

Kỹ thuật sửa chữa, gia cố và bảo trì kết cấu bê tông cốt thép của công trình dân dụng và công nghiệp

Engineering repair, reinforced and maintenance of reinforced concrete structures of civil and industrial works

> TS TRẦN BÁ VIỆT ¹, KS LƯƠNG TIẾN HÙNG ², KS LÊ HOÀNG PHÚC ², KS TRẦN BÁ TÚ ²

¹ Phó Chủ tịch Hội bê tông Việt Nam - VCA; Email: vietbach57@yahoo.com;

² Công ty CP Sáng tạo và GCN Việt Nam.

TÓM TẮT:

Việc sửa chữa, gia cố và bảo trì là rất cần thiết để duy trì hiệu quả công năng và kéo dài tuổi thọ công trình. Bài viết này trình bày các nội dung cơ bản về kỹ thuật sửa chữa, gia cố và bảo trì kết cấu bê tông cốt thép của công trình thường được áp dụng tại Việt Nam.

Từ khóa: Bê tông; kết cấu bê tông cốt thép; sửa chữa; gia cố; bảo trì; dự ứng lực ngoài tiết diện; keo Epoxy; vữa chát, vữa tự chảy; UHPC; HPC; bê tông nhẹ; sợi Composite FRP; cốt FRP bar.

ABSTRACT:

Repair, reinforcement and maintenance are essential to maintain efficiency and prolong the life of the building. This article presents the basic contents of repair, reinforcement and maintenance of reinforced concrete structures commonly applied in Vietnam.

Keywords: Concrete, reinforced concrete structures; repair; reinforced; maintenance; prestressing outside the section; Epoxy glue; mortar; grout; UHPC; HPC; lightweight concrete; fiber Composite FRP; core FRP bar.

I. TỔNG QUAN

Qua hơn một thế kỷ ứng dụng và liên tục phát triển công nghệ, kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) cho thấy các ưu điểm vượt trội so với các loại hình kết cấu khác (gỗ, thép, đá) như sau: dễ tạo hình, độ bền cao, biến dạng ít, tương đối ổn định ở trong mọi điều kiện thời tiết, giá thành hợp lý với công năng,...

Cùng với nhiều ưu điểm trên, kết cấu BTCT còn có những nhược điểm, khuyết tật hay sự cố xảy ra trong quá trình thi công xây dựng cũng như trong thời gian vận hành sử dụng do nhiều lý do khác nhau. Những nhược điểm này chính là tình trạng hư hỏng, xuống cấp và giảm tuổi thọ sử dụng của công trình. Việc sửa chữa, gia cố và bảo trì là rất cần thiết để duy trì hiệu quả công năng và kéo dài tuổi thọ công trình.

Kỹ thuật được sử dụng để sửa chữa, gia cố và bảo trì kết cấu BTCT phụ thuộc vào nguyên nhân gây nên hư hỏng công trình. Một phần không kém quan trọng đó là người kỹ sư phải đánh giá đúng chức năng, tầm quan trọng của bộ phận kết cấu bị hư hỏng trong mối quan hệ tổng thể khung kết cấu và đưa ra được giải pháp thi công thích hợp. Trước khi đưa ra giải pháp, người kỹ sư cần cân nhắc tính sẵn có của vật liệu được sử dụng và cả tính khả thi của biện pháp thi công.

II. NỘI DUNG KỸ THUẬT

1. Khái quát về sửa chữa, gia cố và bảo trì kết cấu BTCT

Việc sửa chữa, gia cố và bảo trì kết cấu BTCT được thực hiện ngay sau khi hoàn thành quá trình khảo sát, phân tích và đánh giá nguyên nhân, tình trạng hư hỏng của công trình. Tùy thuộc vào điều kiện thi công là công trình đang được vận hành liên tục hay là dừng sử dụng tạm thời để có thể lập các đề cương thực hiện sửa chữa, gia cố và bảo trì khác nhau. Tuy vậy, công tác thực hiện sửa chữa, gia cố và bảo trì thường bao gồm các đầu mục công việc sau:

- Phân tích kỹ thuật và nguyên nhân hư hỏng để lựa chọn vật liệu với giá thành hợp lý nhưng vẫn phải đảm bảo các yếu tố kỹ thuật.
- Tính toán khả năng chịu tải trọng của toàn bộ kết cấu trong, sau khi thi công sửa chữa cùng tính khả thi của công việc sửa chữa, gia cố và bảo trì đó.
- Tính toán lượng vật liệu cần sử dụng.
- Lựa chọn thiết bị sử dụng phù hợp.
- Xây dựng biện pháp thi công hợp lý.
- Xây dựng biện pháp an toàn đối với người lao động khi thi công sửa chữa.

Cùng một hư hỏng như nhau, nhưng trong các điều kiện thi công khác nhau, thì có các biện pháp thi công khác nhau. Điều này các kỹ sư công trình hiểu rõ nhất, vì nó liên quan đến kỹ thuật thi công.

2. Phân loại công tác sửa chữa, gia cố và bảo trì công trình

Có thể phân loại công tác sửa chữa, gia cố và bảo trì kết cấu BTCT theo nhiều hình thức dưới đây:

- a) Phân loại theo mức độ sửa chữa
 - Sửa chữa, gia cố và bảo trì nhỏ: thực hiện tại các vị trí hư hỏng.

- Sửa chữa, gia cố và bảo trì lớn: Thay thế các kết cấu bị hư hỏng.

b) Phân loại theo mục đích

- Sửa chữa phục hồi công năng sử dụng, duy trì tuổi thọ công trình đạt yêu cầu so với thiết kế cũng như phục hồi khả năng chịu tải và đảm bảo chống thấm, chống nứt.

- Sửa chữa nâng cấp công năng sử dụng, tăng tuổi thọ công trình so với thiết kế cũng như tăng khả năng chịu tải và đảm bảo chống thấm, chống nứt, chống suy thoái vật liệu.

c) Phân loại theo giai đoạn công trình

- Sửa chữa trong giai đoạn thi công xây dựng (đảm bảo yêu cầu thiết kế, kỹ thuật).

- Sửa chữa trong giai đoạn sử dụng (duy trì tuổi thọ công trình).

- Sửa chữa sau niên hạn sử dụng (tăng tuổi thọ công trình).

d) Phân loại theo nhóm sửa chữa

- Sửa chữa thay thế bề mặt bê tông, vữa trát tại các vị trí hư hỏng trên cột, dầm, sàn.

- Xử lý vết nứt tại các vị trí trên cột, dầm, sàn.

- Chống rò rỉ và thấm, dột.

- Sửa chữa một bộ phận kết cấu (bổ sung hoặc thay thế cốt thép, tăng tiết diện chịu lực).

- Sửa chữa cục bộ kết cấu (thay thế một hoặc nhiều dầm, cột và thay thế cả sàn).

- Bổ sung khả năng chịu lực bằng dầm, cột thép hình tiêu chuẩn hoặc cấp dựng ứng lực trước (có thể thay đổi sơ đồ kết cấu).

3. Nguyên tắc kỹ thuật

Việc lựa chọn vật liệu xây dựng, công nghệ kỹ thuật dùng để sửa chữa gia cố và bảo trì kết cấu bê tông cốt thép phải đảm bảo các nguyên tắc sau:

- Đảm bảo điều kiện chịu tải của công trình trong quá trình thi công sửa chữa gia cố và bảo trì.

- Đảm bảo khả năng đáp ứng thi công về mặt bằng, khí hậu, thời gian, thao tác và nguồn cung cấp vật liệu - thiết bị.

- Đảm bảo sự tương thích kỹ thuật giữa vật liệu sửa chữa và các vật liệu của kết cấu được sửa chữa cũng như khả năng chịu tải trọng (tĩnh tải) của toàn bộ hệ kết cấu sau khi được gia cố bổ sung.

- Đảm bảo đạt hiệu quả tối ưu giữa hai mặt kinh tế và kỹ thuật.

- Đảm bảo các yếu tố về công năng sử dụng, điều kiện vận hành khai thác và tuổi thọ công trình (đối với các công trình bị ăn mòn cao thì sửa chữa, gia cố phải thực hiện đồng thời với việc xử lý chống ăn mòn).

- Đảm bảo yêu cầu về thẩm mỹ, kích thước hình học.

- Đảm bảo vệ sinh môi trường, tác động sinh học đến con người trong và sau quá trình thi công sửa chữa gia cố và bảo trì.

4. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng công việc

Các yếu tố được liệt kê dưới đây có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng công việc thực hiện sửa chữa, gia cố và bảo trì kết cấu BTCT của công trình:

- Kích thước hình học (độ ổn định): độ linh động, tốc độ đông kết, khả năng liên kết - bám dính tính co ngót, hệ số từ biến, Modul đàn hồi của vật liệu sử dụng (bê tông, vữa, keo epoxy).

- Khả năng chịu tải của ván khuôn khi có các tác động va chạm, rung động của thiết bị trong quá trình thi công cũng như áp lực của vật liệu sửa chữa gia cố.

- Điều kiện thi công: môi trường ngập nước, không gian chật hẹp, thiết bị sử dụng.

- Điều kiện thời tiết, khí hậu của môi trường xung quanh: Mưa, tuyết, độ ẩm thấp, gió to, nhiệt độ quá thấp hoặc quá cao hoặc có mức thay đổi lớn giữa ngày và đêm.

5. Lựa chọn sử dụng vật liệu sửa chữa gia cố

Kết cấu BTCT như một bộ khung xương gánh chịu tải trọng lâu dài, do đó vật liệu được lựa chọn để sửa chữa, gia cố phải đủ độ bền lâu

a) Vật liệu trên nền xi măng

Vật liệu sử dụng trên nền xi măng đó chính là các loại bê tông và vữa có trên thị trường có sử dụng các vật liệu thành phần chất lượng cao như: xi măng bền sunfat, xi măng toả nhiệt ít, xi măng đông rắn nhanh, phụ gia khoáng hoạt tính, hoạt tính bề mặt, chịu axit và kiềm, tạo bọt, đông rắn nhanh

- Bê tông: bê tông nhẹ, bê tông nổi bảo dưỡng, bê tông tự chảy đông rắn nhanh, bê tông HPC, bê tông HSC, UHPC,...

- Vữa: vữa sửa chữa bề mặt, vữa chèn tự chảy không co và cường độ cao

b) Vật liệu trên nền Polymer

Là các loại vữa, hỗn hợp nhựa khi sử dụng kết hợp keo epoxy, polyester, acrylic, polythene... với các cốt liệu khác, đặc biệt là cát. Được sử dụng phổ biến hơn cả là keo epoxy 2 thành phần.

Ngoài ra cũng có thể kết hợp 2 loại Polymer và xi măng để vá hoặc phủ kín khuyết tật, hư hỏng của bê tông.

c) Thép

- Cốt thép - được sử dụng kết hợp cùng với bê tông hoặc vữa.

- Thép hình - làm việc đơn độc hoặc được ốp bên ngoài bộ phận kết cấu.

6. Sửa chữa hư hỏng ngay trong giai đoạn thi công

Rạn nứt hay phồng rộp bề mặt là các dạng khuyết tật thường xuất hiện ngay sau khi bê tông bắt đầu đông kết do nhiều nguyên nhân khác nhau (vật liệu, môi trường, biện pháp thi công, ván khuôn). Đối với các vết nứt thì chúng có thể ngắn hoặc dài, độ rộng nhỏ hoặc lớn và có thể sâu vào tận bề mặt cốt thép. Các bước thực hiện sửa chữa vết nứt như sau:

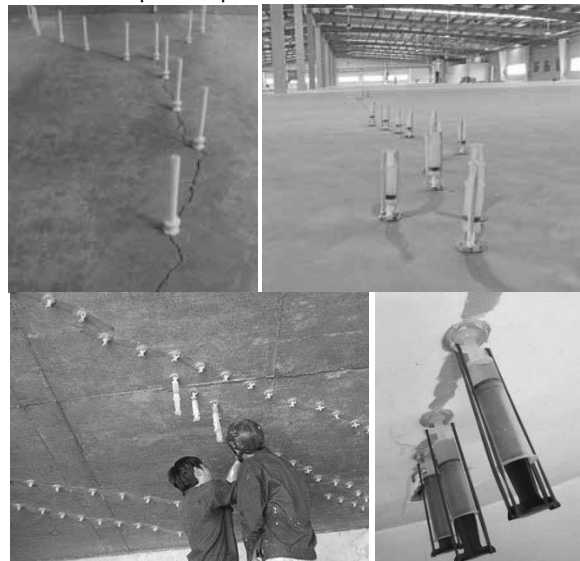
a) Đối với rạn nứt:

- Vệ sinh sạch xung quanh vị trí có hư hỏng để kiểm tra độ mở và chiều dài vết nứt, đặc biệt vị trí đặt xilanh bơm keo Epoxy.

- Đối với sàn và dầm khi tiến hành bơm keo từ dưới lên cần trám toàn bộ bên ngoài miệng vết nứt bằng vữa hoặc các loại keo khô chuyên dụng khác nhằm bịt kín vết nứt.

- Khoan và đặt các đầu dẫn keo chạy dọc theo vết nứt với khoảng cách các đầu dẫn khoảng 10-20 cm (có thể dày hơn nếu vết nứt sâu và độ mở lớn).

- Mài hoàn thiện bề mặt vết vá.



Hình 1. Bơm keo Epoxy xử lý vết nứt bê tông

b) Đối với bề mặt bê tông bị phồng rộp:

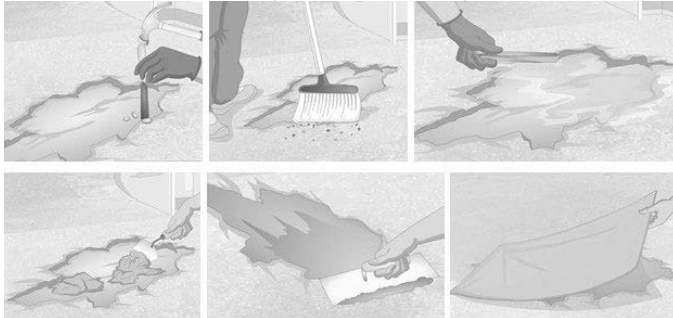
- Đập, tẩy bỏ lớp bê tông bị phồng rộp, và tạo nhám bề mặt (nếu lớp phồng rộp đó vào sâu đến lớp cốt thép thì cần vệ sinh sạch phần bề mặt cốt thép bị lộ ra sau khi đập bỏ lớp bê tông bề mặt bị hư hỏng).

- Vệ sinh và tạo ẩm bề mặt để tăng cường độ bám dính của lớp bê tông hoặc vữa trát.

- Trát hỗn hợp bê tông hoặc vữa có cường độ bằng hoặc cao hơn lớp bê tông cần sửa chữa.

- Làm phẳng mặt bằng cách cạo theo chiều ngay lên các cạnh của phần bị hư hỏng và phủ nilong bảo dưỡng ẩm.

- Sau khi lớp vữa khô thì tiến hành mài hoàn thiện vết và nếu bề mặt chưa đạt được yêu cầu về thẩm mỹ.



Hình 2. Xử lý khuyết tật phồng rộp của bê tông

7. Xử lý chống rò rỉ và thấm, dột

Xử lý chống rò rỉ và thấm dột được thực hiện với 2 mức độ sau:

a) Xử lý tại bề mặt tiếp xúc với nguồn nguyên nhân - nước có thể sử dụng các biện pháp sau:

- Sử dụng sơn Epoxy.

- Sử dụng keo chống thấm gốc Polymer hoặc kết hợp Polymer và xi măng.

- Sử dụng nhựa đường cùng các loại tấm chải màng chống thấm chuyên dụng bằng phương pháp khò nóng.

- Sử dụng các loại vữa phủ sàn chống thấm chuyên dụng

- Sử dụng gạch lá men và gạch lỗ rỗng tạo độ dốc thoát nước tránh ứ đọng đối với sàn mái.



Hình 3. Các biện pháp xử lý bề mặt chống rò rỉ và thấm, dột

b) Xử lý sâu vào các đường dẫn nước - vết nứt có kích thước lớn Đối với các vết nứt có kích thước lớn cần thực hiện bơm keo Epoxy tương tự như xử lý các vết nứt tại mục 6.a

8. Sửa chữa phần bê tông, vữa phủ ngoài kết cấu

Sau thời gian dài sử dụng, lớp bê tông hay vữa trát phủ ngoài sẽ dần bị suy giảm cường độ gây xuất hiện tình trạng nứt, bong tróc thành cách mảng không liên tục, hiện tượng này thường gặp ở trần mái của các công trình. Để khắc phục điều này và cũng tránh

các ảnh hưởng của môi trường đến cốt thép bên trong sẽ tiến hành sửa chữa với các bước sau:

- Sử dụng bút màu đánh dấu, khoanh phần vị trí hư hỏng cần sửa chữa (đối với mức độ xuất hiện ít, đơn lẻ).

- Đục, tẩy lớp bê tông, vữa hư hỏng và tạo nhám bề mặt thi công sửa chữa.

- Vệ sinh và làm ẩm bề mặt thi công.

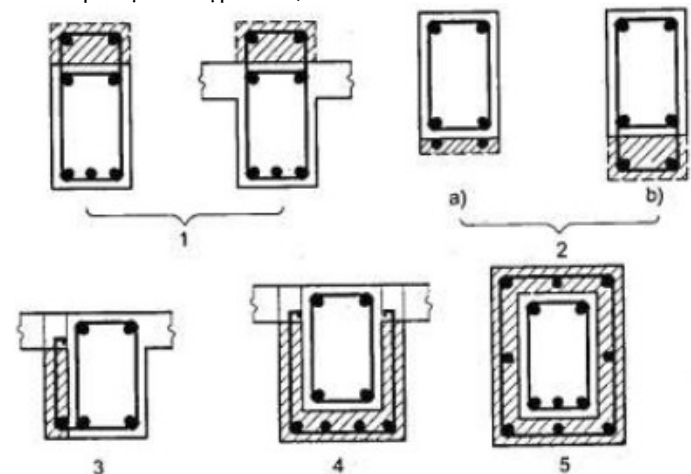
- Tiến hành trát phủ vữa chất lượng cao lên bề mặt và hoàn thiện.



Hình 4. Sửa chữa lớp vữa và bê tông phủ bảo vệ ngoài kết cấu

9. Gia cố kết cấu bằng phương pháp tăng tiết diện chịu lực

Phương pháp này là đại diện cho mức sửa chữa, gia cố và bảo trì lớn, thường được thực hiện để gia cố dầm, cột và tuỳ vào từng trường hợp cụ thể có thể chọn các biện pháp khác nhau (bê tông, cốt thép hoặc kết hợp cả hai).



Hình 5. Các dạng tiết diện được tăng cường

Mặc dù phương pháp này có thể giúp tăng khả năng chịu lực của kết cấu lên 1,5-2,0 lần và không có yêu cầu đặc biệt gì về vật liệu lẫn nhưng chi phí thi công khá lớn và biện pháp thi công phức tạp, đặc biệt là đối với dầm.

- 1: Tăng chiều cao phía biên chịu nén.

- 2: Tăng chiều cao phía biên chịu kéo (a - tăng cốt thép, b - tăng chiều cao và cốt thép).

- 3: Tăng chiều rộng tiết diện.

- 4: Tăng chiều rộng và chiều cao tiết diện.

- 5: Tăng tiết diện đủ cả bốn phía



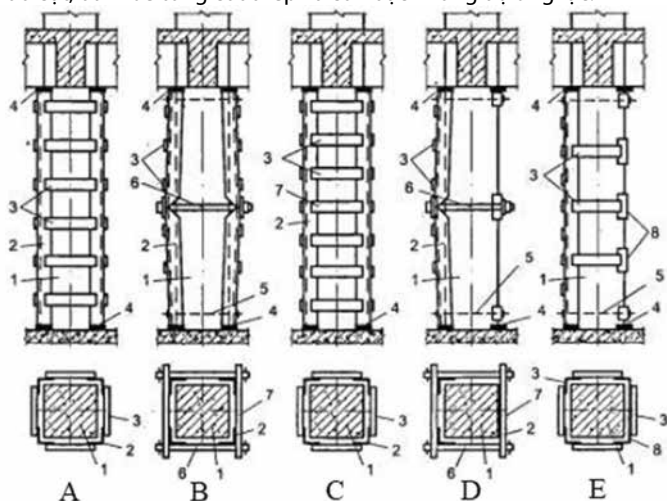
Hình 6. Tăng cường tiết diện dầm và cột của công trình
Đối với bê tông có thể sử dụng 2 biện pháp thi công như sau:
- Ghép ván khuôn và bơm (rót) bê tông vào trong.
- Phun bê tông và thực hiện xoa phẳng bề mặt.



Hình 7. Phun bê tông tăng cường tiết diện kết cấu chịu lực

10. Gia cố kết cấu bằng thép hình

Thép hình trong phương án này được sử dụng làm dầm phụ, cột phụ nhằm mục đích giảm tải cho dầm và cột bê tông cốt thép chính hoặc có thể làm thanh chống chéo để tăng độ cứng cho toàn khung kết cấu. Ngoài ra, cũng có thể ốp thẳng thép hình vào cột, dầm bê tông cốt thép và có hoặc không dự ứng lực.



Hình 8. Các dạng hình thức gia cố kết cấu cột bằng cách ốp thép hình

- A: Thép hình được ốp không dự ứng lực.
- B: Thép hình được ốp 2 phía dự ứng lực sau lắp đặt.
- C: Thép hình được ốp 2 phía dự ứng lực trước khi lắp đặt.
- D: Thép hình được ốp 1 phía dự ứng lực sau khi lắp đặt.
- E: Thép hình được ốp 1 phía dự ứng trước khi lắp đặt.

(1: cột được gia cố, 2: thanh ốp, 3: bản giằng, 4: gối tựa, 5: bulong neo gắn gối tựa, 6: bulong neo tại khớp, 7: bản giằng tại khớp, 8: tấm lót thân cột).

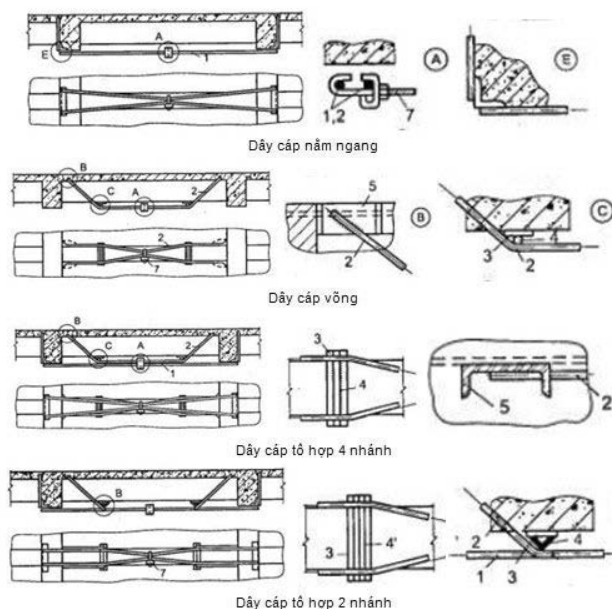


Hình 9. Gia cố kết cấu công trình bằng cốt thép hình

Khi sử dụng cốt thép hình làm dầm phụ và cột phụ kết hợp cùng các thanh chống chéo sẽ giúp thay đổi sơ đồ phân bố tải trọng kết cấu. Đây cũng là một phương án thường gặp khi gia cố và bảo trì kết cấu công trình.

11. Gia cố kết cấu chịu uốn bằng cáp căng ứng lực trước ngoài tiết diện

Phương án này được thực hiện dựa trên nguyên lý tác động ngược chiều so với tải trọng ban đầu làm triệt giảm ứng suất tác động lên kết cấu. Thường phương án này dùng gia cố cho dầm, sàn, console và mang lại hiệu quả gia cố rất lớn với mức tăng khả năng chịu tải có thể lên tới 2,5 -3,0 lần mà thời gian thi công nhanh chóng.

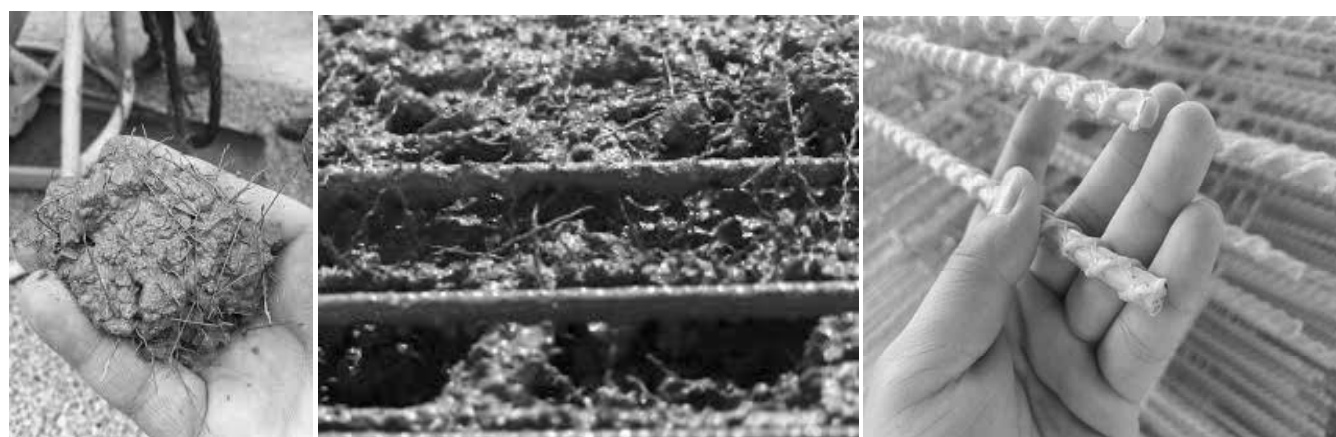


Hình 10. Các hình thức gia cố bằng cáp dự ứng lực ngoài tiết diện

(1: dây cáp căng nằm ngang, 2: dây cáp căng vồng và nhánh xiên, 3: bản tựa, 4: thanh tựa, 5: bản neo, 6: thanh đệm, 7: cơ cấu núm chặn dây cáp căng)



Hình 11. Gia cố kết cấu bằng vật liệu sợi Composite FRP



Hình 12. Gia cố công trình bằng UHPC và cốt FRP bar

12. Gia cố kết cấu bằng vật liệu sợi Composite FRP (sợi CFRP)

Sợi Carbon là một loại vật liệu điển hình cho sợi Composite FRP, được tổng hợp chứa ít nhất 90% nguyên tử Carbon và được kết cấu rất chặt chẽ trong quá trình nhiệt phân sợi nguyên liệu ban đầu. Dùng các tấm sợi CFRP để bọc bên ngoài cột, dầm BTCT bằng sợi CFRP có nhiều ưu điểm đã được thực tiễn kiểm chứng như:

- Tăng cường khả năng chịu tải cục hạn và chống cắt của kết cấu.

- Cải thiện độ dẻo dai của kết cấu mà tiết diện tăng không đáng kể, không ảnh hưởng đến độ thẩm mỹ và thi công đơn giản, nhanh.

Các bước thi công vật liệu CFRP như sau:

- Chuẩn bị bề mặt: tiến hành đục lớp vữa ngoài đã bị suy thoái và vệ sinh sạch bề mặt thi công.

- Lắp các chỗ bị hở thép, bề mặt bị lõm: dùng vữa hoặc keo Epoxy trám vào những vị trí lõm, khe hở và làm phẳng bề mặt.

- Phủ lớp keo bám dính lên bề mặt sau khi đã khô, và dán và miết mạnh tấm CFRP lên bề mặt sao cho keo ngấm, tràn đều hết vào tấm.

13. Gia cố kết cấu bằng bê tông nhẹ, HPC, UHPC cùng cốt FRP bar

Phương pháp thay mới sàn mái hay dầm bằng bê tông nhẹ, HPC hoặc UHPC cùng cốt FRP bar rất hay và thường được cho các công trình lâu đời có hệ móng yếu, vì cần giảm tải trọng tĩnh. Đặc biệt là UHPC, đây là loại bê tông có tính chất cơ lý vượt trội nên khi sử dụng cho sửa chữa kết cấu cho hiệu quả rất cao (giảm tối đa tiết

diện kết cấu, vượt trội về chiều dài khẩu độ, khả năng chống xâm thực và ăn mòn cao,...)

III. KẾT LUẬN

- Các công trình cần được sửa chữa, gia cố và bảo trì thường xuyên, đúng cách để đảm bảo đạt yêu cầu thiết kế về công năng sử dụng và tuổi thọ công trình.

- Kỹ thuật sửa chữa, gia cố và bảo trì được lựa chọn cần phải phù hợp với điều kiện thi công, hiện trạng kết cấu công trình và nguyên nhân dẫn tới hư hỏng.

- Kỹ thuật sửa chữa, gia cố và bảo trì phải đảm bảo sau khi thi công vẫn giữ được ổn định công năng, hiệu quả sử dụng của từng bộ phận kết cấu và toàn bộ công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- TCVN 9343:2012, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - hướng dẫn công tác bảo trì.
- ACI 224R-01, Control of cracking in concrete structures.
- ACI 224.2R-92, Cracking of concrete members in direct tension.
- ACI 224.1R-93, Causes evaluation and repair of cracks in concrete structures.
- BS EN 15331:2011, Criteria for design management and control of maintenance services for building.
- JSCE:2007, Standard specifications for concrete structures - maintenance.
- Sửa chữa và gia cố kết cấu bê tông cốt thép, Nguyễn Xuân Bích - 2005.
- Sika sprayed concrete handbook.