

Phụ lục 3 : Nghiên cứu trường hợp sửa chữa: Sửa chữa phần bê tông kết cấu phần trên của cầu cảng dỡ than bằng phương pháp phun bê tông khô PCM

1. Giới thiệu

Công trình được đề cập là một cầu cảng dỡ than của nhà máy nhiệt điện than, nằm tại khu vực phía nam Nhật Bản có khí hậu ẩm. Cầu cảng gồm chín khối bê tông cốt thép, mỗi khối có kích thước mặt bằng 25 × 25 m, tổng chiều dài 225 m và khả năng tiếp nhận tàu có tải trọng khoảng 60.000 tấn. Kể từ khi đưa vào vận hành, công trình đã chịu tác động của môi trường clo rua khắc nghiệt trong khoảng 30 năm.

Qua các đợt kiểm tra định kỳ và kiểm tra chi tiết, mức độ xuống cấp được xác định là đặc biệt nghiêm trọng tại các khối số 3 và số 7. Vì vậy, công tác sửa chữa đã được thực hiện bằng các biện pháp phục hồi tiết diện kết hợp với bảo vệ catốt. Bài viết này tập trung vào công tác sửa chữa tiết diện bằng phương pháp phun vữa khô PCM (polymer cement mortar)..



Ảnh 1 Khối sửa chữa số 3 và số 7

2. Lựa chọn phương pháp sửa chữa tiết diện

Trong các phương pháp sửa chữa tiết diện hiện có — gồm sửa chữa trát thủ công, phun bê tông/vữa và phương pháp lắp ván khuôn rồi đổ — phương pháp phun vữa polymer xi măng (PCM) đã được lựa chọn. Sửa chữa trát thủ công không phù hợp với các tiết diện lớn, trong khi phương pháp lắp ván khuôn và đổ yêu cầu khối lượng ván khuôn lớn và chi phí thi công cao hơn.

Phương pháp phun PCM bao gồm hai hệ thống phun ướt và phun khô. Trong dự án này, dự kiến khoảng cách vận chuyển tối đa khoảng 100 m và chiều dày sửa chữa tối đa khoảng 100 mm. Như tóm tắt trong Bảng 1, phương pháp phun khô thể hiện tính phù hợp vượt trội trong các điều kiện này, vì vậy đã được lựa chọn áp dụng.

Bảng 1 So sánh hiệu suất giữa phương pháp phun khô PCM và phun ướt PCM

Chỉ tiêu	Phun khô PCM	Phun ướt PCM
Chi phí	Vài trăm nghìn đến 1 triệu JPY/m ³	Vài trăm nghìn đến 1 triệu JPY/m ³
Thời gian thi công	Khoảng 20 ngày (100 mm, 100 m ²)	Khoảng 40 ngày (100 mm, 100 m ²)
Công suất phun	0,8–1,2 m ³ /h	0,3–0,5 m ³ /h
Chiều dày tối đa	Khoảng 200 mm (tường và mặt dưới kết cấu)	30 mm (tường), 20 mm (mặt dưới kết cấu)
Khoảng cách vận chuyển	Tối đa 300 m	Tối đa 50 m
Tỷ lệ hao hụt vật liệu	Khoảng 20%	Khoảng 15%
Khả năng lấp đầy	Tốt phía sau cốt thép	Tốt phía sau cốt thép
Diện tích mặt bằng thiết bị	Khoảng 50 m ²	Khoảng 50 m ²
Khoảng cách vòi phun	Khoảng 1,0 m	Khoảng 0,5 m
Nồng độ bụi	2,04 mg/m ³	3,71 mg/m ³

3. Thử nghiệm kiểm chứng sơ bộ bằng mẫu mô hình

Trước khi thi công, các thử nghiệm kiểm chứng sơ bộ đã được tiến hành bằng mẫu mô hình nhằm xác nhận khả năng thi công và chất lượng sửa chữa. Hệ ván khuôn mô phỏng kích thước và khoảng cách cốt thép được chế tạo để thử nghiệm. Các thử nghiệm phun theo phương ngang và phun trần đã được thực hiện bằng hệ phun khô PCM dự kiến sử dụng cho công trình.



Ảnh 2 Thử nghiệm phun theo phương



Ảnh 3 Thử nghiệm phun trần

Việc phun được thực hiện bằng cùng hệ phun khô PCM dự kiến áp dụng tại công trường, ở cả tư thế phun ngang và phun trần (Ảnh 4). Ngoài ra, các mẫu thử được đúc trong khuôn kích thước 4 × 4 × 16 cm và 10 × 10 × 40 cm để thí nghiệm cường độ nén và cường độ uốn (Ảnh 5).



Ảnh 4 Ứng dụng bê tông phun cho thử nghiệm khả năng lấp đầy



Ảnh 5 Thi công bê tông phun trong khuôn mẫu thử

Các tính chất của vật liệu ở trạng thái tươi và các đặc tính sau khi đóng rắn được đánh giá theo các hạng mục thử nghiệm liệt kê trong Bảng 2. Các mẫu lõi được khoan lấy từ cả khu vực có cốt thép và không có cốt thép để đánh giá khả năng lấp đầy. Kết quả thử nghiệm và các yêu cầu kỹ thuật được tóm tắt trong Bảng 3.

Bảng 2 Các hạng mục và phương pháp thử nghiệm sơ bộ

Hạng mục thử nghiệm	Phương pháp thử nghiệm
Tính chất hỗn hợp tươi	Quan sát trực quan trong quá trình phun
Khả năng bơm	Đo nhiệt độ vữa và quan sát tại vòi phun
Khả năng phun	Xác nhận trực quan khả năng lấp đầy phía sau cốt thép
Khả năng hoàn thiện bề mặt	Đánh giá bằng việc hoàn thiện bằng bay
Cường độ nén	7 và 28 ngày; mẫu khoan lõi và mẫu đúc
Cường độ uốn	7 và 28 ngày; mẫu 4 × 4 × 16 cm
Cường độ bám dính	28 ngày; thử nghiệm kéo bật (pull-off test)

Co ngót khi khô	28 ngày; mẫu 10 × 10 × 40 cm
Khả năng lấp đầy	Lấy mẫu lõi từ vùng có cốt thép và vùng không cốt thép

Bảng 3 Kết quả thử nghiệm sơ bộ và yêu cầu tiêu chuẩn

Hạng mục thử nghiệm	Kết quả thử nghiệm	Yêu cầu tiêu chuẩn
Cường độ nén	48,7–60,5 N/mm ²	≥ 30 N/mm ²
Cường độ uốn	10,7 N/mm ²	≥ 3,0 N/mm ²
Cường độ bám dính	3,4 N/mm ²	≥ 1,5 N/mm ²
Co ngót khi khô	0,015%	≤ 0,20%



Ảnh 6 Lấy mẫu lõi để đánh giá khả năng lấp đầy



Ảnh 7(a) Hình dạng mẫu lõi trong vùng có cốt thép



Ảnh 7(b) Hình dạng mẫu lõi trong vùng không có cốt thép

4. Cấp phối, đặc tính vật liệu và hệ thống thi công

Cấp phối và các đặc tính tiêu chuẩn của vữa xi măng polymer (PCM) sử dụng trong phương pháp phun khô được trình bày trong Bảng 4 và Bảng 5. So với các hệ sử dụng xi măng đông kết nhanh truyền thống, phương pháp phun khô PCM làm giảm đáng kể lượng bụi phát sinh và hiện tượng bật dột vật liệu. Tỷ lệ thất thoát vật liệu được xác định là tương đương với phương pháp phun ướt, trong khi lượng bụi phát sinh được giảm đáng kể.

Bảng 4 Tỷ lệ phối trộn PCM cho phương pháp phun vữa khô

Thành phần	Bột trộn sẵn	Nhũ tương polymer	Nước trộn	Thể tích
Bột trộn sẵn	25 kg	1,39 kg	2,18 kg	Khoảng 13 L
Nhũ tương polymer	1.925 kg	107 kg	168 kg	Khoảng 1.000 L

Bảng 5 Các đặc tính tiêu chuẩn của vữa phun khô PCM

Tính chất	Thời gian	Giá trị
Cường độ nén	28 ngày	46,3 N/mm ²
Mô đun đàn hồi	28 ngày	20 kN/mm ²
Cường độ bám dính kéo	28 ngày	2.7 N/mm ²
Ổn định kích thước	28 ngày	-0,013%
Khả năng chống chu kỳ đông-tan	300 chu kỳ	90%
Hệ số khuếch tán clo biểu kiến	6 tháng	0,118 cm ² /năm
Điện trở suất	28 ngày	28,7 kΩ·cm

5. Tổng quan thi công

Dựa trên kết quả kiểm tra chi tiết và tham khảo các tài liệu hướng dẫn như “Sổ tay kỹ thuật bảo trì công trình cảng”¹⁾, mức độ xuống cấp được phân loại thành bốn cấp. Các cấu kiện và khối có mức xuống cấp nghiêm trọng nhất (cấp a) đã được lựa chọn để sửa chữa.

Phần bê tông hư hỏng được đục bỏ đến phía sau lớp cốt đai ngoài cùng, sao cho làm lộ hoàn toàn cốt thép và loại bỏ các sản phẩm ăn mòn. Tại những vị trí cốt thép bị suy giảm tiết diện nghiêm trọng do ăn mòn, cốt thép bổ sung đã được lắp đặt.

Vữa phun được thi công lên dầm và bản bằng hệ phun khô, sau đó hoàn thiện bề mặt bằng bay trát.



Ảnh 8 Loại bỏ bê tông bị hư hỏng ở bề mặt bên của dầm



Ảnh 9 Loại bỏ bê tông bị hư hỏng tại mặt dưới của bản sàn



Ảnh 10 Làm sạch cốt thép



Ảnh 11 Thi công bê tông phun tại bề mặt bên của dầm



Ảnh 12 Thi công bê tông phun tại mặt dưới của dầm



Ảnh 13 Thi công bê tông phun tại mặt dưới của bản sàn



Ảnh 14 Phun đồng thời tại bề mặt bên và mặt dưới của dầm



Ảnh 15 Hoàn thiện bằng bay trát ngay sau khi phun



Ảnh 16 Bề mặt dầm hoàn thiện

6. Kết luận

Phương pháp phun khô PCM cho thấy tính áp dụng rất hiệu quả đối với công tác sửa chữa tiết diện quy mô lớn cho các kết cấu bê tông trong môi trường biển. Khi kết hợp với hệ thống bảo vệ catốt, phương pháp này giúp nâng cao đáng kể độ bền lâu dài của công trình. Dự án này được xem là ứng dụng đầu tiên trên thế giới sử dụng phương pháp phun khô làm lớp vữa phủ cho hệ bảo vệ catốt tại một cầu cảng biển.



Ảnh 17 Bề mặt sàn hoàn thiện

Tài liệu tham khảo

- 1) OCDI: Technical Manual for Maintenance of Port Facilities, October 2007. (Viện Công nghệ Phát triển Ven biển: “Sổ tay kỹ thuật về bảo trì các công trình cảng”, tháng 10 2007).