NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG HỆ ĐÀ GIÁO BẰNG THÉP THI CÔNG DẦM CHUYỂN

RESEARCH ON THE APPLICATION OF STEEL SUPPORT SCAFFOLDING SYSTEM IN TRANSFER BEAM CONSTRUCTION

KS. **HOÀNG TRỌNG NGỌC**, ThS. **NGUYỄN MẠNH CƯỜNG**, ThS. **PHÙNG NGỌC PHAN**
Viện KHCN Xây dựng
Email: hoangngocibst@gmail.com

Tóm tắt: *Biện pháp thi công dầm chuyển bằng hệ đà giáo bằng thép là một biện pháp có thể thay thế cho biện pháp thi công truyền thống trong trường hợp biện pháp thi công truyền thống không thể thực hiện được hoặc thực hiện được nhưng độ an toàn không cao, tiến độ kéo dài, chi phí thi công lớn... Bài báo trình bày về việc nghiên cứu và đề xuất cấu tạo hệ đà giáo bằng thép, bao gồm cả các yêu cầu kỹ thuật khi thiết kế để áp dụng vào thi công dầm chuyển.*

Từ khóa: *Biện pháp thi công, dầm chuyển, kết cấu chuyển, đà giáo bằng thép.*

Abstract: *Transfer beams construction solution by steel support scaffolding system is an alternative to traditional methods in the cases that the traditional methods cannot be performed or that it can be done but with little safety, long progress and a high construction cost, etc. This paper presents the research and proposed structure of the steel support scaffolding system, including the technical requirements when designing to apply in the construction of transfer beam.*

Key words: *Construction methods, transfer beams, transfer structure, steel support scaffolding system.*

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, các tòa cao tầng được triển khai mạnh mẽ, đặc biệt ở Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh. Thông thường do mặt bằng không lớn nên công trình thường có công năng là sự kết hợp của nhiều dịch vụ khác nhau (Trung tâm thương mại, văn phòng, chung cư, khách sạn...). Các khu dưới của tòa nhà thường được sử dụng làm bãi đậu xe, trung tâm thương mại, phòng họp, vườn treo hoặc các không gian mở cho những chức năng theo yêu cầu của chủ đầu tư. Trong khi đó, ở các tầng phía trên thường được bố trí là các căn hộ hoặc văn phòng với hệ kết cấu cột (vách) dày hơn để phân chia không gian sử dụng. Với cấu trúc không gian mở ở phía dưới và hệ kết cấu cột vách dày hơn ở phía trên đòi hỏi phải có dầm hoặc sàn chuyển vượt nhịp (gọi chung là kết cấu chuyển). Bởi tính chất như vậy nên kết cấu chuyển là những cấu kiện chịu tải trọng lớn. Để đảm bảo khả năng chịu lực, kích thước yêu cầu của các cấu kiện này sẽ lớn hơn nhiều so với kết cấu dầm và sàn thông thường (chiều cao dầm chuyển thường từ 1.5m đến 3m). Kích thước lớn đồng nghĩa với tải trọng bản thân của dầm lớn, một số trường hợp còn là kết cấu bê tông khối lớn nên biện pháp thi công kết cấu chuyển luôn được các nhà thầu và chủ đầu tư đặc biệt chú trọng.

Biện pháp thi công truyền thống thường sử dụng là hệ ván khuôn và giáo chống. Trong đó, hệ giáo chống được tính toán và bố trí nhiều tầng liên tục đặt lên hệ dầm sàn của các tầng bên dưới. Đối với trường hợp đặc biệt, để đảm bảo an toàn, có thể phải bố trí hệ giáo chống đặt từ mặt nền (mặt đất hoặc nền tầng hầm) lên đến cao độ của dầm chuyển.

Tuy nhiên, kết cấu ở bên dưới hệ thống dầm chuyển không phải lúc nào cũng thuận lợi để nhà thầu lắp đặt hệ giáo chống, có thể kể đến một số tình huống như: hệ dầm sàn tầng dưới có thể có ramp (đường dốc) nên không thể chịu tải trọng lớn, có lỗ mở thang bộ hoặc lỗ mở biện pháp nên không có hệ kết cấu dầm sàn hoặc dầm chuyển nằm ở vị trí quá cao... nên nếu sử dụng biện pháp thi công truyền thống sẽ bất lợi về kỹ thuật, có thể tăng chi phí và kéo dài thời gian thi công. Do đó cần xem xét áp dụng các biện pháp khác hợp lý, hiệu quả hơn.

Bài báo này sẽ trình bày về việc nghiên cứu và đề xuất áp dụng hệ đà giáo bằng thép vào thi công dầm chuyển, cụ thể là:

- So sánh biện pháp thi công dầm chuyển sử dụng hệ giáo chống truyền thống và sử dụng hệ đà giáo bằng thép;

- Nghiên cứu điển hình sử dụng đà giáo bằng thép vào thi công dầm chuyển dự án Mullberry Lane Hà Nội;

- Đề xuất các phương án đà giáo bằng thép và phạm vi sử dụng phù hợp với điều kiện công trình;

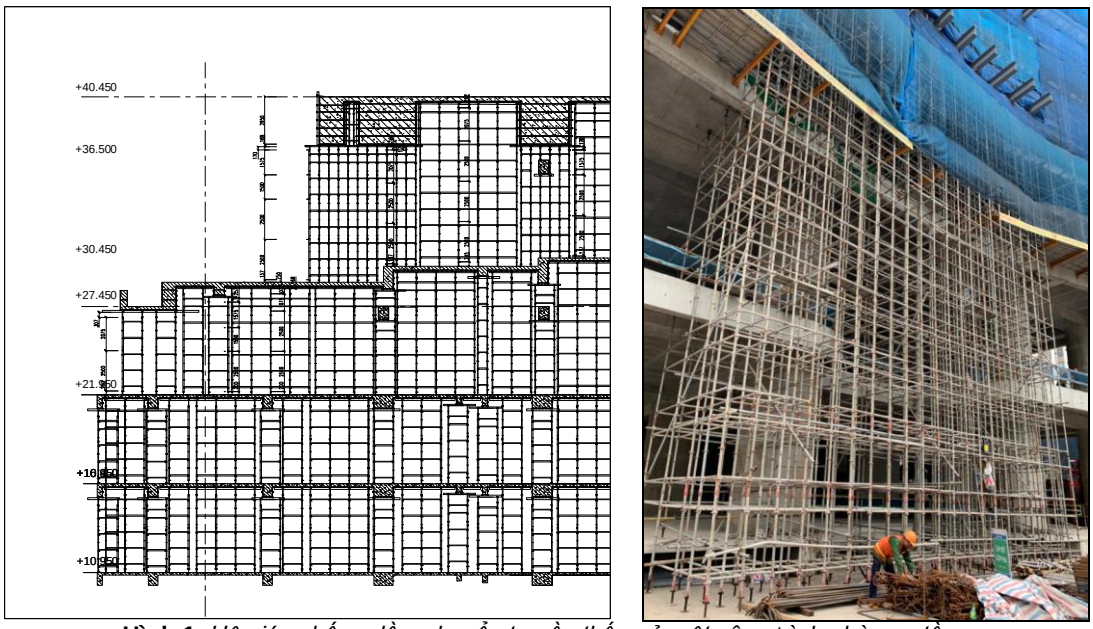
- Đề xuất một số yêu cầu kỹ thuật trong thiết kế hệ đà giáo bằng thép thi công kết cấu chuyển.

2. Thi công dầm chuyển sử dụng hệ giáo chống truyền thống

Hiện nay, nhà thầu thường sử dụng hệ giáo chống chịu lực truyền thống, để chống đỡ ván khuôn dầm (sàn) trong quá trình thi công.

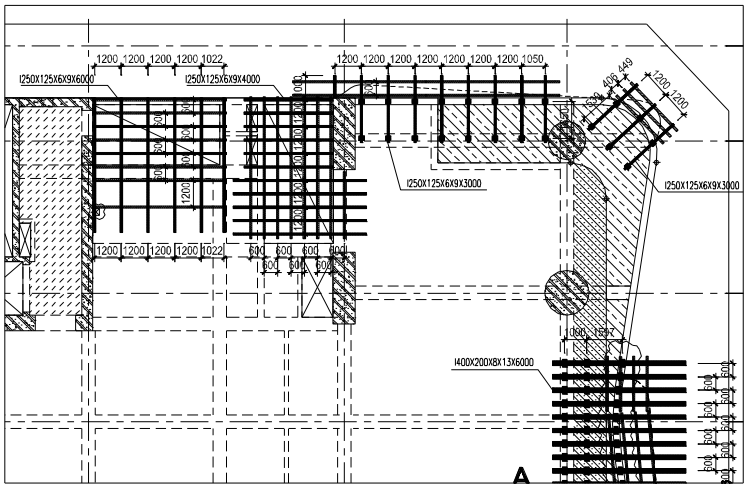
Với ván khuôn, giáo chống đạt tiêu chuẩn, chủng loại phong phú trên thị trường, biện pháp thi công truyền thống không phức tạp, quy trình rõ ràng, có các quy phạm, tiêu chuẩn hướng dẫn, chỉ dẫn liên quan. Do đó, các nhà thầu thi công có năng lực và kinh nghiệm không gặp nhiều khó khăn trong khi thi công và quản lý chất lượng thi công.

Tuy nhiên, với tải trọng và chiều cao thi công lớn của dầm chuyển đòi hỏi số lượng giáo chống lớn, số tầng chống nhiều, với nhiều dự án thì hệ giáo chống có thể phải chống từ tầng dưới cùng lên (hình 1), dẫn đến sự khó khăn trong đảm bảo khả năng chịu lực, ổn định của hệ giáo chống.



Hình 1. *Hệ giáo chống dầm chuyển truyền thống ở một công trình nhà cao tầng*

Trong một số trường hợp, kết cấu tầng dưới có thể có đường dốc xuống tầng hầm, lỗ mở thang bộ..., do đó phải tạo các sàn biện pháp phức tạp cho hệ giáo chống (hình 2), dẫn đến kéo dài thời gian thi công và phát sinh chi phí.



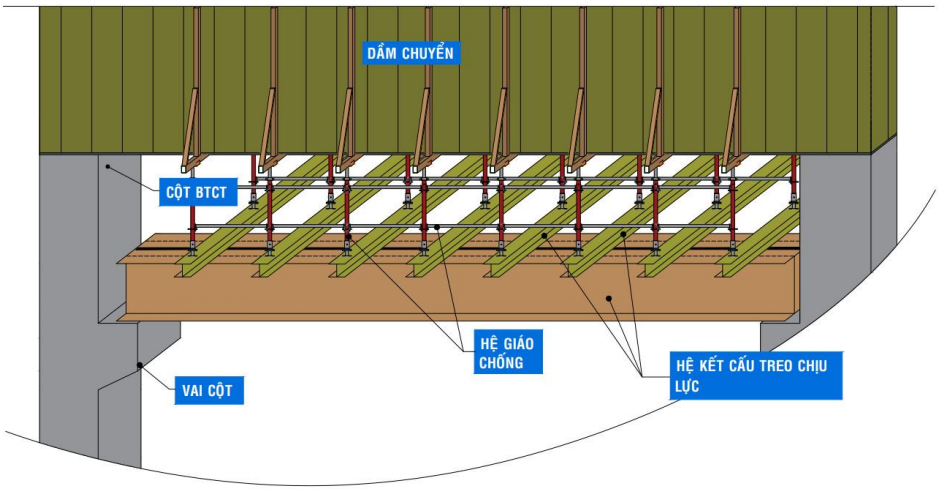
Hình 2. *Sử dụng thép hình gác qua lỗ mở, tạo sàn công tác cho giáo chống*

Ngoài ra, với số lượng giáo chống sử dụng rất lớn sẽ gặp khó khăn khi luân chuyển giáo chống dẫn tới tiến độ dự án có thể bị kéo dài. Do khả năng chịu tải của hệ giáo và kết cấu bên dưới không lớn, có thể phải đổ bê tông thành nhiều đợt theo chiều cao kết cấu, dẫn đến việc xử lý mạch ngừng giữa các lớp đổ rất phức tạp…

3. Thi công dầm chuyển sử dụng hệ đà giáo bằng thép chịu lực

3.1 Cơ sở và ý tưởng

Thông thường, hệ cột vách đỡ dầm chuyển sẽ phải chịu tải trọng lớn, do vậy hệ cột, vách sẽ phải có độ cứng tương ứng để đủ khả năng chịu lực. Tận dụng vào lợi thế này, ý tưởng được đưa ra là sử dụng chính hệ cột vách này kết hợp bố trí thêm các vai cột làm gối tựa để đỡ hệ đà giáo bằng thép chịu lực (dầm hoặc giàn) và sau đó hệ đà giáo bằng thép này sẽ dùng để đỡ cốp pha dầm chuyển (tuỳ theo đặc điểm từng dự án có thể bố trí hoặc không hệ giáo chống từ đáy cốp pha dầm chuyển đến mặt trên đà giáo bằng thép chịu lực).



Hình 3. *Minh họa ý tưởng biện pháp đà giáo bằng thép*

3.2 Giải pháp cấu tạo các bộ phận chính hệ đà giáo bằng thép

- *Ván khuôn:* Ván khuôn dầm chuyển được sử dụng như các biện pháp thông thường và có bổ sung thêm hệ ty thép, được kiểm tra để đảm bảo tải trọng bản thân và tải trọng khi thi công dầm chuyển;

- *Giáo chống hoặc gối đệm:* Bộ phận này có thể có hoặc không phụ thuộc vào không gian, chiều cao tầng bên dưới dầm. Do chân giáo có thể nâng, hạ dễ dàng nên với không gian và chiều cao tầng đủ lớn, ưu tiên sử dụng hệ giáo chống. Sau khi hạ hệ chân giáo sẽ triệt tiêu lực cưỡng bức và ma sát tạo ra được khoảng hở cần thiết, thuận lợi cho công tác tháo dỡ hệ đà giáo bằng thép. Với không gian và chiều cao tầng không đủ lớn, không thể bố trí được hệ giáo chống, hệ ván khuôn dầm chuyển sẽ phải đặt trực tiếp lên hệ đà giáo bằng thép nên các xử lý bổ sung như: gối đỡ đệm bằng cát, tạo lỗ ô van cho bản mã liên kết vai cột, dầm thép dạng rút hoặc chia nhỏ giàn thành nhiều phần… được thêm vào giải pháp để đảm bảo tháo dỡ được hệ giàn sau này;

- *Đà giáo bằng thép chịu lực:* Đà giáo bằng thép chịu lực được gia công lắp đặt trên hệ vai cột, hệ có vai trò là điểm tựa để các chân giáo chống lên hoặc đỡ toàn bộ hệ cốp pha và dầm chuyển. Tuỳ theo thực tế công trình và năng lực thi công, hệ này có thể được cấu tạo dạng dầm bằng thép hình, hoặc tổ hợp thành dạng giàn thép:

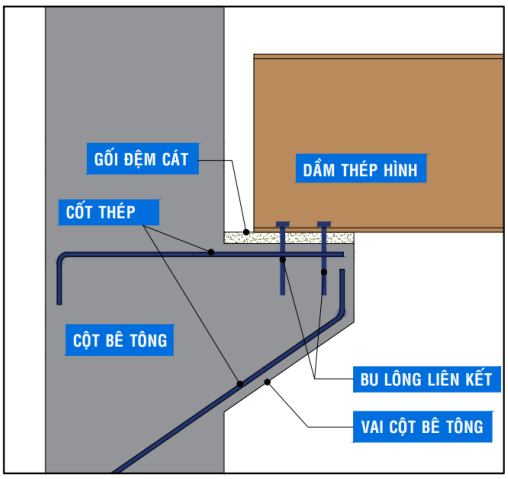
+ *Hệ đà giáo bằng thép dạng dầm thép hình:* Dạng kết cấu này thường được sử dụng do việc gia công, lắp đặt đơn giản, đáp ứng được tải trọng thi công của hệ dầm chuyển thông thường và có tính luân chuyển cao. Tuỳ theo năng lực thi công, có thể sử dụng dầm liên tục hoặc chia nhỏ dầm thành các phân đoạn rồi tổ hợp lại trên công trường để đảm bảo công tác cẩu lắp và tháo dỡ được dễ dàng hơn. Hệ dầm phụ có thể sẽ được sử dụng nếu bề rộng dầm chuyển lớn hoặc khi áp dụng hệ đà giáo bằng thép dạng giàn;

+ *Hệ đà giáo bằng thép dạng giàn thép:* Dạng kết cấu này thường được sử dụng khi các điểm đặt vai cột cách xa nhau, do hệ đà giáo bằng thép hình

không đảm bảo khả năng chịu tải. Hệ đà giáo bằng thép dạng giàn thép thường ít được sử dụng hơn do tính luân chuyển không cao.

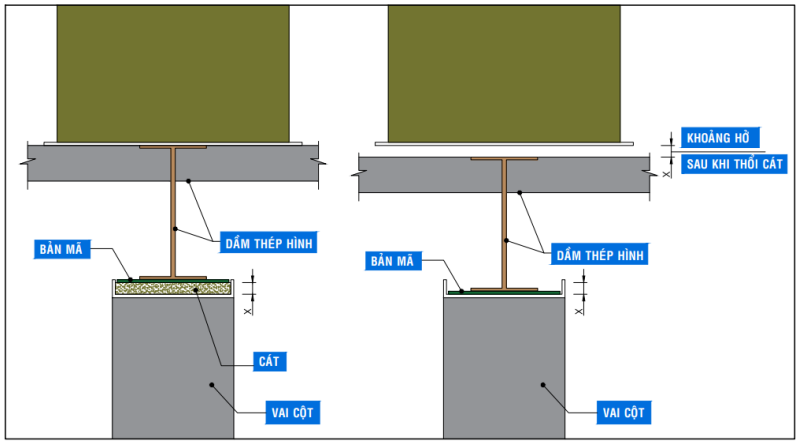
- *Vai cột:* Vai cột có vai trò là gối đỡ cho hệ đà giáo bằng thép. Vai cột có thể được cấu tạo bằng bê tông cốt thép hoặc kết cấu thép…

+ *Vai cột bê tông cốt thép:* Thường được thi công cùng với bê tông cột, vách (hình 4). Do vai cột bằng bê tông cốt thép liền với cột, khó phá dỡ, nên loại vai cột này được ưu tiên sử dụng khi không ảnh hưởng đến kiến trúc và công năng của công trình sau này.



Hình 4. *Vai cột bê tông cốt thép*

Trong trường hợp ván khuôn dầm phải đặt trực tiếp lên hệ đà giáo bằng thép do không gian tầng dưới ở vị trí dầm chuyển không đủ để bố trí chuồng giáo, tại vị trí liên kết giữa dầm thép vào vai cột được bố trí thêm gối đệm bằng các hộp cát để đảm bảo dễ dàng cho việc tháo dỡ hệ thống dầm thép sau khi thi công (hình 5) [2, 3]. Trước khi tháo dỡ, nhà thầu dùng vòi xịt nước áp lực cao để thổi trôi cát tạo khoảng hở, bản mã và kết cấu thép sẽ được hạ xuống, tạo ra không gian để có thể tháo hệ này ra khỏi vai cột.

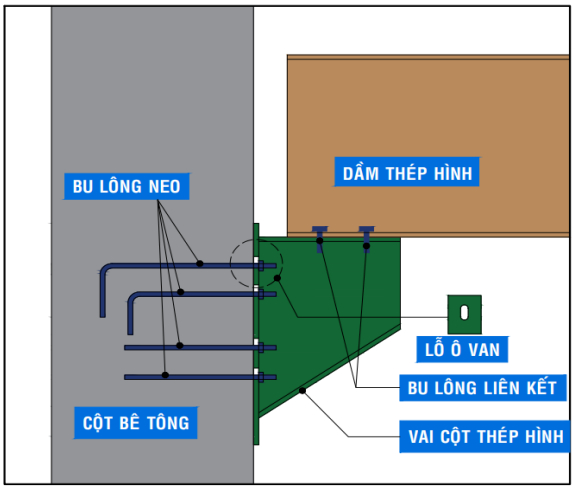


Hình 5. *Chi tiết cấu tạo hộp cát*

+ *Vai cột thép hình:* Vai cột được tổ hợp từ các tấm thép bản và được liên kết với cột thông qua các bu lông neo đặt chờ sẵn trong cột (hình 6).

Do vai cột bằng thép hình có thể tháo lắp sau khi thi công xong hệ dầm chuyển nên được sử dụng rộng rãi hơn.

Trong trường hợp không gian tầng dưới dầm chuyển không đủ để bố trí chuồng giáo, lỗ bu lông trên bản mã vai cột nên được thiết kế ở dạng lỗ ô van, lỗ ô van sẽ giúp tạo đủ khoảng hở để tháo dỡ được hệ kết cấu thép hình sau khi thi công.



Hình 6. *Vai cột thép hình*

3.3 Ưu điểm biện pháp đà giáo bằng thép

- Tận dụng được khả năng chịu tải trọng lớn của cột, vách đỡ dầm chuyển được thiết kế sẵn;

- Hệ đà giáo bằng thép bố trí sát với hệ dầm chuyển do vậy tính ổn định của hệ giáo chống tăng lên, không cần bố trí nhiều hệ giằng;

- Khả năng chịu tải của hệ khá lớn giúp cho công tác đổ bê tông có thể đổ một lần, không phải xử lý mạch ngừng do phải phân các lớp đổ;

- Sử dụng ít giáo chống do vậy nhà thầu có thể dễ dàng luân chuyển giáo chống phục vụ các khu vực thi công khác, đẩy nhanh tiến độ chung của dự án.

3.4 Những vấn đề cần quan tâm khi sử dụng đà giáo bằng thép

- Biện pháp đà giáo bằng thép còn khá mới với một số nhà thầu, do vậy nhà thầu gặp nhiều khó khăn trong khi thi công và quản lý chất lượng thi công;

- Tải trọng từ hệ đà giáo bằng thép sẽ truyền xuống các cột công trình là rất lớn, do đó phải tính toán kiểm tra và có thể phải thiết kế gia cường;

- Trong trường hợp sử dụng vai cột bê tông cốt thép phải tính toán đến sự ảnh hưởng của nó đến thẩm mỹ, kiến trúc và công năng của công trình;

- Vai cột thép và hệ đà giáo bằng thép là kết cấu chịu lực phi tiêu chuẩn, do đó phải thiết kế và gia công chế tạo bởi các nhà thầu chuyên nghiệp;

- Đặc biệt chú trọng biện pháp thi công và an toàn lao động khi thi công, lắp đặt kết cấu ở trên cao.

4. Nghiên cứu điển hình ở một công trình thực tế

4.1 Giới thiệu kết cấu dầm chuyển công trình

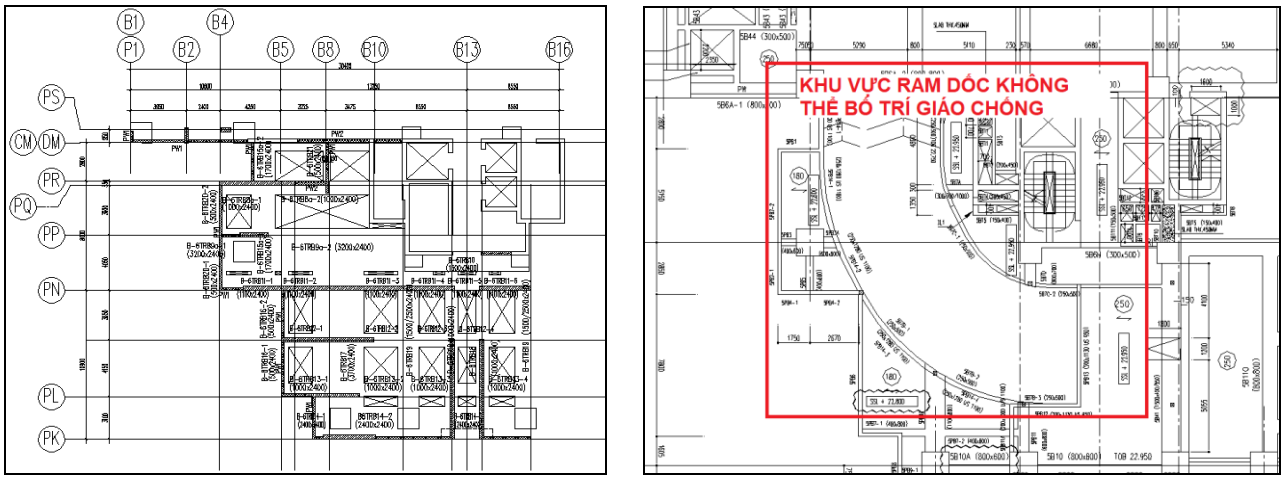
Công trình được thí điểm áp dụng biện pháp đà giáo bằng thép để thi công dầm chuyển là 03 khối nhà B, C và D thuộc dự án Mullberry Lane tại Cổ Ngựa – Mỗ Lao – Hà Đông - Hà Nội. Khối nhà B và D có quy mô 27 tầng, khối C cao 35 tầng, với công năng các tầng khối đế là khu đỗ xe và dịch vụ kỹ thuật, tiện ích của toà nhà; các tầng trên là căn hộ chung cư do vậy để đáp ứng theo yêu cầu của kiến trúc thì cần sử dụng hệ dầm chuyển tại tầng 5 và tầng 6 để chuyển hệ cột thành hệ vách [1].

Hệ thống dầm chuyển của công trình được phân ra làm 3 khu vực: khu vực dầm chuyển sàn tầng 5, khu vực dầm chuyển sàn tầng 6 tại vị trí có đường dốc bên dưới và khu vực dầm chuyển sàn tầng 6 tại các vị trí còn lại [2, 3].

Biện pháp thi công truyền thống, sử dụng hệ giàn giáo chống chịu lực và có bổ sung gia cố thêm một số vị trí dầm sàn bên dưới được áp dụng để thi công các dầm chuyển ở sàn tầng 5 và tầng 6 mà không vướng đường dốc. Tuy nhiên, với dầm chuyển tại khu vực có đường dốc việc chống giáo thông tầng là khó khả thi nên cần tìm biện pháp thay thế.

4.2 Phân tích lựa chọn biện pháp

Theo thiết kế, hệ thống dầm chuyển khu vực đường dốc sàn tầng 6 được bố trí tại cốt sàn tầng 6 (cốt +28,55 m). Chiều rộng của dầm chuyển từ 500 đến 3900 mm, chiều cao dầm 2400 mm. Hệ thống dầm chuyển này được sử dụng để dỡ kết cấu bên trên thông qua các vách bê tông cốt thép cấy trên dầm. Các kết cấu cột đỡ dầm có tiết diện vuông 1500mm, bước cột lớn nhất là 12800mm. Bên dưới dầm chuyển là các ramp dốc được sử dụng làm lối lên xuống cho các phương tiện nên không thể chịu tải trọng lớn. Bê tông dầm chuyển được chỉ định đổ liên tục trong một lần. Chi tiết mặt bằng kết cấu dầm chuyển tầng 6 khu vực đường dốc xem hình sau:



Hình 7. *Mặt bằng dầm chuyển tầng 6 – Khu vực đường dốc [3]*

Xuất phát từ các tính chất và yêu cầu thi công như trên, biện pháp thi công được đưa ra và lựa chọn là sử dụng hệ đà giáo bằng thép, đà giáo bằng thép chịu lực là các đà giáo bằng thép hình (có dầm phụ) để đỡ cốp pha dầm chuyển. Các dầm chính được thiết kế gối trên các vai cột bê tông cốt thép. Kết quả tính toán cho thấy hệ cột bê tông hiện hữu đủ chịu lực mà không cần phải gia cường.

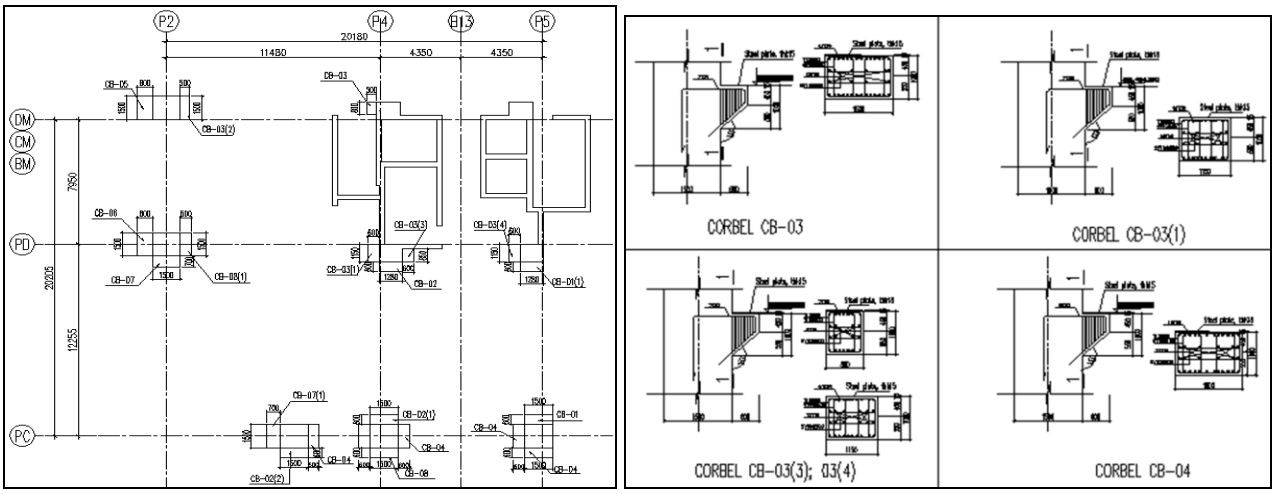
Do chiều cao tầng hạn chế nên việc bố trí chuồng giáo chống là không khả thi. Để đảm bảo cho việc tháo dỡ hệ dầm thép sau này các gối đệm bằng cát được lựa chọn áp dụng.

Bằng việc áp dụng biện pháp này, hệ dầm chuyển của công trình đã được thi công một cách an toàn, đúng tiến độ và mang lại hiệu quả kinh tế.

4.3 Cấu tạo một số chi tiết, kết cấu chịu lực

a. Vai cột

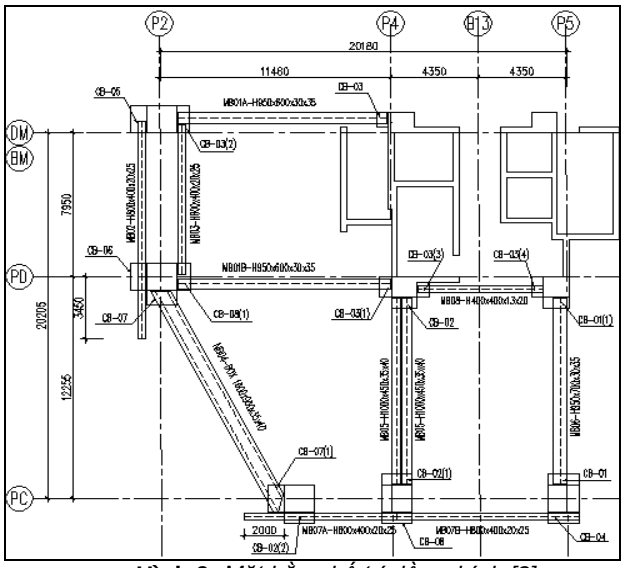
Các vai cột được thiết kế và thi công liền với cột tầng 5. Vị trí và chi tiết cấu tạo vai cột xem các hình dưới đây:



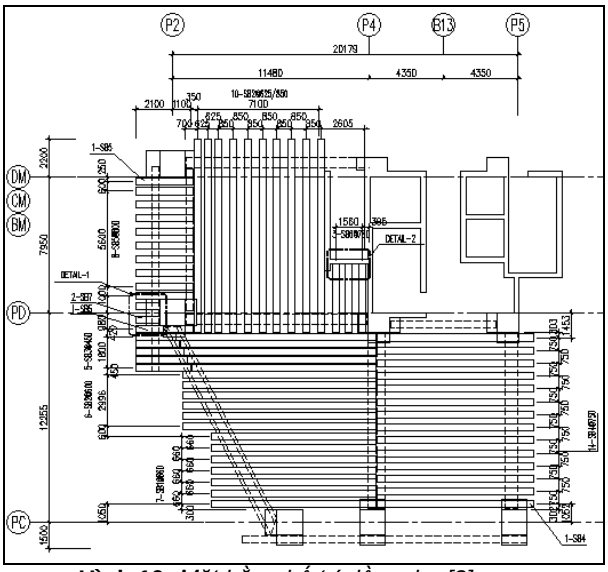
Hình 8. *Mặt bằng bố trí và chi tiết cấu tạo vai cột [3]*

b. Hệ đà giáo bằng thép chịu lực

Mặt bằng bố trí hệ dầm chính, dầm phụ như các hình dưới đây:

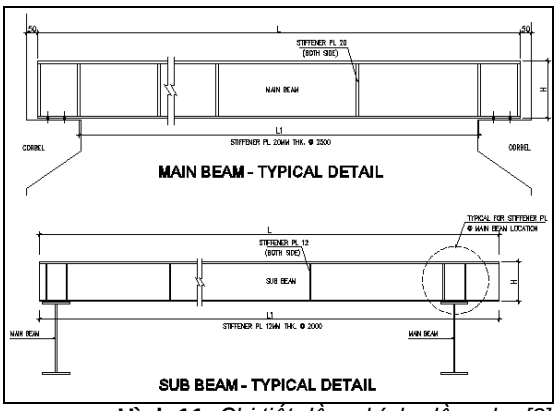


Hình 9. *Mặt bằng bố trí dầm chính [3]*

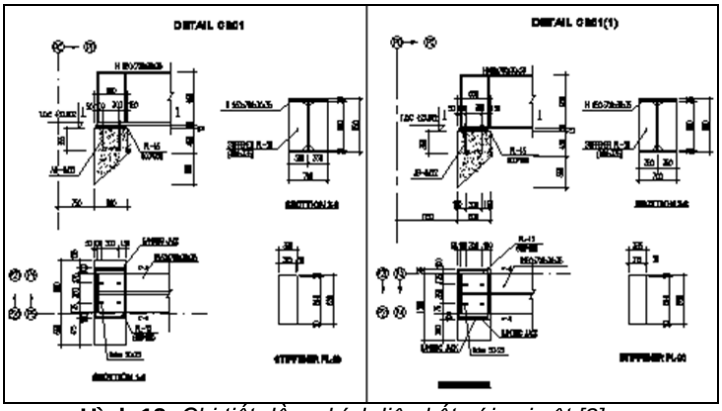


Hình 10. *Mặt bằng bố trí dầm phụ [3]*

Chi tiết dầm chính, dầm phụ, liên kết và mô hình hoá tính toán như các hình dưới đây:



Hình 11. *Chi tiết dầm chính, dầm phụ [3]*



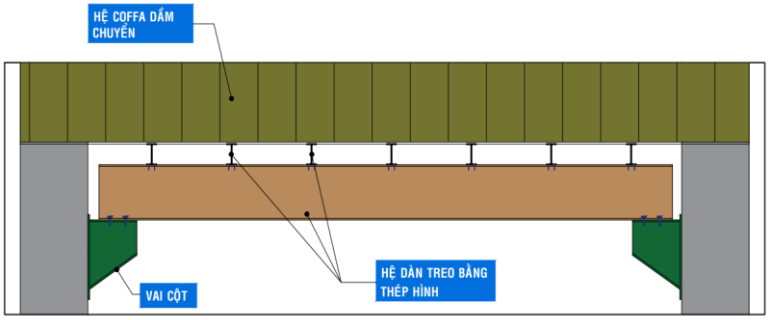
Hình 12. *Chi tiết dầm chính liên kết với vai cột [3]*

5. Đề xuất phương án đà giáo bằng thép và phạm vi sử dụng phù hợp điều kiện công trình

Tùy đặc điểm công trình, năng lực và điều kiện thi công nhà thầu, dựa trên cơ sở các gợi ý và cấu tạo các bộ phận đã được đưa ra trong mục 3.2 có thể tổ hợp thành nhiều phương án thi công khác nhau. 3 phương án đà giáo bằng thép điển hình được đề xuất như sau:

5.1 Đà giáo bằng thép sử dụng hệ dầm thép hình

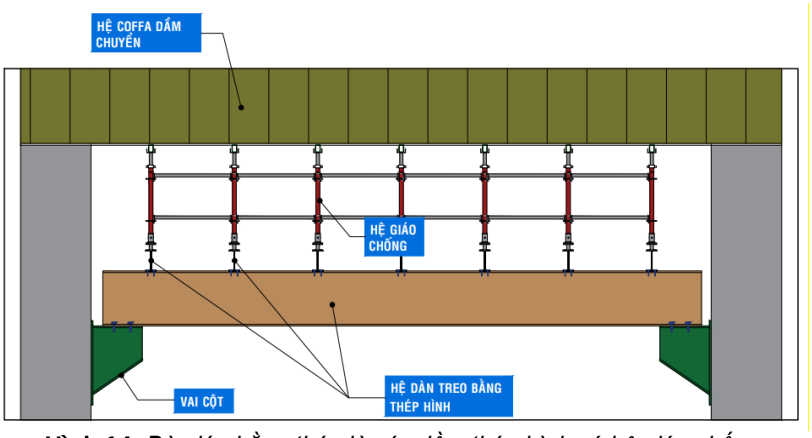
Phương án này ưu tiên áp dụng với trường hợp không gian và chiều cao tầng dưới không đủ để bố trí các chuồng giáo; khoảng cách giữa các vai cột không quá lớn để có thể sử dụng dầm thép hình làm hệ đà giáo bằng thép chịu lực (hình 13). Vai cột có thể dùng vai cột BTCT (kết hợp gối đệm cát) hoặc vai cột thép hình (cấu tạo lỗ ô van); Cũng có thể cấu tạo dầm thép dạng dầm rút hoặc tổ hợp từ nhiều đoạn.



Hình 13. *Đà giáo bằng thép dầm thép hình không có hệ giáo chống*

5.2 Đà giáo bằng thép sử dụng hệ dầm thép hình và giáo chống

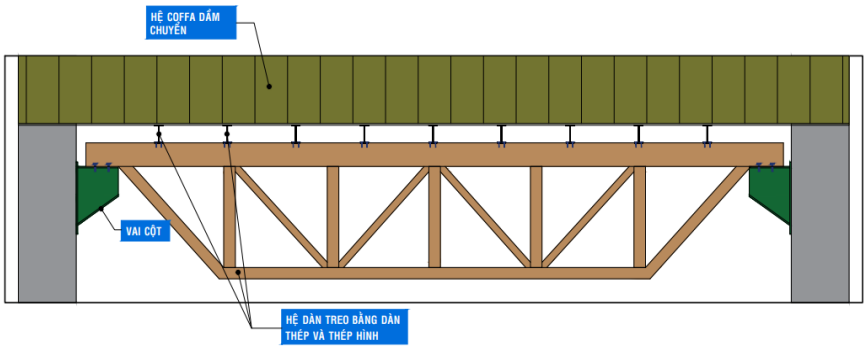
Phương án này ưu tiên áp dụng với trường hợp không gian và chiều cao tầng dưới đủ để bố trí các chuồng giáo (hình 14); vai cột có thể dùng vai cột BTCT hoặc vai cột thép hình; khoảng cách giữa các vai cột không quá lớn để có thể sử dụng dầm thép hình làm đà giáo bằng thép chịu lực.



Hình 14. *Đà giáo bằng thép là các dầm thép hình có hệ giáo chống*

5.3 Đà giáo bằng thép sử dụng hệ giàn thép và thép hình

Phương án này dùng khi không gian và chiều cao tầng dưới không đủ để bố trí các chuồng giáo; khoảng cách giữa các vai lớn phải sử dụng kết cấu dạng giàn làm hệ đà giáo bằng thép chịu lực (hình 15). Vai cột có thể dùng vai cột BTCT (kết hợp gối đệm cát) hoặc vai cột thép hình (kết hợp cấu tạo lỗ ô van).



Hình 15. *Hệ giàn thép không có hệ giáo chống*

6. Đề xuất một số yêu cầu kỹ thuật trong thiết kế hệ đà giáo bằng thép thi công dầm chuyển

- Phương án và giải pháp lựa chọn cần căn cứ vào quy mô, tính chất công trình và điều kiện năng lực thi công, phải đảm bảo khả năng tháo dỡ hoặc hoàn trả hiện trạng (nếu yêu cầu);

- Việc tính toán phải được thực hiện bởi đơn vị có đủ năng lực, tải trọng tính toán (tĩnh tải, hoạt tải thi công…) phải đảm bảo đầy đủ và lường đến hết các tải trọng có thể phát sinh trong quá trình thi công; mô hình hoá kết cấu phải chính xác và phải đảm bảo an toàn theo các tiêu chuẩn thiết kế và các quy định hiện hành, không chỉ đối với hệ kết cấu giàn giáo mà còn cả hệ kết cấu bê tông cốt thép hiện hữu của công trình:

+ *Hệ cột, vách:* cần được mô hình chính xác với bản vẽ thiết kế biện pháp thi công. Sơ đồ tính của cột là một đầu ngàm và một đầu tự do, do vậy chiều dài tính toán của cột cũng thay đổi so với thiết kế ban đầu. Lực từ giàn truyền vào cột thông qua vai cột là lực lệch tâm nên cần lưu ý đến mô men bổ sung. Hệ cột vách sẽ được tính toán và kiểm tra lại với tải trọng trong quá trình thi công. Trong trường hợp cột không đảm bảo khả năng chịu lực cần phải có biện pháp gia cường;

+ *Vai cột:* được tính toán như là một cấu kiện consol ngàm vào cột. Với vai cột bê tông cốt thép,

sẽ được kiểm tra như consol ngắn. Với vai cột thép hình sẽ được kiểm tra tương tự theo bài toán vai cột thép hình thông thường;

+ *Hệ đà giáo bằng thép chịu lực:* được mô hình theo đúng bản vẽ thiết kế biện pháp thi công. Kết cấu và các liên kết (bu lông, bản mã…) phải được tính kiểm tra đảm bảo về độ bền và ổn định;

+ *Hệ giáo chống và cốp pha:* tính toán thiết kế như thông thường.

- Khuyến khích thực hiện thẩm tra biện pháp và thử nghiệm hệ giàn giáo trước khi thi công;

- Để rút ngắn thời gian bê tông cột đạt cường độ có thể sử dụng bê tông nhanh đạt cường độ như G5, G7.

7. Kết luận

- Bài báo đã so sánh biện pháp thi công dầm chuyển sử dụng hệ giáo chống chịu lực truyền thống và sử dụng hệ đà giáo bằng thép; đề xuất các phương án đà giáo bằng thép và phạm vi sử dụng phù hợp với từng điều kiện công trình, bao gồm cả một số đề xuất, yêu cầu về kỹ thuật trong thiết kế hệ đà giáo bằng thép;

- Biện pháp sử dụng đà giáo bằng thép là biện pháp có sử dụng để thi công dầm chuyển thay thế cho biện pháp thi công sử dụng hệ giáo chống chịu lực truyền thống, giúp mang lại hiệu quả cho công việc, đặc biệt là các vị trí dầm chuyển nằm trên ramp dốc, lỗ mở thang bộ và lỗ mở thi công hoặc một số khu vực đặc biệt khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công ty ThamWong (VN). *Hồ sơ thiết kế kỹ thuật dự án: Mulberry Lane Hà Nội.*
2. Công ty Cổ phần Xây dựng Công trình Trung Quốc (CSCEC) (2011). Biện pháp thi công tầng 5 dự án: Mulberry Lane Hà Nội.
3. Công ty Cổ phần Xây dựng Công trình Trung Quốc (CSCEC) (2011). Biện pháp thi công tầng 6 dự án: Mulberry Lane Hà Nội.
4. Viện Khoa học công nghệ xây dựng và Công ty Cổ phần Xây dựng Công trình Trung Quốc (2011). Phụ lục tính toán biện pháp thi công dầm chuyển tầng 5 dự án: Mulberry Lane Hà Nội;
5. Viện Khoa học công nghệ xây dựng và Công ty Cổ phần Xây dựng Công trình Trung Quốc (2011). Phụ lục tính toán biện pháp thi công dầm chuyển tầng 6 dự án: Mulberry Lane Hà Nội.
6. TCXDVN 3971: 2007 (2007). Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam về Bê tông – Yêu cầu dưỡng ẩm tự nhiên.

Ngày nhận bài: 21/2/2022.
Ngày nhận bài sửa: 3/3/2022.
Ngày chấp nhận đăng: 4/3/2022.