



Giới thiệu một số phương pháp gia cường dầm bê tông cốt thép

■ **ThS. NGUYỄN CHÍ CÔNG; ThS. NGUYỄN VĂN LONG**

Trường Đại học Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Bài báo giới thiệu các phương pháp sửa chữa các dầm bê tông cốt thép (BTCT) bị hư hỏng. Việc sửa chữa kết cấu ngày càng tăng lên cùng với sự gia tăng của tuổi của kết cấu bê tông. Trong một số trường hợp, có thể tiết kiệm hơn nếu chấp nhận phải bảo dưỡng hoặc sửa chữa trong khoảng thời gian thích hợp hơn là cố gắng xây dựng một kết cấu không cần bảo dưỡng khi công trình chịu điều kiện khắc nghiệt trong một thời gian dài. Trong thực tế đã có một số loại vật liệu và kỹ thuật sẵn có để phục vụ sửa chữa các dầm BTCT bị hư hỏng. Trong bài báo này, các nguyên nhân gây hư hỏng bê tông cũng như việc sửa chữa bằng cách sử dụng vữa xi măng, vữa, bê tông, bê tông phun, epoxy, sắt thép bằng vữa, polymer cốt sợi (FRP) được trình bày cụ thể.

TỪ KHÓA: Dầm bê tông cốt thép, hư hỏng, sửa chữa, vữa và bê tông, cốt sợi polyme.

ABSTRACT: This paper reviews works on repairing of deteriorated reinforced concrete beams. Recently repairing is gradually increasing with the increase of age of concrete structures. In some instances it may be more economical to accept the need for maintenance or repair at suitable intervals than to attempt to build a structure that will be maintenance-free under severe conditions for a long period. Several types of materials and techniques are available for repairing of existing deteriorated reinforced concrete beams. In this paper, causes of deterioration of concrete as well as repairing by using cement grout, mortar, concrete, sprayed concrete or shotcrete, epoxy, ferrocement with mortar, Fiber Reinforced Polymer (FRP) are introduced in detail.

KEYWORDS: Reinforced concrete beam, deterioration, repairing, mortar and concrete, fiber reinforced polymer.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cầu treo dây văng tải trọng nhỏ là một giải pháp tương đối hiệu quả do chi phí xây dựng thấp, phù hợp với điều kiện địa hình khó khăn ở các vùng trung du, miền núi. Hiện nay có nhiều cầu treo loại này đã đưa vào sử dụng và còn nhiều cầu đang triển khai xây dựng. Tuy nhiên, do nhu cầu giao thông phát triển, trong trường hợp không đủ

nguồn lực để xây dựng công trình mới, cũng cần nghiên cứu tăng cường cầu hiện tại để khai thác với tải trọng lớn hơn thiết kế ban đầu.

Với những ưu điểm nổi bật, công nghệ thi công cầu treo dây văng rất được lòng các chủ đầu tư, có thể kể đến trên thế giới đó là cầu Akashi Kaikyo ở Nhật Bản, hay cầu Thuận Phước của Đà Nẵng với dáng dấp hiện đại, mang đến hơi thở mới cho các thành phố này, đồng thời cũng là dấu mốc quan trọng trong sự phát triển công nghiệp xây dựng của thế giới cũng như Việt Nam. Vậy, công nghệ thi công cầu treo dây văng có điều gì đặc biệt mà được nhiều nước lựa chọn xây dựng đến thế?

- Lựa chọn cầu treo dây văng cho xây dựng: Thay vì cáp treo trực tiếp vào trụ cầu như cầu treo dây văng thì cầu treo dây văng có kết cấu cầu treo dạng cáp, treo trên cáp. Hệ cáp treo chính của cầu được móc chắc chắn vào đỉnh của trụ, nhưng do khoảng cách giữa các nhịp và tải trọng lớn nên dây cáp có dạng vồng xuống ở giữa nhịp cầu. Hệ cáp treo chính này thường nằm hai bên thành cầu, hệ cáp treo thẳng đứng được treo rủ xuống song song đều nhau đỡ lấy từng đốt bản mặt cầu.

- Hệ thống kết cấu chính của một cầu treo dây văng gồm: Dầm cứng: có kết cấu dọc, để chịu và phân bố tải trọng, đảm bảo ổn định khí động học cho kết cấu.

- Cáp chính: Gồm các bó cáp song song, là bộ phận chịu lực chính của cầu, giúp nâng đỡ hệ mặt cầu và các dầm; thực hiện truyền tải trọng từ dầm lên cáp chính.

- Tháp kéo: Kết cấu trung gian thẳng đứng, chịu lực từ cáp chính truyền đến, sau đó truyền tải trọng xuống nền móng.

- Khối neo: Là khối bê tông nặng để giữ neo cáp chính, hoạt động như bộ phận chịu lực sau cùng của cầu.

** Ưu điểm và ứng dụng công nghệ thi công cầu treo dây văng:*

- Ưu điểm:

+ Những hệ cáp này không phụ thuộc vào chiều cao cột trụ, góc neo cáp và khoảng cách điểm neo đốt cầu vào cáp treo tới trụ tháp nên loại cầu này có khả năng vượt nhịp lớn.

+ Độ vồng của dây cáp là điểm nhấn tạo nên vẻ đẹp thanh thoát rất phù hợp với công trình qua sông ở các khu đô thị.

+ Tại vị trí vượt sông mà có khẩu độ thuyền lớn thì lựa chọn cầu treo dây văng ít làm xáo trộn chế độ dòng chảy tự nhiên của sông suối, mang lại hiệu quả thiết thực về kinh tế, kỹ thuật; kết cấu đơn giản, dễ thi công, thích hợp cho việc xây dựng cầu tại địa bàn vùng cao.

Công nghệ thi công cầu treo dây văng ngày nay đã làm vơi lòng khá nhiều các chủ đầu tư xây dựng, đặc biệt là

dự án của xóa bỏ cầu tạm, cầu khỉ, “điểm đen” giao thông tại địa bàn vùng cao thay thế bằng cầu cáp treo dân sinh cho đồng bào ta. Điều đó càng chứng tỏ cho mọi người thấy sức hút, lợi ích mà những chiếc cầu này mang lại. Để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao này, các đơn vị thi công xây dựng cầu đường luôn cố gắng trau dồi kinh nghiệm, kỹ năng cho đội ngũ nhân viên của mình, để chiếm lĩnh lòng tin của khách hàng.

BTCT là một loại vật liệu phức hợp do bê tông và cốt thép cùng công tác chịu lực [1]. Bê tông là đá nhân tạo được chế tạo từ các loại vật liệu rời (cát, sỏi...) gọi là cốt liệu và chất kết dính (xi măng hoặc các chất dẻo). Sự kết hợp giữa bê tông và cốt thép xuất phát từ thực tế bê tông là loại vật liệu có cường độ chịu kéo thấp (chỉ bằng từ 1/20 đến 1/10 cường độ chịu nén của bê tông [1], do đó hạn chế khả năng sử dụng của bê tông và gây nên lãng phí trong sử dụng vật liệu. Đặc điểm này được khắc phục bằng cách thêm vào trong bê tông những thanh “cốt”, thường làm từ thép, có cường độ chịu kéo cao hơn nhiều so với bê tông. “Cốt” do đó thường được đặt tại những vùng chịu kéo của cấu kiện. Ngày nay, “cốt” có thể được làm từ những loại vật liệu khác ngoài thép như polyme, sợi thủy tinh hay các vật liệu composite khác...



Hình 1.1: Hư hỏng của dầm BTCT



Hình 1.2: Hư hỏng của kết cấu BTCT cầu cảng

Nguyên nhân hư hỏng của BTCT có thể do không tôn trọng những quy phạm kỹ thuật trong quá trình thi công

nên xảy ra hiện tượng bê tông rỗ, rỗng, nứt nẻ, vỡ lở... Những hư hỏng sai phạm trong quá trình thi công này thường xuất hiện trong thời gian đầu sau khi đúc bê tông xong [2,3]. Trong quá trình sử dụng bê tông hư hỏng do tác dụng của xâm thực hay do tác động cơ học (quá tải, biến dạng vì nhiệt, vì ẩm, bị bào mòn...).

2. CÁC BIỆN PHÁP SỬA CHỮA HƯ HỎNG KẾT CẤU BTCT

Trước khi bắt tay vào phục hồi công trình hư hỏng cần cân nhắc xem việc sửa chữa bê tông riêng phần có đạt yêu cầu kỹ thuật hay không hay thay thế toàn bộ công trình bằng xây mới.

Việc sửa chữa bê tông riêng phần không có lợi trong trường hợp sau đây:

- Cốt thép đã bị xâm thực và hư mục;
- Biến dạng nhiệt và biến dạng nhiệt không đồng đều;
- Mô-đun đàn hồi của bê tông mới và bê tông cũ khác nhau, hậu quả là bê tông mới bị quá tải;
- Chưa loại trừ được mầm móng của rong rêu và nấm trong bê tông cũ.

Những chỗ bê tông hư hỏng do môi (lão hóa) được sửa chữa riêng phần thường không kết quả, vì khi môi khả năng chịu lực của kết cấu chỉ còn nửa trị số ban đầu, tính đàn hồi của vật liệu luôn luôn thay đổi dưới tải trọng không đổi dưới tải trọng không đổi. Bê tông có thể hủy hoại theo thời gian không cần có tải trọng tác dụng.

* Các phương pháp sửa chữa mặt ngoài bê tông hư hỏng:

- Làm màng bảo vệ: Quét nước xi măng lỏng hay vữa xi măng lên mặt bê tông làm màng bảo vệ rất tốt, chống được tác động của không khí, nhưng lớp màng này không bảo vệ được bê tông chống xâm thực chống được nhiệt và ẩm.
- Phun vữa: Biện pháp phun vữa tạo nên lớp vỏ bảo vệ chống tác dụng của không khí và chống thấm trên mặt bê tông, chiều dày lớp vữa phun không quá 7,5 cm. Chất lượng dính kết khá cao, nếu đánh sờm trước mặt bê tông khi phun vữa thì độ dính kết với lớp mặt nền còn cao hơn nữa.

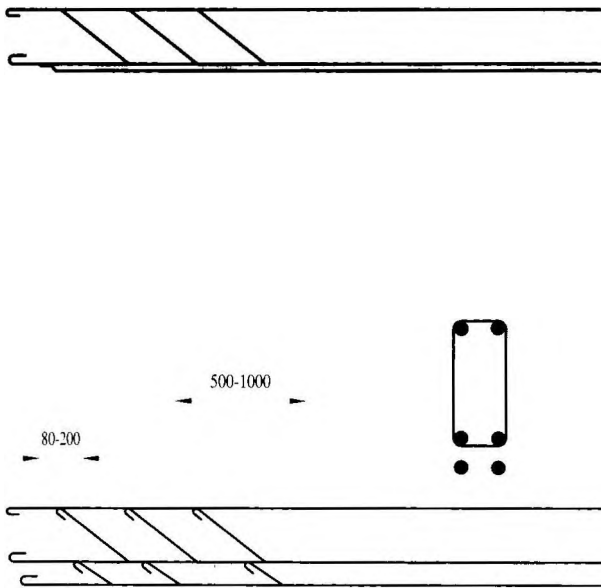
3. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CƯỜNG DẦM BTCT

3.1. Gia cường dầm chủ BTCT

Hình thức gia cường dầm bằng tiết diện về một phía thường phổ biến nhất. Người ta thường hàn những cốt thép mới vào cốt thép chủ của dầm sau khi đã đục phá lớp bê tông bảo vệ bên ngoài.

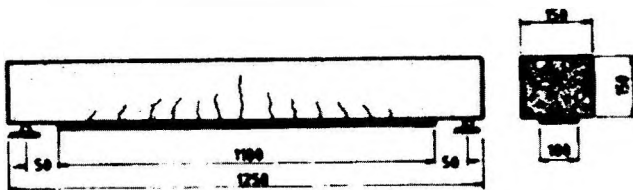
Nếu mức độ tăng cường khả năng chịu lực của dầm không nhiều lắm thì chỉ cần tăng số lượng cốt thép chủ bằng cách hàn thêm một số cốt thép phụ vào cốt thép chủ cũ của dầm, rồi trát vữa xi măng hay phun bê tông. Có thể hàn trực tiếp cốt mới vào cốt thép cũ hoặc đặt một miếng nêm vào giữa chúng, miếng nêm này là đoạn thép tròn, đường kính 10 - 30 mm, dài độ 8 - 20 cm; các đoạn hàn cách nhau khoảng 100 cm. Như vậy, chiều cao của tiết diện được gia cường 2 - 8 cm.

Nếu cần tăng cường khả năng chịu lực của dầm lên nhiều thì phải tăng tiết diện dầm về phía dưới bằng cách đặt thêm thép chủ mới, hàn vào cốt thép chủ cũ bằng các đoạn thép vai bò, thép đai đứng hoặc xiên.

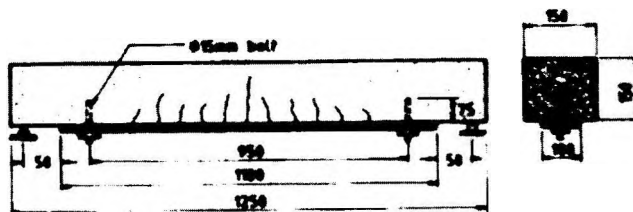


Hình 3.1: Chi tiết cố định các cốt thép gia cường dầm

Ở đây, sự kết dính giữa bê tông cũ và bê tông mới là vấn đề rất quan trọng, nếu thi công không tốt thì hằng năm do tuổi của bê tông khác nhau độ dính kết sẽ giảm dần đi. Sự dính kết giữa bê tông mới và bê tông cũ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như điều kiện đổ bê tông, phương pháp đầm và bảo dưỡng, cách thức gia công mặt tiếp xúc, thành phần hạt cốt liệu, liều lượng xi măng.



Gia cố dầm bê tông bằng bản thép không có neo



Gia cố dầm bê tông bằng bản thép có neo

Hình 3.2: Gia cố dầm BTCT bằng bản thép [4]

Đúc bê tông gia cường dầm có thể tiến hành từ trên xuống dưới qua các lỗ đục sẵn trên sàn và xọc vữa xuống dầm. Biện pháp này không phải bao giờ cũng thực hiện được vì nhiều khi trên dầm còn có các thiết bị công nghệ cản trở việc đục lỗ trên sàn. Có trường hợp áp dụng phương

pháp phun bê tông vó áo thành nhiều lớp mỗi lớp dày không qua 15 mm.

Nếu khối lượng sửa chữa gia cường nhỏ thì có thể thi công bê tông các vó áo gia cường dầm và cột bằng một loại ngăn kéo đặc biệt. Sau khi đánh sờm mặt bên người ta lắp hộp cốp pha vó áo cách mặt cách mặt dưới sàn tầng một khoảng 100 - 150 mm. Tiến hành đúc bê tông từng đoạn một bằng cách ngăn kéo có ba thành, trong đó có hai thành dọc biên đặt tỳ lên thành đứng của hộp cốp pha, còn đáy ngăn kéo thì đặt trên một giá đỡ thẳng đứng. Khi đã đặt xong ngăn kéo vào vị trí làm việc của nó, người ta đổ vữa bê tông vào ngăn kéo rồi dùng bàn đẩy vữa xuống khe hở, đồng thời cho đầm chấn động bên ngoài hộp. Đúc bê tông từ hai phía bên hộp cốp pha và dịch chuyển dần theo hộp.

Phương pháp gia cường dầm bằng cách tăng tiết diện có nhiều ưu điểm: kinh tế, tốn ít vật liệu mà hiệu quả tăng cường khả năng chịu lực cho kết cấu vẫn lớn, sửa chữa được những hư hỏng có trước, giữ nguyên tính chất giữ nguyên toàn khối của kết cấu BTCT.

Khuyết điểm chính của phương pháp này là thi công phức tạp, tốn nhiều công lao động, phải làm giàn giáo, cốp pha trong toàn bộ đoạn sửa chữa gia cường, phải đục, phải đúc bê tông trong điều kiện khó khăn, không thể tiến hành công tác sửa chữa mà không ảnh hưởng đến sản xuất hoặc sử dụng được.

3.2. Gia cường sàn

Những sàn tầng có dầm sườn đúc bê tông toàn khối hay lắp ghép, đặt trên các dầm thép hay dầm BTCT có thể gia cường theo các biện pháp sau:

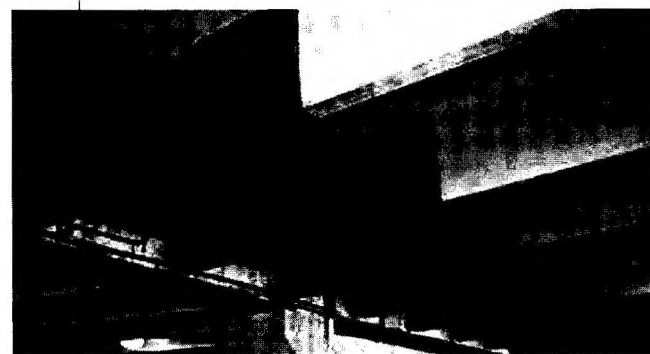
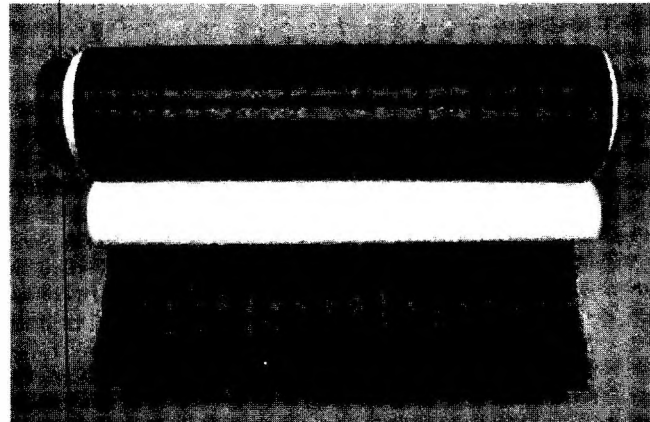
Nếu sàn cũ bị thấm dầu mỡ và các hóa chất xâm thực, sự dính kết chắc chắn giữa lớp bê tông cũ và mới không đảm bảo thì khi gia cường phải đổ một lớp BTCT mới dày hơn 5 cm lên mặt sàn cũ. Tấm sàn mới coi như một tấm sàn làm việc độc lập, được thiết kế với tấm với lưới cốt thép chịu mô-men gối tựa và mô-men giữa nhịp.

Nếu không thể hoặc không tiện gia cường sàn bê tông đổ toàn khối ở phía mặt trên, ví dụ như không thể bẫy lớp lát mặt, tháo dỡ các thiết bị, thì người ta gia cường về phía dưới sàn bằng cách hàn vào dưới cốt thép nhịp cũ một số cốt thép gia cường, nối nhau bằng những đoạn cốt thép ngắn khác, rồi phun một lớp bê tông dày hơn 2 cm ra ngoài. Những chỗ định hàn nối cốt thép cũ và cốt thép mới phải phá trước lớp bê tông bảo hộ. Khi tính toán thì coi như cả hai lớp bê tông làm việc thành một khối thống nhất.

3.3. Gia cố kết cấu bằng tấm sợi composite

Compsite là vật liệu được tổng hợp từ hai hay nhiều loại vật liệu khác nhau, nhằm mục đích tạo nên một vật liệu mới, ưu việt và bền hơn so với các vật liệu ban đầu. Vật liệu composite gồm một hay nhiều pha gián đoạn - gọi là vật liệu cốt hay vật liệu tăng cường phân bố trong một pha liên tục gọi là vật liệu nền. Hiện nay, việc ứng dụng vật liệu vào tăng cường sửa chữa công trình khá phổ biến mang lại hiệu quả kinh tế cao mà vẫn đảm bảo tốt các yêu cầu kỹ thuật [5-7]. Trong những năm gần đây, phương pháp sửa chữa nâng cấp khả năng hoạt động và sử dụng của công trình cũ bằng vật liệu sợi carbon composite (FRP) công nghệ cao đã trở thành một giải pháp ưu dùng và hiệu quả nhất, rất được

thị trường xây dựng thế giới ưa chuộng chọn lựa để gia cố cho các công trình xây dựng BTCT.



Hình 3.3: Một số hình ảnh gia cường bằng tấm sợi carbon [8]

* Công dụng của sợi carbon composite:

- Tăng tải trực tiếp trong nhà kho, nhà xưởng; lắp đặt máy móc hạng nặng trong các tòa nhà công nghiệp; thay đổi mục đích sử dụng của tòa nhà;
- Tăng cường khả năng chịu địa chấn, tăng khả năng chịu lực của cột bê tông chống lại lực tác động, tăng cường dầm sàn, tăng cường tường, tấm tăng cường; gia cố tường, bọc polyme gia cường bằng sợi (FRP);
- Ngăn ngừa thiệt hại cho bộ phận kết cấu;
- Thay đổi hệ thống kết cấu loại bỏ các phần sàn để tạo lỗ mở trong sàn, thay đổi sức chịu lực của tường và cột bê tông;
- Khắc phục sai lầm trong thiết kế hoặc xây dựng;
- Cải thiện trạng thái kết cấu;

- Giảm biến dạng, giảm lực tác động lên cấu trúc ban đầu, gia cường cho cốt thép bị nứt.

* Ưu điểm:

- Thích hợp với nhiều dạng cấu kiện khác nhau, gia cố cấu kiện chịu uốn, cắt, kéo...;
- Chịu lực kéo cao;
- Nhẹ nhàng và đa năng, độ bền cao đặc biệt trong môi trường hóa chất;
- Lắp đặt nhanh, dễ dàng, không ảnh hưởng đến kiến trúc công trình;
- Dễ dàng tính toán thiết kế lại.

* Nhược điểm: Sản phẩm phải nhập từ nước ngoài, do đó cản trở phần nào việc sử dụng phải có kế hoạch cung ứng; chất lượng keo dán nhiều khi không đều, giảm độ tin cậy của việc sửa chữa.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu chung về một số ưu, nhược điểm, phạm vi sử dụng của kết cấu BTCT, một số dạng hư hỏng và nguyên nhân gây hư hỏng kết cấu BTCT như thi công không đảm bảo, sử dụng bảo quản công trình không tốt hoặc do giải pháp thiết kế chưa đạt. Các biện pháp tăng cường sửa chữa kết cấu bê tông đã được trình bày như tăng cường thêm bằng dầm thép, tấm thép, tấm hay vải sợi composite...

Tài liệu tham khảo

- [1]. Minh PQ, Phong NT, Cống ND. (2013), *Kết cấu BTCT: Phần cấu kiện cơ bản*, Hà Nội, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Bích NX. (2005), *Sửa chữa và gia cố kết cấu BTCT*, Hà Nội, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. Kiểm LV. (2004), *Hư hỏng sửa chữa gia cường công trình*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [4]. Yunlan Z. (2012), *Repair and Strengthening of Reinforced Concrete Beams*, [PhD]: The Ohio State University.
- [5]. Picard A, Massicotte B, Boucher E. (1995), *Strengthening of reinforced concrete beams with composite materials: theoretical study*, *Composite Structures*, 33:63-75.
- [6]. Hollaway L, Leeming MB. (2003), *Strengthening of reinforced concrete structures: using externally-bonded FRP composites in structural and civil engineering*, Boca Raton, FL: CRC Press.
- [7]. Wu H-C, Eamon C, Safari aORMC (2017), *Strengthening of Concrete Structures Using Fiber Reinforced Polymers (FRP)*.
- [8]. Alkhrdaji T. (2015), *Strengthening of Concrete Structures Using FRP Composites*.

Ngày nhận bài: 15/12/2021

Ngày chấp nhận đăng: 20/12/2021

Người phản biện: PGS. TS. Ngô Văn Minh

TS. Tạ Duy Hiến