

MÔ HÌNH TÍNH TOÁN KẾT CẤU DẦM CHUYỂN TRONG THIẾT KẾ NHÀ CAO TẦNG

Võ Mạnh Tùng^{a,*}

^a*Khoa Xây dựng dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng, số 55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 19/08/2019, Sửa xong 16/09/2019, Chấp nhận đăng 17/09/2019

Tóm tắt

Kết cấu chuyển ngày càng được sử dụng nhiều trong khoảng hơn chục năm trở lại đây ở Việt Nam, có rất nhiều vấn đề trong tính toán thiết kế kết cấu loại này để phản ánh đúng sự làm việc thực tế trong các công trình cao tầng. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày về tình hình sử dụng kết cấu dầm chuyển trong các công trình cao tầng ở Việt Nam, các cách thiết lập mô hình tính toán và tính toán bê tông cốt thép cho kết cấu dầm chuyển theo một số tiêu chuẩn thông qua các công trình thực tế. Có rất nhiều loại dầm chuyển đã được áp dụng: dầm thường, dầm cao, dầm chuyển dạng tấm chịu uốn, dầm chuyển đỡ vách, . . . vì vậy việc mô hình tính toán cũng khá đa dạng do tính chất làm việc khác nhau. Việc thiết kế bê tông cốt thép cho kết cấu dầm chuyển cũng không giống những cấu kiện cơ bản (dầm, cột, bản sàn) vì trạng thái nội lực tại một số vị trí của cấu kiện này khá phức tạp.

Từ khoá: bê tông cốt thép; dầm chuyển; nhà cao tầng; bản chuyển; ứng suất giới hạn.

MODELLING TRANSFER BEAMS IN DESIGNING HIGH-RISE BUILDINGS

Abstract

The transfer structure has been used more and more in the past ten years in Vietnam, there are many problems in calculating this type of structural design to reflect the actual work in high-rise buildings. In this paper, we present the situation of using beam transfer structures in high-rise buildings in Vietnam, ways to set up calculation models and calculate reinforced concrete for transferbeam according to some design standard through actual building. There are many types of transfer beam applied: long beams, deep beams, transfer plate, transfer beams for supporting walls, . . . therefore, the calculation model is also quite diverse due to different working status. The design of reinforced concrete for beam transfer structure is not the same as the basic constructions (beams, columns, slab) because the stress state and internal forces at some locations of this structure is quite complicated.

Keywords: reinforced concrete; transfer beams; high-rise buildings; transfer plate; limit stress.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13\(4V\)-02](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13(4V)-02) © 2019 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, xu thế phát triển trong thiết kế kiến trúc của các nhà cao tầng là tạo ra các công trình có công năng sử dụng đa dạng. Các tầng dưới của tòa nhà thường được thiết kế để làm khu dịch vụ như trung tâm mua sắm, nhà hàng, khu vui chơi giải trí... Trong khi đó các tầng trên thường được thiết kế với mục đích sử dụng làm văn phòng hoặc khu ở, chỉ cần không gian vừa hoặc nhỏ. Chính việc phân chia không gian khác nhau ở các tầng trên và dưới tòa nhà đòi hỏi xuất hiện một khu vực chuyển tiếp nằm ở những tầng trung gian.

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: vo_manhtung@yahoo.com.vn (Tùng, V. M.)

Khi công trình nhà cao tầng có sự thay đổi lớn về hệ lưới cột vách giữa các tầng trên và dưới của tầng chuyển, người ta sẽ sử dụng dầm chuyển. Dầm chuyển có thể bằng dầm bê tông cốt thép (BTCT) hoặc dầm BTCT ứng lực trước, thường có kích thước và trọng lượng lớn. Về mặt kết cấu thì khu vực tầng chuyển là vùng gián đoạn đối với kết cấu đứng, là nơi tập trung khối lượng và độ cứng, vì vậy tính toán và cấu tạo cho khu vực này phức tạp hơn nhiều. Mặc dù vậy, vì lợi ích về công năng sử dụng và thẩm mỹ công trình nên dầm chuyển vẫn được sử dụng ngày càng nhiều ở trên thế giới và Việt Nam.

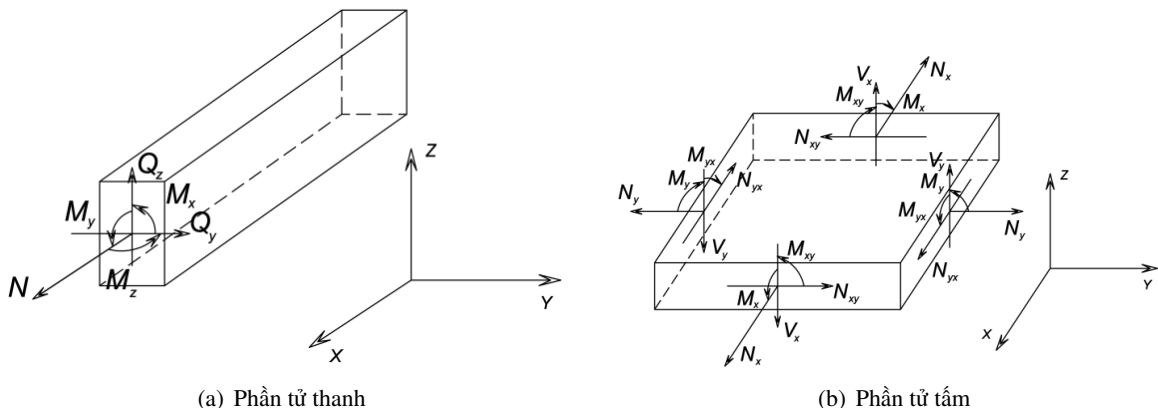
Trên thế giới, nhà cao tầng có dầm chuyển cũng được áp dụng khá rộng rãi ở các vùng có động đất yếu và trung bình như các nước khu vực Đông Nam Á: Thái Lan, Malaysia, Singapore, đặc biệt là Hong Kong [1] và một số thành phố ở Trung Quốc. Theo số liệu thống kê, trước năm 2016 thì hơn 70% nhà ở cao tầng ở Hong Kong được thiết kế có hệ thống kết cấu chuyển.

Ở Việt Nam khoảng 10 năm trở lại đây, kết cấu chuyển trong nhà cao tầng phát triển nhanh chóng cả về quy mô và chủng loại. Tại thành phố Hồ Chí Minh, kết cấu chuyển tầng đã được sử dụng cho các công trình: tòa nhà Hùng Vương Plaza (37 tầng), Sài Gòn Pearl (39 tầng), Sealing Tower (26 tầng), căn hộ cao cấp Hạnh Phúc (20 tầng), cao ốc văn phòng Nhơn Trạch – Đồng Nai (17 tầng), . . . Tại Hà Nội, có các công trình tiêu biểu sử dụng dầm chuyển: Trụ sở Bộ Công An, tòa nhà Dolphin Plaza, FLC Twin Tower, Lancaster Núi Trúc, The Pride, . . .

Mặc dù kết cấu dầm chuyển được sử dụng ngày càng nhiều nhưng những nghiên cứu cho loại kết cấu này còn khá hạn chế ở trong nước [2]. Những tài liệu chủ yếu mang tính chất hướng dẫn và mang tính chất kinh nghiệm vì vậy các kỹ sư thiết kế còn thiếu khá nhiều kiến thức để phân tích kết cấu dầm chuyển, những sự cố như nứt dầm chuyển và các kết cấu lân cận cũng đã xảy ra. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày về cách thiết lập mô hình tính toán dầm chuyển trong nhà cao tầng và được ví dụ qua các công trình thực tế. Chúng tôi sẽ phân tích ưu nhược điểm và những vấn đề cần lưu ý khi sử dụng từng loại mô hình.

2. Các mô hình phân tích nội lực dầm chuyển

Trong kỹ thuật mô hình kết cấu chịu lực bằng bê tông cốt thép trong nhà cao tầng bằng phương pháp phần tử hữu hạn, người ta thường sử dụng phần tử thanh và phần tử tấm (Hình 1) [3–5] vì 2 loại phần tử này đủ để mô tả được sự làm việc của hầu hết các kết cấu chịu lực trong nhà cao tầng như: dầm, cột, thanh giằng, bản sàn, tường, lõi cứng và việc phân tích nội lực, thiết kế bê tông cốt thép cho các phần tử loại này không quá phức tạp.



Hình 1. Các loại phần tử cơ bản mô hình kết cấu chịu lực

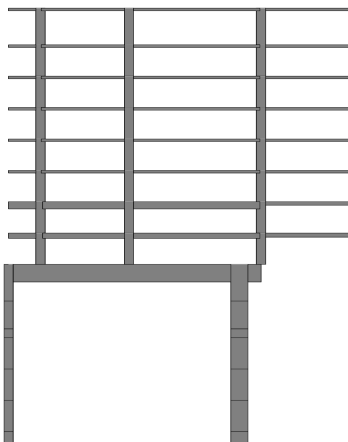
Mô hình hóa dầm chuyển trong sơ đồ tính toán thì lại là một vấn đề phức tạp hơn nhiều vì các kích thước của loại kết cấu này lớn hơn nhiều so với các kết cấu lân cận. Việc mô hình hóa chi tiết đến mức độ nào cũng cần được nghiên cứu kỹ không những phụ thuộc vào tính chất làm việc của dầm chuyển mà còn sự tương tác giữa dầm chuyển với các kết cấu lân cận.

Các loại mô hình thường được sử dụng để phân tích kết cấu dầm chuyển BTCT trong sơ đồ tính toán kết cấu nhà cao tầng là mô hình dạng thanh (frame), mô hình tấm dạng bản chịu uốn (plate), mô hình tấm dạng vách (wall), mô hình phần tử khối (solid). Các mô hình phi tuyến có tính chất vì mô được sử dụng để nghiên cứu xét đến sự làm việc phi tuyến và sự tương tác của bê tông cốt thép thường không được sử dụng trong tính toán thiết kế vì quá phức tạp và cũng không được đề cập trong nghiên cứu này. Sau đây là những phân tích cụ thể về những loại mô hình và phạm vi ứng dụng thực tế.

2.1. Mô hình dạng thanh (frame)

Mô hình dạng thanh phù hợp dầm chuyển có nhịp lớn ($L/h > 5$ – dầm thường), có hệ kết cấu trên và dưới dầm chuyển là dạng cột và nằm trong cùng mặt phẳng (Hình 2(a)). Đây là loại mô hình đơn giản nhất phù hợp với sơ đồ tính toán tổng thể công trình, tuy nhiên sẽ không mô tả được chính xác những vùng liên kết giữa dầm chuyển và kết cấu lân cận. Thực chất của mô hình này coi dầm chuyển như dầm thường, thành phần nội lực chủ yếu là momen uốn và lực cắt. Việc tính toán thiết kế như đối với dầm BTCT (hoặc BTCT ứng lực trước) thông thường gồm có tính toán cốt thép dọc (chịu momen uốn), cốt thép đai (chịu lực cắt) và tính toán chịu lực cục bộ tại vị trí chân cột tác dụng lên dầm chuyển. Chiều cao dầm chuyển là khá lớn nên cần phải mô hình các vùng cứng (rigid zone) tại các vị trí đầu cột và chân cột nối với dầm chuyển, làm phức tạp thêm sơ đồ tính toán.

Mô hình dạng thanh được ứng dụng tính toán dầm chuyển tại các dự án: Trung tâm đào tạo Đại học Kinh Tế Quốc Dân (số 207 Giải Phóng), Trụ sở Thành Ủy Hà Nội (số 4 Lê Lai) (Hình 2(b)), Trụ sở Cơ Quan Kiểm Toán khu vực 1 (số 82 Ngọc Khánh), . . .



(a) Mô hình dạng thanh



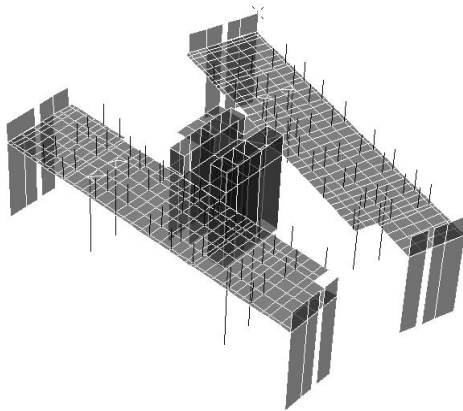
(b) Dầm chuyển trụ sở Thành Ủy Hà Nội (số 4 Lê Lai)

Hình 2. Áp dụng mô hình dầm chuyển dạng thanh

2.2. Mô hình dạng tấm chịu uốn (plate) [6]

Mô hình loại này phù hợp dầm chuyển có nhịp lớn ($L/h > 5$ – dầm thường), có hệ kết cấu trên và dưới dầm chuyển là dạng cột nhưng không nằm trong cùng mặt phẳng, dạng kết cấu này có thể gọi là

bản chuyển (transfer plate) (Hình 3(a)). Mô hình này coi dầm chuyển như bản bê tông cốt thép chịu uốn theo 2 phương, thành phần nội lực chủ yếu là momen uốn và lực cắt theo 2 phương. Việc tính toán thiết kế khá đơn giản như đối với bản BTCT gồm có tính toán cốt thép dọc (chịu momen uốn), cốt thép đai (chịu lực cắt) và tính toán chọc thủng tại các vị trí liên kết cột với dầm chuyển. Tương tự như mô hình thanh, các đầu cột nối với dầm chuyển trong trường hợp này cũng cần phải mô hình các vùng cứng để mô phỏng phần liên kết này. Mô hình tấm dạng bản chịu uốn được sử dụng tại một số dự án: Dolphin plaza (28 Trần Bình) (Hình 3(b)), The Pride Hải Phát, Sun Grand City Ancora (3 Lương Yên), ...



(a) Mô hình dạng tấm chịu uốn



(b) Dầm chuyển Dolphin Plaza (28 Trần Bình)

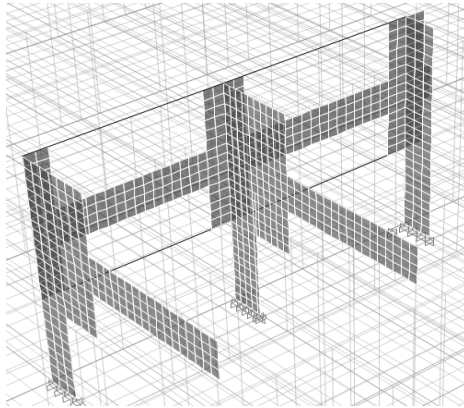
Hình 3. Áp dụng mô hình dầm chuyển dạng tấm chịu uốn

2.3. Mô hình dạng vách (wall) [7]

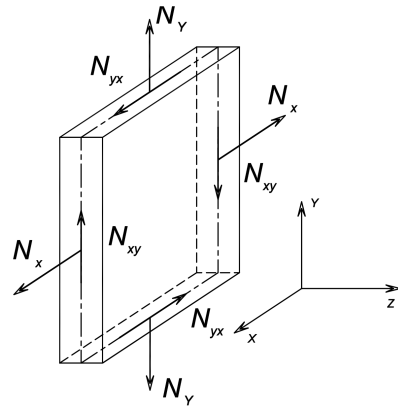
Mô hình loại này phù hợp dầm chuyển có dạng dầm cao ($L/h < 5$) hoặc kết cấu trên dầm chuyển là vách có kích thước lớn, hệ kết cấu trên và dưới dầm chuyển là dạng cột hoặc vách nằm trong cùng mặt phẳng (Hình 4(a)).

Trong sơ đồ tính toán, sử dụng mô hình dạng vách (với nội lực chính là lực dọc theo hai phương và lực trượt, xem Hình 4(b)) để mô phỏng kết cấu dầm chuyển và cả các đầu cột, vách lân cận, đây là những vùng trong thực tế chịu ứng suất theo hai phương và phương của ứng suất chính thay đổi (D-region). Mô hình dạng vách khắc phục nhược điểm của 2 loại mô hình đã được trình bày trên đây, có thể phân tích được trạng thái ứng suất phẳng phức tạp tại vùng liên kết giữa dầm chuyển và kết cấu lân cận.

Để tính toán thiết kế tấm BTCT chịu ứng suất phức tạp có thể sử dụng phương pháp tính toán theo ứng suất cho phép theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI318-1995 [8], tiêu chuẩn châu Âu EC2 [9] hoặc vận dụng các điều kiện ứng suất giới hạn của mô hình thanh chống giằng (strut and tie method - STM) trong các phiên bản sau của tiêu chuẩn Hoa Kỳ (ACI318-2019). Phiên bản mới nhất của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN5574:2018 [10] cũng đã có những hướng dẫn cụ thể để tính toán thiết kế cho loại kết cấu này (sẽ được giới thiệu ở phần sau). Mô hình dạng vách được sử dụng tại một số dự án: Lancaster (20 Núi Trúc), Wyndham Soleil Ánh Dương (Đà Nẵng), Sunbay Park Hotel (Phan Rang), ...



(a) Mô hình dạng vách

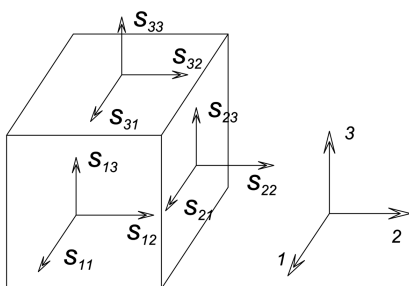


(b) Thành phần nội lực phần tử dạng vách

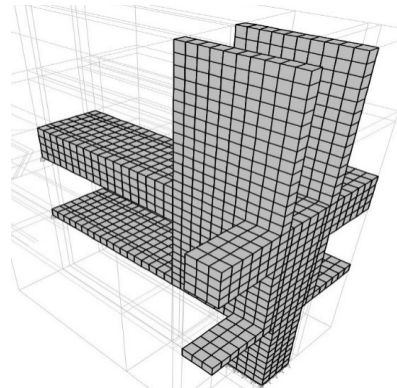
Hình 4. Áp dụng mô hình tấm dạng vách dự án Wyndham Soleil Ánh Dương

2.4. Mô hình phần tử khối (solid)

Mô hình loại này thường được sử dụng khi tính những vị trí liên kết giữa các kết cấu lân cận và dầm chuyển, hệ kết cấu trên và dưới dầm chuyển là dạng cột hoặc vách không nằm trong cùng mặt phẳng (Hình 5(b)). Mô hình phần tử khối có thể phân tích được trạng thái ứng suất khối (Hình 5(a)) tại vùng liên kết giữa dầm chuyển và kết cấu lân cận. Sau khi phân tích được trạng thái ứng suất, có thể sử dụng phương pháp tính toán theo ứng suất cho phép để kiểm tra mức độ an toàn cho các phần tử khối tương tự như phần 2.3. Mô hình phần tử khối được sử dụng để tính toán phần liên kết giữa cột và dầm chuyển của dự án FLC Twin Tower (265 Cầu Giấy) (Hình 5(b)).



(a) Trạng thái ứng suất phần tử khối



(b) Mô hình dạng phần tử khối

Hình 5. Mô hình phần tử khối dầm chuyển dự án FLC Twin Tower

Một số trường hợp có thể phải kết hợp nhiều mô hình để tính toán tùy thuộc vào độ phức tạp của kết cấu.

3. Tính toán thiết kế dầm chuyển

Đối với những dầm chuyển mô hình theo dạng thanh và tấm chịu uốn thì việc tính toán thiết kế bê tông cốt thép là khá đơn giản và được quy định cụ thể trong các tiêu chuẩn thiết kế. Tuy nhiên để tính toán kiểm tra những dầm chuyển được mô hình bằng các phần tử dạng vách hay phần tử khối thì sẽ phức tạp hơn. Như đã trình bày trong phần 2.3, các phần tử dạng vách có thể được tính toán kiểm tra bằng một số phương pháp được đề cập trong các tiêu chuẩn thiết kế. Trong bài báo này chúng tôi lựa chọn trình bày 3 cách thiết kế cho phần tử dạng vách chịu ứng suất phẳng là phương pháp kiểm tra ứng suất giới hạn theo mô hình thanh chống – giằng quy định trong ACI318:2019, phương pháp kiểm tra ứng suất giới hạn theo EC2 và phương pháp tính toán trạng thái giới hạn về cường độ theo TCVN5574:2018.

3.1. Phương pháp kiểm tra ứng suất giới hạn theo ACI318:2019 [11]

Mô hình thanh chống giằng (Strut and Tie Method – STM) thường được áp dụng cho việc thiết kế cầu kiện hoặc một phần của cầu kiện bê tông cốt thép, tại những vị trí không liên tục về tải trọng và sơ đồ hình học (D-region) gây ra trạng thái ứng suất phẳng và biến dạng phi tuyến trên mặt cắt ngang. Mô hình thanh chống giằng bao gồm các thanh chống chịu nén đúng tâm, các thanh giằng chịu kéo đúng tâm và các nút giao. Độ bền của các thanh chống và thanh giằng được tính toán như cầu kiện chịu nén và chịu kéo đúng tâm với ứng suất giới hạn trong bê tông và cốt thép bị không chế phụ thuộc vào các trạng thái làm việc khác nhau.

Trạng thái ứng suất trong các phần tử dạng vách mô hình dầm chuyển khi phân tích bằng phương pháp phần tử hữu hạn là trạng thái ứng suất phẳng như vậy và cần được khống chế với ứng suất giới hạn như sau:

- Ứng suất nén giới hạn của bê tông:

$$f_{ce} = 0,85\beta_c\beta_s f'_c \quad (1)$$

trong đó β_c là hệ số kể đến hiệu ứng bó, nếu không có cấu tạo đặc biệt thì lấy bằng 1; β_s là hệ số điều kiện làm việc thường lấy bằng 0,4; f'_c là cường độ chịu nén của bê tông.

- Ứng suất kéo giới hạn của cốt thép trong các thanh giằng lấy bằng cường độ chịu kéo của cốt thép f_y .

3.2. Phương pháp kiểm tra ứng suất giới hạn theo EC2 [9]

Sau khi có kết quả về nội lực hoặc ứng suất trong các phần tử tấm dạng vách mô hình dầm chuyển phải kiểm tra với ứng suất giới hạn như sau:

- Trong vùng bê tông chịu nén, ứng suất nén trong bê tông phải được giới hạn để tránh theo dọc vết nứt theo phương ngang hoặc bê tông bị từ biến quá nhiều ảnh hưởng đến sự làm việc của kết cấu. Đối với mức độ quan trọng của kết cấu dầm chuyển, để tránh những biến dạng từ biến ở mức khó phán đoán, có thể lấy ứng suất nén giới hạn trong bê tông là $0,45f_{ck}$ (với f_{ck} là cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông).

- Trong vùng kéo, ứng suất kéo trong cốt thép phải được giới hạn để tránh vết nứt hoặc biến dạng quá lớn, ứng suất giới hạn trong cốt thép thường là $0,8f_{yk}$ và trong cốt thép ứng suất trước là $0,75f_{pk}$ (với f_{yk} , f_{pk} là cường độ chịu kéo đặc trưng của cốt thép và cốt thép ứng lực trước).

3.3. Phương pháp tính toán theo TCVN5574:2018 [10]

Sau khi có kết quả nội lực trong các phần tử dạng vách là các lực dọc N_x , N_y và lực trượt N_{xy} , tính toán bê tông cốt thép được tiến hành theo các điều kiện dựa trên các phương trình cân bằng giới hạn tổng quát sau đây (Hình 6):

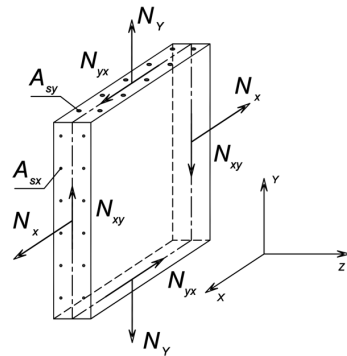
$$\begin{aligned} (N_{x,u} - N_x)(N_{y,u} - N_y) - N_{xy}^2 &\geq 0 \\ N_{x,u} &\geq N_x; \quad N_{y,u} \geq N_y; \quad N_{xy,u} \geq N_{xy} \end{aligned} \quad (2)$$

trong đó N_x , N_y và N_{xy} lần lượt là các lực pháp tuyến và lực trượt tác dụng theo các cạnh bên của phần tử phẳng được tách ra; $N_{x,u}$, $N_{y,u}$ và $N_{xy,u}$ lần lượt là các giá trị giới hạn của các lực pháp tuyến và lực trượt mà phần tử phẳng được tách ra có thể chịu được.

Giá trị của các lực pháp tuyến giới hạn $N_{x,u}$ và $N_{y,u}$ cần được xác định từ tính toán tiết diện thẳng góc kéo hoặc nén đúng tâm, nằm vuông góc với các trục X và Y , của phần tử phẳng được tách ra với cốt thép theo phương đứng và phương ngang nằm song song với các trục X và Y .

Giá trị của lực trượt giới hạn $N_{xy,u}$ bao gồm thành phần do bê tông chịu $N_{bxy,u}$ và do cốt thép $N_{sxy,u}$ được xác định như sau:

$$\begin{aligned} N_{bxy,u} &= 0,3R_bA_b; \\ N_{sxy,u} &= 0,5R_s(A_{sx} + A_{sy}) \end{aligned} \quad (3)$$

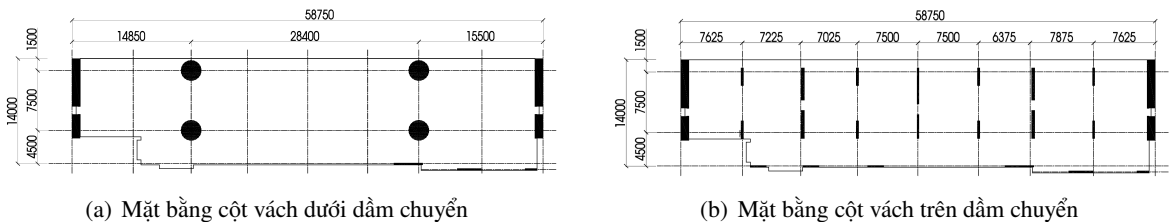


Hình 6. Phần tử dạng vách

trong đó R_b là cường độ chịu nén tính toán của bê tông; R_s là cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép; A_b là diện tích làm việc của tiết diện ngang của bê tông của phần tử phẳng được tách ra; A_{sx} và A_{sy} là diện tích tiết diện cốt thép theo phương các trục X và Y trong phần tử phẳng được tách ra.

4. Ví dụ về mô hình dầm chuyển

Mô hình hệ kết cấu chuyển không gian như sau: không gian dưới dầm chuyển có 3 nhịp lớn 14,85 m, 28,40 m, 15,5 m, được sử dụng làm không gian công cộng (Hình 7(a)), không gian trên dầm chuyển với bước cột khoảng từ 6 đến 7,5 m (Hình 7(b)), kết cấu chuyển đỡ 25 sàn được sử dụng làm căn hộ, dầm chuyển thuộc không gian tầng 4 nằm ở cao độ +32,125 m.



Hình 7. Mặt bằng cấu kiện

Phân tích phương án: hệ dầm chuyển vượt nhịp 28 m ban đầu có 3 phương án được đề xuất là dàn thép, dầm BTCT ứng lực trước và bản BTCT ứng lực trước. Phương án thực tế là bản BTCT ứng lực trước dày 3 m vì các ưu điểm về kinh tế, thời gian, thẩm mỹ và thuận lợi cho thi công.

4.1. Phân tích về lựa chọn mô hình

+ Mô hình phần tử thanh chỉ được sử dụng để phân tích sơ bộ tổng thể, để thiết kế chi tiết dầm chuyển thì loại mô hình này không phản ánh đúng sự làm việc của hệ dầm chuyển dạng bản và không xét được sự làm việc theo phương vuông góc. Mô hình dạng vách không phù hợp trong trường hợp này vì đặc điểm hình học dạng bản của dầm chuyển và tỷ số $L/h > 5$.

+ Mô hình phần tử tấm chịu uốn là loại mô hình phù hợp nhất trong trường hợp này vì đặc điểm hình học của dầm chuyển này là dạng bản có $L/h \approx 7$, các cột trên dầm chuyển và cột dưới dầm chuyển không cùng nằm trong mặt phẳng.

4.2. Mô hình tính toán

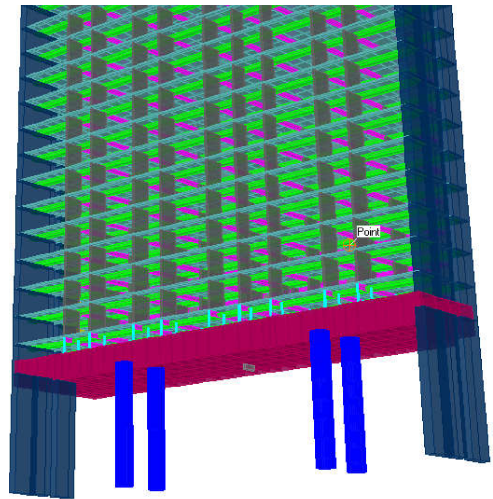
a) Mô hình tính toán tổng thể được thiết lập trên phần mềm ETAB9.7.4 của CSI (Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA) để phân tích sự làm việc tổng thể của công trình (kiểm tra ổn định tổng thể và phân tích nội lực các cấu kiện khác dầm chuyển) và xác định tải trọng của các cấu kiện phía trên truyền xuống dầm chuyển (Hình 8).

b) Mô hình tính toán thiết kế chi tiết dầm chuyển được trích xuất từ mô hình tổng thể trong mục a) và chi tiết hóa trên phần mềm SAFE.v12 của CSI, sau đó được thiết kế theo tiêu chuẩn bê tông Hoa Kỳ ACI318-05. Kích thước của dầm chuyển rất lớn ($3 \text{ m} \times 14 \text{ m}$) và nằm ở độ cao trên 30 m nên để an toàn trong công tác thi công, dầm chuyển sẽ được thi công theo 2 giai đoạn như sau :

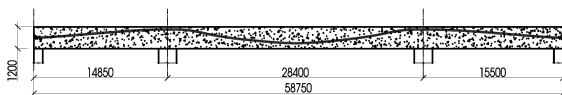
+ Giai đoạn 1: chiều dày đổ bê tông là 1,2 m.

Sơ đồ tính toán dầm chuyển trong giai đoạn này là bản BTCT cao 1,2 m chịu trọng lượng bản thân của bê tông ướt (dày 1,8 m) và tải trọng thi công giai đoạn 2 (xem Hình 9).

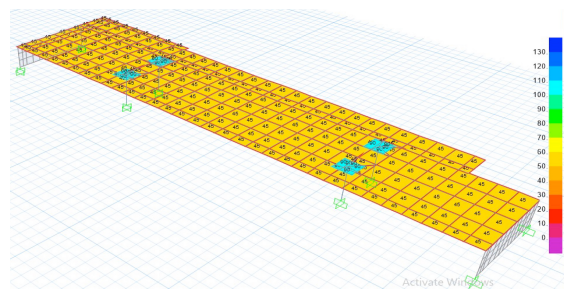
+ Giai đoạn 2: sau khi lớp bê tông trong giai đoạn 1 đạt cường độ tiếp tục đổ bê tông giai đoạn 2 với chiều dày 1,8 m, sau khi bê tông giai đoạn 2 đạt cường độ thì thi công tiếp các tầng trên. Sơ đồ tính toán dầm chuyển trong giai đoạn này là bản BTCT dày 3 m chịu tải trọng của toàn bộ công trình.



Hình 8. Mô hình dầm chuyển

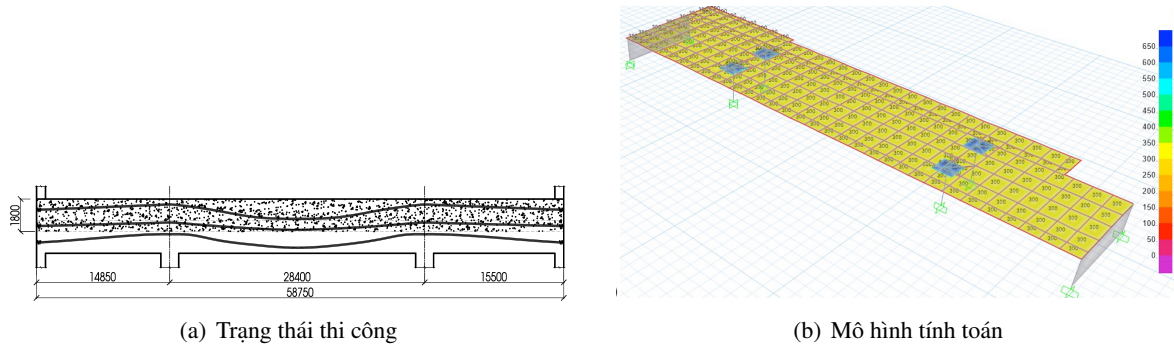


(a) Trạng thái thi công



(b) Mô hình tính toán

Hình 9. Giai đoạn 1



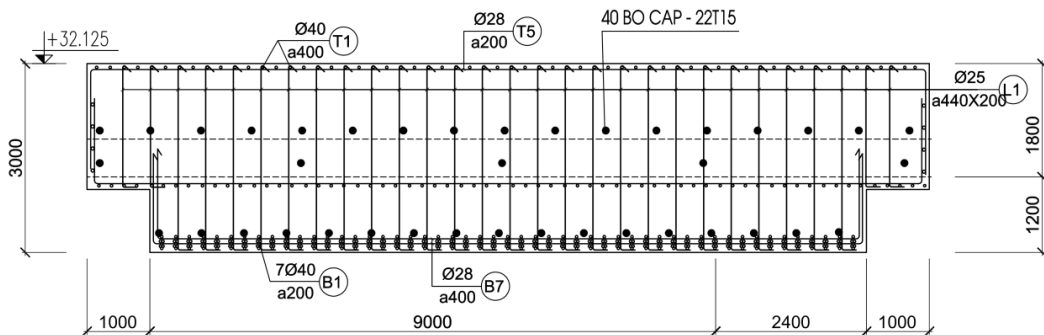
Hình 10. Giai đoạn 2

Các thông số chính về nội lực và chuyển vị tính toán của 2 giai đoạn được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả nội lực và chuyển vị của dầm chuyển

Giai đoạn	Momen dương lớn nhất	Momen âm lớn nhất	Độ võng lớn nhất
Giai đoạn 1	11847 T.m	56721 T.m	-24 mm (vồng lên do hiệu ứng của cáp ứng lực trước)
Giai đoạn 2	10854 T.m	244764 T.m	36 mm

Độ võng giới hạn của dầm chuyển là một thông số quan trọng. Theo ACI318-05 thì giá trị này được lấy bằng $1/480$ chiều dài nhịp, trong trường hợp này độ võng giới hạn được lấy bằng 58 mm. Thực tế độ võng tuyệt đối lớn nhất quan trắc được tại thời điểm sau 3 năm từ khi đổ xong bê tông dầm chuyển là 40 mm, độ võng này xấp xỉ với giá trị dự đoán. Sau khi mô hình, dầm chuyển được phân tích và được cấu tạo như trên Hình 11.



Hình 11. Cấu tạo cốt thép dầm chuyển

5. Kết luận

- Dầm chuyển BTCT là một loại kết cấu đặc biệt ngày càng được sử dụng nhiều ở Việt Nam và tỏ ra hiệu quả trong việc đem lại nhiều không gian sử dụng đẹp ở các công trình cao tầng.

- Khi phân tích dầm chuyển trong nhà cao tầng, có 4 loại phần tử có thể sử dụng để mô hình kết cấu dầm chuyển là phần tử thanh, phần tử tấm chịu uốn, phần tử dạng vách và phần tử khối. Nên phân tích tính chất chịu lực của dầm chuyển và các kết cấu lân cận để lựa chọn và kết hợp các mô hình tính toán cho phù hợp.

- Tính toán thiết kế dầm chuyển khi được mô hình thành các phần tử thanh và tấm chịu uốn như với cấu kiện chịu uốn thông thường (như thiết kế dầm và bản sàn), còn khi được mô hình thành các phần tử dạng vách (ứng suất phẳng) và phần tử khối (ứng suất khối) thì có thể sử dụng phương pháp kiểm tra ứng suất giới hạn trong bê tông và cốt thép được quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế.

- Phiên bản mới nhất tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép TCVN5584-2018 đã bổ sung phần quan trọng tính toán kiểm tra với phần tử dạng vách mà các phiên bản cũ không có.

Tài liệu tham khảo

- [1] Wong, R. (2007). *Construction of transfer plate – from various case studies*. Presentation, City University of Hong Kong.
- [2] Hùng, Đ. V., Khánh, N. Đ., Thắng, N. T. (2018). [Khảo sát hiệu quả phân tích dầm chuyển ứng lực trước đồng thời với khung bê tông cốt thép](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, 12(7): 45–55.
- [3] Alonso-Durá, A. (2014). *Construction and building research*. Universitat Politècnica de València.
- [4] CSI (2016). *Analysis reference manual for SAP2000, ETABS and SAFE*. Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA.
- [5] [Modelling, analysis & design of RC building using by ETABS](#). Asian Center for Engineering of Computations and Software.
- [6] Abdlebaset, Y. M., Sayed-Ahmed, E. Y., Mourad, S. A. (2016). [High-rise buildings with transfer floors: Linear versus nonlinear seismic analysis](#). *Electronic Journal of Structural Engineering*, 16:1.
- [7] Dar, O. J. (2007). *Analysis and design of shear wall-transfer beam structure*. Thesis of Bachelor, University Technology Malaysia.
- [8] ACI 318-95 (1995). *Building code requirements for structural concrete and commentary*. American Concrete Institute, Washington, D.C.
- [9] EN 1992-1-1:2004. *Design of concrete structures*. European Standard.
- [10] TCVN 5574:2018. *Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép*. Tiêu chuẩn quốc gia.
- [11] ACI 318-19 (2019). *Building code requirements for structural concrete and commentary*. American Concrete Institute, Washington, D.C.