

Ảnh hưởng của cáp ult tác động lên cột, khung có xét đến trình tự thi công, căng cáp

Phạm Thành Công^{1,2,*}

TÓM TẮT

Kết cấu sàn bê tông ứng lực trước (ULT) là một khái niệm quen thuộc trong ngành xây dựng ngày nay, ứng dụng rộng rãi và hiểu biết về nó hầu như đã hoàn thiện. Tuy nhiên ảnh hưởng của nó lên cột chưa được quan tâm nhiều. Bài báo trình bày ảnh hưởng của ULT tác dụng lên cột, khung trong kết cấu bê tông ứng suất trước gắn liền với trình tự hình thành kết cấu và thời điểm căng cáp. Và bằng cách mở rộng các phương trình cơ bản trong bê tông ULT để giải thích cho sự phụ thuộc của nội lực vào quá trình thi công và căng cáp cũng được trình bày trong bài báo. Đồng thời, giới thiệu cách mô phỏng và phân tích phần tử cáp trong mô hình tổng thể Etabs (phân tích phi tuyến theo giai đoạn thi công) để thu được kết quả phù hợp với trình tự hình thành kết cấu và thời điểm căng cáp trong thực hành thiết kế. Việc mô phỏng trên mô hình tổng thể kỹ sư xác định ảnh hưởng của ULT tác dụng lên không chỉ sàn mà còn cột, khung; trong khi đó chức năng phân tích phi tuyến theo giai đoạn thi công nhằm xét đến ảnh hưởng của trình tự thi công, trình tự căng cáp đến việc phân phối nội lực lên các tầng, cột và khung gắn liền với thực tế thi công. Các ứng xử bao gồm uốn, cắt, kéo (nén) của cột do ULT dễ dàng thu được trước khi tổ hợp với các tải trọng khác khi thiết kế.

Từ khoá: Ảnh hưởng ULT lên cột, mô hình tổng thể ULT trong Etabs, phân tích theo giai đoạn thi công, trình tự căng cáp, thi công ULT

¹Nhà nghiên cứu độc lập

²Công ty TNHH TVXD Việt Thành Công 43/32 Trần Thị Do, P. Hiệp Thành, Q.12, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam.

Liên hệ

Phạm Thành Công, Nhà nghiên cứu độc lập

Công ty TNHH TVXD Việt Thành Công 43/32 Trần Thị Do, P. Hiệp Thành, Q.12, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam.

Email: cong.iso.nolimit@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 20-5-2023
- Ngày chấp nhận: 14-5-2024
- Ngày đăng: 30-6-2024

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjet.v7i2.1099>



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



MỞ ĐẦU

Trong kết cấu bê tông ULT, để xác định ảnh hưởng của ULT lên kết cấu T. Y. Lin¹ đã đề xuất phương pháp tải trọng cân bằng. Theo phương pháp tải trọng cân bằng tương tác của cáp với bê tông sẽ thay thế bằng tải trọng phân bố đều hướng lên hoặc xuống tùy thuộc vào quỹ đạo cáp cùng với lực nén không đổi tác dụng lên bê tông. Tiếp theo đó các khái niệm momen sơ cấp $M_p = Py$ (1) do độ lệch tâm y của ULT P tại vị trí bất kỳ, momen thứ cấp (được xem xét trong trạng thái phá hủy hay trạng thái giới hạn I) $M_{sec} = \Sigma R_i x_i$ (2) do phản lực gối tựa tại vị trí bất kỳ, momen cân bằng (được xem xét trong trạng thái giới hạn sử dụng hay trạng thái giới hạn II) $M_b = M_{sec} + M_p$ (3) là tổng của momen sơ cấp và thứ cấp tại vị trí bất kỳ được hoàn thiện bởi B.O. Aalami²⁻⁴ giúp người kỹ sư dễ dàng tiếp cận với loại kết cấu này. Theo như lý thuyết này momen cân bằng được xác định bằng cách tác dụng vào hệ một tải trọng cân bằng cùng lực nén, sau đó momen thứ cấp được xác định trực tiếp nhờ phản lực gối do ULT hoặc là gián tiếp thông qua momen cân bằng trừ đi momen sơ cấp. Những nghiên cứu ban đầu này làm cơ sở cho ngành bê tông ULT một giải pháp tối ưu, phạm vi ứng dụng rộng trong ngành xây dựng, đặc biệt nhà nhíp lớn, nhà cao tầng. Cáp

ULT được bố trí trong các cấu kiện nằm ngang như dầm, sàn để giảm ứng suất kéo trong bê tông và giảm độ võng, nứt cấu kiện. Các cấu kiện thẳng đứng hầu như không vì vốn dĩ nó đã là các cấu kiện chịu nén. Chính vì thế mối quan tâm chính của kỹ sư là ảnh hưởng của cáp ULT lên dầm, sàn còn ảnh hưởng của nó lên cột, khung là rất ít. Ngoài ra, những lý thuyết này chủ yếu trình bày ảnh hưởng của ULT lên dầm sàn mà ảnh hưởng của nó lên cột, khung cũng không có trong các tài liệu lý thuyết. Và hầu hết các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành trên thế giới như Tiêu chuẩn Mỹ ACI 318-19⁵, Tiêu chuẩn châu Âu EN 1992-1-1⁶ hay Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574-2018⁷...cũng không đề cập đến ảnh hưởng của ULT lên cột. Như vậy, việc xem xét ảnh hưởng của ULT lên cột là tùy thuộc vào người kỹ sư thiết kế, thông thường là bỏ qua. Và thông thường khi thiết kế kết cấu ULT tải trọng cân bằng được chọn ngược chiều và bằng (0.8-1) lần trong lượng bản thân (TLBT) như thế momen do tải cân bằng cũng triệt tiêu từ (0.8-1) lần momen do TLBT trên cột lúc này hầu như cột còn uốn rất ít. Việc xem xét ảnh hưởng của ULT lên cột một cách chính xác là một tiêu chí rất cần thiết.

Những nghiên cứu gần đây xem xét ảnh hưởng của ULT đến cột dựa trên mối quan hệ độ cứng ngang

Trích dẫn bài báo này: Công P T. Ảnh hưởng của cáp ult tác động lên cột, khung có xét đến trình tự thi công, căng cáp. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.* 2024; 7(2):2184-2197.

tương đương giữa cột và dầm được thực hiện bởi Donghui Cheng và các cộng sự⁸ giúp phân phối momen thứ cấp từ dầm sang cột; đồng thời cũng chỉ ra ảnh hưởng của trình tự thi công và căng cáp đến nội lực trong cột. Tuy nhiên, thứ nhất sự phân phối của momen cân bằng lên cột như thế nào không được nhắc đến, thứ hai một công thức lý thuyết hay một mô hình toán học giải thích rõ ảnh hưởng của trình tự thi công và căng cáp đến nội lực cột chưa được tìm thấy hay nói cách khác là nhìn thấy kết quả mà chưa thấy nguyên nhân.

Bài báo làm rõ một mô hình toán học xem xét ảnh hưởng của ULT lên cột dựa vào các trạng thái cân bằng của cột, dầm gắn liền hiện trạng kết cấu lúc căng cáp; đồng thời cũng trình bày cách mô hình và phân tích phần tử cấp trên phần mềm Etabs trong thực hành thiết kế.

ẢNH HƯỞNG CỦA ULT LÊN CỘT THEO THỜI ĐIỂM CĂNG CÁP

Xét khung bê tông như Hình 1 tiến hành căng cáp ULT gọi là thời điểm t_1 , phân tích ảnh hưởng của ULT lên khung được thực hiện:

Tại tiết diện có vị trí x trên dầm trong Hình 2

Momen cân bằng M_x là tổng của momen do phản lực gối cộng với momen do độ lệch tâm theo định nghĩa của phương trình (3) của ULT tại vị trí x được tìm thấy bằng cách xét tổng momen quanh điểm O, lúc này phương trình (3) trở thành:

$$\begin{aligned} \Sigma M &= M_{A1} - M_{A2} + H_{A2}L_1 - H_{A1}L_1 \\ &+ V_{A2}x - V_{A1}x + M_x + P|y| = 0 \\ \Rightarrow M_x &= -M_{A1} + M_{A2} - H_{A2}L_1 + H_{A1}L_1 \\ &- V_{A2}x + V_{A1}x + Py \end{aligned} \quad (4)$$

trong đó L_1 là khoảng cách từ trục dầm đến chân cột. M_{A1} , H_{A1} , V_{A1} là những phản lực tại chân cột dưới tại thời điểm căng cáp t_1 .

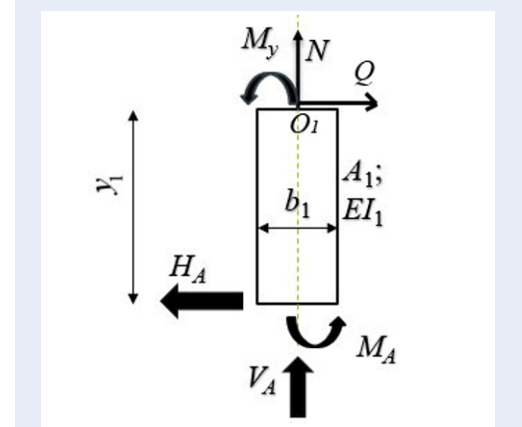
M_{A2} , H_{A2} , V_{A2} là những phản lực tại đỉnh cột trên tại thời điểm căng cáp t_1 .

Nếu chỉ xét đến momen do phản lực gối tựa trong phương trình (4) theo định nghĩa momen thứ cấp M_{sec} trong phương trình (2), lúc này trở thành:

$$\begin{aligned} M_{sec} &= -M_{A1} + M_{A2} - H_{A2}L_1 \\ &+ H_{A1}L_1 - V_{A2}x + V_{A1}x \end{aligned} \quad (5)$$

Tương tự trạng thái cân bằng của cột trong Hình 3 Vì không có ULT trên cột nên momen cân bằng và momen thứ cấp theo các định nghĩa phương trình gốc (3) và (2) tức là phương trình (3) và (2) trở nên đồng nhất:

$$\begin{aligned} \Sigma M &= M_{A1} - H_{A1}y + M_y = 0 \\ \Rightarrow M_y &= -M_{A1} + H_{A1}y_1 \end{aligned} \quad (6)$$



Hình 3: Trạng thái cân bằng tại vị trí y trên cột

Phương trình (6) chỉ rõ momen uốn của ULT lên cột, những ảnh hưởng khác bao gồm cắt, kéo (nén) cũng thể hiện rõ qua các trạng thái cân bằng lực khác. Những ảnh hưởng này chỉ phụ thuộc vào phản lực do ULT tác dụng lên gối, do đó có thể áp dụng cho trường hợp tổng quát đối với khung bất kỳ.

Một thời điểm khác là t_2 tiến hành căng cáp (cột trên chưa hình thành, dẫn đến phản lực phía trên cũng chưa hình thành) cũng được thực hiện một cách tương tự, khi đó các phản lực sinh ra sẽ có sự khác biệt những trạng thái cân bằng trong các phương trình (4) – (6) vẫn được duy trì chỉ khác đi các phản lực, lúc này các phương trình (4) – (6) được viết dưới dạng:

$$\begin{aligned} \Sigma M &= M_{A1} * -H_{A1} * L_1 \\ -V_{A1} * x + M_x + P|y| &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\Rightarrow M_x = -M_{A1} * +H_{A1} * L_1 + V_{A1} * x + Py$$

$$M_{sec} = -M_{A1} * +H_{A1} * L_1 + V_{A1} * x \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \Sigma M &= M_{A1} * -H_{A1} * y + M_y = 0 \\ \Rightarrow M_y &= -M_{A1} * +H_{A1} * y_1 \end{aligned} \quad (9)$$

trong đó M_{A1}^* , H_{A1}^* , V_{A1}^* là những phản lực tại chân cột dưới tại thời điểm căng cáp t_2 .

Ví dụ: Xác định momen cân bằng, momen thứ cấp tác dụng khung Hình 1 (thời điểm t_1) có các thông số sau:

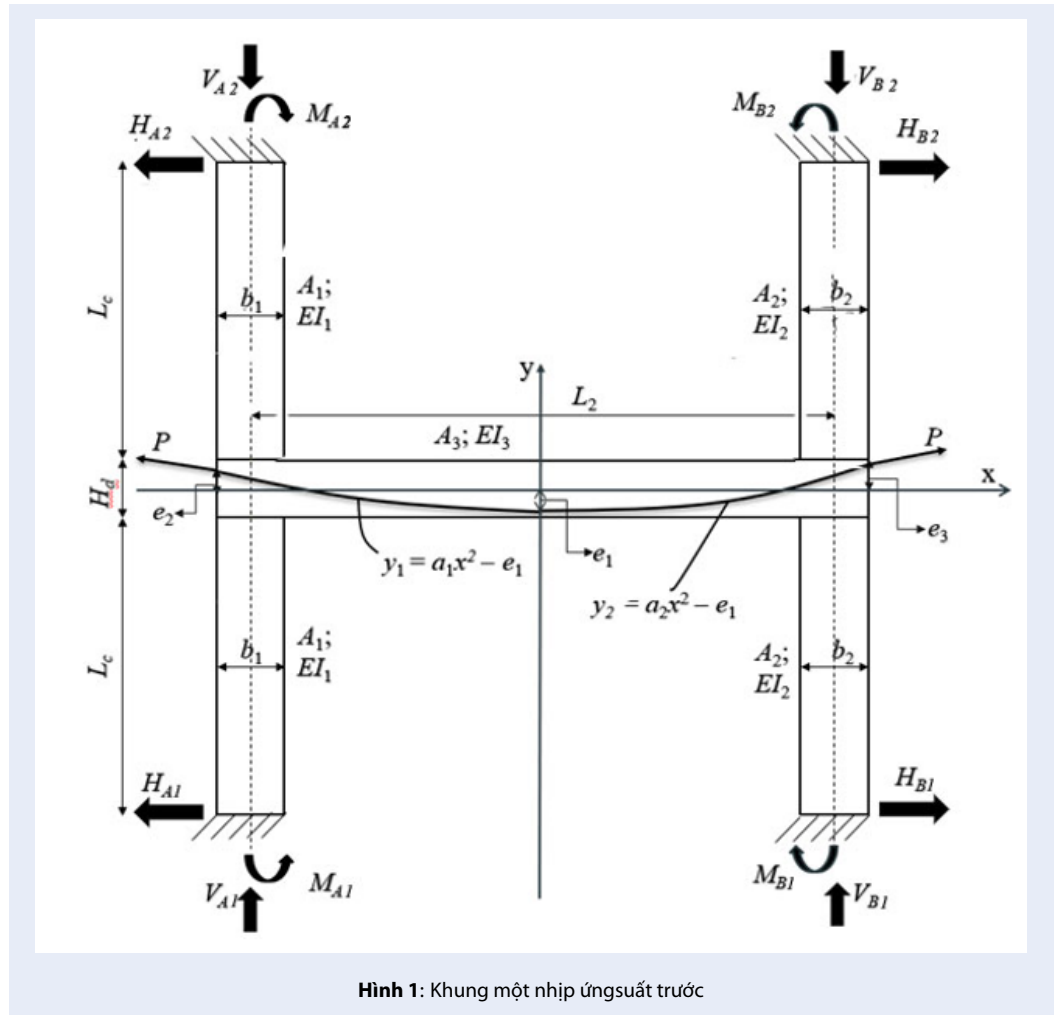
Khung: $L_c = 2.70$ m; $L_1 = 3.00$ m; $L_2 = 7.60$ m.

Cột A: $b_1 = 0.40$ m; $h_1 = 0.40$ m; $I_1 = 0.00213$ m⁴; $A_1 = 0.16$ m².

Cột B: $b_2 = 0.40$ m; $h_2 = 0.60$ m; $I_2 = 0.00320$ m⁴; $A_2 = 0.24$ m².

Dầm: $b_d = 0.30$ m; $h_d = 0.60$ m; $I_3 = 0.00540$ m⁴; $A_3 = 0.18$ m².

Cáp: $e_1 = 0.20$ m; $e_2 = 0.10$ m; $e_3 = 0.20$ m; $a_1 = 0.0188$; $a_2 = 0.0250$; $P = 146$ N.



Kết quả phân tích được thể hiện trong Hình 4.

Cũng trên khung này, tại thời điểm căng cáp khác là t_2 khi phần cột trên chưa hình thành thì ảnh hưởng của ULT lên khung được thể hiện trên Hình 5.

Kết quả phân tích momen uốn của khung Hình 4 và Hình 5 phần cột dưới chênh lệch +10% đến -28%, cột trên khác biệt hoàn toàn cho thấy sự ảnh hưởng của trình tự căng cáp, sự phân phối của phản lực do ULT. Trong đó mô hình căng cáp như Hình 5 là phù hợp hơn vì thực tế thời điểm căng cáp ULT sẽ được thực hiện sau khi bê tông sàn đã đạt cường độ căng cáp và trước khi đổ bê tông sàn tiếp theo nên chưa thể hình thành phản lực các đầu cột phía trên.

ỨNG DỤNG XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA ULT LÊN CỘT TRÊN MÔ HÌNH ETABS

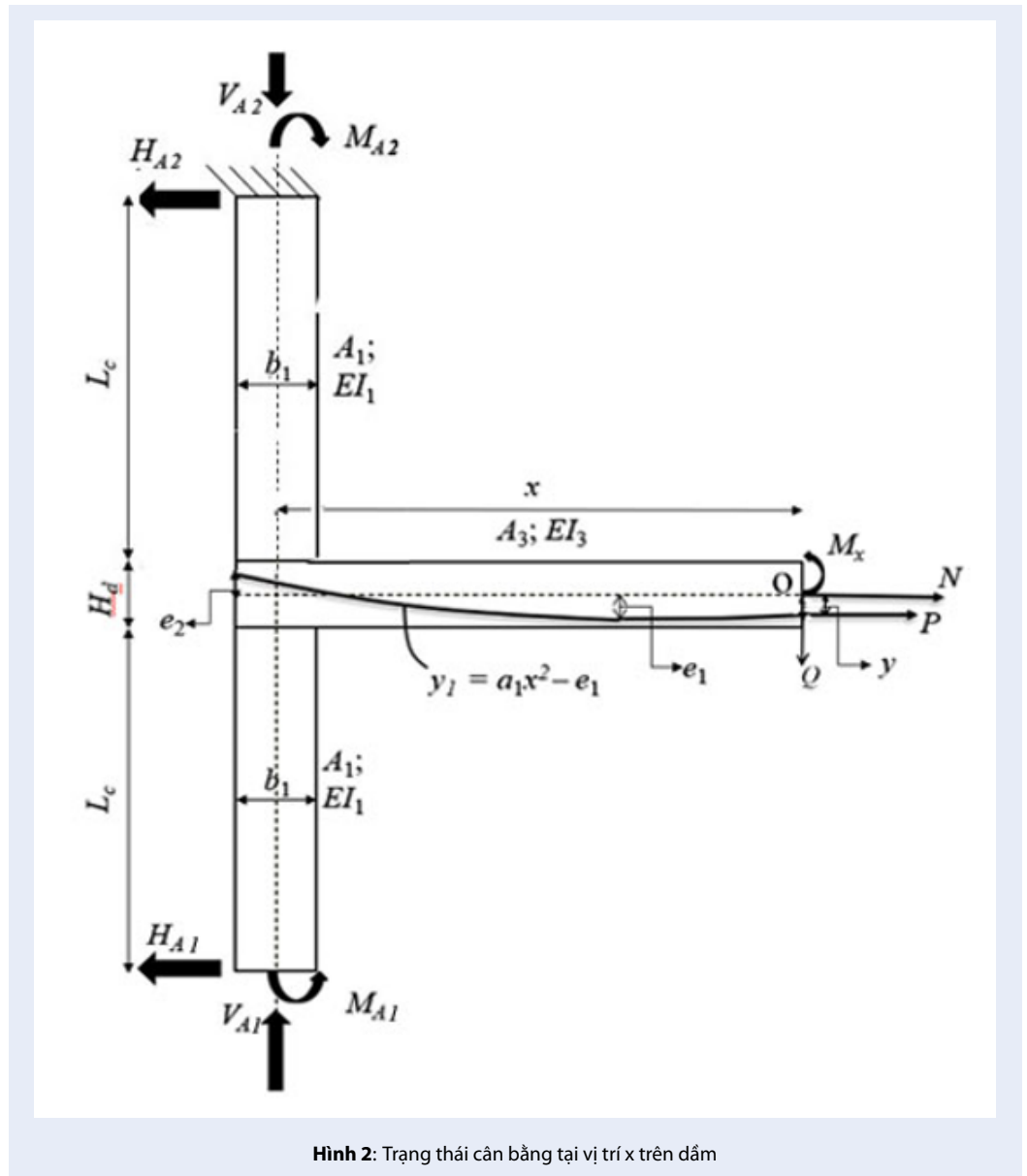
Mô phỏng cáp trên mô hình tổng thể Etabs

Từ phiên bản Etabs 2018 trở đi (một phần mềm phân tích kết cấu sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn) phần mềm cho phép mô phỏng phần tử cáp vào trong mô hình tổng thể từ đó kỹ sư dễ dàng xét ảnh hưởng của cáp ULT tác động lên cột, sau đó dễ dàng tổ hợp với các tải trọng khác khi thiết kế.

Một công trình 8 tầng kết cấu sàn ULT (lưới cột trung bình 8m, sàn dày 300mm, cáp 12.7mm quỹ đạo parabol) được lấy làm ví dụ trong Hình 6. Kết quả phân tích điển hình ảnh hưởng của ULT lên cột khung trục 2 chỉ ra trong Hình 7.

Phân tích phi tuyến theo giai đoạn thi công

Ảnh hưởng của ULT lên cột được thể hiện rõ ràng trên Hình 7. Tuy nhiên kết quả này được Etabs phân tích dựa trên giả thiết khi kết cấu đã hoàn chỉnh thì ULT mới tác dụng lên hệ. Trong thi công thực tế việc căng cáp ULT sẽ được thực hiện sau khi bê tông sàn đã đạt



Hình 2: Trạng thái cân bằng tại vị trí x trên dầm

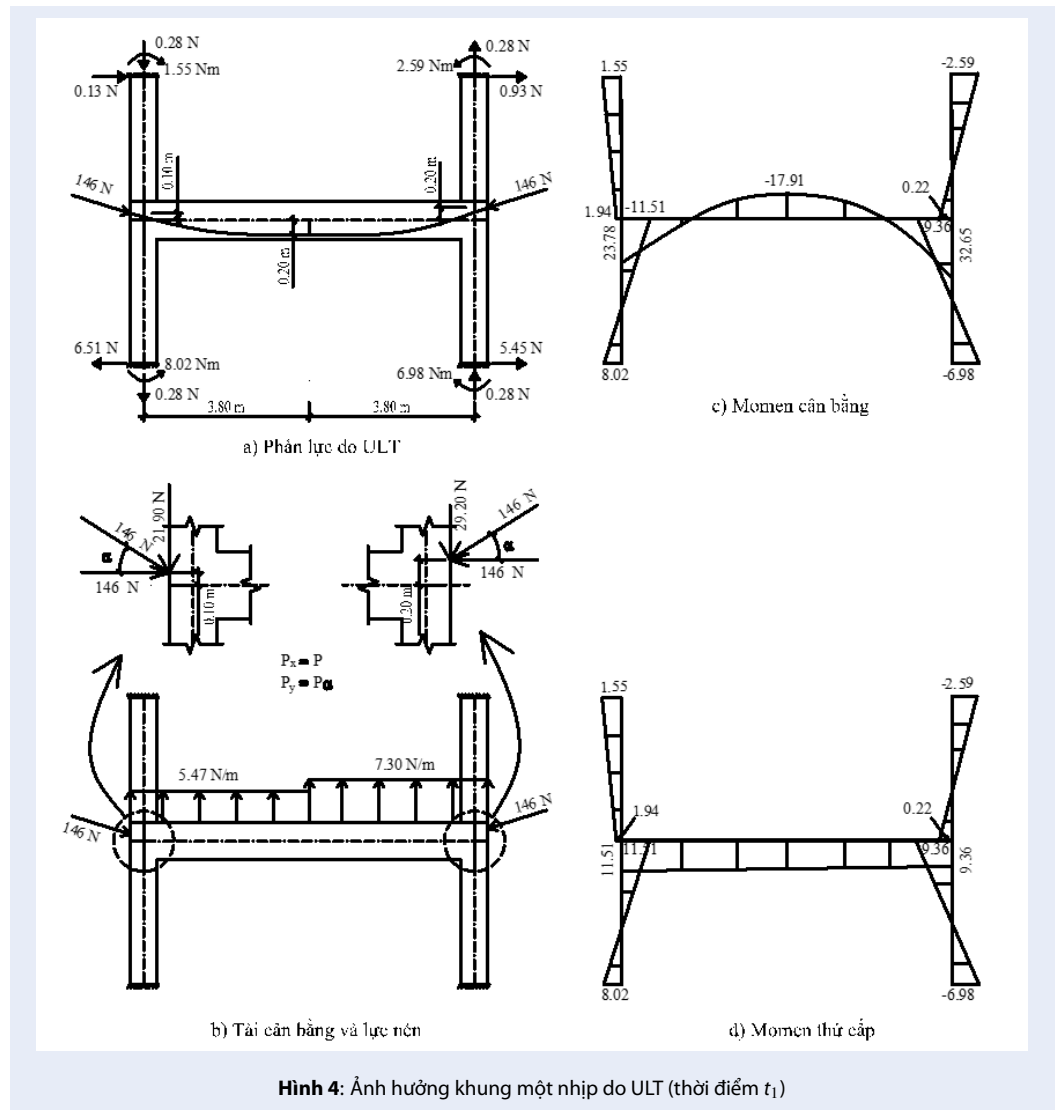
cường độ căng cáp và trước khi đổ bê tông sàn tiếp theo. Giả sử đang căng cáp tại cao trình tầng 4 (việc giả định này không ảnh hưởng đến kết quả miễn là không phải tầng cuối). Trình tự và sơ đồ kết cấu khi thi công tầng 4 được mô tả trong Hình 8.

Tuy nhiên điểm bất hợp lý trong biểu đồ nội lực Hình 7 được chỉ ra trong Hình 9.

Để thấy momen uốn do ULT phân phối lên các cột từ sàn tầng 4 trở lên là không hợp lý vì phần kết cấu này chưa xuất hiện hoặc nếu các cột phía trên tầng 4 đã đổ rồi thì đầu trên của nó vẫn tự do nên không tham gia vào phân phối momen. Để giải quyết vấn đề này Etabs cung cấp chức năng phân tích phi tuyến theo giai đoạn thi công^{9,10}. Phân tích phi tuyến theo

giai đoạn thi công bao gồm: phi tuyến sơ đồ kết cấu xem xét mỗi khi một tầng mới được hình thành sơ đồ khung sẽ thay đổi; phi tuyến hình học xem xét lực nén dọc trục của cáp ULT làm các đầu cột bị dịch chuyển khỏi vị trí ban đầu đặc biệt các đầu cột biên, lúc này hiệu ứng P-Δ xuất hiện làm tăng nội lực tác dụng kết cấu; phi tuyến tải trọng xem xét tăng dần trọng lượng, cũng như tải ULT tuần tự xuất hiện từng bước theo thời điểm căng cáp. Với cách phân tích này momen do ULT sẽ chỉ phân phối xuống các cột, sàn phía dưới đúng như thực tế.

Theo trình tự thi công, sau khi đổ bê tông thì bắt đầu căng cáp như vậy tải trọng xét trong trình tự thi công



sẽ bao gồm trọng lượng bản thân (TLBT) cộng PT-Transfer và sau khi mất mát ứng suất¹¹ sẽ là TLBT cộng PT-Final. Phân tích được chia làm nhiều bước, mỗi bước ứng với một tầng và các tải trọng được khai báo trong Hình 10 và Hình 11.

Việc lựa chọn tải trọng xét đến trong phân tích phi tuyến theo giai đoạn thi công tùy thuộc vào giai đoạn hình thành kết cấu và sự xuất hiện tải trọng tương ứng, cụ thể khi thi công sàn tầng bốn mới có trọng lượng bản thân (TLBT) và tải trọng do cáp (PT-transfer và PT-final) xuất hiện nên chỉ xem xét hai tải trọng này. Các tải trọng khác như tường, hoàn thiện và hoạt tải và kể cả gió, động đất (nếu có) sẽ phân phối lên khung khi mà kết cấu đã hoàn chỉnh, bài báo không xét tải trọng này trong bước phân tích giai đoạn thi công.

Kết quả phân tích nội lực

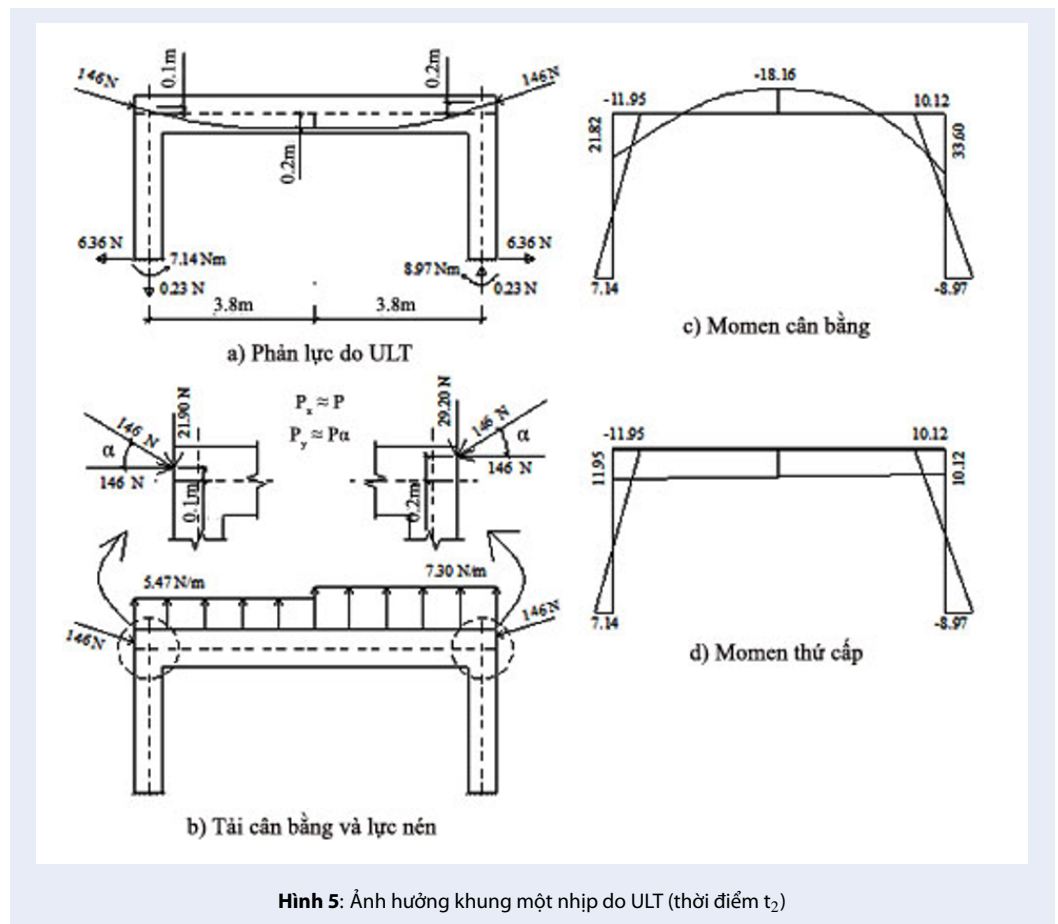
Tùy vào mục đích sử dụng kỹ sư sẽ xem xét tải trọng lựa chọn trong phân tích, thời điểm căng cáp hay thời điểm cáp đã tổn hao ứng suất. Khi thiết kế sàn ULT trong giai đoạn căng cáp ta sẽ cần xét tổng TLBT và PT-transfer. Khi thiết kế cột hoặc sàn ULT (trong giai đoạn sử dụng) thì cần xét tổng TLBT và PT-final trước khi tổ hợp nó với các tải trọng khác.

a. Thời điểm căng cáp

Hình 12 (a) và (b) là kết quả phân tích điển hình bước 3 và 4 khi thi công tương ứng, đối với giai đoạn căng cáp kỹ sư truy xuất mỗi bước một kết quả để phục vụ cho công tác thiết kế. Tương tự kỹ sư phân tích ảnh hưởng của ULT tại một thời điểm bất kỳ.

b. Thời điểm cáp đã tổn hao tất cả ứng suất

Hình 13 là kết quả phân tích ở trạng thái cuối cùng khi đã tổn hao ứng suất, kết quả này cho thấy tác động



tổng hợp của ULT tất cả các tầng trên xuống phía dưới nó, khi thiết kế trạng thái giới hạn sử dụng hoặc khi thiết kế cột kỹ sư sẽ quan tâm đến kết quả này.

KẾT LUẬN

Bài báo làm rõ cơ chế tác động của ULT tác động lên cột gắn liền với các khái niệm momen cân bằng, momen thứ cấp.

Do không có sự có mặt của ULT trên cột nên momen cân bằng và momen thứ cấp là một giá trị duy nhất. Các momen này phụ thuộc vào trình tự hình thành kết cấu và thời điểm căng cáp, một mô hình toán học đã được đưa ra để làm rõ sự phụ thuộc này.

Bài báo giới thiệu công cụ thiết kế kết cấu ULT trên mô hình tổng thể; xem xét ảnh hưởng của ULT tác động lên cột, khung mà thông thường kỹ sư bỏ qua hoặc phải xuất ra từ một mô hình tính sàn riêng lẻ rồi mới nhập vào mô hình tổng thể. Trong một mô hình tổng thể ngoài việc xem xét tác động của ULT tác động lên cột kỹ sư có thể thấy cả tác động của nó lên các tầng khác giúp thiết kế mang tính toàn diện hơn.

Khi xét đến ảnh hưởng của ULT lên khung, cột phải lưu ý đến trình tự hình thành kết cấu và trình tự căng

cáp. Phân tích theo giai đoạn thi công là một công cụ hữu ích phù với qui luật hình thành kết cấu cũng như căng cáp theo trình tự: đổ bê tông sàn → căng cáp → đổ bê tông sàn tiếp theo.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

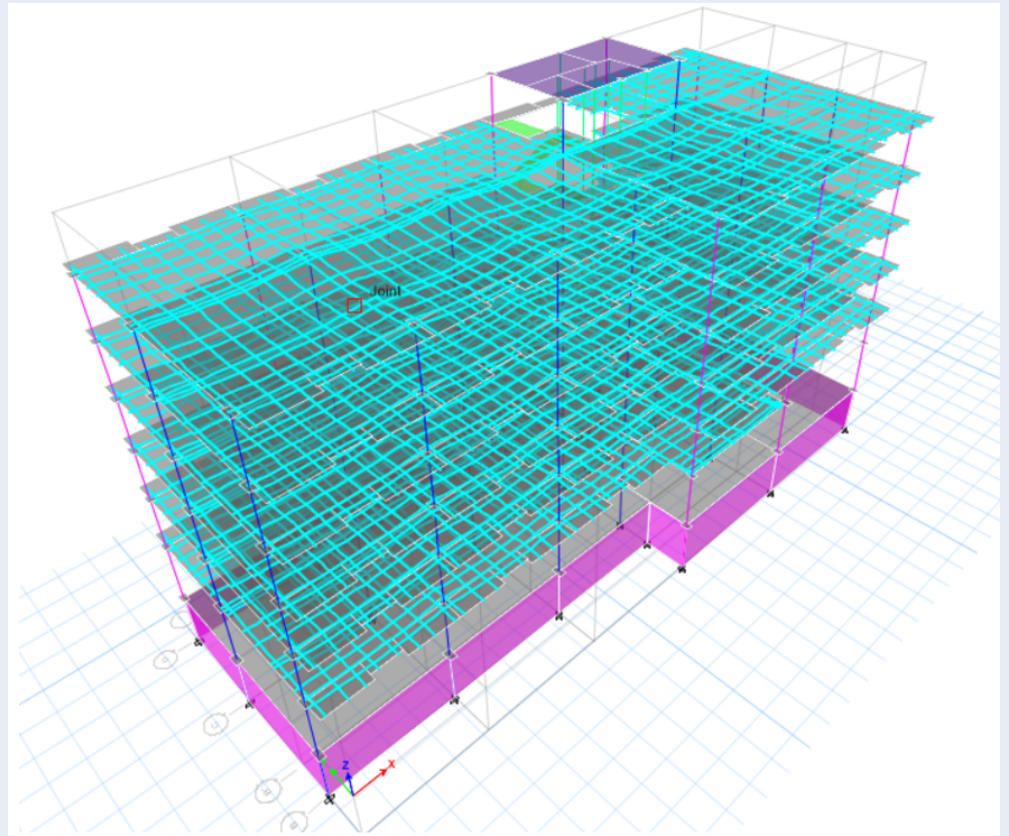
Tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP TÁC GIẢ

Phạm Thành Công tác giả duy nhất thực hiện toàn bộ bản thảo.

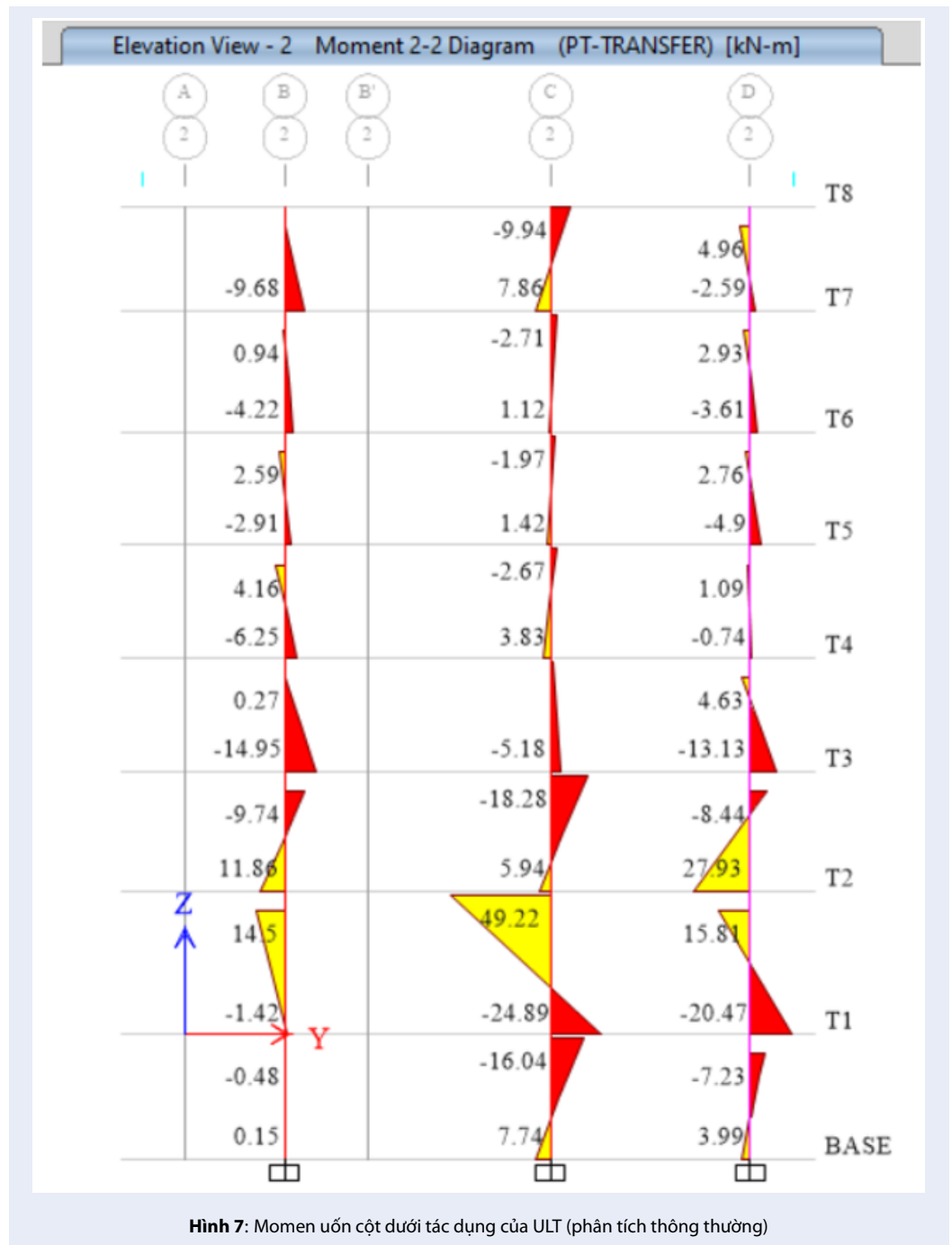
TÀI LIỆU THAM KHẢO

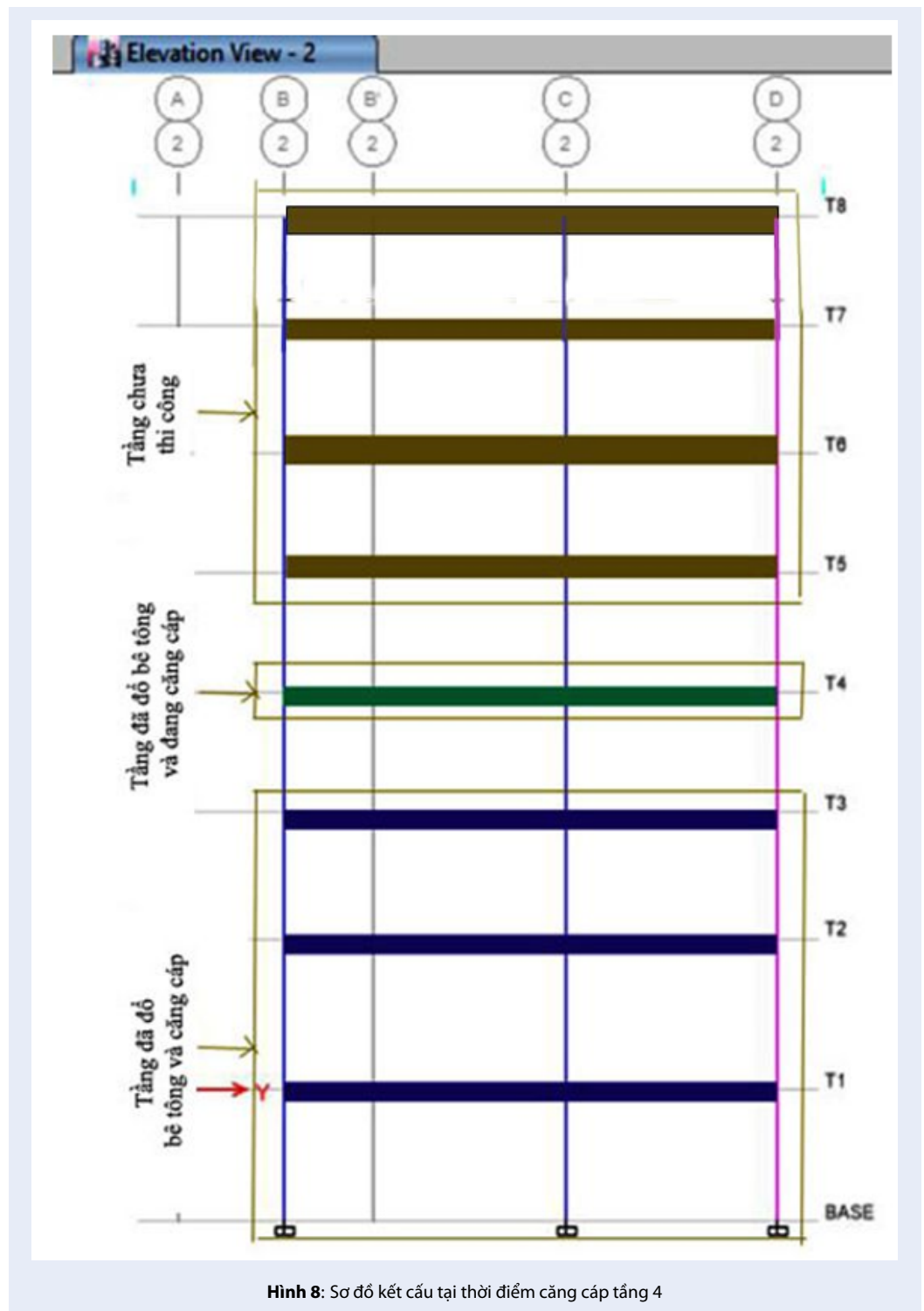
1. LIN T. Load-Balancing Method for Design and Analysis of Prestressed Concrete Structures. Journal of American Concrete Institute. 1963;60(6):719-42; Available from: <https://doi.org/10.14359/7874>.
2. Aalami BO. Load Balancing: A Comprehensive Solution to Post-Tensioning. ACI Structural Journal. 1990 Nov 1;87(6):662-70; Available from: <https://doi.org/10.14359/2970>.
3. Aalami BO. Structural Modeling of Posttensioned Members. Journal of Structural Engineering. 2000 Feb;126(2):157-62; Available from: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(2000\)126:2\(157\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(2000)126:2(157)).



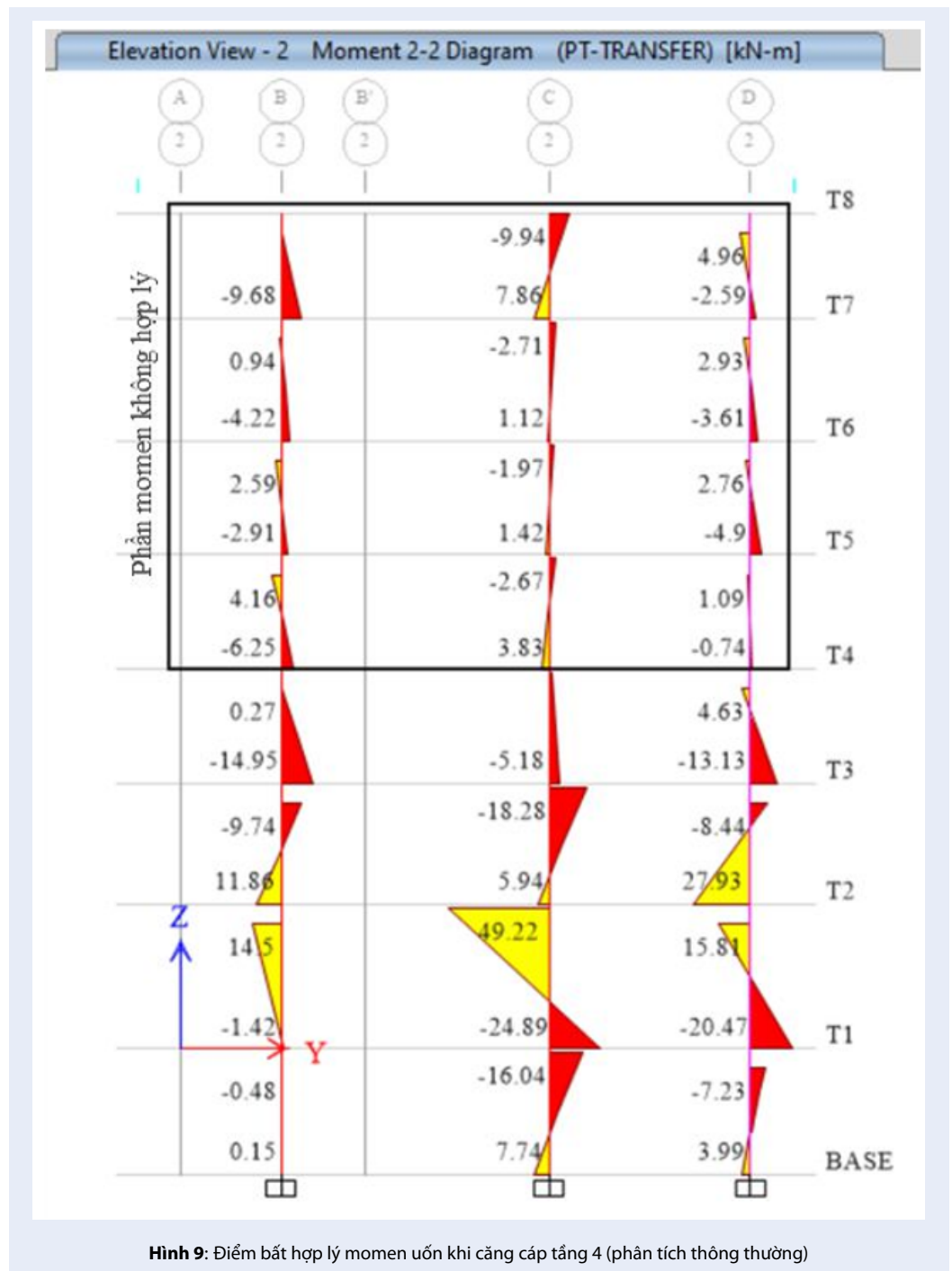
Hình 6: Mô hình phần tử cấp trong tổng thể Etabs

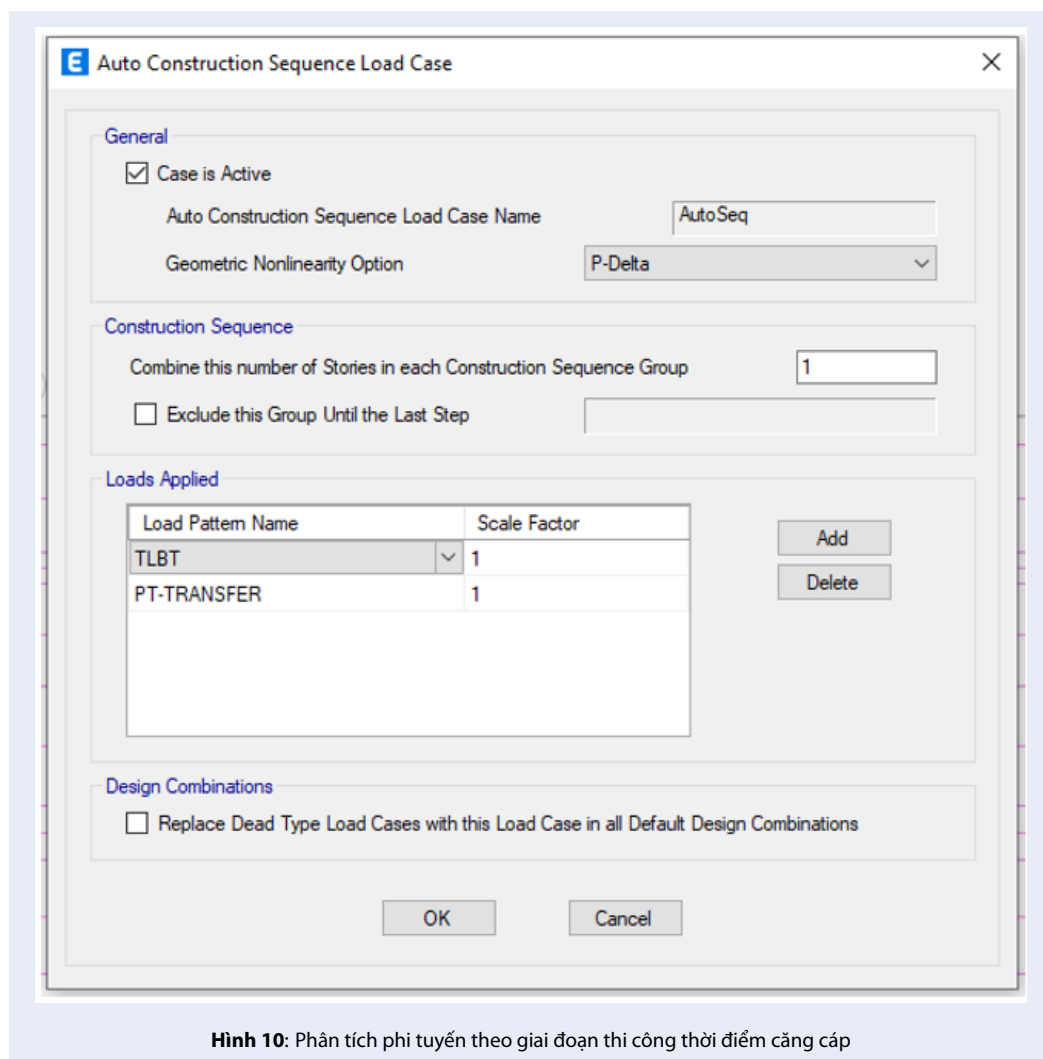
- Aalami B. Hyperstatic (Secondary) Actions in Prestressing and Their Computation. PTI-Post-Tensioned Institute: Technical Notes. 1998 Oct 4;.
- ACI 318-19. Building Code Requirements for Structural Concrete. American Concrete Institute. (2019);.
- EN 1992-1-1. Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings. European Committee for standardization. (2004);.
- TCVN 5574-2018. Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Bộ Khoa học công nghệ. (2018);.
- Wang L, Cheng D, Qu E, Zhang D, Lv C. Calculation of Additional Internal Forces in Post-Tensioned Prestressed Concrete Frame Columns Based on Equivalent Lateral Stiffness. Buildings. 2022 May 12;12(5):644;Available from: <https://doi.org/10.3390/buildings12050644>.
- Berkeley, California, USA. CSI analysis reference manual. Computer & Structure, Inc (2016);.
- Fintel M, Ghosh SK. Case study of effects of post-tensioning the beams in a 45-story building. In Journal Proceedings 1978 May 1 (Vol. 75, No. 5, pp. 184-191);Available from: <https://doi.org/10.14359/10930>.
- Kelley GS. Prestress losses in post-tensioned structures. PTI Technical Notes. 2000 Sep 10;10;.



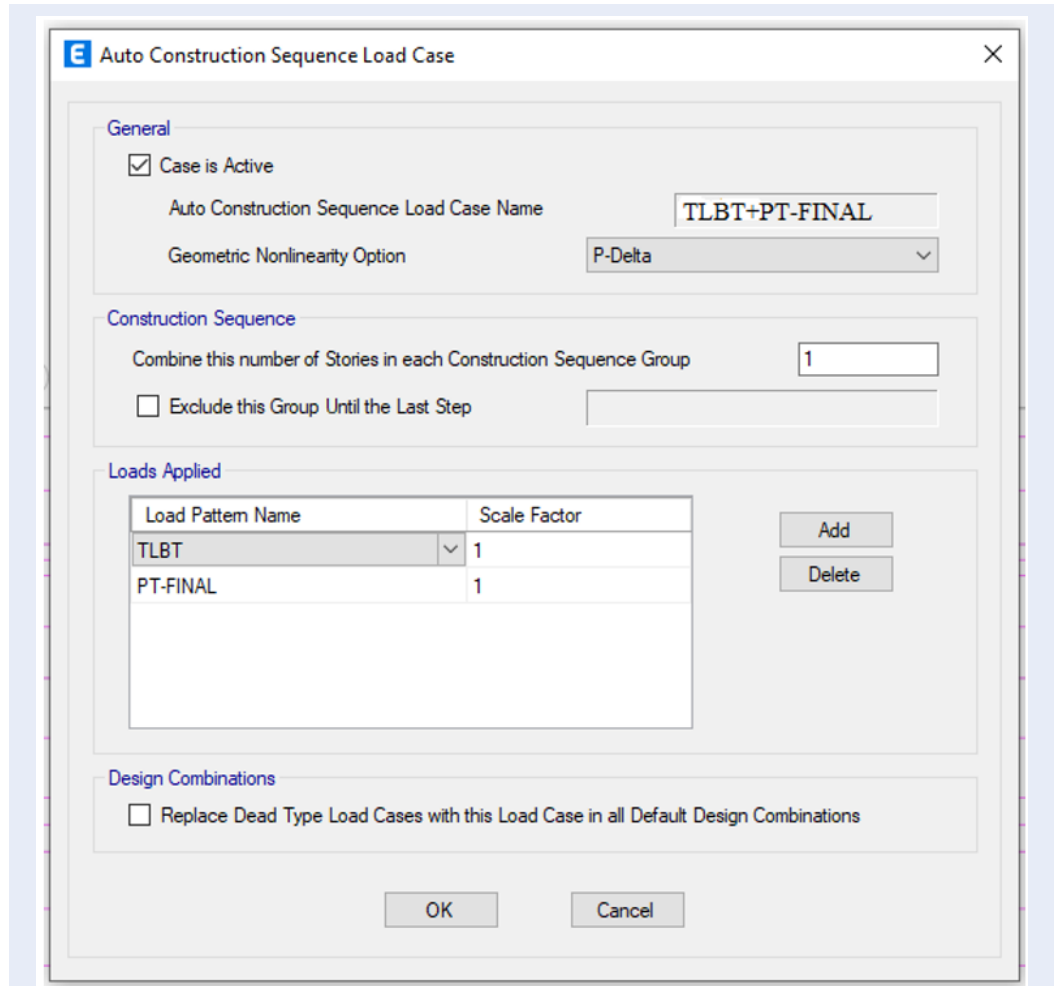


Hình 8: Sơ đồ kết cấu tại thời điểm căng cáp tầng 4

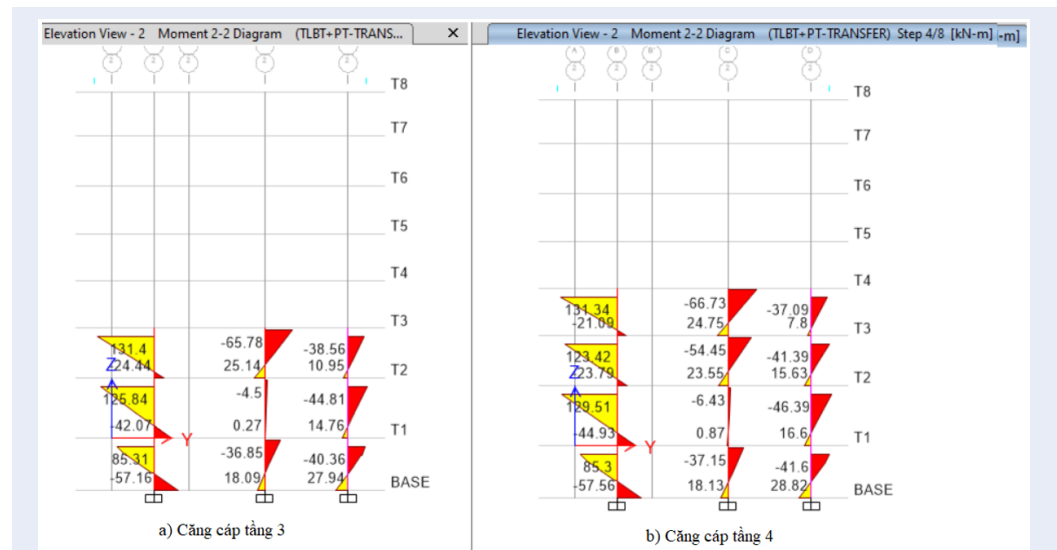




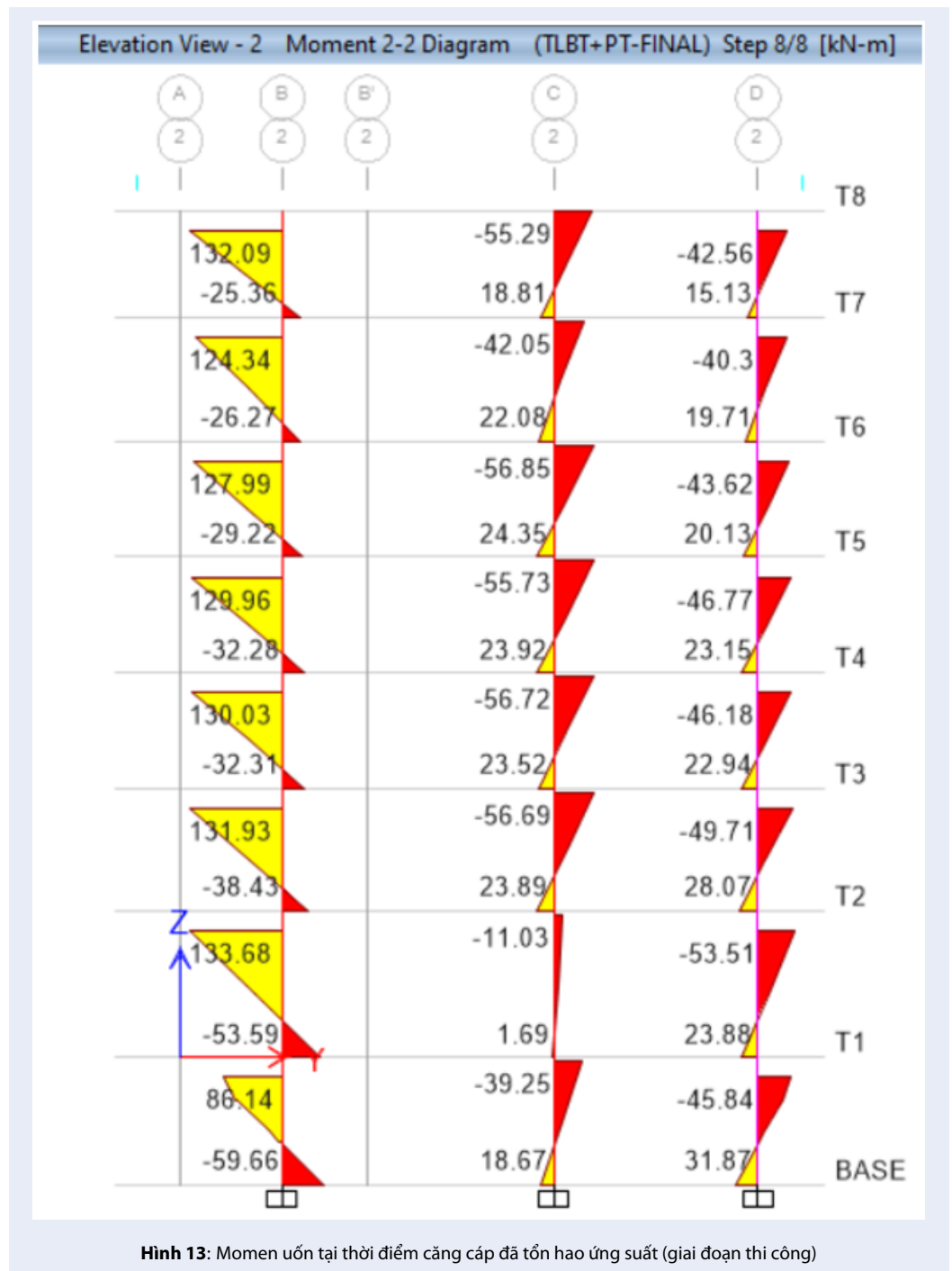
Hình 10: Phân tích phi tuyến theo giai đoạn thi công thời điểm căng cáp



Hình 11: Phân tích phi tuyến theo giai đoạn thi công thời điểm cấp đã tổn hao ứng suất



Hình 12: Momen uốn tại thời điểm căng cáp tầng 3 và tầng 4 (giai đoạn thi công)



Effects of prestressing force on column, frame consider construction and tensioning sequence

Pham Thanh Cong^{1,2,*}

ABSTRACT

Currently, prestressed concrete floors are the familiar concept in construction industry, wide application and understanding about them are comprehensive. However, the effects of prestressing force on column have not concerned. The paper presents the effects of prestressing force on column, frame in prestressed concrete structure associated with construction and tensioning sequence. And by expanding basic equations of prestressed concrete structure to explain the dependence of internal force on construction and tensioning sequence is also presented in this paper. Besides, the paper introduces the way to simulate and analyse the tendons in global model Etabs (nonlinear staged construction) for gaining a reasonable result in accordance with construction and tensioning sequence in practical design. The simulation in global model determines effect of prestressing force on not only slab but also column, frame; And nonlinear staged construction analysis to consider effect of construction and tensioning sequence to distribute internal forces on story, column and frame associated with construction sequence. The behaviors of the column include bending, shear, tension (compression) due to prestressing force easily determine before combination with other actions in design.

Key words: Effects of prestressing force on column, simulation tendons in Etabs, staged construction analysis, tensioning sequence, post-tension execution

¹Independent research

²Viet Thanh Cong Consulting
Construction Company 43/32 Tran Thi
Do street, Hiep Thanh Ward, 12 District,
Ho Chi Minh City, VietNam.

Correspondence

Pham Thanh Cong, Independent
research

Viet Thanh Cong Consulting
Construction Company 43/32 Tran Thi
Do street, Hiep Thanh Ward, 12 District,
Ho Chi Minh City, VietNam.

Email: cong.iso.nolimit@gmail.com

History

- Received: 20-5-2023
- Accepted: 14-5-2024
- Published Online: 30-6-2024

DOI : <https://doi.org/10.32508/stdjet.v7i2.1099>



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Cong P T. **Effects of prestressing force on column, frame consider construction and tensioning sequence.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology* 2024, 7(2):2184-2197.