SỬA CHỮA – NÂNG CẤP CẦU YẾU BTCT BẰNG GIẢI PHÁP SỬ DỤNG TẤM GIA CƯỜNG COMPOSITE ỨNG SUẤT TRƯỚC

Đặng Việt Đức[1], Bùi Thị Thu Huyền[2]
[1]*Đại học Thủy lợi, email: dangvietduc@tlu.edu.vn*
[2]*Đại học Thủy lợi, email: thuhuyen@tlu.edu.vn*

1. GIỚI THIỆU CHUNG

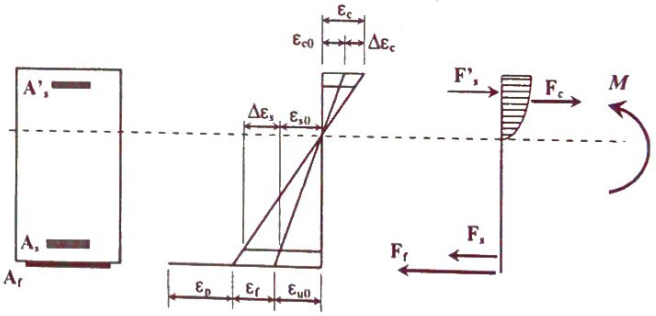
Trên thực tế phần lớn các công trình cầu yếu BTCT được sửa chữa chủ yếu bằng các giải pháp truyền thống với mục đích khôi phục khả năng chịu lực ban đầu theo thiết kế. Một số giải pháp kỹ thuật tiêu biểu có thể kể đến như tăng cường liên kết ngang bằng: lớp BTCT bản mặt cầu, xiết lại các tao cáp căng ngang thông qua các dầm ngang (có thể bổ sung các dầm ngang), gia cường ổn định chịu cắt và uốn bằng các giải pháp dán tấm bản thép và tấm composite (không ứng suất trước) v.v... Các giải pháp này trên thực tế cũng đã mang lại hiệu quả là hạn chế tốc độ xuống cấp của các công trình cầu yếu BTCT.

Hiện nay một số nước trên thế giới đã bắt đầu áp dụng công nghệ tấm composite ứng suất trước (UST), theo đó về nguyên tắc khi chưa có hoạt tải tấm composite đã được chịu kéo, tấm composite sẽ được tạo ra một biến dạng ban đầu trước khi liên kết tấm tăng cường vào dầm. Biến dạng ban đầu này sẽ cung cấp cho hệ dầm một nội lực có lợi. Tuỳ theo mức độ yêu cầu nâng cấp tải trọng mà lực căng tạo ra biến dạng của tấm composite sẽ được tính toán.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tính toán phục vụ thiết kế

Hình 1 biểu diễn mức độ tăng cường sức kháng uốn sau khi dán thêm tấm composite được tạo biến dạng (ứng suất) trước. ε_{u0} và ε_{c0} là mức biến dạng tương ứng ở thớ chịu kéo và thớ chịu nén của dầm do tĩnh tải bản thân và các loại tĩnh tải khác. ε_f là biến dạng của thớ chịu kéo đồng thời cũng là biến dạng của tấm tăng cường composite do các tác động trong giai đoạn khai thác tính sau thời điểm được dán tăng cường, và ε_p là biến dạng được căng kéo ban đầu ngay trước khi được dán liên kết vào dầm.



Hình 1. *Cơ sở tính toán sức kháng uốn của dầm tăng cường bằng tấm composite UST*

Cân bằng thành phần lực do tổng biến dạng của tấm tăng cường (ε_p+ε_f), lực do biến dạng cốt thép chịu kéo và chịu nén (tương ứng $\Delta\varepsilon_s$ *và* $\Delta\varepsilon'_s$) và tổng thành phần lực nén trong bê tông có thể tính được chiều cao vùng bê tông chịu nén khi đã xét thêm thành phần tăng cường. Như vậy có thể thu được đầy đủ các thông số để tính được thành phần tăng cường và sức kháng uốn của dầm.

Như đã trình bày ở trên các công thức sử dụng trong quy trình là các phương trình chủ yếu dựa vào các trạng thái cân bằng trong điều điện tới hạn quy ước. Các phương trình cũng được thiết lập dựa trên một số giả thiết ứng xử tuyến tính hoặc lý tưởng của vật liệu,

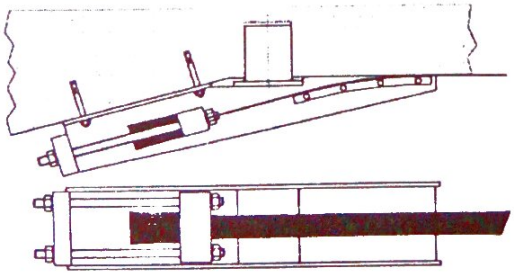
cho phép áp dụng nguyên lý biến dạng nhỏ và cộng tác dụng. Các công thức, phương trình sử dụng trong quy trình có xu hướng thiên về an toàn do vậy chỉ phù hợp trong công tác thiết kế.

2.2. Phương pháp tạo ứng suất trước

a) Giải pháp căng trước tấm composite

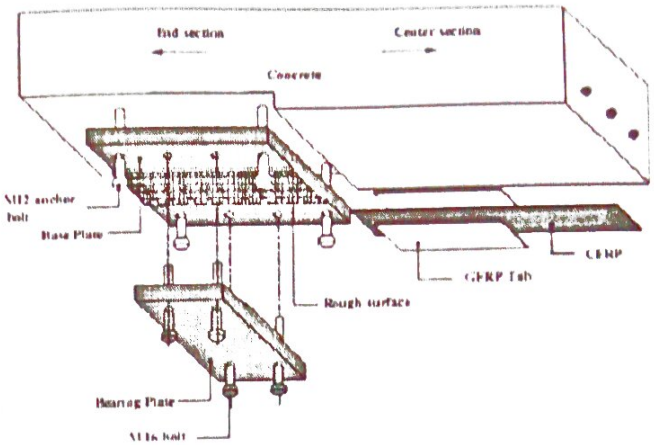
Biến dạng ban đầu được tạo ra trong chính các tấm tăng cường composite bằng cách căng kéo các tấm composite theo yêu cầu thiết kế. Công tác kích kéo phải được thực hiện bằng thiết bị chuyên dụng (hình 2). Để có thể đảm bảo yêu cầu ổn định cần thiết phải có gá cố định vào thân dầm cầu khi có lực kích kéo. Nên tạo khoảng hở giữa tấm composite và bê mặt dầm để trước khi ép liên kết có thể thao tác bôi phủ lớp keo dính bám, sau đó ép khít để có được sự liên kết. Bộ phận kẹp – kéo cũng phải được cấu tạo nhỏ gọn để phù hợp với điều kiện thực tế là khoảng không gian thi công rất hạn chế.

Trong một số trường hợp do điều kiện thiết bị thi công không đáp ứng đầy đủ thì giải pháp tạo độ vồng ngược cũng có thể được xem xét áp dụng. Cơ sở lý luận của giải pháp này là khi tạo chuyển vị cưỡng bức theo hướng vồng lên trên ở khu vực giữa dầm, sẽ xuất hiện phân bố nội lực như thể hiện trong hình 4 ứng với 2 trường hợp: 1 điểm và 2 điểm kích nâng dầm.

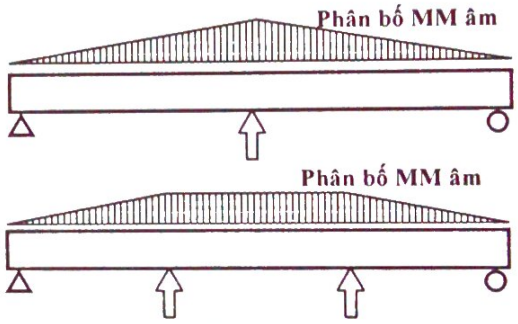


Hình 2. *Sơ họa hệ thống căng kéo kết hợp chế tạo bởi hãng VSL và Sika*

Liên kết giữa tấm composite và dầm bao gồm 2 thành phần. Thành phần quan trọng là đầu neo dạng bản thép được bắt chặt bề mặt bê tông bằng bu lông (hình 3). Để nâng cao hiệu quả làm việc của neo và truyền lực, trên thực tế neo được tạo khấc (hình 3). Thành phần thứ 2 là liên kết bằng keo giữa bề mặt tấm và bề mặt dầm bê tông. Để tránh hiện bóc tách của tấm UST trong quá trình khai thác, bề mặt tiếp xúc cần được xử lý phẳng, tránh lượn sóng và lồm vào phía trong thân dầm.



Hình 3. *Đầu neo dạng khấc áp dụng trong nghiên cứu Dong - Suk Yang, 2008*



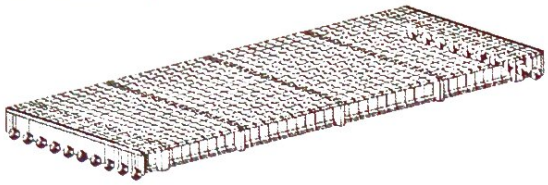
Hình 4. *Phân bố mô men dưới tác dụng của kích nâng dầm*

b) Giải pháp tạo độ vồng trước cho dầm

Tấm composite sẽ được dán liên kết sau khi đã được kích nâng. Khi dỡ bỏ hệ thống kích nâng, tấm composite chuyển năng lượng kích nâng dầm thành nội lực xuất hiện trong tấm tăng cường. Có thể xem nội lực xuất hiện trong kết cấu đã được tăng cường đã biến đổi tấm composite không UST thành tấm composite UST. Mức độ kích nâng sẽ được tính toán dựa trên yêu cầu phải tăng cường nâng cấp tải trọng, phụ thuộc vào các thông số kết cấu dầm như: khẩu độ nhịp, đặc trưng hình học và vật liệu. Đối với cầu dầm BTCT thường, vì khả năng chịu kéo ở thớ trên của dầm rất hạn chế và nguy cơ bị nứt ở mặt trên dầm là rất cao, cần có tính toán thiết kế cũng như biện pháp kiểm soát biến dạng vật liệu bê tông trong quá trình nâng dầm.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu sẽ thực hiện ví dụ phân tích với hệ nhịp dầm 24.7 m BTCT DUL kiểu Châu Thới với 10 dầm chính, khoảng cách giữa các dầm 0.96m, 5 dầm ngang. 2 giải pháp tạo ứng suất trước cho tấm sẽ được xét đến trong mô hình, như đã được trình bày ở phần trên trong bài báo, là căng bằng hệ thống kích và neo chuyên dụng và nâng dầm sau đó neo hoặc dán tấm.



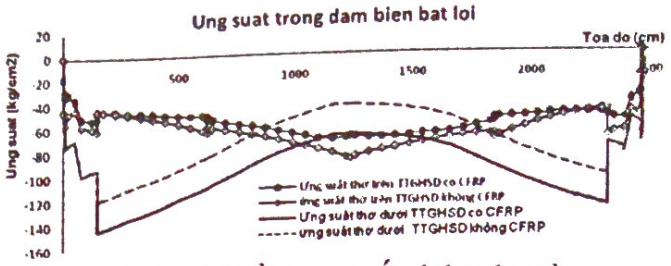
Hình 5. Sơ họa tổng thể mô hình nhịp giản đơn 10 dầm 24.7m dạng Châu Thới

Kết quả với trường hợp áp dụng giải pháp căng trước tấm composite:

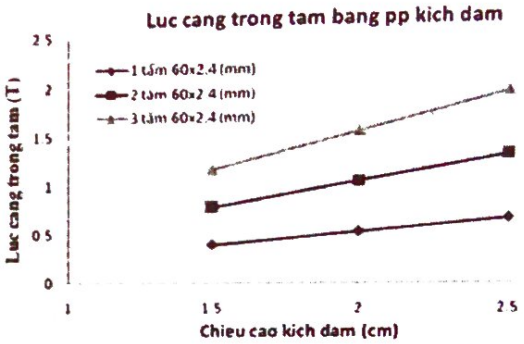
Hệ thống tăng cường CFRP được xét trong ví dụ có kích thước tấm 6×0.24 (cm) với lực căng tối đa 22T, neo kích chịu được lực căng tối đa 30T. Kết quả tăng cường được thể hiện như ở hình 6. Trong khai thác khả năng làm việc của dầm được kiểm soát chủ yếu ở nguy cơ bị nứt ở thớ dưới khu vực giữa dầm, hệ thống tăng cường đã cung cấp thêm mức nén khoảng trên 20 kg/cm^2 (2MPa) vào khu vực này. Kết quả phân tích cũng cho thấy tại thớ dưới mặt cắt giữa dầm biên bất lợi, hệ tăng cường tạo nên ứng suất nén bằng khoảng 35% giá trị tuyệt đối ứng suất kéo gây ra bởi tải trọng HL93.

Kết quả khảo sát giải pháp nâng dầm được thể hiện trong hình 7. Do mức độ nâng dầm bị hạn chế để không làm xuất hiện nứt ở khu vực thớ trên nên lực căng tạo ra trong mỗi tấm có kích cỡ 6×0.24 (cm) sẽ vào khoảng 0.4 – 0.5 T, như vậy hiệu ứng tăng cường sẽ không đạt kết quả như mong muốn. Để tăng thêm hiệu ứng tăng cường thì cần phải tăng thêm số lượng tấm.

Hiệu quả công tác sửa chữa nâng cấp có thể được đánh giá bằng biện pháp thử tải. Tải trọng thử sử dụng với mức 50–70– 90(%) tải trọng khai thác HL93, mức độ quan hệ tuyến tính của biến dạng khu vực chịu kéo lớn nhất trong dầm với cấp tải trọng thử tương ứng sẽ thể hiện dầm làm việc hoàn toàn làm việc trong phạm vi đàn hồi hay không.



Hình 6. Đồ ứng suất thớ trên và dưới dầm biên TTGHSD trường hợp có và không có tấm CFRP



Hình 7. Hệ giữa chiều cao kích dầm và ứng suất tạo được trong dầm

4. KẾT LUẬN

Đối với dầm BTCT DUL, giải pháp tạo ứng suất trước bằng hệ thống kích chuyên dụng có hiệu quả cao hơn so với giải pháp kích dầm. So sánh với giải pháp áp dụng hệ thống cáp DUL ngoài thì giải pháp tạo ứng suất trước cho tấm composite bằng hệ thống neo-kích chuyên có nhiều ưu điểm hơn như không phải tác động nhiều đến hệ thống dầm chủ, khoan xuyên dầm chủ để cấu tạo ụ neo ngoài hoặc dầm neo ngoài, lắp đặt hệ thống cốt thép đổ bê tông ụ dầm neo ngoài.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Đặng Gia Nải: Nghiên cứu đánh giá và giải pháp tăng cường khả năng khai thác cầu BTCTDUL được xây dựng ở Việt Nam từ sau năm 1975 đến nay. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ GTVT trọng điểm. Tài liệu thuộc Viện KH & CNGTVT-2010.

[2] Hollaway L. C. and Leaming M. B., "Strengthening of reinforced concrete structures: Using externally-bonded FRP composites in structural and civil engineering". Woodhead Publishing Ltd 1999.