

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(Số 42, tháng 8/2014)

**Ấn phẩm chung của Liên đoàn thép Nhật Bản
và Hiệp hội xây dựng thép Nhật Bản**

Bản tiếng Việt

Bản tiếng Anh của *Xây dựng thép Hôm nay và Ngày mai* được xuất bản ba lần một năm và được phát hành trên toàn thế giới tới các doanh nghiệp và các công ty có quan tâm trong tất cả các ngành công nghiệp và các tổ chức quản lý. Mục đích chính của ấn phẩm là giới thiệu các tiêu chuẩn và chi tiết kỹ thuật liên quan đến xây dựng thép, các thí dụ về dự án xây dựng tiên tiến, các công nghệ và vật liệu xây dựng tiên tiến và các vấn đề tương tự trong xây dựng nhà và xây dựng công trình.

Nhằm giúp đọc giả Việt Nam dễ hiểu hơn các bài báo này, một bản tiếng Việt đã được làm và đi kèm với bản tiếng Anh. Về phần hình ảnh, hình minh họa và bảng biểu trong bản tiếng Việt này, chỉ các tiêu đề được dịch sang tiếng Việt. Do đó, bạn đọc có thể tham khảo bản tiếng Anh để biết nội dung. Ngoài ra, khi cần khẳng định thêm về mặt kỹ thuật của vấn đề hoặc các chi tiết kỹ thuật khác, xin hãy tham khảo thêm ở bản tiếng Anh.

Nội dung số 42, tháng 8/2014

Các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu công trình dân dụng: Các thiết kế dựa trên sự làm việc và độ tin cậy và hướng phát triển tương lai	1
Báo cáo về công tác sửa chữa các vết nứt do mỏi của bản mặt cầu trục hướng bằng thép tại Vương quốc Anh	4
Bảo dưỡng và tăng cường các cầu thép trên tuyến đường sắt cao tốc Tokaido Shinkansen	8
Bảo dưỡng các tuyến cao tốc đô thị	12
Thay thế các tấm bê tông cốt thép bằng mặt cầu thép cho cầu Mikawaohashi	16
Các hoạt động của JISF	Bìa sau

Ghi chú: Số trang xin tham khảo bản tiếng Anh của số 42.

Phiên bản tiếng Việt: ©Liên đoàn Thép Nhật Bản 2014

Liên đoàn Thép Nhật Bản

3-2-10 Nihonbashi-Kayabacho, Chuo-ku, Tokyo
103-0025, Japan

Fax: 81-3-3667-0245 Phone: 81-3-3669-4815

Mail address: sunpou@jisf.or.jp

URL <http://www.jisf.or.jp>

(Trang 1-3)

Các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu công trình dân dụng

—Các thiết kế dựa trên sự làm việc và độ tin cậy và hướng phát triển tương lai—

Tác giả: GS Yusuke Honjo
Khoa Kỹ thuật, Đại học Gifu

Bài báo này trình bày về các tiêu chuẩn thiết kế các kết cấu công trình dân dụng ở Nhật Bản với hai mục tiêu: giới thiệu tóm tắt các xu hướng trong 15 năm qua và thăm dò các hướng phát triển trong tương lai. Phạm vi chính của bài báo là thiết kế dựa trên sự làm việc và thiết kế dựa trên độ tin cậy.

Trong bài báo này, thuật ngữ “thiết kế dựa trên sự làm việc” phù hợp với định nghĩa nêu trong JGS4001-2004 như sau: “Thiết kế dựa trên sự làm việc là một khái niệm thiết kế mà các kết cấu không được thiết kế dựa trên các đặc trưng cụ thể mà được thiết kế bởi sự làm việc do xã hội yêu cầu”

Chi tiết về Thiết kế dựa trên độ tin cậy và Thiết kế dựa trên sự làm việc

• Giới thiệu về các tiêu chuẩn thiết kế theo Thiết kế dựa trên độ tin cậy

Xin quay lại thập kỷ 70 để giới thiệu về thiết kế dựa trên độ tin cậy hoặc phương pháp thiết kế trạng thái giới hạn. Khi đó, tại châu Âu, các tiêu chuẩn thiết kế áp dụng cho nhà cửa và các tiện ích cơ sở hạ tầng xã hội sử dụng trên khắp các nước trong cộng đồng châu Âu được tích cực chuẩn bị và cho ra đời “*Tiêu chuẩn châu Âu về kết cấu*” hiện hành. Với mục tiêu cập nhật làm mới, *Tiêu chuẩn châu Âu Eurocode* giới thiệu một phương pháp kiểm toán theo thiết kế dựa trên độ tin cậy vừa được biên soạn. Chúng ta đều biết rằng *Tiêu chuẩn châu Âu Eurocode* được hoàn thành và đưa vào sử dụng năm 2010, sau gần 40 năm chuẩn bị.

Ban hành năm 1983 ở Bắc Mỹ, *Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ Ontario Ontario Highway Bridge Design Code* (OHBDC) là tiêu chuẩn thiết kế hoàn toàn tuân theo thiết kế dựa trên độ tin cậy. Sự ban hành của tiêu chuẩn này đã thúc đẩy việc ban hành *Các tiêu chuẩn thiết kế cầu* (BDS) vào cuối thập kỷ 80 do Hiệp hội các quan chức chính phủ và ngành giao thông vận tải đường bộ Hoa Kỳ (AASHTO) ban hành là tiêu chuẩn thiết kế có tầm ảnh hưởng lớn nhất trong lĩnh vực các kết cấu kỹ thuật dân dụng ở Bắc Mỹ. Sau đó, phiên bản

LRFD (thiết kế theo hệ số sức kháng và tải trọng) của AASHTO BDS được ban hành năm 1995 và sửa đổi thường xuyên.

Trái với xu hướng ổn định ở châu Âu và Bắc Mỹ, Nhật Bản chậm trễ hơn nhiều trong việc thiết lập các tiêu chuẩn thiết kế dựa trên các công thức kiểm toán dạng hệ số từng phần theo phương pháp thiết kế dựa trên độ tin cậy. *Các tiêu chuẩn kỹ thuật cho các công trình cảng ở Nhật Bản* ban hành năm 2007 là tiêu chuẩn thiết kế đầu tiên của Nhật Bản cho các kết cấu công trình dân dụng hoàn toàn tuân theo thiết kế dựa trên độ tin cậy. *Các tiêu chuẩn cho cầu đường bộ* là tiêu chuẩn có ảnh hưởng nhất dùng để thiết kế các kết cấu xây dựng dân dụng ở Nhật Bản hiện nay không sử dụng phương pháp thiết kế hệ số từng phần. Tuy nhiên, tiêu chuẩn này đang được sửa đổi lớn có sử dụng nhiều công thức kiểm toán dựa trên phương pháp LRFD và sẽ được hoàn thành sớm.

Nhật Bản chậm hơn châu Âu và Bắc Mỹ trong việc đưa thiết kế dựa trên độ tin cậy vào các tiêu chuẩn thiết kế nhưng lại có sự khác biệt lớn với các nước khác. Trong tiêu chuẩn thiết kế của Nhật Bản, tầm quan trọng cho công tác tổng thể được đặt cao hơn gọi là thiết kế dựa trên sự làm việc còn thiết kế dựa trên độ tin cậy được sử dụng làm phương pháp kiểm toán sự làm việc và được sử dụng trong các tiêu chuẩn. Phần sau đây giới thiệu về thiết kế dựa trên sự làm việc:

• Chi tiết về giới thiệu thiết kế dựa trên sự làm việc

Các tiêu chuẩn thiết kế trên thế giới có thể được chia thành hai nhóm chính bắt nguồn từ thiết kế dựa trên sự làm việc (Hình 1). Nhóm thứ nhất có nguồn gốc từ *Hệ cấp độ 5 Nordie*. Để thúc đẩy sự phù hợp giữa các tiêu chuẩn thiết kế nhà cửa trên thế giới, trong triết lý của nhóm tiêu chuẩn này sự làm việc yêu cầu của kết cấu được phân chia thành hai loại: các yêu cầu bắt buộc và các tài liệu hỗ trợ (hướng dẫn). Triết lý này rất gần với nội dung nêu trong Thỏa thuận về các rào cản kỹ thuật đến thương mại của Tổ chức Thương mại thế giới (Thỏa thuận WTO/TBT): “những quy định kỹ thuật dựa trên những yêu cầu sản phẩm dưới dạng hoạt động mà không phải dưới dạng thiết kế hoặc các đặc tính xác định (Điều 2.8).” Nhóm thứ hai bắt nguồn từ đề xuất cho một ma trận hoạt động cần thiết (Hình 2) trình bày trong Tầm nhìn 2000 của Hiệp hội các kỹ sư kết cấu của California (SEAOC, 1995). Những phá hủy do các trận động đất Northridge và Loma Prieta cùng gây ra đã thúc đẩy đề xuất này ra đời đóng vai trò đề xúc tiến đối thoại giữa các chủ công trình và các kỹ sư kết cấu về vấn đề sức kháng chấn.

Hiện nay ở Nhật Bản, một tiêu chuẩn thiết kế kết hợp chủ yếu kiểm định kết cấu bằng thiết kế dựa trên độ tin cậy vốn dựa trên triết lý thiết kế dựa vào sự làm việc đang được soạn thảo. Có thể nói rằng bước đi đầu tiên là Thỏa thuận WTO/TBT bắt đầu có hiệu lực năm 1995. Nhờ đó, chính phủ Nhật Bản đã thực hiện một chính sách bãi bỏ quy định rộng lớn hơn dẫn tới một số chính sách được thúc đẩy ví dụ như sự phù hợp của nhiều tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản với quốc tế, tiêu chuẩn về các hoạt động và loại bỏ các kiểm tra trùng lặp.

Để đáp ứng những xu hướng như vậy, các hội kỹ thuật Nhật Bản đã nhanh chóng đáp ứng để sử dụng triết lý thiết kế dựa trên sự làm việc trong các tiêu chuẩn thiết kế của Nhật Bản theo đề xuất của Thỏa thuận WTO/TBT. Một trong những thành quả thực tế trong lĩnh vực này là *Tiêu chuẩn địa kỹ thuật / Geo-code 21* do Hiệp hội địa kỹ thuật Nhật Bản ban hành năm 2004 và *Tiêu chuẩn PLATFORM* do Hiệp hội các kỹ sư công trình Nhật Bản ban hành năm 2003. Cả hai tiêu chuẩn này đều có ảnh hưởng tới các phiên bản tiếp theo của nhiều tiêu chuẩn thiết kế.

Hình 3 trình bày vị trí của các thiết kế dựa trên sự làm việc và các thiết kế dựa trên độ tin cậy trong các tiêu chuẩn thiết kế và mối quan hệ giữa các thiết kế và Thỏa thuận WTO/TBT và các tiêu chuẩn ISO. Khung thiết kế dựa trên sự làm việc dựa trên thỏa thuận dưới dạng các chính sách thương mại quốc tế. Theo đó, người ta tin rằng trong việc chuẩn bị tương lai của các tiêu chuẩn thiết kế, các yêu cầu về sự làm việc của kết cấu sẽ được xác định bởi các tiêu chuẩn làm việc và sự kiểm toán các tiêu chuẩn làm việc sẽ sử dụng phương pháp thiết kế dựa trên độ tin cậy nêu rõ trong ISO2394 và các tiêu chuẩn quốc tế khác.

Hình 1: Hai nhóm thiết kế dựa trên sự làm việc

Hình 2 Ma trận hoạt động trong Tầm nhìn 2000 của SEAOC

Hình 3 Thỏa thuận WTO/TBT và các thiết kế dựa trên sự làm việc và các thiết kế dựa trên độ tin cậy

Các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành cho kết cấu công trình dân dụng ở Nhật Bản

Như đã trình bày ở trên, *Các tiêu chuẩn kỹ thuật cho các công trình cảng ở Nhật Bản* được sửa đổi năm 2007 và đưa vào thực thi có kiểm toán sự làm việc chủ yếu bằng phương pháp hệ số từng phần dựa trên phương pháp thiết kế dựa trên độ tin cậy. Vì có nhiều nội dung tóm tắt phiên bản sửa đổi này đã được giới thiệu, ví dụ như một bài báo bằng tiếng Anh của Nagao

và cộng sự (2009) nên chúng tôi không trình bày thêm trong bài báo này.

Các tiêu chuẩn cho cầu đường bộ ở Nhật Bản là một tiêu chuẩn kỹ thuật cho các kết cấu đường bộ có phạm vi áp dụng rộng lớn nhất cho các kết cấu công trình ở Nhật Bản đang được sửa đổi. Trong bài báo này, các triết lý chính của việc sửa đổi của tiêu chuẩn bao gồm:

Hình 4 trình bày triết lý của các tiêu chuẩn làm việc cho các cầu đường bộ dưới dạng bản thảo cho lần chỉnh sửa hiện nay của *Tiêu chuẩn*. Hình vẽ thể hiện triết lý cho thấy sự làm việc gắn liền với khả năng chịu tải của cầu, các yêu cầu làm việc của cầu được thể hiện thông qua một ma trận làm việc bao gồm chủ yếu hai điều kiện: trạng thái giới hạn của cầu (mô tả sự làm việc ở trạng thái giới hạn) và tình trạng thiết kế (tức là các điều kiện tải trọng cần xét đến trong thiết kế: tổ hợp dài hạn, các điều kiện tải trọng thay đổi và tai biến). Tiếp theo, sự làm việc yêu cầu của kết cấu phải đạt được bằng biện pháp “an toàn đặc biệt” trong thời kỳ khai thác theo thiết kế (thông thường là 100 năm). An toàn đặc biệt có nghĩa là độ tin cậy và được hiểu là tiêu chuẩn làm việc trong các tiêu chuẩn kỹ thuật đang cập nhật được dựa trên khái niệm thiết kế dựa trên độ tin cậy.

Phần dưới của Hình 4 trình bày khái niệm kiểm toán sự làm việc bằng phương pháp hệ số từng phần và sự kết hợp của tình huống thiết kế và trạng thái giới hạn đặc trưng trong ma trận được xác định bằng các công thức kiểm toán theo phương pháp hệ số từng phần. Dạng phương trình kiểm toán lấy theo thiết kế dựa trên hệ số sức kháng và tải trọng (LRFD).

Hiện nay, *Tiêu chuẩn kỹ thuật cho các cầu đường bộ* được cập nhật điều chỉnh dựa trên khái niệm được thể hiện trong Hình 4. Đặc biệt là công việc đang được thực hiện để phát triển các tiêu chuẩn kiểm toán thực hành cho sự làm việc cần thiết của kết cấu được định nghĩa trong ma trận ở Hình 4 phù hợp với từng bộ phận kết cấu. Quá trình này đòi hỏi nhiều đánh giá chuyên môn khác nhau. Theo đó, khái niệm “gần thỏa mãn” được nhấn mạnh trong quá trình sửa đổi tiêu chuẩn. Thuật ngữ này thể hiện một hoạt động được yêu cầu đặc biệt đã đạt kiểm toán bằng một phương pháp kiểm toán nhất định có gần thỏa mãn hay không yêu cầu về sự làm việc. Đồng thời, cần giữ lại một số giới hạn cho phép trong ý nghĩa của khái niệm này. Đó là phương pháp kiểm toán nhất định không nhất thiết phải là phương pháp duy nhất mà vẫn có thể áp dụng các phương pháp khác nếu phù hợp theo đánh giá của người thiết kế kết cấu.

Hình 4 Khái niệm tiêu chuẩn làm việc cho các cầu đường bộ trình bày trong phiên bản mới của *Tiêu chuẩn thiết kế cho các cầu đường bộ ở Nhật Bản*

Hướng phát triển tương lai

Có một xu hướng thịnh hành rộng rãi trong các tiêu chuẩn thiết kế cho các kết cấu công trình dân dụng quan trọng ở Nhật Bản là thiết kế dựa trên sự làm việc được sử dụng chủ yếu trong các tiêu chuẩn thiết kế và việc kiểm toán sự làm việc được thực hiện với phương pháp hệ số từng phần dựa trên phương pháp thiết kế dựa trên độ tin cậy và phương pháp thiết kế dựa trên hệ số sức kháng và tải trọng (LRFD). Khái niệm “các tiêu chuẩn thiết kế theo thiết kế dựa trên sự làm việc” là khá đặc trưng chỉ có ở Nhật Bản chưa từng được sử dụng trong Các tiêu chuẩn châu Âu Eurocodes hay *Các tiêu chuẩn kỹ thuật cho cầu đường bộ* của AASHTO.

Như đã trình bày ở trên, khái niệm này đã được giới thiệu có mối quan hệ với các chính sách bãi bỏ quy định được chính phủ tiến hành do ban hành Thỏa thuận WTO/TBT và tiếp tục được phát triển sau đó. Tuy nhiên, khi kiểm tra phiên bản có sửa đổi của *Các tiêu chuẩn cho cầu đường bộ ở Nhật Bản* hiện hành thì cơ sở chung của khái niệm này đang được phát triển theo các hướng mới.

Giống như ở Mỹ và một số quốc gia tiên tiến khác, Nhật Bản có dự trữ lớn về cơ sở hạ tầng xã hội. Công tác xây dựng được đẩy nhanh từ những năm 60 và đạt tới số lượng rất lớn trong thời kỳ phát triển kinh tế nhanh chóng từ thập niên 70 đến 80 của thế kỷ trước. Hiện nay, việc bảo dưỡng các tiện ích cơ sở hạ tầng xã hội lớn được chấp nhận rộng rãi là mối quan tâm lớn trong tương lai.

Vì thế, những người phụ trách công tác bảo dưỡng tại Bộ Cơ sở hạ tầng, Đất đai, Giao thông và Du lịch và tại các cơ quan chính phủ khác lưỡng trước những khó khăn trong việc duy trì đồng đều các cơ sở hạ tầng xã hội cũ kỹ không đạt chuẩn ở các mức độ phù hợp. Để thỏa mãn, khái niệm thiết kế dựa trên sự làm việc có khả năng cho phép hình thành một xã hội phù hợp với việc phân cấp mức độ làm việc của các kết cấu khác nhau, không xem nhẹ khi đánh giá sự phát triển tương lai của thiết kế dựa trên sự làm việc của kết cấu.

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 4-7)

Báo cáo về công tác sửa chữa các vết nứt do mỏi của bản mặt cầu trục hướng bằng thép tại Vương quốc Anh

Tác giả Shigeyuki Hirayama - Trung tâm nghiên cứu công nghệ đường bộ; Susumu Inokuchi - Tổng công ty cầu Yokogawa; Daisuke Uchida - Công ty đóng tàu và kỹ thuật Mitsui và Atsunori Kawabata - Tổng công ty kỹ thuật JFE

Ở Nhật Bản, có thể quan sát được các vết nứt do mỏi xung quanh các mối nối hàn giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường lòng máng bắt đầu từ chân mối hàn và phát triển xuyên qua đường hàn của các cầu thép có bản mặt cầu trục hướng. Hiện nay, các vết nứt này gọi là các vết nứt xuyên đường hàn xuất hiện trong các cầu chịu điều kiện tải trọng khắc nghiệt. Đôi khi, các vết nứt có thể phát triển đến sườn tăng cường lòng máng hoặc tấm bản mặt cầu làm hư hỏng công năng của cầu.

Công ty đường cao tốc Hanshin trình bày báo cáo quan sát đầu tiên về các vết nứt xuyên đường hàn ở Nhật Bản năm 1993. Số lượng các vết nứt xuyên đường hàn quan sát được đã tăng lên cùng với sự phát triển của công tác điều tra cầu về độ chính xác và công nghệ. Nhiều tổ chức đã tiến hành những nghiên cứu thực nghiệm hoặc lý thuyết về các vết nứt này. Trong khi đó, quan sát đầu tiên về các vết nứt xuyên đường hàn trên thế giới được phát hiện ở cầu Richemont, Pháp trong thập kỷ 70. Cầu Severn ở Anh cũng nổi tiếng với các vết nứt xuyên đường hàn xuất hiện cùng lúc và được sửa chữa bằng cách hàn lại. Chúng tôi cũng đã nghiên cứu về cơ chế ban đầu hoặc biện pháp sửa chữa các vết nứt xuyên đường hàn. Chuyến thăm hiện trường kéo dài 10 ngày để nghiên cứu về các vết nứt do mỏi của cầu thép có bản mặt cầu trục hướng ví dụ như cầu Severn ở Vương quốc Anh được tiến hành vào tháng 4/2011 đến thăm cầu Severn và cầu Erskine. Bài báo này tóm tắt về chuyến thăm hiện trường về vấn đề mỏi của các cầu thép có bản mặt cầu trục hướng tại Vương quốc Anh.

Giới thiệu tóm tắt về cầu Severn và cầu Wye

Cầu Severn là cầu treo dây võng vượt sông Severn ở tây nam Vương quốc Anh. Cầu Severn được gọi là cầu vượt Severn cùng với cầu Wye, cầu cạn Aust và cầu cạn Beachley vượt qua biên giới giữa Anh và xứ

Wales. Cầu Severn được khánh thành năm 1966. Cầu dài 1600m có nhịp chính dài 988m (Ảnh 1). Cầu có các dầm tăng cường là dầm hộp với mặt cắt dạng khí động học dựa trên các kết quả thí nghiệm hầm gió. Các làn dành cho người đi bộ và xe đạp được bố trí ở hai bên của dầm chủ và cũng được sử dụng làm làn cho xe bảo dưỡng (Hình 1). Chiều dày tấm bản mặt cầu là 11,5m và các sườn tăng cường lòng máng có kích thước (B) 305 mm × (t) 6 mm × (H) 230 mm. Khung bên trong được bố trí cách đều 4600m và các sườn tăng cường lòng máng được hàn với các khung này. Các mối nối hiện trường của tấm bản mặt cầu được liên kết hàn theo cả phương dọc và phương ngang cầu. Lớp phủ mặt cầu là asphan matit dày 35mm. Cầu Wye là cầu dây văng một mặt phẳng dàn dây có hai tháp cầu và có cùng kích thước kết cấu với cầu Severn.

Năm 1977, sau khi khánh thành cầu Severn 11 năm, mặt cầu thép có bản trực hướng xuất hiện các vết nứt do mỏi. Các vết nứt này được phân thành 3 loại theo vị trí: loại 1 xuất hiện tại các mối nối hàn giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường lòng máng, loại 2 xuất hiện tại các mối nối hàn giữa sườn tăng cường lòng máng với dầm ngang, loại 3 xuất hiện tại các mối nối hàn giữa chân của sườn tăng cường lòng máng và khung nổi (Hình 2). Các khung nổi được gắn vào mỗi bên của khối dầm hộp để chống thấm nước vào dầm khi được chở nổi trên sông Severn. Vì các dầm không được di chuyển ngay sau khi thi công nên làm xuất hiện các vết nứt do mỏi xung quanh các mối hàn giữa chân sườn tăng cường lòng máng và khung nổi. Đầu tiên, quan sát thấy 15 vết nứt do mỏi tại các mối nối hàn giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường lòng máng, sau đó phát hiện được 160 vết nứt vào năm 1985. Tất cả các vết nứt đều nằm dưới làn xe đầu tiên nơi các xe cộ chủ yếu đi qua.

Ảnh 1 Cầu Severn

Hình 1 Mặt cắt ngang của cầu vượt Severn

Hình 3 Các vết nứt do mỏi quan sát được tại cầu vượt Severn

Sửa chữa hàn lại cầu Severn và cầu Wye

Phòng thí nghiệm Nghiên cứu giao thông và đường bộ TRRL đã tiến hành nhiều nghiên cứu để lựa chọn phương pháp sửa chữa các vết nứt do mỏi. Các thí nghiệm ngày cho thấy cường độ chịu mỏi của các mối nối hàn giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường lòng máng tăng lên theo chiều dày đường hàn. Sau đó, công tác sửa chữa hàn lại cầu Severn đã được tiến hành vào cuối thập niên 80 để đảm bảo đủ chiều dày đường hàn.

Khi chế tạo, cạnh của các sườn tăng cường lòng máng được cắt để song song với mặt dưới của tấm bản mặt cầu. Trong quá trình hàn lại, các cạnh này lại bị cắt lại (mà không được khía như thông thường) để vuông góc với mặt dưới của tấm bản mặt cầu nhằm tạo ra đường hàn xuyên từng phần và đảm bảo chiều dày đường hàn cần thiết. Máy cắt ban đầu được chế tạo thể hiện trên Hình 3 có thể di chuyển dọc theo từng mét và lưỡi cắt được hỗ trợ bằng hai ngọn lửa dẫn độc lập và được bố trí để dịch chuyển theo và làm biến dạng tấm bản mặt cầu và bản bụng của sườn tăng cường lòng máng. Các điều kiện hàn được xác định bằng các thí nghiệm thử tại hiện trường trong 51 lần với 13 điều kiện. Việc hàn lại được tiến hành để đảm bảo chiều dày đường hàn là 7,5mm với ba đường hàn thỏa mãn theo các kết quả thí nghiệm đã tiến hành (Hình 4). Tổng chiều dài hàn lại lên tới khoảng 20km được tiến hành cho các mối nối hàn nằm dưới vị trí bánh xe chạy. Việc sửa chữa được tiến hành cùng với việc hạn chế lưu lượng xe qua cầu để tránh các điều kiện bất lợi của việc đóng cửa hoàn toàn cầu. Do đó, thời gian sửa chữa kéo dài 18 tháng.

Hình 3 Máy cắt ban đầu

Hình 4 Thí nghiệm bản khắc axit macro cho các mối hàn nguyên gốc và các mối hàn lại

Thăm hiện trường cầu Severn và cầu Wye

Trong chuyến thăm hiện trường cầu Severn, chúng tôi quan sát được điều kiện của các mối nối hàn lại trong dầm hộp và điều kiện lớp phủ asphan. Chúng tôi thấy lưu lượng giao thông là rất nhỏ. Nguyên nhân do có khoảng 70% lưu lượng giao thông đã chuyển qua cầu Severn II được khánh thành năm 1996 ở hạ nguồn sông Severn. Có thể quan sát được nhiều tấm lớp phủ asphan được đổ lại vào năm 1991 tại vị trí bánh xe chạy (Ảnh 2). Trong chuyến thăm hiện trường bên trong dầm hộp, chúng tôi quan sát được điều kiện của các mối nối hàn lại giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường lòng máng, các mối nối hàn giữa sườn tăng cường lòng máng và khung, giữa mối nối hàn giữa chân sườn tăng cường lòng máng và khung nổi đã được sửa chữa (Hình 5).

Khi hàn lại bằng ba lượt, đường như sự phân tán của kích thước hàn giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường lòng máng là nhỏ hơn và chất lượng là tốt hơn so với mối nối ban đầu. Việc sửa chữa mối nối hàn bằng tấm lưng kim loại được tiến hành cho các vết nứt do mỏi tại mặt cắt ngang giữa sườn tăng cường lòng máng và khung. Để sửa chữa các vết nứt do mỏi lớn

hơn ở các mối nối hàn giữa sườn tăng cường lòng máng và khung nối, chân của sườn tăng cường lòng máng bị cắt đi một phần và gắn thêm tấm kim loại. Các khung nối được tháo ra khi xảy ra vấn đề do mối.

Điều tra tổng quát được tiến hành 2 năm một lần và điều tra chính được tiến hành 6 năm một lần cho các cầu nhịp lớn ở Vương quốc Anh, ví dụ như cầu Severn. Các vết nứt do mối hoặc các khiếm khuyết do điều tra tổng quát phát hiện ra được sửa chữa lại mỗi lần điều tra. Mặc dù số lượng các vết nứt do mối quan sát mới là giảm dần vì lưu lượng giao thông giảm do việc khánh thành cầu Severn II nhưng hàng năm vẫn phát hiện ra khoảng 50 vết nứt do mối.

Ảnh 2 Điều kiện bề mặt ở cầu Severn

Hình 5 Sửa chữa các vết nứt do mối ở cầu Severn

Giới thiệu tóm tắt về cầu Erskine

Cầu Erskine là cầu dây văng một mặt phẳng dàn dây vượt qua sông Clyde ở phía tây Glasgow của Scotland (Ảnh 3). Chiều dài cầu là 1321m và cầu được khánh thành năm 1971. Cầu này nằm trên tuyến chính đến Scotland có lưu lượng giao thông khoảng trên 4000 xe/ngày. Rõ ràng là cầu không thỏa mãn các tiêu chuẩn sẽ được trình bày sau theo báo cáo Merrison và các cấp cầu được tăng cường và căng lại trong thập kỷ 70, 80 và năm 2004 (Ảnh 4). Hệ bản mặt cầu trực hướng của cầu Erskine có tấm bản mặt cầu dày 12,7mm và các sườn tăng cường dạng chữ V là các sườn dọc có chiều dày 5mm. Lớp phủ mặt cầu là asphan matit dày 38mm giống như cầu Severn.

Ảnh 3 Cầu Erskine

Ảnh 4 Tăng cường cầu theo báo cáo Merrison

Thăm hiện trường cầu Erskine

Hình 6 trình bày ba loại vết nứt mối chính quan sát được trên cầu Erskine: loại 1 là các vết nứt xuất hiện tại mối nối hàn giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường lòng máng, loại 2 là các vết nứt xuất hiện xuất hiện tại sườn tăng cường lòng máng và khung cuối, loại 3 là các vết nứt xuất hiện tại mối nối hàn giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường đứng. Hơn 1200 vết nứt hoặc khiếm khuyết quan sát được ngoài bản mặt cầu trực hướng trên cầu Erskine cũng được sửa chữa. Trong chuyến thăm hiện trường, chúng tôi quan sát được ba loại vết nứt do mối.

Hình 5 trình bày ví dụ vết nứt xuất hiện ở đường hàn được gọi là “vết nứt xuyên đường hàn”. Quan sát được khoảng 10 vết nứt loại này trên cầu và một số đã

được sửa chữa bằng cách cắt cạnh của sườn tăng cường lòng máng và hàn lại theo ba lượt giống như ở cầu Severn. Mặc dù chiều dài của các vết nứt do mối trong Ảnh 5 là trên 700mm nhưng vết nứt không phát triển về phía bản bụng của sườn tăng cường lòng máng như khi quan sát ở Nhật Bản. Lý do được cho là do sự khác nhau về điều kiện hàn, cắt tại mối nối hàn giữa tấm bản mặt cầu và sườn tăng cường lòng máng, kích thước hoặc độ thắt hẹp của sườn tăng cường lòng máng giữa Vương quốc Anh và Nhật Bản, v.v...

Hình 6 Các vết nứt do mối quan sát được trên cầu Erskine

Ảnh 5 Các vết nứt xuyên đường hàn trên cầu Erskine

Kết luận

Nhờ chuyến thăm hiện trường, chúng tôi có thể nắm được vấn đề mối của các bản mặt cầu trực hướng và quan điểm sửa chữa các vết nứt này tại Vương quốc Anh. Đặc biệt là các công ty tư nhân đã tham gia vào công tác bảo dưỡng dài hạn cho các cầu nhịp lớn mà chúng tôi đã đến thăm. Chúng tôi thấy được sự quyết tâm bảo dưỡng cầu hiệu quả trong tương lai của họ. Điều có ý nghĩa là các công tác quan sát, kiểm tra, sửa chữa hệ thống đều có thể được cùng một đơn vị tiến hành và chúng tôi mong sẽ áp dụng được tại Nhật Bản.

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 8-11)

Bảo dưỡng và tăng cường các cầu thép trên tuyến Tokaido Shinkansen

Tác giả Hideki Kaji - Phòng Điều hành Shinkansen, Kazuya Takahashi - Phòng Phát triển Chuo Shinkansen và Yuichi Ito - Phòng Kỹ thuật chung, Công ty đường sắt Trung tâm Nhật Bản.

Các cầu đường sắt có tổng chiều dài là 22.1km được bố trí trên tuyến Tokaido Shinkansen (tuyến tàu cao tốc). Các cầu này được xây dựng sử dụng rộng rãi các kết cấu thép hàn lần đầu tiên ở Nhật Bản.

Vì các cầu thép có ứng xử không lực học tốt hơn cầu bê tông dưới tác dụng của tải trọng tàu hỏa và vì các tàu hiện nay chạy với tần suất cao hơn so với lúc mới mở tuyến nên vấn đề có liên quan đến mối hàn và độ bền được đặt ra cấp thiết. Cụ thể là vì tổng chiều dài của các đường hàn dọc của các bộ phận cấu kiện chính là lớn nên khó tập trung riêng vào các phần đặc trưng trong quá trình điều tra. Hơn nữa, một khi

vết nứt bắt đầu xuất hiện trong đường hàn, vết nứt sẽ nhanh chóng lan rộng. Vì thế, cần bảo dưỡng cầu thép để ngăn chặn sự xuất hiện của các vết nứt do mỏi trong các đường hàn dọc (Hình 1).

Để đạt được mục tiêu này, các thí nghiệm tải trọng mỏi và phân tích FEM ba chiều được tiến hành trên mô hình toàn thể của cầu hoặc các bộ phận của các cầu thép đường sắt hiện có tại Các Phòng thí nghiệm nghiên cứu Komaki của Công ty đường sắt Đông Nhật Bản. Từ đó, các kỹ thuật tăng cường cầu thép mới sử dụng trong bảo dưỡng dự phòng, ví dụ như tăng cường các mối nối hệ thống sàn, thay thế và tăng cường các gối cầu và thêm vào các tà vẹt bổ sung. Các kỹ thuật này được sử dụng trong một dự án lớn tăng cường các cầu thép đường sắt của tuyến Tokaido Shinkansen và được trình bày sau đây.

Sau việc áp dụng các biện pháp ngăn chặn sự suy giảm chất lượng cầu, công ty dự kiến củng cố các điều kiện dịch vụ của các kết cấu cầu bị hư hỏng và xác định các khoảng thời gian cần thay thế phần tử của các bộ phận này như một biện pháp tăng cường chung

Hình 1 Đường hàn dọc

Bảo dưỡng và Tăng cường các cầu thép đường sắt

• Đánh giá các đường hàn dọc

Cường độ mỏi của một đường hàn dọc chịu ảnh hưởng của các khiếm khuyết bên trong khu vực hàn. Theo các kết quả điều tra các cầu thực tế bằng thí nghiệm siêu âm và căn cứ theo công tác tháo dỡ các cầu thực tế trên tuyến Tokaido Shinkansen, sự tồn tại của rỗ kim loại ở một mức độ nhất định được chấp nhận là không thể tránh khỏi.

Tại Các Phòng thí nghiệm Komaki, các thí nghiệm mỏi được tiến hành theo hai trường hợp sau: một thí nghiệm trên một cầu thép đã khai thác được 35 năm từ khi khánh thành tuyến Shinkansen và được tháo dỡ sau khi lắp đặt nhà ga Shinagawa mới vào mùa thu năm 2003; một thí nghiệm trên một mẫu thử dầm lớn có độ rỗ chủ định (Ảnh 1). Các kết quả thí nghiệm cho cả hai mẫu thử cầu toàn thể và mẫu thử dầm thỏa mãn “Cấp D” theo hướng dẫn thiết kế mỏi của Hiệp hội Xây dựng thép Nhật Bản và các tổ chức khác (Hình 2). Nhưng ứng suất phát triển đo được trong toàn bộ các cầu thép trên tuyến Tokaido Shinkansen nằm dưới giới hạn mỏi Cấp D ngay cả khi xét đến hệ số bias đổi của tải trọng bánh tàu được dự đoán thông thường trong các hoạt động chạy tàu. Tuy nhiên, trong các trường hợp khi kết cấu cầu chịu sự thay đổi do các loại hư hỏng khác nhau làm cho ứng suất phát triển tăng lên và trong

các trường hợp khi xuất hiện những biến động sóc của tải trọng bánh tàu phụ thuộc vào các điều kiện bảo dưỡng ray, tà vẹt và các kết cấu khác, ứng suất phát triển có thể vượt quá giới hạn mỏi của các đường hàn dọc.

Hai phương pháp đã được phát triển để triệt tiêu sự phát triển của ứng suất trong các đường hàn dọc bằng cách ngăn cản sự xuất hiện của các khiếm khuyết có thể gây ra sự thay đổi kết cấu cầu. Phương pháp thứ 1 là tăng cường các mối nối của hệ thống sàn (thép góc tăng cường và dầm ngang), phương pháp thứ 2 là thay thế và tăng cường các gối đỡ (Hình 3). Các phương pháp này được giới thiệu như sau:

Ảnh 1 Điều kiện thí nghiệm mỏi

Hình 2 Các kết quả thí nghiệm đường hàn dọc

Hình 3 Tóm tắt các biện pháp kiểm soát suy giảm chất lượng

Tăng cường các mối nối hệ sàn

Khảo sát các điều kiện thực tế của cầu cho thấy vết nứt mỏi xuất hiện trong các mối nối hệ sàn ở một phần của dầm có đường tàu chạy dưới và các dầm phẳng chạy trên. Ví dụ như các dầm có đường tàu chạy dưới bị nứt bắt đầu từ vùng hàn hộp tại hệ gối đỡ và từ vùng hàn hộp bên trong đường khe tại mặt cắt ngang của gối đỡ và thanh tăng cường đứng hoặc dầm ngang. Bằng phân tích FEM ba chiều, đã khẳng định được các vết nứt như vậy làm tăng ứng suất đường hàn dọc và có xu hướng gây nứt xuất phát từ các đường hàn dọc. Từ đó, chúng tôi đề xuất một phương pháp tăng cường để triệt tiêu sự xuất hiện vết nứt tại các mối nối hệ sàn.

Người ta đã chứng minh được một số loại vết nứt phát triển do các vấn đề có liên quan đến các chi tiết của mối nối hệ sàn.

Đầu tiên, tiến hành đo đạc các ứng suất và phân tích các điều kiện gây nứt mỏi, sau đó kiểm tra các vấn đề về an toàn kết cấu có liên quan đến việc xử lý mỏi. Từ đó, thấy rõ ràng là các vết nứt do mỏi có thể xuất hiện trong các mối nối hệ sàn và có thể xuất phát từ hai phần: vùng hàn tại các mặt cắt ngang của hệ gối đỡ và phần đầu trên cùng của các sườn tăng cường đứng; vùng hàn hộp bên trong đường xê tại các mặt cắt ngang của hệ gối đỡ và các dầm ngang (Hình 4).

Tiếp theo, chúng tôi đề xuất phương pháp tăng cường (Ảnh 2) để không chế ứng xử biến dạng gây ra nứt. Đặc biệt là các thí nghiệm tải trọng tĩnh và thí nghiệm mỏi được tiến hành trên các mẫu thử thí nghiệm toàn thể của các mối nối hệ sàn có gắn các bộ phận tăng cường. Hiệu quả của việc gắn các bộ phận được khẳng định bằng cách tăng cường độ mỏi và

phương pháp kiểm chứng tăng cường hiệu quả được áp dụng cho một công trình cầu thực tế để đo đạc ứng suất trước và sau khi tăng cường. Kết quả là đã kiểm chứng được việc ứng suất giảm xuống đến một mức độ nhỏ hơn giới hạn môi trong vùng hàn tại mặt cắt ngang của hệ gối đỡ, đầu trên của các sườn tăng cường đứng, trong lân cận của vùng hàn hộp bên trong đường xẻ tại mặt cắt ngang của hệ gối đỡ và các dầm ngang nhờ việc gắn thêm các phần tử tăng cường.

Hình 4 Vết nứt do mỏi tại mối nối hệ sàn (dàn có đường tàu chạy dưới)

Ảnh 2 Mối nối hệ sàn trước và sau dự phòng đo đạc tăng cường

• Tăng cường các mối nối hệ sàn của các dầm phẳng chạy trên

Các báo cáo cho thấy các vết nứt mỏi xuất hiện trong các mối nối của thép góc tăng cường và dầm ngang của các dầm phẳng chạy trên kiểu bản mặt cầu hờ (Hình 5).

Đã biết có ba loại vết nứt do mỏi xuất hiện trong các mối nối này: vết nứt loại 1 trong phần khe của bản cánh trên có thép góc tăng cường, vết nứt loại 2 trong phần khe của bản cánh dưới có thép góc tăng cường, vết nứt loại 3 tại lỗ đỉnh tán của bản bụng có thép góc tăng cường (Hình 6). Khi các vết nứt phát triển, sự liên tục trong kết cấu của các thép góc tăng cường kẹp với các dầm ngang sẽ bị mất đi, dẫn tới ứng suất trong các dầm dọc tăng lên khi ứng suất trong dàn có đường tàu chạy dưới tăng lên như trình bày dưới đây.

Để giải quyết vấn đề này, một thí nghiệm tải trọng tĩnh để kiểm tra các phương pháp tăng cường mối nối giữa các thép góc tăng cường và dầm ngang đã được tiến hành. Sau đó lựa chọn kết cấu tăng cường có ứng suất giảm hiệu quả nhất. Đã kiểm chứng được việc giảm ứng suất xuất hiện ở ba phần nhờ gắn các khung hình thuyền và các phần tử tăng cường khác vào các mối nối hệ sàn (Ảnh 3) như trình bày trong Hình 6.

Hình 5 Dầm phẳng chạy dưới kiểu bản mặt cầu hờ

Hình 6 Vết nứt do mỏi trong mối nối hệ sàn (dầm phẳng chạy trên)

Ảnh 3 Phương pháp tăng cường bằng khung kiểu thuyền (dầm phẳng chạy trên)

Các biện pháp hỗ trợ cho các gối dầm

Từ các đo đạc ứng suất tại các công trình cầu thực tế cho thấy công năng của các gối cầu bị giảm sút và có thể đã gây ra việc tăng đáng kể ứng suất đường hàn

đọc. Cụ thể là trong các cầu thép có tấm đế được liên kết hàn với dầm, ứng suất xuất hiện trong các vùng hàn tấm đế dẫn tới phá hoại mỏi do ứng suất gây ra xuyên qua các bản cánh và bụng của các dầm chủ. Vấn đề này được đánh giá là một khiếm khuyết nghiêm trọng trong bảo dưỡng cầu thép.

Hình 7 thể hiện vị trí đo đạc ứng suất ở mặt trước của vùng hàn tấm đế trước và sau khi thay thế gối, Hình 8 trình bày các kết quả đo đạc. Ứng suất lớn xuất hiện ở mặt trước của vùng hàn tấm đế và bản cánh dưới bị xoắn. Ứng suất đo được trong gối trước khi thay thế cao gấp khoảng 10 lần sau khi thay thế. Vì vậy, cần phải bảo dưỡng các gối hợp lý.

Hình 7 Vị trí đo đạc ứng suất tại vùng hàn tấm đế

Hình 8 Tỷ số ứng suất trước và sau khi thay thế gối

Tăng cường tuổi thọ và độ bền của các cầu thép đường sắt

Các vết nứt do mỏi xuất phát từ một đường hàn dọc nhanh chóng phát triển ngay sau khi sinh ra và khó phát hiện được trong quá trình điều tra. Một biện pháp đối phó hiệu quả với các vết nứt này thông thường là thay thế nhanh chóng bộ phận bị nứt. Tuy nhiên, theo kết quả nghiên cứu của chúng tôi, chúng tôi thấy rằng tuổi thọ của cầu thép có thể được kéo dài và độ bền của công trình có thể được tăng cường nhờ việc tăng cường mối nối hệ sàn giúp triệt tiêu sự suy giảm các mối nối hệ sàn và đồng thời nhờ tiến hành các biện pháp bảo dưỡng gối cầu dầm.

Ngoài ra, vì tải trọng bánh tàu rất lớn xuất hiện trong các cầu thép đường sắt không có bản, do đó rất cần ngăn chặn sự xuất hiện của các vết nứt này. Phương pháp thông thường để xử lý vấn đề này là thay đổi toàn bộ kết cấu đường sắt. Nhưng hiện nay, có thể khống chế sự biến đổi tải trọng bánh tàu nhờ việc lắp đặt một kết cấu gối phẳng trên đường sắt có các tà vẹt bổ sung được chèn giữa các tà vẹt đã có. Phần giải thích chi tiết về hệ thống mới này sẽ được trình bày sau.

Tuổi thọ và độ bền của các cầu thép trên tuyến Tokaido Shinkansen sẽ được tăng cường trong tương lai nhờ áp dụng nhiều biện pháp tăng cường khác nhau đã được phát triển. Trong lúc đó, xem xét sự cần thiết phải thay thế các bộ phận cầu đường sắt, Công ty đường sắt Đông Nhật Bản sẽ tiếp tục hướng trọng tâm vào hiệu quả thay thế và kiểm tra chu kỳ thay thế nếu cần thiết.

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 12-15)

Bảo dưỡng các đường cao tốc thủ đô

Tác giả Masasumi Okada - Văn phòng điều hành Kanagawa, Công ty đường cao tốc thủ đô, Takao Mizoguchi - Văn phòng xây dựng Kanagawa, Công ty đường cao tốc thủ đô, và Tomohiko Aikawa - Trung tâm nghiên cứu công nghệ đường bộ

Đường cao tốc thủ đô là mạng lưới đường cao tốc được xây dựng để tránh tắc nghẽn giao thông trong Tokyo, thủ đô của Nhật Bản và trong các vùng phụ cận. Năm 1964 khi Nhật Bản tổ chức thể vận hội Olympic Tokyo, có khoảng 33km đường cao tốc được đưa vào sử dụng. Sau đó gần 50 năm, việc xây dựng đường cao tốc cùng lúc với phát triển kinh tế quốc gia đến năm 2010 đã đạt tới tổng chiều dài lên tới 301,3km. Trong năm đó, đường cao tốc thủ đô đã đăng ký mức độ lưu lượng giao thông cao nhất ở Nhật Bản (115.000 xe/12h hoặc 11.000 xe/h).

Công tác bảo dưỡng 301,5km đường cao tốc thủ đô được trình bày tóm tắt sau đây.

Các đặc trưng của đường cao tốc

Từ năm 1958, Tổng công ty công cộng đường cao tốc thủ đô đã đảm nhiệm việc xây dựng, vận hành và bảo dưỡng đường cao tốc thủ đô. Đến năm 2005, công ty được tổ chức lại thành Công ty trách nhiệm hữu hạn đường cao tốc thủ đô-một công ty tư nhân.

301km mạng lưới đường cao tốc được phân chia thành hai loại đường bộ: đường 4 làn xe (mỗi hướng 2 làn) và đường 6 làn xe (mỗi hướng 3 làn).

Đường cao tốc thủ đô được xây dựng với việc sử dụng tối đa các khu vực phía trên sông, kênh, đường bộ và các khu vực công cộng đã có. Vì vậy, các đường phẳng chỉ chiếm 5% tổng chiều dài còn các cầu vượt, cầu và hầm chiếm tới 95% trong đó cầu vượt và cầu chiếm 80% tổng chiều dài với tổng cộng 11.800 nhịp (với 7.770 nhịp dầm thép bản bê tông cốt thép, 1.340 dầm thép bản thép và 2.690 dầm bê tông cốt thép thường và bê tông cốt thép dự ứng lực), 8.680 trụ (2.885 trụ thép và 5.795 trụ bê tông cốt thép).

Hiện nay, có 1,8 triệu người, 1 triệu xe trong đó có 100.000 xe nguyên cỡ sử dụng đường cao tốc thủ đô mỗi ngày. Tuy nhiên, lưu lượng giao thông thay đổi theo khu vực, từ 80.000 xe/hướng/ngày trên phần đường 6 làn đến 1.500 xe/hướng/ngày trên phần đường 4 làn.

Để điều tra, sửa chữa và tăng cường đường cao tốc an toàn, cần phải đảm bảo an toàn không gian làm việc

bằng cách đóng cửa tạm thời các làn xe. Ngoài ra, để giảm thiểu tắc nghẽn giao thông do bảo dưỡng cầu gây ra, công việc tại các phần có mật độ giao thông lớn không được tiến hành vào ban ngày mà thực hiện vào ban đêm khi lưu lượng giao thông giảm đáng kể.

Chi phí bảo dưỡng và vận hành đường cao tốc thủ đô là 61 tỷ Yên Nhật trong năm 2012 trong đó chi phí điều tra và sửa chữa / tăng cường là 42 tỷ Yên Nhật và chi phí vận hành các đường có thu phí là 19 tỷ Yên Nhật.

Các hệ thống điều tra và sửa chữa / tăng cường

Để liên tục tiến hành công tác điều tra và sửa chữa / bảo dưỡng trên hệ thống đường cao tốc, Công ty đường cao tốc thủ đô thực hiện một quá trình hệ thống được trình bày trong Hình 1: kế hoạch điều tra → điều tra → đánh giá → tiến hành (sửa chữa và tăng cường) → kế hoạch điều tra.

Các điều tra được chia thành ba loại phụ thuộc vào mục tiêu và tần suất: các điều tra thông thường (điều tra theo đội và đi bộ), các điều tra định kỳ (điều tra phạm vi khép kín và điều tra có sử dụng thiết bị), các điều tra khẩn cấp (khi có động đất, v.v... xảy ra).

Hình 1 Hệ thống điều tra và sửa chữa

• Các điều tra thông thường

Các điều tra được tiến hành để quan sát điều kiện kết cấu và để kiểm tra các vật thể rơi xuống đường. Tần suất điều tra thay đổi: các điều tra theo đội thường được tiến hành 2h/lần và điều tra đi bộ đối với sự phát triển các vết nứt và các thiết bị khác được tiến hành 5 năm / lần.

• Điều tra định kỳ

Để thu thập hiểu biết chi tiết về trạng thái của điều kiện kết cấu, các điều tra phạm vi khép kín về kết cấu được tiến hành bắt buộc 5 năm/lần. Đây là các điều tra cơ bản và quan trọng nhất.

• Điều tra khẩn cấp

Các điều tra được tiến hành để kiểm tra sự hư hỏng kết cấu và để đánh giá mức độ hư hỏng sau khi động đất lớn và mưa bão mạnh xảy ra.

Các phần đường cần sửa chữa được xác định thông qua đánh giá và xếp loại các kết quả điều tra cùng với cơ sở dữ liệu của Công ty (METIS: hệ thống thông tin kỹ thuật bảo dưỡng đường cao tốc thủ đô). Sau khi hoàn thành việc sửa chữa, kết quả sửa chữa là số liệu đầu vào cho cơ sở dữ liệu và được lưu trữ làm số liệu để sử dụng khi tiến hành các kế hoạch điều tra và sửa chữa.

Ảnh 1 cho thấy một điều tra theo đội thông thường

Ảnh 2 về điều tra đi bộ phạm vi khép kín, Ảnh 3 về điều tra định kỳ phạm vi khép kín và Ảnh 4 về điều tra sử dụng thiết bị.

Ảnh 1 Điều tra theo đội (khả năng định sự suy giảm chất lượng kết cấu từ xe tuần tra đường cao tốc)

Ảnh 2 Điều tra đi bộ (điều tra đi bộ các kết cấu bằng các điều tra trong các khu vực dòng giao thông hạn chế lúc ban đêm)

Ảnh 3 Điều tra định kỳ phạm vi khép kín (điều tra bằng que nhật anh đào / cherry picker, điều tra ban ngày tại hiện trường khi dòng giao thông không bị ảnh hưởng xấu)

Ảnh 4 Điều tra sử dụng thiết bị (thí nghiệm siêu âm đường hàn của các kết cấu thép)

Ví dụ về công tác sửa chữa và tăng cường

Công tác sửa chữa và tăng cường bao gồm việc thay thế vữa bê tông bị lún và nứt, sơn lại các kết cấu thép để chống ăn mòn. Các nội dung có liên quan gần đây tập trung vào việc sửa chữa và tăng cường các kết cấu thép bị môi. Dưới đây sẽ trình bày về các ví dụ phá hoại do môi và các biện pháp xử lý phù hợp.

• Nứt do môi trên các góc của trụ cầu thép

Năm 1997 phát hiện ra vết nứt do môi ở góc của một trụ cầu thép. Điều tra chi tiết khẳng định loại vết nứt này là do quá trình lan truyền môi. Sau đó, tiến hành thí nghiệm môi trên một mẫu thí nghiệm toàn thể để giả định nguyên nhân gây môi. Thông qua các kiểm tra sâu hơn, tiến hành bố trí các tấm mỏng lên các trụ cầu thép hiện có bằng bu lông cường độ cao để làm giảm sự tập trung ứng suất trong các khu vực có xuất hiện vết nứt.

Hình 2 và Ảnh 5 trình bày vị trí xuất hiện nứt do môi, Ảnh 6 thể hiện phương pháp tăng cường bằng tấm thép.

Hình 2 Vị trí xuất hiện vết nứt do môi ở góc của trụ cầu thép

Ảnh 5 Xuất hiện vết nứt do môi (quan sát thấy ở đường hàn tại vị trí giao cắt giữa dầm và cột)

Ảnh 6 Tăng cường trụ cầu thép bằng cách dán tấm thép lên trụ

• Nứt do môi trên bản mặt cầu thép

Phá hoại môi thường xảy ra tại các bản mặt cầu thép. Cụ thể là các trường hợp được kiểm chứng với các vết nứt do môi xuất hiện tại đường hàn giữa tấm bản mặt cầu thép và sườn tăng cường lòng máng phát triển theo hướng chiều dày bản và sau đó xuyên vào tấm bản.

Một phương pháp hạn chế các vết nứt do môi sử dụng bê tông cốt sợi thép (SFRC) có mô đun đàn hồi lớn hơn lớp phủ asphal để triệt tiêu bằng độ cứng gây ra biến dạng trong đường hàn bản mặt cầu thép với sườn tăng cường lòng máng.

Để khẳng định hiệu quả tăng cường của bê tông SFRC, đầu tiên cần phải xác định các vật liệu và kết cấu áp dụng được. Sau đó, tiến hành thí nghiệm môi bằng phương pháp phủ bằng cách thay thế lớp phủ asphal dày 8cm bằng lớp phủ SFRC dày 5cm phủ trên lớp asphal dày 3cm.

Ảnh 7 thể hiện việc thay thế SFRC và kết cấu lớp phủ được sử dụng trong phương pháp.

Ảnh 7 Biện pháp chống môi cho bản mặt cầu bằng thép sử dụng lớp phủ SFRC (phần màu xanh: nhựa epoxy)

• Biện pháp chống môi cho các bản mặt cầu bê tông cốt thép

Để tăng cường các bản mặt cầu bê tông cốt thép, có hai phương pháp thường được áp dụng để làm giảm mô men sinh ra do hoạt tải xuất hiện trong bản: 1) lắp đặt thêm một hoặc hai thép góc tăng cường giữa các dầm chính; 2) nối các tấm thép với bản bê tông cốt thép sao cho tấm thép và bản hiện có sẽ cùng nhau chịu mô men uốn xuất hiện trong bản. Tuy nhiên, vì sử dụng các sản phẩm thép trong hai phương pháp này nên cần có hệ đỡ giáo cứng và phải đặc biệt chú ý tới việc điều khiển các cấu kiện được gắn.

Sau này, thấy rõ sự phát triển hư hỏng của bản bê tông cốt thép là do hiện tượng môi do tải trọng xe cộ gây ra. Từ đó đưa ra một phương pháp tăng cường sử dụng vật liệu mới bằng cách dán tấm sợi cacbon vào mặt sau của các bản bê tông cốt thép để triệt tiêu môi trong bản.

Ảnh 8 cho thấy một bản bê tông cốt thép được tăng cường bằng tấm sợi cacbon dán ở mặt sau của bản và được sơn và công tác tăng cường đang được tiến hành.

Ảnh 8 Tăng cường bản bê tông cốt thép bằng tấm sợi cacbon (tấm được dán ở phương chữ nhật của bản và được bọc phủ để ngăn chặn sự hư hỏng nhựa epoxy)

Kiểm tra việc thay mới trên diện rộng các tiện ích đường cao tốc

Công ty đường cao tốc thủ đô đã tiến hành các điều tra kết cấu đường cao tốc khác nhau một cách có hệ thống và định kỳ và thực hiện các sửa chữa cần thiết theo yêu cầu của kết quả điều tra. Nhưng do chiều dài tổng cộng của mạng lưới đường cao tốc thủ đô hiện

nay lên tới khoảng 301km với 30% (100km) là các kết cấu có tuổi thọ phục vụ lên tới hơn 40 năm từ khi bắt đầu khai thác tuyến. Vì vậy, các hư hỏng vẫn xảy ra trên một số kết cấu đường cao tốc phục vụ xe lưu thông trong nhiều năm và vẫn tìm thấy các hư hỏng nghiêm trọng hơn trên một số kết cấu này.

Trước tình hình đó, Công ty đường cao tốc thủ đô đã tiến hành một kế hoạch thay mới trên diện rộng cho các phần đường nhất định trên tổng số 301km tuyến. Kế hoạch này thực hiện xây dựng lại các cầu và thay thế các bản sàn của một phần đường dài 8km bị hư hỏng nghiêm trọng cùng với việc thay mới các kết cấu nếu cần thiết; sửa chữa toàn bộ các kết cấu trên một phần đường dài 55km cần được sửa chữa trên diện rộng. Đồng thời tiến hành tính toán gần đúng chi phí cho các dự án này: 380 tỷ Yên Nhật cho phần đường dài 8km và 250 tỷ Yên Nhật cho phần đường dài 55km, tổng cộng là 630 tỷ Yên Nhật.

Theo nguyên tắc hướng dẫn cơ bản đảm bảo an toàn và thuận tiện cho giao thông, cung cấp các dịch vụ chất lượng cao cho người sử dụng, Công ty đường cao tốc thủ đô được giao tiến hành công tác bảo dưỡng trong tương lai (xem Ảnh 9).

Ảnh 9 Cầu Tsurimi Tsubasa (cận cảnh) và cầu vịnh Yokohama (phía xa) ở đường bờ vịnh trên tuyến đường cao tốc thủ đô. Giao thông an toàn được đảm bảo nhờ áp dụng các công nghệ bảo dưỡng đường cao tốc tiên tiến

Thông tin về Công ty đường cao tốc thủ đô

Các thông tin chi tiết hơn về việc bảo dưỡng đường cao tốc và các hoạt động khác của công ty có tại:

- Thông tin tổng hợp:

<http://www.shutoko.co.jp/english/>

- Các hoạt động bảo dưỡng:

<http://www.shutoko.co.jp/english/technology/mm-main-tenance/>

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 16-18)

Thay thế các bản bê tông cốt thép bằng bản thép trên cầu Mikawaohashi

Tác giả Tomoo Mito - Tổng công ty tư vấn kỹ thuật Tăm – Nhật Bản

Cầu Mikawaohashi là cầu dầm thép không liên hợp có chiều dài 398m với sơ đồ nhịp 2+3+2. Cầu được lắp

đặt trên tuyến Kanazawa-Mikawa-Komatsu, một tuyến đường bộ địa phương chính vượt qua sông Tedorì ở quận Ishikawa. Cầu cần phải tăng cường do các yếu tố sau: lưu lượng giao thông tăng, hư hỏng tích lũy của bản bê tông cốt thép do hơi nước muối trong không khí, nhu cầu lắp đặt thêm một lề đường dành cho người đi ở phía thượng lưu (mở rộng cầu) và các biện pháp xử lý hoạt tải loại B theo yêu cầu của Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ Nhật Bản.

Để cải thiện các điều kiện làm việc của cầu, bản mặt cầu bê tông cốt thép của cầu được thay thế bằng bản mặt cầu thép (Hình 1). Dự án thay thế cho cầu Mikawaohashi được trình bày tóm tắt sau đây.

Hình 1 Mặt cắt cầu Mikawaohashi (trước và sau khi thay thế các bản mặt cầu)

Giới thiệu tóm tắt công trình và yêu cầu thay thế bản mặt cầu

Cầu Mikawaohashi cách cửa sông Tedorì 200m tại thành phố Mikawa-Minami, Hakusan, quận Ishikawa. Cầu dài 398m (sơ đồ nhịp 51.0+58.6, 58.6+59.0+58.6, 58.6+51.0m). Kết cấu phần trên bao gồm hai liên cầu hai nhịp liên tục dầm thép không liên hợp và một liên cầu gồm ba nhịp liên tục dầm thép không liên hợp. Kết cấu phần dưới là trụ tường bằng bê tông cốt thép đặt trên móng giếng chìm hỏ (Hình 2).

Cầu Mikawa được xây dựng năm 1938 vốn đặt ở thượng nguồn trên cầu Mikawaohashi. Cầu được sử dụng cho xe tải cho đến năm 1972 khi cầu Mikawaohashi được đưa vào sử dụng sau đó cầu chỉ còn được dùng cho người đi bộ và xe đạp (Ảnh 1).

Mặc dù vậy, vẫn cần phải làm mới cầu Mikawa vì mặt cắt sông không phù hợp dẫn đến yêu cầu cần lắp mới một lề đường dành cho người đi bộ ở phía thượng nguồn của cầu Mikawaohashi. Ngoài ra, việc tăng cường hoạt tải loại B được thực hiện cho các dầm chủ của cầu Mikawaohashi từ năm 1997 đến 1998. Nhưng vì bản bê tông của cầu bị hư hỏng tích lũy (ăn mòn các thanh cốt thép, bong tróc lớp phủ bê tông) nên cần phải có các biện pháp xử lý khác nhau bao gồm: Mở rộng cầu để bố trí thêm một lề đường dành cho người đi bộ, xử lý hoạt tải loại B trên các bản, giảm trọng lượng cầu để tăng cường sức kháng chấn.

Ảnh 1 Cầu Mikawaohashi và cầu Mikawa (chụp từ bờ vịnh bên trái)

Hình 2 Bản vẽ bố trí chung cầu Mikawaohashi

Nhiệm vụ và các phương pháp để tăng cường tuổi thọ của cầu Mikawaohashi

Cầu Mikawaohashi phải đối mặt với ba vấn đề chính:

• Hư hỏng tích lũy của bản bê tông cốt thép

Năm 1996, một cuộc điều tra bản bê tông cốt thép được thực hiện cho thấy có nhiều vết nứt phát triển và bề mặt bê tông bị bong tróc. Các điều tra cầu định kỳ sau đó cho thấy sự hư hỏng càng ngày càng tăng. Cuộc điều tra năm 2006 về thành phần ion clorit cho thấy các ion clorit xuất hiện trong cốt thép sẽ sớm đạt tới mức độ tới hạn khi ăn mòn xuất hiện (Ảnh 2). Vì thế, giả định rằng sự hư hỏng bản bê tông cốt thép sẽ tăng tiến nhanh chóng do ăn mòn cốt thép vì nước mặn.

Ảnh 2 Hồ cốt thép của bản bê tông cốt thép (ảnh chụp năm 2006)

• Sự cần thiết phải lắp đặt thêm một lề đường dành cho người đi bộ

Cầu bộ hành Mikawa nằm ngay phía thượng lưu của cầu Mikawaohashi phải bị dỡ bỏ không chậm trễ do mặt cắt sông không phù hợp như đã trình bày ở trên. Vì thế, toàn thể công dân gần thành phố Hakusan đã yêu cầu sau khi dỡ bỏ cầu Mikawa, phải bố trí thêm một lề đường dành cho người đi bộ ở phía thượng nguồn của cầu Mikawaohashi để đảm bảo an toàn và thuận tiện cho người sử dụng.

• Giảm trọng lượng để tăng cường sự làm việc kháng chấn của cầu

Thông qua nhiều kiểm tra riêng biệt, thấy rõ rằng khi mở rộng cầu mà vẫn sử dụng bản bê tông cốt thép sẽ làm tăng trọng lượng của kết cấu phần trên, ảnh hưởng tới sức kháng chấn của cầu. Do đó, giảm trọng lượng kết cấu phần trên là một yêu cầu bắt buộc để tăng cường sự làm việc kháng chấn của toàn bộ kết cấu cầu.

Để tìm được một biện pháp thỏa mãn cả ba yêu cầu đã đặt ra, nhiều cuộc kiểm tra mở rộng đã được tiến hành xem xét việc mở rộng cầu, ngoài ra còn thay thế bản bê tông và ảnh hưởng tới sự làm việc kết cấu, hiệu quả làm việc và các trụ cầu đã có. Các nghiên cứu cho thấy bản mặt cầu thép được lựa chọn thay thế cho bản bê tông cốt thép vì những lý do sau: thỏa mãn việc mở rộng cầu và giảm tĩnh tải, không có hiệu ứng xấu tới công tác tăng cường hoạt tải loại B đang được tiến hành, trọng lượng của kết cấu phần trên giảm đáng kể làm tăng sự làm việc kháng chấn trong phạm vi thiết kế yêu cầu.

Giảm thiểu ảnh hưởng tới giao thông của việc thay thế bản mặt cầu

Khi thay thế bản bê tông bằng bản thép, đã xét tới hai yếu tố để xác định chiều rộng tối ưu của cầu.

• Xác định chiều rộng cuối cùng dựa trên ứng suất của các dầm chủ

Các tính toán thử được tiến hành xét đến ứng suất của dầm chủ để xác định chiều rộng tổng cộng của cầu khi hoàn thành theo 4 trường hợp: B=12.6 m, 13.6 m, 14.6 m và 15.6 m. Kết quả cho thấy chiều rộng cầu phải không vượt quá 13,6m để đảm bảo nằm trong phạm vi ứng suất cho phép của dầm chủ vẫn đang được tiến hành tăng cường hoạt tải loại B.

• Xác định chiều rộng cuối cùng dựa trên công tác thay thế

Vì giao thông qua cầu mỗi buổi sáng và chiều là khá lớn, ngoài ra lối sang lại được đặt ở cuối cầu nên lo lắng có thể xảy ra tắc nghẽn giao thông khi thay thế bản mặt cầu bê tông bằng bản thép. Vì vậy, một tiền đề quan trọng là hai làn xe (một làn trên mỗi hướng) phải được duy trì giao thông bình thường trong suốt thời gian thực hiện công tác thay thế. Chiều rộng hẹp nhất cho phép hai làn xe lưu thông bình thường trong quá trình thay thế là $0.4+6.0 \times 2+0.3 \times 2+0.2+0.4=13.6$ m.

Từ kết quả của các kiểm tra nêu trên, chiều rộng 13,6m được lựa chọn là chiều rộng tối ưu cho cầu (xem Hình 3).

Hình 3 Xác định chiều rộng cuối cùng dựa trên công tác thay thế

(Trường hợp đảm bảo hai làn xe lưu thông: yêu cầu chiều rộng tối thiểu 13,6m)

Các khái niệm thiết kế thay thế bản mặt cầu

• Kiểm toán ứng suất trong các dầm chủ

Cầu Mikawaohashi có kết cấu dầm không liên hợp nên khi thay thế bản bê tông bằng bản thép, việc kiểm toán ứng suất được thực hiện xét tới hiệu ứng liên hợp sinh ra do sử dụng kết hợp bản mặt cầu thép với các dầm chủ dựa trên các khái niệm sau:

- 1) Chỉ có mặt cắt của dầm chủ đã có chịu tĩnh tải trước khi lắp đặt bản thép.
- 2) Mặt cắt liên hợp của dầm chủ với bản thép chịu tĩnh tải sau khi lắp đặt bản thép và hoạt tải.
- 3) Phải kiểm toán ứng suất ở từng bước của công tác thay thế và kiểm toán với ứng suất xuất hiện trong cả hai trường hợp
- 4) Các mặt cắt của dầm chủ bị suy giảm chiều dày do ăn mòn nên các tính toán mặt cắt phải được triết giảm chiều dày bản bụng và bản cánh dưới dựa trên các kết

qua khảo sát. Đồng thời, các tính toán phải xét tới các mặt cắt dầm chủ đã có được tăng cường bằng các tấm tăng cường.

Hình 4 Mặt cắt dầm liên hợp

• Tính toán ứng suất ở từng bước của quá trình công tác

Vì kiểm toán ứng suất được thực hiện có xét đến hiệu ứng liên hợp của bản thép với các dầm chủ đã có như trình bày ở trên, vì công tác thay thế được tiến hành theo các bước liên tiếp nên cũng phải xét tới việc bố trí giao thông, hệ thống kết cấu thay đổi theo từng bước của quá trình công tác.

Để xử lý tình huống này, các bước của quá trình thay thế được tiến hành như trình bày trong Hình 5. Để chống sập cầu, các điều kiện ứng suất được kiểm tra ở từng bước để đảm bảo giá trị tải trọng cho phép và thiết kế nằm trong những mức độ nhất định đảm bảo an toàn trong suốt quá trình thay thế, ứng suất trong dầm chủ tới giai đoạn hoàn thành, phản lực gối và tải trọng thiết kế.

Các bước của quá trình thay thế được thể hiện trên Hình 6.

Hình 5 Công tác thay thế theo từng bước
Hình 6 Tăng cường bản bê tông phía thấp

Tăng cường bản bê tông cốt thép đã có trong quá trình thay thế

Trong khi đang thay thế bản bê tông bằng bản thép đồng thời đảm bảo lưu thông bình thường trên hai làn, các bản giữa ở trung tâm của bản bê tông được treo trên kết cấu đỡ. Vì các tải trọng bánh xe tác dụng lên phía hạ lưu của mặt cắt treo của các tấm này và các tấm có chiều dày tường mỏng (16cm) vốn được thiết kế làm lề người đi, các tấm được tăng cường bằng các thép góc và khung tăng cường tạm thời (Xem Hình 6 và Anh 3).

Thay thế thành công bản bê tông bằng bản thép

Công tác thay thế bản bê tông bằng bản thép trên cầu Mikawaohashi bắt đầu từ năm 2010 và hoàn thành năm 2014.

Tuổi thọ của cầu được kéo dài nhờ dỡ bỏ các bản bê tông đã có vốn bị hư hỏng tích lũy và suy giảm cường độ kết cấu được thay thế bằng bản thép. Hơn nữa, sự làm việc kháng chấn được tăng cường do giảm được trọng lượng kết cấu tổng thể. Đặc biệt nhất là bố trí thêm một lề người đi phía thượng nguồn của cầu

Mikawaohashi khi cầu Mikawa bị tháo dỡ nên không làm cản trở giao thông bình thường (Ảnh 4).

Ngoài ra, hai làn xe chạy vẫn được duy trì trong quá trình thay thế không cần bố trí cầu tạm giúp giảm thiểu ảnh hưởng tới giao thông và giảm được thời gian và chi phí tổng thể.

Chúng tôi sẽ rất vui nếu bài báo này được coi là một tham khảo có ích cho việc lập kế hoạch thay thế bản mặt cầu vốn được dự đoán sẽ tăng lên trong tương lai.

Ảnh 3 Khung sử dụng để tăng cường bản bê tông cốt thép

Ảnh 4 Cầu Mikawaohashi sau khi thay thế bằng bản thép



(Bìa cuối)

Các hoạt động của JISF

Hội thảo xây dựng thép thứ 2 ở Campuchia đang được lên kế hoạch

Liên đoàn Thép Nhật Bản (JISF) dự định tổ chức hội thảo thứ 2 mang tên “Các công nghệ mới nhất trong thi công kết cấu thép năm 2014 (tên dự kiến)” ở Phnom Penh, Campuchia vào tháng 12/2014. Hội thảo được dự kiến tổ chức với sự tài trợ của JISF, Bộ giao thông công chính (MPWT) của Campuchia và Viện Công nghệ Campuchia (ITC). Đầu tháng 6 năm nay, JISF và hai đối tác Campuchia đã tổ chức một cuộc họp xúc tiến hội thảo.

Hội thảo sẽ gồm nhiều tiểu ban. Trong tiểu ban hướng tới các kỹ sư, năm diễn giả là các chuyên gia của cả hai nước trình bày tranh luận về các công nghệ kết cấu thép trong các lĩnh vực cảng, cầu và nhà cửa. Trong các tiểu ban khác, những nhân vật quan trọng của cả hai nước sẽ tham gia, trao đổi tập trung về việc xúc tiến xây dựng kết cấu thép ở Campuchia.

Tháng 12/2012, JISF kết hợp với MPWT và ITC đã tổ chức thành công hội thảo đầu tiên mang tên “Hội thảo về các công nghệ tiên tiến trong xây dựng thép 2012” tại Phnom Penh với khoảng 200 kỹ sư thuộc chính phủ, học viện và các đơn vị tư nhân tham gia.

Đề nghị hợp tác tích cực cho cuộc khảo sát bạn đọc của tạp chí *Xây dựng thép Hôm nay & Ngày mai*

Tạp chí *Xây dựng thép Hôm nay & Ngày mai* là ấn phẩm định kỳ kết hợp giữa Liên đoàn Thép Nhật Bản (JISF) và Hội Xây dựng thép Nhật Bản được xuất bản ba số mỗi năm. Đây là tạp chí thường kỳ bằng tiếng

Anh duy nhất chuyên tải các thông tin công nghệ về xây dựng thép ở Nhật Bản tới những bạn đọc có liên quan đến lĩnh vực xây dựng ở các nước châu Á.

Chúng tôi đang tiến hành các cuộc khảo sát bạn đọc định kỳ kết hợp với xuất bản ba số dự kiến cho năm tài khóa 2014. Mục tiêu chính là hiểu chính xác yêu cầu của bạn đọc để nâng cao sự có ích của tạp chí. Khảo sát được thực hiện theo hai hệ thống.

Truy cập vào trang web của JISF

→ Gõ jisf và tìm kiếm thông tin trên các trang web tìm kiếm

→ Ấn vào tiêu đề lớn của trang web JISF bằng tiếng

Anh

→ Ấn vào mẫu khảo sát

Dạng in

Tạp chí được gửi tới người đặt mua thường kỳ có kèm theo mẫu khảo sát. Xin bạn đọc hãy điền vào mẫu và fax tới số +81-3-3667-0245.

Các thông tin phản hồi tích cực của quý vị thông qua mẫu khảo sát sẽ giúp chúng tôi rất nhiều trong việc nâng cao sự có ích của tạp chí *Xây dựng thép Hôm nay & Ngày mai* chắc chắn đem lại lợi ích cho đất nước của quý vị và nền công nghiệp sản xuất thép của Nhật Bản. Đề đạt tới mong muốn này, chúng tôi rất mong nhận được sự hợp tác của quý vị bằng việc gửi lại mẫu khảo sát bạn đọc.