thông số của hố đào

Thông số	Giá trị
Kích thước ngang của hố đào	22,1 m
Mực nước ngầm cách mặt đất tự nhiên	3,00 m
Chiều dày tường vây	0,8 m
Tiết diện dầm BTCT	800x400 mm



Hình 4. Mô phỏng tường chắn đất bằng Plaxis 2D

Chuyển vị ngang của tường vây (U_x) được xuất ra từ phần mềm Plaxis 2D và được sử dụng để kiểm tra theo điều kiện chuyển vị (Công thức (1)) ở tất cả các đợt đào đất cũng như được sử dụng để so sánh giá trị chuyển vị giữa các phương án thi công sẽ được trình bày ở mục 3.3. Kết quả kiểm tra được thực hiện ở tất cả các đợt đào và đều thỏa mãn điều kiện về chuyển vị (Bảng 5):

$$U_{x,max} \leq [f] = H/200 \quad (1)$$

Bảng 6. Kiểm tra chuyển vị tường vây

Giai đoạn	$U_{x,max}$	$[f]$	Kết luận
Đào đợt 1 (từ -1,25 đến -5,2m)	16,50	19,75	Thoả
Đào đợt 2 (từ -5,2 đến -10,1m)	30,33	44,25	Thoả
Đào đợt 3 (từ -10,1 m đến -14,45m)	54,28	66	Thoả

3.2. Tính toán và kiểm tra hệ dầm BTCT và thanh chống King-Post.

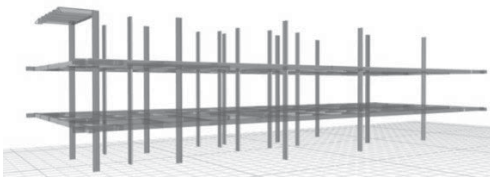
Hệ kết cấu đỡ phần ngầm công trình bao gồm hệ dầm BTCT theo phương ngang liên kết các thanh chống King-post theo phương đứng.

Hệ kết cấu này được mô phỏng như hệ khung trong phần mềm Etabs (Hình 5) và chịu các tác động của tải trọng như Bảng 6.

Bảng 7. Tải trọng tác dụng lên kết cấu phần ngầm

Tải trọng	Ký hiệu	Mô tả
Tĩnh tải	TT	Do trọng lượng bản thân của các cấu kiện, được tính toán trực tiếp từ phần mềm Etabs
Áp lực đất	ALD	Là áp lực ngang gây ra bởi áp lực đất, được lấy từ mô hình Plaxis tính toán tường vây ở Mục 3.1
Hoạt tải	HT	Do trọng lượng xe cẩu, xe tải chở đất trên sàn công tác
Tổ hợp	BAO	BAO = TT + ALD + HT

Kết quả nội lực từ phần mềm Etabs tương ứng với tổ hợp tải trọng (BAO) sẽ được sử dụng để kiểm tra hệ dầm BTCT và thanh chống King-Post.



Hình 5. Hệ dầm BTCT và thanh chống King-post trong Etabs

a. Kiểm tra hệ dầm BTCT.

Trong giai đoạn thi công, hệ dầm BTCT chịu tải trọng chủ yếu theo phương ngang do vậy cần kiểm tra khả năng chịu lực như các cấu kiện chịu nén uốn. Theo TCVN 5574:2018 [10], điều kiện này cần thỏa mãn:

$$Ne \leq [Ne]_{gh} = R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s Z_a \quad (2)$$

Cần tiến hành kiểm tra đối với ba loại cấu kiện ở từng tầng chống là: cấu kiện chịu nội lực lớn nhất, cấu kiện có tiết diện nhỏ nhất và dầm biên. Với tiết diện dầm được lấy từ thiết kế thực tế của công trình, để đảm bảo khả năng chịu lực trong quá trình thi công, một số dầm cần tăng tiết diện (tăng bề rộng). Các dầm được tăng tiết diện để đảm bảo khả năng chịu lực trong quá trình thi công được thể hiện (các dầm có màu đỏ) trên Hình 2 và Hình 3. Sau khi đã được tăng kích thước, kết quả kiểm tra thể hiện ở Bảng 7 cho thấy hệ dầm BTCT hoàn toàn đủ khả năng chịu lực

Bảng 8. Kiểm tra khả năng chịu lực dầm BTCT

Tầng	Loại dầm	Ne (kN.m)	[Ne] _{gh} (kN.m)	Kết luận
B1	Dầm có nội lực lớn nhất	520	762	Thoả mãn
	Dầm có tiết diện nhỏ	493	629	Thoả mãn
	Dầm biên	337	466	Thoả mãn
B2	Dầm có nội lực lớn nhất	1038	1442	Thoả mãn
	Dầm có tiết diện nhỏ	953	1179	Thoả mãn
	Dầm biên	977	1043	Thoả mãn

Các cấu kiện dầm BTCT cũng cần thỏa mãn điều kiện về biến dạng như sau (theo TCVN 5574:2018 [10]):

$$U_z \leq [\Delta] = L/200 \quad (3)$$

Kết quả tính toán cho thấy độ võng lớn nhất của hệ dầm là $7,5mm \leq [\Delta] = 20mm$: thỏa mãn yêu cầu về biến dạng.

b. Kiểm tra hệ dầm bằng thép hình

Hệ dầm bằng thép hình bao gồm các King-Post (H500x500) theo phương đứng và hệ dầm bằng thép hình chống tạm tại vị trí vách thang máy (H350x350 và H400x408).

Các thép hình được kiểm tra giống như một cấu kiện chịu nén uốn theo TCVN 5575:2012 [11], với các điều kiện kiểm tra như sau:

Bảng 9. Các điều kiện kiểm tra dầm thép hình

Điều kiện	Công thức kiểm tra
Độ mảnh	$\lambda \leq [\lambda]$
Điều kiện bền, gồm: - Chịu nén uốn - Chịu cắt - Chịu cắt uốn đồng thời	$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W_x} < f \cdot \gamma_c$
	$\tau_v = \frac{V \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} < f_v \cdot \gamma_c$
	$\sigma_{td} = \sqrt{(\sigma_N + \sigma_M)^2 + 3\tau_v^2} < f \cdot \gamma_c$
Ổn định tổng thể	$\sigma_x = \frac{N}{\varphi_e \cdot A} \leq f \cdot \gamma_c$
	$\sigma_y = \frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A} < f \cdot \gamma_c$

Kết quả tính toán kiểm tra cho các thép hình tiết diện khác nhau được thực hiện ở từng tầng chống được thể hiện ở Bảng 9, Bảng 10 và Bảng 11. Do vậy có thể kết luận hệ kết cấu đỡ phần ngầm hoàn toàn thỏa mãn các điều kiện về chịu lực và biến dạng trong quá trình thi công.

Bảng 10. Kiểm tra điều kiện độ mảnh

Tầng	Cấu kiện	λ_x	λ_y	Kết luận
B1	H350x350	23	39	Thoả
B2	H350x350	24	40	Thoả
	H400x408	18	31	Thoả
	H500x500	15	38	Thoả

Bảng 11. Kiểm tra điều kiện bền

Tầng	Cấu kiện	σ (kN/m ²)	τ_v (kN/m ²)	σ_{td} (kN/m ²)	Kết luận
B1	H350x350	17,34	0,21	16,73	Thoả
B2	H350x350	17,04	0,14	16,76	Thoả
	H400x408	20,83	0,15	20,45	Thoả
	H500x500	9,88	2,11	9,58	Thoả

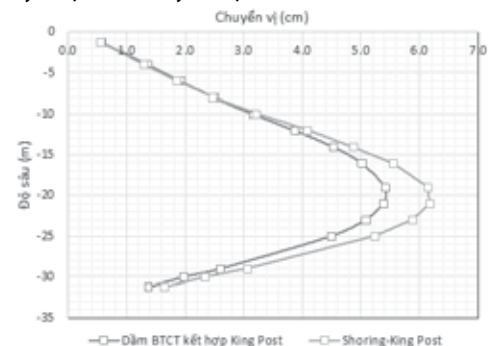
Bảng 12. Kiểm tra ổn định tổng thể

Tầng	Cấu kiện	σ_x (kN/m ²)	σ_y (kN/m ²)	Kết luận
B1	H350x350	16,20	16,97	Thoả
B2	H350x350	16,80	17,92	Thoả
	H400x408	19,57	19,89	Thoả
	H500x500	5,87	5,53	Thoả

3.3. So sánh các chỉ tiêu kỹ thuật-kinh tế.

a. So sánh kết quả chuyển vị ngang của tường vây.

Sự làm việc của tường vây ở cả hai phương án thi công: sử dụng hệ dầm BTCT phần ngầm kết hợp với Kingpost và phương án sử dụng Shoring-Kingpost được mô phỏng bằng phần mềm Plaxis 2D với các thông số về hồ đào, địa chất cũng như các đặc trưng của tường vây được trình bày ở mục 3.1.

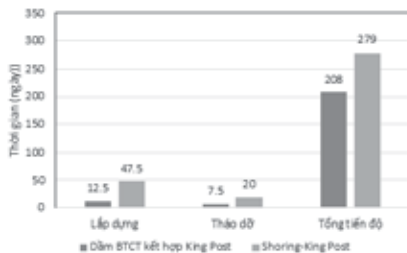


Hình 6. Chuyển vị ngang của tường vây ở hai phương án

Kết quả chuyển vị ngang của tường vây ở cả hai phương án trên được xuất ra từ phần mềm Plaxis 2D và được so sánh ở Hình 6. Có thể thấy rằng phương án mới cho kết quả chuyển vị ở tường vây nhỏ hơn so với phương án ban đầu ở tất cả các giai đoạn đào đất. Điều này có thể được giải thích bằng việc độ cứng của hệ dầm sàn tầng hầm chống đỡ tường vây là lớn hơn so với độ cứng của hệ thép hình Shoring-Kingpost vốn đã được đề cập đến trong các nghiên cứu trước [3]. Do đó có thể kết luận phương án được đề xuất có thể hạn chế được chuyển vị ngang tốt hơn so với phương án dùng hệ Shoring-Kingpost.

b. So sánh tiến độ thi công.

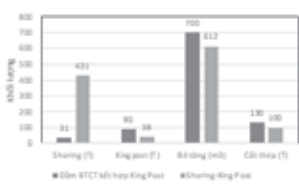
Tiến độ thi công phần ngầm của công trình được lập dựa trên phần mềm MS Project cho cả hai phương án với các công tác chính được mô tả gồm: công tác lắp dựng Shoring-Kingpost, công tác tháo dỡ Shoring-Kingpost và công tác BTCT. Khối lượng cũng như thời gian thực hiện của các công tác được tính toán dựa trên các bản vẽ thiết kế chi tiết. Kết quả so sánh về tổng tiến độ cũng như tiến độ các công tác lắp dựng và tháo dỡ Shoring-Kingpost được thể hiện ở Hình 7.



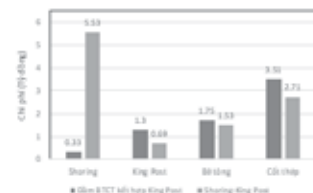
Hình 7. So sánh thời gian thi công phần ngầm ở hai phương án

Có thể thấy rằng việc thi công theo phương án kết hợp dầm BTCT phần ngầm và Kingpost cho thời gian thi công phần ngầm giảm đáng kể (khoảng 25%) so với phương án dùng hệ Shoring-Kingpost (208 ngày so với 279 ngày). Trong đó, thời gian lắp dựng và tháo dỡ được giảm đi đáng kể (giảm từ 60-70% so với phương án dùng Shoring-Kingpost). Điều này liên quan đến khối lượng vật liệu sử dụng ở hai phương án sẽ được trình bày ở mục tiếp theo.

c. So sánh chỉ tiêu kinh tế



Hình 8. Biểu đồ so sánh vật liệu giữa hai phương án



Hình 9. So sánh các chỉ phí vật liệu giữa hai phương án

Hình 8 so sánh việc sử dụng các vật liệu chính trong quá trình thi công phần ngầm giữa hai phương án. Các vật liệu chính được thống kê trong quá trình thi công phần ngầm gồm có: hệ thép hình (dùng cho hệ Shoring-Kingpost), cốt thép và bê tông (của các cấu kiện dầm và sàn phần ngầm). Có thể thấy rằng việc sử dụng bê tông giữa hai phương án là chênh nhau không nhiều: phương án đề xuất dùng nhiều hơn 14% lượng bê tông so với phương án ban đầu. Điều này chủ yếu là do việc tăng kích thước một số dầm BTCT để đảm bảo khả năng chịu lực và biến dạng trong quá trình thi công phần ngầm. Tuy nhiên, tổng lượng thép (kể cả Shoring và Kingpost) ở phương án được đề xuất là nhỏ hơn đáng kể so với phương án ban đầu (251T so với 569T). Điều này chủ yếu là do lượng Shoring trong phương án được đề xuất giảm đi đáng kể (chỉ còn 31T) và Shoring chủ yếu được dùng thay thế dầm BTCT tại

những vị trí lõi, vách thang máy. Chính điều này cũng làm giảm đi đáng kể thời gian lắp dựng và tháo dỡ đã phân tích ở mục trên.

Hình 9 so sánh các chi phí vật liệu giữa hai phương án trong đó sự chênh nhau lớn nhất là chi phí Shoring đã được giảm đi rất nhiều trong khi đó chi phí do các thành phần như Kingpost, Bê tông và cốt thép có tăng thêm nhưng không nhiều. Điều này dẫn đến tổng chi phí vật liệu của phương án được đề xuất (6,89 tỷ) tiết kiệm hơn 30% so với phương án ban đầu (10,46 tỷ). Điều này là rất đáng kể, giúp cho chi phí phần ngầm cũng như tổng dự toán của công trình giảm đi so với phương án ban đầu.

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đề xuất phương án thi công phù hợp sử dụng trực tiếp hệ dầm BTCT của phần ngầm công trình kết hợp với các thanh chống Kingpost chống đỡ tường vây và phần ngầm công trình trong quá trình thi công. Kết quả kiểm tra và tính toán cho thấy phương án kết cấu được đề xuất hoàn toàn thỏa mãn các điều kiện về chịu lực cũng như biến dạng trong toàn quá trình thi công phần ngầm của công trình. Khi so sánh với phương án ban đầu của công trình (sử dụng hệ Shoring-Kingpost), phương án được đề xuất cũng cho thấy được sự ưu việt khi có thể giảm đi chuyển vị ngang của tường vây đồng thời rút ngắn được thời gian thi công phần ngầm công trình (rút ngắn 25%), và tiết kiệm được đáng kể chi phí vật liệu của phần ngầm (khoảng 30%) so với phương án ban đầu. Điều này chứng tỏ phương án được đưa ra là rất hữu ích và cần được nghiên cứu triển khai vào trong các công trình thực tế, phương án phù hợp với các công trình Design and Build.

Tuy nhiên, trong quá trình kiểm tra tính toán trong giai đoạn thi công, một số cấu kiện dầm BTCT phần ngầm được tăng kích thước so với phương án thiết kế ban đầu. Do vậy để thực hiện phương án này cần có sự kết hợp thiết kế phương án thi công ngay từ giai đoạn thiết kế công trình để có được sự thống nhất trong quá trình thi công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Châu Ngọc Ẩn, Lê Văn Pha, "Tính toán hệ kết cấu bảo vệ hố móng sâu bằng phương pháp xét sự lậm việc đồng thời giữa đất nền và kết cấu," *Tạp chí Phát triển KHCN*, vol. 10, no. 10, pp. 52–61, 2007.
- [2] Trần Hồng Nguyên, Trần Thanh Danh, "Phân tích lựa chọn thông số độ cứng đất nền cho bài toán mô phỏng chuyển vị tường vây hố đào công trình khu vực Quận 1-Tp. Hồ Chí Minh," *Tạp chí Xây dựng*, pp. 118–122, May 2018.
- [3] Nguyễn Dư Tiến, Trần Đức Cường, "Các giải pháp thiết kế và thi công tầng hầm nhà cao tầng," *Tạp chí Xây dựng*, vol. 10, pp. 28–32, 2006.
- [4] Q. Weng, Z. Xu, Z. Wu, and R. Liu, "Design and Performance of the Deep Excavation of a Substation Constructed by top-down Method in Shanghai Soft Soils," *Procedia Eng.*, vol. 165, pp. 682–694, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.766.
- [5] Y. Tan, H. Zhu, F. Peng, K. Karlsrud, and B. Wei, "Characterization of semi-top-down excavation for subway station in Shanghai soft ground," *Tunn. Undergr. Space Technol.*, vol. 68, pp. 244–261, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.tust.2017.05.028.
- [6] G. T.-C. Kung, "Comparison of excavation-induced wall deflection using top-down and bottom-up construction methods in Taipei silty clay," *Comput. Geotech.*, vol. 36, no. 3, pp. 373–385, Apr. 2009, doi: 10.1016/j.compgeo.2008.07.001.
- [7] Ngô Phi Minh, "Phương pháp thi công Top-down áp dụng cho công trình có tầng hầm," *Tạp chí Khoa học-Đại học Đồng Nai*, vol. 18, 2020.
- [8] Phạm Văn Tư, "Tính toán nội lực tường vây tầng hầm khi thi công tầng hầm theo phương pháp Top-down," *Tạp chí Người Xây dựng*, vol. 11, pp. 28–32, 2015.
- [9] Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Duy Phích, "Phân tích chuyển vị của tường Barrett khi thay đổi khoảng cách các thanh chống theo phương đứng," *J. Sci. Lac Hong Univ.*, no. Special Issue, pp. 68–72, Nov. 2017.
- [10] "TCVN 5574:2018 Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép."
- [11] "TCVN 5575:2012 Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế." 2012.