



LÀM VIỆC CỦA DẦM CHUYỂN BÊ TÔNG CỐT THÉP TRONG NHÀ CAO TẦNG

BEHAVIOUR OF REINFORCED CONCRETE DEEP BEAMS IN HIGH RISE BUILDINGS

Ths. KTS. Nguyễn Xuân Lộc*

Tóm tắt: Nhà cao tầng là công trình phức hợp đáp ứng nhiều công năng: Thương mại, dịch vụ, văn phòng làm việc và căn hộ,... đòi hỏi các nhịp khung lớn ở bên dưới và các nhịp khung nhỏ hơn ở các tầng trên. Với cấu trúc không gian này, phải có một kết cấu chuyển (dầm chuyển) vượt nhịp lớn giữa khu trên và khu dưới của tòa nhà cao tầng. Bài báo mô tả sự làm việc của kết cấu dầm chuyển bê tông cốt thép được sử dụng trong nhà cao tầng.

Từ khóa: Dầm chuyển, nhà cao tầng, nhịp lớn, bê tông cốt thép.

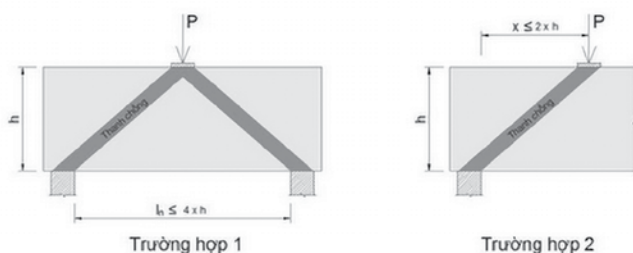
Nhận ngày 10/03/2023; chỉnh sửa ngày 30/3/2023; chấp nhận đăng ngày 23/5/2023.

Abstract: High rise buildings are a complex project that has many functions such as: commercial and service activities on the lower floors, offices and apartments on the upper floors... This requires the larger spans for the lower floors while smaller spans for the upper ones. With such a spatial structure, a large transfer structure (deep beams) is required to carry load of the upper floors and transfer to lower areas of the tall buildings. This paper describes the behaviour of reinforced concrete transfer beam structures used in high buildings.

Key words: Deep beam, high buildings, large span, reinforced concrete.

1. Khái quát chung

- Dầm cao: Dầm được gọi là dầm cao (Deep Beam) khi:
- + Tỷ số giữa nhịp thông thủy và chiều cao dầm bé hơn hoặc bằng 4.
- + Trên dầm xuất hiện tải trọng tập trung trong khoảng bé hơn 2 lần chiều cao dầm tính từ mép gối đỡ.



Hình 1. Các trường hợp định nghĩa của Dầm cao

Vai trò của dầm cao trong công tác chịu lực: Dưới tác dụng của tải trọng, trong dầm hình thành các thanh chống chịu nén nối giữa vị trí đặt tải trọng và gối đỡ. Đối với các cấu kiện thông thường, chúng ta thường sử dụng giả thiết biến dạng phẳng để lập sơ đồ ứng suất cho tiết diện và giải bài toán tính toán cốt thép dựa trên các sơ đồ ứng suất tại trạng thái phá hoại. Tuy nhiên, đối với dầm cao giả thiết về biến dạng phẳng trong lý thuyết uốn không còn đúng, để tính toán phải sử dụng phương pháp phân tích với phân bố biến dạng phi tuyến hoặc sử dụng mô hình giàn ảo (strut-and-tie method).

- Kết cấu chuyển

Kết cấu chuyển có thể được hiểu như là một kết cấu chịu uốn, cắt có khả năng vượt nhịp lớn, dùng để chịu tải trọng từ cột hay vách tác dụng ở phía trên sau đó phân phối lại chúng và truyền xuống hệ kết cấu cột phía dưới. Trong nhà cao tầng, hệ kết cấu

chuyển có thể ở dưới dạng dầm chuyển, giàn, vòm hay dầm có thêm gối đỡ ở giữa.

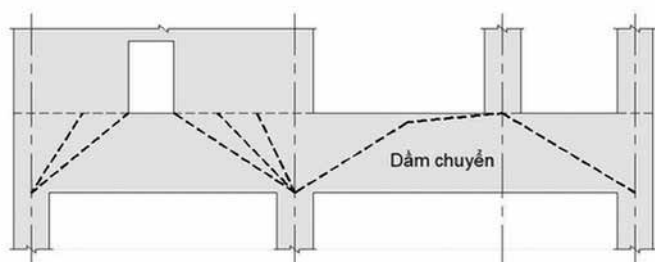
Do yêu cầu kết cấu chuyển phải có khả năng vượt nhịp và chịu tải trọng lớn từ trên truyền xuống nên loại kết cấu này thường có độ cứng và kích thước hình học (chiều cao, bề rộng tiết diện) lớn hơn so với các kết cấu truyền thống.

- Dầm chuyển

Dầm chuyển BTCT là một loại dầm thường có độ cứng và tiết diện hình học tương đối lớn, có tác dụng thay đổi trạng thái làm việc của hệ kết cấu từ hệ dầm cột chịu lực sang hệ dầm vách chịu lực hoặc hệ dầm cột nhưng với số lượng cột phía trên dầm nhiều hơn số lượng cột phía dưới dầm.

Do đặc điểm về tải trọng nên hầu hết dầm chuyển đều thuộc dạng dầm cao.

Trên thực tế, dầm chuyển được sử dụng tương đối linh hoạt. Trong một số công trình hỗn hợp, do yêu cầu về không gian ở tầng phía dưới (khối thương mại) nên hệ cột ở các tầng dưới có khoảng cách tương đối lớn, trong khi khối căn hộ phía trên yêu cầu kích thước cấu kiện thẳng đứng phải mỏng do đó hệ vách phía trên mỏng và dài. Trường hợp như vậy, dầm chuyển có chức năng phân phối tải trọng từ các vách về tập trung tại các đỉnh cột (Hình 2).



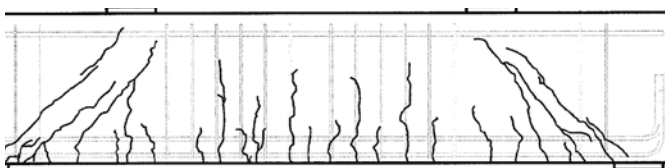
Hình 2. Dầm chuyển được sử dụng để phân phối tải trọng về các cột



Hình 3. Thi công dầm chuyển trong thực tế

2. Sự làm việc của dầm chuyển

Làm thí nghiệm bằng cách gia tải một dầm chuyển kê trên hai gối với tải trọng tăng dần. Khi tải trọng còn nhỏ, dầm không có vết nứt. Khi tải trọng đủ lớn dầm sẽ xuất hiện những vết nứt như hình 3.



Hình 4. Các khe nứt trong dầm khi gia tải

Khi tải trọng đủ lớn dầm có thể bị phá hoại theo các khe nứt thẳng góc hoặc khe nứt nghiêng. Có 4 dạng phá hoại chính được xác định như sau:

- + Phá hoại do uốn.
- + Phá hoại do cắt.
- + Phá hoại gối tựa.
- + Phá hoại cục bộ (nén vỡ) ngay dưới khu vực đặt tải trọng tập trung.

2.1. Trạng thái ứng suất trong dầm chuyển

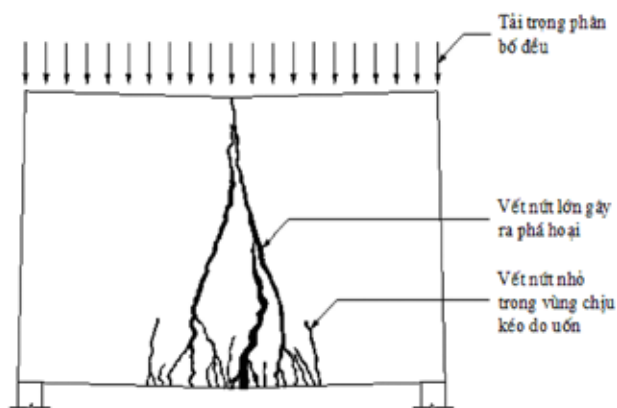
Phân tích đàn hồi cho thấy những đặc điểm quan trọng sau đây của sự phân bố ứng suất trong dầm chuyển (dầm cao):

- Giả thiết tiết diện phẳng của dầm có thể không thỏa mãn đối với dầm cao.
- Có một vùng chịu ứng suất lớn hai trục tại vị trí gối tựa và đặc biệt là ở bề mặt của gối tựa.
- Chiều cao hiệu dụng của dầm cao được xác định căn cứ vào giá trị nhỏ nhất giữa chiều cao dầm (h) và nhịp dầm (l). Trong trường hợp nhịp dầm l nhỏ hơn chiều cao dầm h , các phần của dầm ở phía trên chiều cao hiệu dụng chỉ như một bức tường chịu tải và không đóng vai trò trong việc đỡ tải giữa các gối tựa.
- Việc truyền lực cắt của các tải trọng tới gối tựa diễn ra trong nửa dưới của dầm. Tuy nhiên, lực cắt ở trên mặt phẳng thẳng đứng gần gối tựa được xem xét cùng với ứng suất trực tiếp cái mà tồn tại trong phần diện tích này, để có được ứng suất kéo chính tới hạn. Ứng suất kéo chính gần như nằm ngang gần gối tựa.

2.2. Trạng thái giới hạn về cường độ

2.2.1 Phá hoại do uốn

Phá hoại do uốn của dầm chuyển (dầm cao) BTCT là dạng phá hoại không đàn hồi (dẻo). Sự phát triển các vết nứt theo chiều dọc xuất phát từ bụng dầm và dần lên phía trên, cùng với sự gia tăng tải trọng trên hầu hết chiều cao hiệu quả (Hình 5). Sự phá hoại thông thường xảy ra do cốt thép bị kéo đứt hoặc bị chảy dẻo, rất hiếm trường hợp do bê tông vùng nén bị phá hoại.

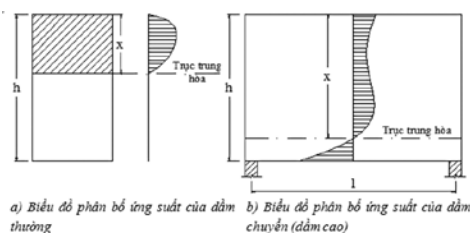


Hình 5. Sự phá hoại do uốn

a) Sự phân bố ứng suất trên tiết diện dầm

Các kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng dầm chuyển (dầm cao) BTCT làm việc hoàn toàn khác với dầm BTCT thông thường. Trong giai đoạn đàn hồi ứng suất theo phương ngang trong bê tông tại các tiết diện phân bố theo quy luật phân bố phi tuyến khá phức tạp (Hình 5).

Hình 6 cho thấy sự phân bố ứng suất do uốn tại tiết diện giữa nhịp so sánh với sự phân bố ứng suất tuyến tính, ta thấy trục trung hòa được hạ thấp xuống, có một đỉnh cao của ứng suất kéo và khu vực chịu nén được tăng lên.



Hình 6. Biểu đồ phân bố ứng suất của dầm BTCT thường và dầm chuyển

b) Sự hình thành và phát triển vết nứt

Việc phân tích dầm cao BTCT ngay cả trong giai đoạn chưa hình thành vết nứt cũng là bài toán phức tạp. Giai đoạn chưa hình thành vết nứt không hoàn toàn đồng nghĩa với giai đoạn đàn hồi. Giai đoạn chưa có vết nứt được hiểu là chưa xuất hiện các vết nứt ở vùng mép dưới dầm. Trong thực tế, các vết nứt nhỏ có thể xuất hiện tại một số vùng tập trung ứng suất.

Vết nứt do uốn kéo dài có xu hướng tăng kích thước cánh đòn và giảm diện tích bê tông vùng nén, đặc biệt tại vùng giữa nhịp của dầm. Leonhardt (1970) đã chỉ ra rằng vết nứt hoàn toàn có thể kiểm soát được và dầm có thể giữ được trạng thái đàn hồi thông qua việc bố trí cốt thép phù hợp triệt tiêu ứng suất kéo, nguyên nhân làm mở rộng vết nứt.

2.2.2. Phá hoại do cắt

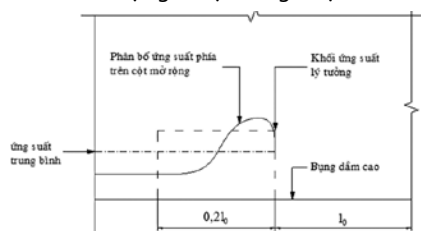
Ứng xử của dầm cao chịu uốn được đặc trưng bởi khoảng cách giữa lực tập trung tương đương tại vùng chịu nén của bê tông và lực chịu kéo của cốt thép chịu kéo (hay đơn giản là cánh tay đòn z), giá trị của z bị ảnh hưởng bởi loại tải trọng hay vị trí đặt tải. Còn đối với sự phá hoại do cắt thì lại được đặc trưng bởi sự mở rộng của các vết nứt xiên, sự phá hoại của bê tông vùng chịu nén và đặc biệt là phụ thuộc vào vị trí và sự phân bố của tải trọng tác dụng.

Tải trọng tác dụng ở mặt trên của dầm gắn gối tựa trực tiếp làm tăng ứng suất nén thẳng đứng, điều này làm thay đổi góc và làm giảm giá trị của lực kéo chính.

Xem xét đối với dầm cao có gối tựa trực tiếp chịu tác dụng của tải trọng phía trên, sự phá hoại được bắt đầu khi tải trọng đạt tới 0,6 đến 0,9 tải trọng giới hạn. Bắt đầu bằng một vết nứt xiên nằm dọc theo đường nối của điểm đặt lực với vị trí mặt gối tựa. Vết nứt mở ban đầu vào khoảng một phần ba chiều cao dầm.

2.2.3 Phá hoại gối tựa

Ứng suất nén lớn có thể xảy ra trên gối tựa và dưới tác dụng của tải tập trung. Ở gối tựa, sự phân bố ứng suất đàn hồi điển hình có thể được đại diện bởi ứng suất khối như trong hình 7. Đây là cơ sở cho các quy tắc của "nhịp hiệu quả (nhịp tính toán)". Trong điều kiện này, ứng suất thiết kế cần được giới hạn bởi giá trị $0,4f_{cu}$.

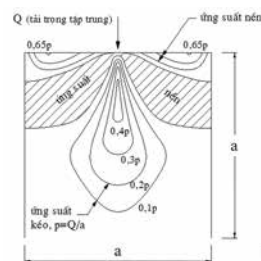


Hình 7. Ứng suất gối tựa ở phía trên gối tựa dài

2.2.4 Phá hoại cục bộ dưới tác dụng của tải trọng tập trung

Tải trọng tập trung tác dụng tới một đường ranh giới phẳng của một mặt phẳng vô hạn hướng tâm nhưng không có ứng suất kéo và

ứng suất cắt. Khi mặt phẳng không phải là vô hạn (ví dụ như trong một dầm chuyển - dầm cao), độ lệch của quỹ đạo ứng suất nén đưa đến những sự kéo và nén theo phương đứng và phương ngang vào một biểu đồ thường được hiển thị trên hình 8.



Hình 8. Biểu đồ phân bố ứng suất ngang

2.3. Trạng thái giới hạn về sử dụng

2.3.1. Độ võng

Biến dạng ở trong dầm cao cũng như trong dầm chuyển thường không đáng kể. Độ võng ở giữa nhịp của một dầm chuyển (dầm cao) đơn giản có thể được giả định là nhịp/(2000h/l) và nhịp/(2500h/l) tương ứng đối với tải trọng phân bố đều và tải trọng tập trung.

2.3.2. Bề rộng khe nứt

Tỷ lệ tối thiểu của cốt thép trong một dầm chuyển (dầm cao) nên thực hiện theo yêu cầu của các khoản 3.11 và 5.5 của CP 110. Khoảng cách giữa các thanh cốt thép không được vượt quá 250mm.

Trong vùng diện tích chịu ứng suất kéo của dầm chuyển (dầm cao), tỷ lệ của tổng diện tích cốt thép liên quan đến vùng diện tích của bê tông, trong đó mà nó được đặt vào, không được nhỏ hơn $0.52f_{cu}/0.87f_y$.

3. Kết luận

Đối với những công trình có cấu trúc không giản mở ở phía dưới và hệ kết cấu cột vách ở phía trên, đòi hỏi phải có một kết cấu chuyển vượt nhịp lớn giữa khu trên và khu dưới của tòa nhà cao tầng, dầm chuyển bê tông cốt thép là một giải pháp kết cấu phù hợp mặc dù dầm chuyển có thể không thích hợp nếu xét đến tính đều đặn theo chiều cao nhà hay trên mặt bằng khi chịu tải trọng động đất và gió động.

Sự làm việc và trạng thái ứng suất của dầm chuyển khác với dầm bê tông cốt thép thường: Giả thiết tiết diện phẳng của dầm không thỏa mãn đối với dầm chuyển, sự phân bố ứng suất và biến dạng trên mặt cắt dầm có những thay đổi khác hẳn so với kết cấu dầm chịu uốn thông thường.

Sự hình thành vết nứt trong dầm xuất hiện sớm hơn trong dầm bê tông cốt thép thường. Vết nứt thẳng góc xuất hiện khi tải trọng mới chỉ đạt 1/2 đến 1/3 tải trọng giới hạn, vết nứt xiên xuất hiện khi tải trọng mới chỉ đạt 0,6 đến 0,9 tải trọng giới hạn.

Tài liệu tham khảo:

1. TCXDVN 5574:2018 Kết cấu bê tông và Bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
2. Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống (2006), Kết cấu bê tông cốt thép – Phần cấu kiện cơ bản, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
3. Trần Nhật Tâm (2011), Dầm chuyển và ứng dụng dầm chuyển trong xây dựng, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.
4. F.K.Kong (2003), Reinforced concrete deep beams. Van Nostrand Reinhold, pp.17-20.