

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(Số 54 tháng 8/2018)

**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. Các hình ảnh, hình minh họa và bảng biểu bằng tiếng Anh được đính kèm ở trang cuối của từng bài báo trong bản tiếng Việt này. Ngoài ra, khi cần khẳng định thêm về mặt kỹ thuật của văn bản hoặc các chi tiết kỹ thuật khác, xin hãy tham khảo thêm ở bản tiếng Anh.

Số 54 tháng 8/2018: Nội dung

Các bài nổi bật: Hướng tới những cây cầu thép có độ bền cao và có tuổi thọ dài hơn

Tiêu chuẩn cho cầu đường bộ

—Chỉnh sửa năm 2017 của Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông và Du lịch _____1

Ủy ban Nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn _____4

Thiết kế hợp lý hóa cầu thép và Xếp loại tải trọng để bảo dưỡng _____6

Nâng cao cường độ chịu mỏi của cầu thép và đánh giá hiệu quả sửa chữa và tăng cường cầu _____9

Khả năng ứng dụng và bảo dưỡng cầu thép chịu thời tiết và các phương pháp sửa chữa rỉ cầu thép _____12

Chủ đề đặc biệt

Triển vọng của sáng kiến công nghệ trong xây dựng ứng dụng các phương pháp toán thống kê _____15

Các hoạt động của JISF _____Bìa cuối

Số trang xin tham khảo phiên bản tiếng Anh của tạp chí số 54.

Phiên bản tiếng Việt: ©Liên đoàn Thép Nhật Bản 2018

Phụ trách dịch thuật Anh - Việt: TS. Trần Thu Hằng
(Trường Đại học Giao thông Vận tải)

Phụ trách hiệu đính Anh - Việt: ThS Ngô Thùy Linh
(Trường Đại học Giao thông Vận tải)

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>

Các bài nổi bật

Hướng tới những cây cầu thép có độ bền cao và có tuổi thọ dài hơn

(Trang 1-3)

Hướng tới những cây cầu thép có độ bền cao và có tuổi thọ dài hơn (1)

Tiêu chuẩn cho cầu đường bộ

—Chỉnh sửa năm 2017 của Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông và Du lịch—

Tác giả Masahiro Shirato

Trưởng phòng Cầu và Kết cấu, Viện nghiên cứu quốc gia về Quản lý Đất đai và cơ sở hạ tầng

Giới thiệu

Tiêu chuẩn Nhật Bản cho cầu đường bộ (sau đây gọi là SHB) được Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông và Du lịch (MLIT) sửa đổi vào tháng 7/2017 và phát hành tới các cơ quan đường bộ. SHB là tiêu chuẩn thiết kế pháp lý bắt buộc cho các đường quốc lộ và đường cao tốc và là tiêu chuẩn không bắt buộc cho các loại đường khác.

Cơ sở cho việc sửa đổi lần này của MLIT bắt nguồn từ các chính sách gần đây:

- ✓ Tăng cường khả năng sản xuất trong lĩnh vực xây dựng và bảo tồn cơ sở hạ tầng.
- ✓ Đảm bảo công năng dài hạn của các cầu với chi phí vòng đời dự án thấp hơn và độ tin cậy cao hơn.

Đây là chìa khóa đúng lúc cho việc phát triển trong khu vực công nghiệp và học thuật để đạt được các chính sách này cùng lúc với việc đảm bảo độ tin cậy và chất lượng. Theo đó, SHB đã được xây dựng lại toàn bộ cấu trúc tiêu chuẩn và quá trình kiểm toán để có được các điều khoản về cách kết luận cầu có thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn hay không.

Tiêu chuẩn dựa trên hiệu suất kết cấu

Khi xem xét đa dạng hóa các loại vật liệu và cấu trúc, cần phải có một cấu trúc tiêu chuẩn có khả năng xác minh hiệu suất một cách trực tiếp, không chỉ bằng các phương tiện phù hợp với tiêu chuẩn.

Theo đó, cấu trúc tiêu chuẩn dựa trên hiệu suất trong phiên bản 2017 bao gồm năm nội dung chính sau đây:

- #1. Các yêu cầu công năng cho các hệ thống cầu được phân chia theo hiệu suất cường độ, hiệu suất độ bền và hiệu suất bổ sung.
- #2. Tuổi thọ tiêu chuẩn của cầu được xác định là 100 năm.

#3. Cả hai yêu cầu về hiệu năng và độ bền được cấu trúc theo cách phân cấp từ cấp độ hệ thống cầu, cấp độ hệ thống phụ (kết cấu phần trên, kết cấu phần dưới và liên kết giữa và kết cấu phần trên, kết cấu phần dưới) đến cấp độ cấu kiện.

#4. Ở từng điều khoản, cả hai yêu cầu về hiệu năng và các tiêu chuẩn tương ứng/được coi như thỏa mãn được đưa ra đồng thời thành bộ.

#5. Yêu cầu về hiệu suất cường độ của cầu được đưa ra bằng ma trận làm việc, bao gồm các tình huống thiết kế và các yêu cầu về trạng thái / chức năng của cầu, bao gồm các cấp độ tin cậy yêu cầu cho mỗi tổ hợp tình huống thiết kế và yêu cầu về trạng thái / chức năng của cầu.

Kết cấu hiệu suất

Hình 1 cho thấy mối quan hệ giữa các yêu cầu về hiệu suất và Bảng 1 so sánh các định nghĩa về hiệu suất cường độ và hiệu suất độ bền.

Hiệu suất cường độ của cầu là yêu cầu cho các công năng chịu tải trọng của hệ thống cầu và là yêu cầu về hiệu suất chính trong ba yêu cầu về hiệu suất cơ bản. Một hệ thống cầu đảm bảo ở trạng thái an toàn không rơi vào trạng thái nguy hiểm như sập đổ, đồng thời đảm bảo khai thác cho các tổ hợp tải trọng thay đổi theo thời gian trong tuổi thọ khai thác thiết kế, trong đó giới hạn an toàn và cấp độ khai thác được đồng thời thỏa mãn với các độ tin cậy mong muốn.

Hiệu suất độ bền của cầu được định nghĩa là yêu cầu tiên quyết cho hiệu suất cường độ của cầu. Hệ thống cầu cần đáp ứng liên tục hiệu suất cường độ theo thiết kế với sự đảm bảo mong muốn trong tuổi thọ khai thác thiết kế, có xét tới sự già hóa và hư hại theo thời gian.

Nói cách khác, SHB không yêu cầu chỉ ra cường độ dư của cầu ở cuối tuổi thọ khai thác thiết kế có xét tới sự già hóa và hư hại theo thời gian bởi vì không thể đo được sự tin cậy thay đổi theo thời gian về cường độ và công năng chịu các tổ hợp tải trọng thay đổi theo thời gian, đồng thời xem xét đến sự xuống cấp về cường độ và độ cứng cấu kiện với sự già hóa và hư hại theo thời gian.

Thay vào đó, SHB yêu cầu đảm bảo độ tin cậy của thời gian trong đó các giả thiết vật lý được áp dụng trong các tính toán kiểm toán về hiệu suất cường độ của cầu sẽ không bị vi phạm do hư hỏng hoặc suy giảm của vật liệu, khi các giả thiết vật lý bao gồm diện tích mặt cắt ngang có hiệu quả hoặc cường độ vật liệu của các cấu kiện kết cấu xem xét.

Yêu cầu về hiệu suất độ bền của một cây cầu trong tuổi thọ khai thác thiết kế là tương đương với các vấn

đề về kiểm tra tuổi thọ khai thác chịu tuổi thọ thiết kế, vì cần phải xem xét thời gian bền của các cấu kiện, thành phần, hệ thống, dạng có thể hoặc xấu nhất và quy mô phá hoại, các yêu cầu kèm theo cho việc bảo dưỡng, sửa chữa hoặc thay thế cấu kiện.

Cụ thể là SHB xem xét thực tế độ tin cậy của hiệu suất độ bền của cầu là tương đương với việc cân bằng tính khả thi về độ bền, khả năng kiểm tra, khả năng bảo dưỡng và sửa chữa hoặc khả năng thay thế cấu kiện dưới các điều kiện hạn chế trong suốt tuổi thọ thiết kế của cầu.

Hình 1 Các yêu cầu về hiệu suất

Bảng 1 Các định nghĩa về yêu cầu về hiệu suất bao gồm độ tin cậy

Tuổi thọ khai thác thiết kế cho các hệ thống cầu

Tuổi thọ khai thác thiết kế của cầu được định nghĩa mới là khoảng thời gian hệ thống cầu có được công năng thiết kế kèm theo bảo dưỡng phù hợp. Tuổi thọ khai thác thiết kế của cầu được đặt là 100 năm.

Cần lưu ý rằng trong SHB, tuổi thọ khai thác thiết kế của cầu cũng xét tới thời gian cần thiết để xác định một bộ các tổ hợp tải trọng để kiểm toán hiệu suất cường độ của cầu. Trong thực tế, các kỹ sư cần tham khảo tuổi thọ khai thác thiết kế khi kiểm tra các cấp độ khả thi cho bảo dưỡng thường kỳ và bảo dưỡng đột xuất cùng với các công tác sửa chữa có hạn chế ở từng dự án cụ thể.

Quá trình kiểm toán hiệu suất hệ thống

Trong thực tế, khó chứng minh được mức độ thành tích đối với hiệu năng hệ thống cầu vì cầu vốn là một hệ thống rất phức tạp. Tương tự, đưa ra một quy tắc chung để đo đạc trực tiếp hiệu suất cường độ của cầu như một hệ thống là không thận trọng vì có quá nhiều sự kết hợp giữa vật liệu, cấu kiện, và việc bố trí cấu kiện như một bộ các tiêu chuẩn số học phục vụ kiểm toán.

Theo đó, SHB cho phép có thể phân chia việc kiểm toán hiệu suất của hệ thống cầu thành các kiểm toán làm việc của toàn bộ cấu kiện đối với kiểm toán cường độ và kiểm toán độ ổn định của cầu. Với kiểm toán hiệu suất cường độ của cầu, có thể biểu diễn hiệu suất cường độ của cầu bằng hiệu suất cường độ của các hệ thống phụ hoặc cấu kiện quan trọng.

Các phân loại 3 cấp trong trạng thái chịu lực của các hệ thống cầu được định nghĩa, và có thể chuyển thành sự kết hợp lần lượt của các trạng thái chịu lực của kết cấu phần trên, kết cấu phần dưới và liên kết giữa kết cấu phần trên với kết cấu phần dưới. Các phân loại 3 cấp trong trạng thái chịu lực cũng được định

nghĩa đối với sự kết hợp lần lượt các kết cấu phần trên, kết cấu phần dưới và liên kết giữa kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới.

Sự ổn định như một hệ thống phụ với các chốt dèo có thể được giải quyết theo lý thuyết ở cấp độ này nếu cần. Tương tự, sự phân loại trạng thái chịu lực thành ba cấp cho các cấu kiện kết cấu cũng được định nghĩa, để có thể biểu diễn mỗi phân loại đó ở trạng thái chịu lực của một kết cấu phần trên, một kết cấu phần dưới và một liên kết giữa kết cấu phần trên với kết cấu phần dưới bằng sự kết hợp phù hợp của các trạng thái chịu lực.

Với hiệu suất độ bền của cầu, cho phép tuổi thọ bền cấu kiện thiết kế đặt ra với các cấu kiện độc lập, còn tuổi thọ bền cấu kiện thiết kế là khoảng thời gian để các đặc trưng cơ học của vật liệu, diện tích mặt cắt ngang có hiệu trong cấu kiện vẫn đảm bảo các điều kiện đặt ra khi đánh giá hiệu suất cường độ của cầu.

Tuổi thọ bền cấu kiện thiết kế không đạt chính xác 100 năm. Lưu ý không phải toàn bộ cấu kiện sẽ làm việc như dự kiến trong suốt tuổi thọ thiết kế 100 năm đã thúc đẩy các sáng kiến để thiết kế độ bền hợp lý hơn.

Khi một cấu kiện cầu cần được thay thế, cho phép hệ thống cầu vẫn duy trì được hiệu suất cường độ. Ví dụ như các bộ phận thay thế được như bản mặt cầu, gối, hệ giằng, v.v... vẫn có thể dùng được hoặc có thể dùng các cấu kiện kết cấu mới thay thế với lưu ý đặc biệt về khả năng kiểm tra và khả năng sửa chữa ngay cả khi không có nhiều thông số hoặc thực nghiệm kiểm chứng.

Ngược lại, tất cả cấu kiện có thể có chung tuổi thọ bền thiết kế dài nhất có thể trong một số trường hợp đặc biệt khi các công tác thay thế không thuận lợi trong tuổi thọ khai thác thiết kế của một hệ thống cầu.

Ngoài ra, tất cả các điều khoản tập hợp thành các yêu cầu về hiệu suất cơ bản và bắt buộc và các tiêu chuẩn được chấp nhận rộng rãi hoặc gần như thỏa mãn tương ứng. Triết lý này đã được giới thiệu từ phiên bản trước ban hành năm 2003.

Tập hợp như vậy cho thấy các phương trình thiết kế, các giá trị cường độ có hệ số và các giá trị giới hạn khác, các chi tiết kết cấu, v.v... không là bắt buộc và cho phép áp dụng các phương án nếu thỏa mãn phần bắt buộc của yêu cầu về hiệu suất.

Khi đó, tiêu chuẩn cũng được kỳ vọng như một ví dụ minh họa cho cấp độ hiệu suất mục tiêu bao gồm độ tin cậy, do đó hiệu suất của một giải pháp thay thế có thể được xác định bằng phương pháp thay thế có hiệu suất tương đương hoặc tốt hơn tiêu chuẩn bao gồm độ tin cậy.

Hiệu suất cường độ của cầu và triết lý độ tin cậy

Bảng 2 trình bày một ví dụ về các ma trận hiệu suất.

Các tình huống thiết kế được phân loại thành các tình huống cố định, tình huống thay đổi và tình huống hiếm gặp, khi xem xét tuổi thọ khai thác thiết kế, được mô hình hóa với các tổ hợp tải trọng xét đến một xác suất xuất hiện mục tiêu cho trước của tổ hợp tải trọng trong 100 năm.

Thứ hai là với mỗi tình huống thiết kế, trạng thái của cầu phải đảm bảo giới hạn an toàn kết cấu tránh được bất kỳ hư hỏng nghiêm trọng nào hoặc sụp đổ, đồng thời đạt được yêu cầu công năng chịu lực, khi các độ tin cậy yêu cầu thay đổi theo giới hạn an toàn kết cấu và yêu cầu công năng cho một tình huống thiết kế cụ thể.

Khi đó, thuật ngữ “yêu cầu về hiệu suất” trong SHB bao gồm trách nhiệm giải trình lần lượt các độ tin cậy với các tổ hợp tải trọng cho trước và sức kháng. Trên quan điểm trách nhiệm giải trình, mô tả ma trận hiệu suất minh họa cho các lo lắng của người sử dụng đường ví dụ như “Tình huống nào được xét đến trong thiết kế?”, “Cầu có làm việc trong động đất hoặc hiếm họa?”, “Cầu có tin tưởng được không?”, v.v...

Tiêu chuẩn sửa đổi lần này áp dụng dạng hệ số từng phần cho các phương trình thiết kế bằng kiểm toán hiệu suất cường độ, thay vì dạng hệ số an toàn đơn lẻ (hoặc dạng ứng suất cho phép). Các tổ hợp tải trọng thiết kế được coi là đại diện cho các quá trình xếp tải đồng thời lên cầu trong tuổi thọ khai thác của cầu và để thỏa mãn một cấp độ xuất hiện đặt ra.

Các hệ số tải trọng và hệ số tổ hợp tải trọng được dùng để định nghĩa tổ hợp tải trọng, và chúng được xác định bằng nghiên cứu xác suất chuyên sâu, các phân tích khác nhau về mối quan hệ giữa tổ hợp tải trọng thiết kế ban đầu và các kết quả thiết kế, các ví dụ thiết kế thử nghiệm với các hệ số từng phần mới.

Mặc dù đây là một trong những tham khảo để đưa ra các tổ hợp tải trọng, một mô phỏng Monte Carlo chuyên sâu được tiến hành với các quá trình xếp tải giả định đồng thời trong 100 năm cho hơn 60 cầu ở các vị trí khác nhau, áp dụng mô hình tổ hợp tải trọng xác suất Ferry-Borges Castanheta của các tải trọng khác nhau (hoạt tải, hiệu ứng nhiệt độ, tải trọng gió, hiệu ứng động đất, tải trọng tuyết). Kết quả cho thấy các tổ hợp tải trọng cho tình huống thiết kế thay đổi trong SHB cập nhật chủ yếu xét đến 95% xác suất không vượt quá trong giá trị tối đa 100 năm của các tải trọng tổ hợp.

Các trạng thái giới hạn về sức kháng được định nghĩa là các giới hạn giữa hai trạng thái trong Bảng 2. Các hệ số sức kháng và các hệ số từng phần khác được áp dụng cho sức kháng danh định tương ứng với trạng thái giới hạn, còn các hệ số sức kháng được ước tính

chủ yếu cho 5% của phân bố sức kháng, với các hệ số sức kháng không kết hợp với các tải trọng không xác định.

Bảng 2 Ma trận hiệu suất cho các đường cao tốc quốc gia và quốc lộ và các đường trục chính liên quan

Nhận xét

Tiêu chuẩn dựa trên hiệu suất đóng vai trò quan trọng trong việc chấp nhận các dạng và cấp độ phát triển khác nhau từ một cấp độ vật liệu hoặc cấu kiện với một hệ thống kết cấu cầu.

Việc sửa đổi tiêu chuẩn nhằm thúc đẩy việc chấp nhận các thiết kế và công nghệ xây dựng mới để chủ động đáp ứng các yêu cầu khác nhau của người dân về tiết kiệm chi phí và thời gian, đồng thời đảm bảo độ tin cậy và chất lượng của các kết cấu. SHB phiên bản năm 2017 đưa vào các giá trị đặc trưng và các hệ số từng phần của thép tính năng cao ví dụ như SBHS (thép dùng cho kết cấu cầu tính năng cao) và bu-lông cường độ cao S14T.

Triết lý tiêu chuẩn dựa trên hiệu suất là rất cần thiết để phát triển các tiêu chuẩn thiết kế tăng cường hoặc tân trang các kết cấu cũ, vì các tiêu chuẩn thiết kế cho các kết cấu cũ có liên quan đến các môi trường tải trọng và các trạng thái điều kiện cầu kiện đa dạng hơn so với các kết cấu mới.

Chúng tôi mong muốn nâng cao SHB dành cho thiết kế tăng cường, sửa chữa, bảo dưỡng với ưu điểm của triết lý tiêu chuẩn dựa trên hiệu suất.



Masahiro Shirato: Head of Bridge and Structures Division, National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM), Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT), Japan

Fig. 1 Performance Requirements

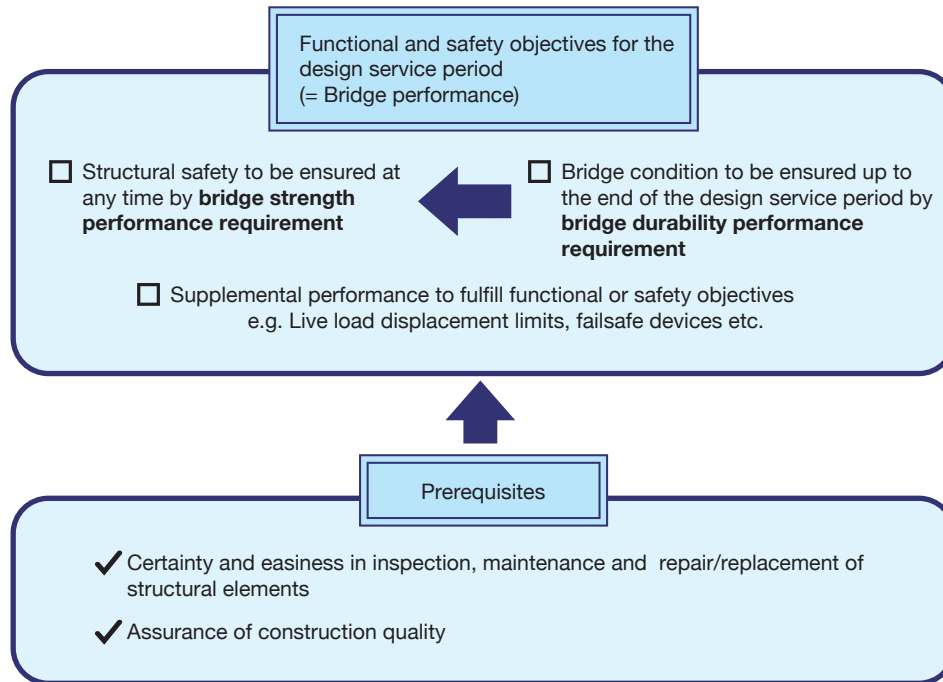


Table 1 Definitions of Performance Requirements Including Reliability

	Bridge strength performance	Bridge durability performance
Action/load requirements	Instantaneous simultaneous actions and loads at any time during the design service life (=100 years)	Accumulation of persistent actions/effects and long-lasting cyclic actions/effects up to the end of design service life (=100 years)
Resistance/durability requirements	The bridge and its components (elements) shall maintain the relevant strength margins for required safety and load-carrying functions, respectively.	It shall be ensured that material deterioration or distress to structural elements will not violate design assumptions to hold the bridge strength performance by the end of the given design service life.
Typical verification index	Strength or displacement on load-displacement curves	Period on the time axis in terms of maintaining strength design assumptions

Table 2 Performance Matrix for National Expressways and Highways and Other Related Arterial Roads

States	States from the viewpoint of load-carrying function		State from the viewpoint of structural safety
	Function State 1: The bridge is intact to carry loads.	Function State 2: While the load-carrying function degrades at parts of elements, the bridge still holds the load-carrying function prescribed for the corresponding situation.	Safety State: The bridge has a relevant safety margin to avoid a critical state.
Design situations			
Prevailing a permanent or variable load	The fulfillment of the state is required with a given reliability which is supposed to be different from that for structural safety.	(Not required)	The fulfillment of the state is required with a given reliability.
Prevailing rare kind or scale of load	(Not required)	The fulfillment of the state is required with a given reliability which is supposed to be different from that for structural safety.	The fulfillment of the state is required with a given reliability.
LS1 LS2 LS3 LS1, LS2, and LS3 = Limit State 1, Limit State 2, and Limit State 3, respectively			

(Trang 4-5)

Hướng tới những cây cầu thép có độ bền cao và có tuổi thọ dài hơn (2)

Ủy ban Nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và tuổi thọ khai thác dài hơn

Tác giả Kazuo Tateishi

Chủ tịch Ủy ban Nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn (Giáo sư đại học Nagoya)

Ở Nhật Bản hiện nay, cần chuẩn bị ứng phó với các trận động đất lớn được dự báo sẽ xuất hiện trong tương lai gần giống như trận động đất trong phạm vi Tokyo và các trận động đất Nankai/Tonankai. Các kết cấu đã và sẽ được xây dựng cần phải có sự làm việc kết cấu đảm bảo an toàn chống lại các trận động đất lớn như vậy. Cùng lúc, việc làm mới và sửa chữa chính xác rất nhiều các cơ sở hạ tầng xã hội hiện có là rất quan trọng trong các điều kiện tài chính có hạn.

Để đáp ứng các yêu cầu này, cần phải thúc đẩy phát triển công nghệ cho phép giảm mạnh thời gian và chi phí cần thiết cho việc làm mới và sửa chữa cơ sở hạ tầng mà vẫn đảm bảo an toàn. Theo đó, với các kết cấu thép, cần phải cải tiến công nghệ có thể ước tính được chính xác hiệu suất của nhiều loại kết cấu. Hơn nữa, cần thúc đẩy sự phát triển công nghệ có lợi cho thiết kế hợp lý hóa các kết cấu thép đồng thời giảm chi phí xây dựng và bảo dưỡng có hiệu quả các kết cấu thép cũ và kéo dài tuổi thọ khai thác của kết cấu.

Vì vậy, hai thuật ngữ “bền vững hơn” và “tuổi thọ khai thác dài hơn” biểu diễn rõ ràng các nhiệm vụ khẩn cấp đó đã được đưa vào tên gọi của Ủy ban nghiên cứu.

Giới thiệu Ủy ban nghiên cứu

Ủy ban nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn được thành lập năm 2015 thuộc Hiệp hội Xây dựng thép Nhật Bản (JSSC) như một dự án nghiên cứu do Liên đoàn Thép Nhật Bản (JISF) đảm nhiệm với mục tiêu đạt được các nhiệm vụ nghiên cứu trình bày trong Hình 1.

Nhiều ủy ban nghiên cứu được thành lập do JISF đảm nhiệm và đã bắt đầu các hoạt động nghiên cứu trước đó từ năm 1997 (Xem Bảng 1). Nhờ các hoạt động có thời gian nghiên cứu dài, các ủy ban này đóng góp vào việc giải quyết nhiều vấn đề cấp bách của cầu thép, và thành tựu nghiên cứu được đưa vào các tiêu chuẩn và hướng dẫn thiết kế. Các nhóm công tác của ủy ban nghiên cứu đã tổng kết các kết quả nghiên cứu trong

Báo cáo kỹ thuật JSSC được xuất bản bằng tiếng Nhật.

Một mục tiêu chính của ủy ban nghiên cứu hiện nay là thúc đẩy nghiên cứu có lợi cho việc xây dựng các cầu thép bền vững có tuổi thọ lớn hơn với chi phí nhỏ hơn hướng đến việc áp dụng cầu thép phổ biến hơn nữa. Để đạt được mục tiêu này, cần thiết lập một hệ thống với sự tham gia của các tổ chức có liên quan hỗ trợ việc phát triển cầu thép và đưa các kết quả nghiên cứu vào các tiêu chuẩn và hướng dẫn thiết kế trong tương lai.

Theo yêu cầu của JSSC, tôi đảm nhiệm chức chủ tịch ủy ban, còn giáo sư Yoshiaki Okui của đại học Saitama và giáo sư Jun Murakoshi của đại học Thủ đô Tokyo lần lượt giữ chức phó chủ tịch ủy ban. Ngoài ra, có 25 chuyên gia làm việc trong nhiều khu vực như công nghiệp, chính phủ, học thuật tham gia vào ủy ban nghiên cứu.

Hình 1 Bản đồ đường để đạt được các nhiệm vụ mục tiêu của Ủy ban nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn

Ba nhóm công tác thúc đẩy nghiên cứu cụ thể

Ba nhóm công tác sau đây được thành lập trong ủy ban nghiên cứu để thực hiện các khảo sát và nghiên cứu cụ thể:

- Nhóm công tác về thiết kế hợp lý hóa: mục tiêu là các phương pháp thiết kế hợp lý hóa gắn liền với khả năng chịu tải trọng và sức kháng chấn của cầu thép (Trưởng nhóm: giáo sư Yoshiaki Okui của đại học Saitama)
- Nhóm công tác về cường độ mỏi của cầu thép: mục tiêu là cải tiến thiết kế mỏi cho cầu thép và các công nghệ liên quan đến mỏi (Trưởng nhóm: giáo sư Kengo Anami của Viện nghiên cứu công nghệ Shibaura)
- Nhóm công tác về ăn mòn và độ bền của cầu thép: mục tiêu là thiết lập các phương pháp bảo vệ chống ăn mòn cho thép chịu thời tiết và thép thường (Trưởng nhóm: giáo sư Eiji Iwasaki của đại học Công nghệ Nagaoka)

Để tăng cường sự bền vững và tuổi thọ khai thác của cầu thép, cần phải nâng cao hiệu suất của từng nội dung của các cấu kiện kết cấu sau: khả năng chịu tải, sức kháng chấn và độ bền. Để đạt được mục tiêu này, cần phải tiến hành nhiều hơn các nghiên cứu và cơ chế mỏi và hư hại đặc trưng của các cấu kiện thép. Ngoài ra, chỉ có thể kéo dài tuổi thọ khai thác của cầu thép khi thực hiện bảo dưỡng phù hợp, do đó các công nghệ kiểm tra, sửa chữa và tăng cường khi bảo dưỡng cầu thép là những nội dung quan trọng để phát triển công nghệ.

Ba nhóm công tác đã thúc đẩy các hoạt động nghiên

cứu và phát triển dựa trên các nội dung đa dạng như đã đề cập ở trên. Với dấu mốc 3 năm từ khi bắt đầu khảo sát và nghiên cứu của các nhóm công tác tính từ năm 2015, chúng tôi tổng kết các kết quả đạt được. Ba bài báo trình bày trong các trang 6 đến 14 giới thiệu tóm tắt các thành tựu nghiên cứu.

Hướng tới sự bền vững hơn và tuổi thọ khai thác dài hơn

Cấp độ hiệu suất cần thiết của các cầu thép thay đổi theo thời gian, và các phương pháp thiết kế cũng biến đổi theo. Một ví dụ tiêu biểu là yêu cầu thiết kế mới phù hợp với trận động đất Kumamoto năm 2016. Đó là yêu cầu các kết cấu thép phải chịu được nhiều dịch chuyển động đất cỡ lớn. Hơn nữa, Tiêu chuẩn cho cầu đường bộ xuất bản năm 2017 có một sửa đổi quan trọng là nội dung giới thiệu về tải trọng và phương pháp thiết kế theo hệ số sức kháng, dẫn tới yêu cầu nâng cao hơn nữa độ tin cậy trong không chế phá hoại và sự thuận tiện khi bảo dưỡng. Các nội dung mới xuất hiện: Cách thực hiện kiểm tra hiệu quả và các biện pháp chống phá hoại vốn không được thực hiện ngay từ khi kiểm tra tổng thể cầu.

Trước tình hình này, hai yêu cầu được đưa ra trong lĩnh vực cầu thép là vận dụng các nội dung nổi bật nêu trên và đóng góp tiếp tục cần cho việc sửa đổi các tiêu chuẩn kỹ thuật trong tương lai. Đóng góp hướng đến việc sửa đổi các tiêu chuẩn kỹ thuật thông qua việc tổng hợp các kết quả nghiên cứu là biện pháp hiệu quả để tăng cường sự bền vững và kéo dài tuổi thọ của cầu thép. Vì vậy, Ủy ban Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn đã được thành lập lại năm 2018 và sẽ tiếp tục thúc đẩy các hoạt động nghiên cứu góp phần vào việc nâng cao sự bền vững và tuổi thọ khai thác của cầu thép.

Bảng 1 Sơ đồ tổ chức Ủy ban nghiên cứu Cầu thép



Kazuo Tateishi: After finishing the master course at the Tokyo Institute of Technology, he entered East Japan Railway Company in 1988. Then, he served as associate professor at the Tokyo Institute of Technology and The University of Tokyo in 1997. He assumed his current position as professor of the Graduate School of Engineering, Nagoya University in 2003.

Fig. 1 Road Map to Attain Respective Research Tasks of the Committee on Steel Bridges with Higher Resilience and Longer Service Life

Tasks	~ FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	FY2018	FY2019	
① Subtask 1 Working Group on Rationalized Design	Verification of load-carrying capacity of column and un-stiffened plate		Presentation of load and resistance factor for column and stiffened plate and presentation of constitutive law for seismic analysis that can deal with cyclic loading	Revision of Specifications for Highway Bridges: Introduction of load and resistance factor design method	★ Presentation of example of application of SBHS (steel for bridge high-performance structure) member in seismic design	★	
		Collection of load rating data and its trial analysis		Preparation of load rating manual (draft)	Structuring of design, inspection and rating systems; Organization of manual for bridge assessment	▼	
② Subtask 2 Working Group on Fatigue Strength of Steel Bridges	Expansion of design fatigue class	Effect on fatigue life improvement including that by the use of high-strength steel (experiment, analysis and design method)		★	Standardization of effect on fatigue life improvement	★	
	Trial for and arrangement of fatigue life improvement	Collection of information on detective method for fatigue crack, proving of repairing and reinforcing methods for fatigue crack			Preparation of guideline for crack repair and service life prolongation methods		
③ Subtask 3 Working Group on Corrosion and Durability of Steel Bridges	Surveys of task submitted by Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism	Assessment of practical bridge data and examination of reliability improvement measure		Guideline for maintenance and corrosion diagnosis data	Preparation of handbook on design and maintenance and its reflection in standard	▼	
	Survey and assessment of practical example of corrosion of bridge	Examination about steel bridge corrosion diagnosis technology		Preparation of corrosion map and corrosion-protection manual	Technical data on steel bridge having high corrosion resistance		
Interdisciplinary tasks in above-mentioned three subtasks Steering Conference		① Interdisciplinary assessment of attainments of each working group→Proposal of attainments to society ② Tackling with the research task that supplements the niche between fields (between subtasks and different fields) ③ Creation of research theme for future					▼

Table 1 Chronology of Research Committees on Steel Bridges

FY	Research Committee	Working Group
1997-1999	Research Committee on Next-generation Civil Engineering Steel Structures	• Working Group on Design of Rationalized Steel Bridge Girders • Working Group on Seismic Design Method for Steel Bridges • Working Group on Application of High-performance Steel Products for Steel Bridges
2000-2002	Research Committee on the Performance-based Design of Steel Bridges	• Working Group on Safety and Applicability of Steel Bridges • Working Group on Corrosion Protection and LCC for Steel Bridges • Working Group on Seismic Resistance of Steel Bridges • Working Group on Higher Performance of Steel Bridges
2003-2005	Research Committee to Improve Steel Bridge Performance	• Working Group on Rationalized Design Methods • Working Group on Improvement of Steel Bridge Durability • Working Group on Seismic Design Guidelines for Steel Bridges • Working Group on Weathering Steel Bridges
2006-2008	Research Committee to Improve Performance and Reliability of Steel Bridges	• Working Group on Rationalized Structure and Design for Steel Bridges • Working Group on Fatigue Strength of Steel Bridges • Working Group on Seismic Design Guidelines for Steel Bridges • Working Group on Weathering Steel Bridges
2009-2012	Research Committee on Improvement of Structures and Design Method for Steel Bridges	• Working Group on Rationalized Structure and Design for Steel Bridges • Working Group on Fatigue Strength of Steel Bridges • Working Group on Seismic Design Method for Steel Bridges • Working Group on Weathering Steel Bridges
2013-2014	Research Committee on Improvement of Structures and Durability of Steel Bridges	• Working Group on Rationalized Structure and Design for Steel Bridges • Working Group on Fatigue Strength of Steel Bridges • Working Group on Maintenance for Weathering Steel Bridges
2015-2017	Research Committee on Steel Bridges with Higher Resilience and Longer Service Life	• Working Group on Rationalized Design • Working Group on Fatigue Strength of Steel Bridges • Working Group on Corrosion and Durability of Steel Bridges

(Trang 6-8)

Hướng tới những cây cầu thép có độ bền cao và có tuổi thọ dài hơn (3)

Thiết kế hợp lý hóa cầu thép và Xếp loại tải trọng cho bảo dưỡng

Tác giả Yoshiaki Okui

Trưởng nhóm làm việc về Thiết kế hợp lý hóa, Ủy ban nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn, giáo sư đại học Saitama

Những nỗ lực tiếp theo đang hướng tới việc phát triển công nghệ không chỉ có lợi cho việc xây dựng bền vững trong nước và tái tạo những cơ sở hạ tầng xã hội cũ mà còn hướng tới thiết kế kết cấu thép có tính cạnh tranh hơn trên phạm vi quốc tế. Để đáp ứng mục tiêu này, Nhóm nghiên cứu về Thiết kế hợp lý hóa, Ủy ban nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn đã thúc đẩy nghiên cứu về cầu thép từ 2015 với các nội dung sau:

- Kiểm tra các thông tin thống kê về cường độ giới hạn tới hạn và cường độ giới hạn khai thác của các sườn tăng cường
- Đánh giá hiện tượng oằn tương tác cục bộ - tổng thể của cột
- Kiểm tra thiết kế hợp lý hóa cho các dầm liên hợp
- Nghiên cứu các mối nối bu-lông cường độ cao hợp lý hóa
- Áp dụng các phương pháp phân tích tiên tiến trong thiết kế
- Kiểm tra thiết kế kháng chấn hợp lý hóa
- Xếp loại tải trọng của các cầu cũ

Nội dung về các thành tựu nghiên cứu của ba nội dung thứ nhất, thứ tư và thứ bảy được giới thiệu lần lượt trong phần sau.

Kiểm tra các thông tin thống kê về cường độ giới hạn tới hạn và cường độ giới hạn khai thác của các sườn tăng cường

Thép dùng cho kết cấu cầu tính năng cao (SHBS) được tiêu chuẩn hóa trong Tiêu chuẩn Công nghiệp Nhật Bản (JIS) năm 2008 và được chấp nhận áp dụng trong Tiêu chuẩn cho cầu đường bộ¹⁾ năm 2017. Đã có nhiều báo cáo kết quả thí nghiệm vật liệu của SBHS nhưng chỉ có ít báo cáo về khả năng chịu lực của các cấu kiện kết cấu làm bằng thép SHBS.

Để giải quyết tình hình này, chúng tôi đã tiến hành một thí nghiệm tải trọng nén cho các sườn tăng cường bằng thép SBHS500 (cường độ chảy 500 N/mm²) để so sánh khả năng chịu tải của thép nhẹ SH4890Y (cường độ chảy 355 N/mm²) với thép tính năng cao SBHS500.

Với mỗi loại thép SBHS500 và SM490Y chuẩn bị hai mẫu (thông số độ mảnh $R_R=0,5$ và $1,2$). Thông số độ mảnh được định nghĩa như sau:

$$R_R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1 - \mu^2)}{4n^2\pi^2}}$$

Trong đó

b và t : Chiều rộng và chiều dày toàn bộ của sườn tăng cường

σ_y : Cường độ chảy

μ : Hệ số Poát-xông

n : Số bản bị sườn tăng cường phân chia

Ảnh 1 trình bày một mẫu thí nghiệm là một cột ống thép vuông có bốn sườn tăng cường chịu thí nghiệm tải trọng nén.

Hình 1 thể hiện mối quan hệ giữa tải trọng nén dọc trục P và chuyển vị nén dọc trục U . Trong hình vẽ, các trục thẳng đứng và nằm ngang được tiêu chuẩn hóa bằng lực dọc trục chảy P_y và chuyển vị chảy U_y . Các kết quả thí nghiệm cho thấy các cột ống thép SBHS có khả năng chịu tải trọng nén tương tự hoặc cao hơn so với các cột ống thép nhẹ.

Để sử dụng thép SBHS thiết kế tiêu chuẩn hóa, cần có được các thông tin xác suất thể hiện sự biến đổi khả năng chịu tải trọng của các bộ phận kết cấu. Theo đó, các kiểm tra được thực hiện áp dụng mô phỏng Monte Carlo với phân tích phần tử hữu hạn phi tuyến và phương pháp bề mặt ứng xử.

Hình 2 trình bày một ví dụ về kết quả thí nghiệm – mối quan hệ giữa thông số độ mảnh và cường độ tiêu chuẩn hóa của các sườn tăng cường²⁾. Trong hình trình bày cường độ giới hạn tới hạn (ULS) và cường độ giới hạn khai thác (SLS) thu được từ các mô phỏng Monte Carlo, với các dấu tròn biểu diễn giá trị cường độ trung bình, đường sai lệch phía trên và phía dưới dấu tròn thể hiện các giá trị tương ứng là 5% và 95%.

Hình 2 cũng thể hiện khả năng chịu tải trọng của thép SBHS500 và SM490Y thu được từ các thí nghiệm tải trọng nén dọc trục đã nêu và đường cong khả năng chịu tải trọng tiêu chuẩn (JSMB) nêu trong Tiêu chuẩn cho cầu đường bộ¹⁾ hiện hành.

Ảnh 1 Mẫu thí nghiệm nén sườn tăng cường bằng thép SBHS500 (thép cho các kết cấu cầu tính năng cao)

Hình 1 So sánh đường cong tải trọng – chuyển vị của thép SBHS500 và SM490Y chịu thí nghiệm tải trọng nén dọc trục

Hình 2 Cường độ giới hạn tới hạn và cường độ giới hạn khai thác của các sườn tăng cường kiểm tra bằng mô phỏng Monte Carlo

Nghiên cứu các mối nối bu-lông cường độ cao hợp lý hóa

Khả năng chịu uốn tới hạn của các dầm thép có mặt cắt đặc đạt tới mô-men uốn dẻo toàn phần. Vì thế, để thiết kế các liên kết bu-lông có mặt cắt đặc cần phải định nghĩa điều kiện tới hạn có thể giả định cường độ uốn của liên kết bu-lông đạt tới mô-men uốn dẻo toàn phần và kiểm tra phương pháp thiết kế có thể áp dụng dưới điều kiện tới hạn như vậy. Để phát triển một phương pháp thiết kế thỏa mãn các yêu cầu này, thí nghiệm tải trọng uốn được thực hiện cho liên kết bu-lông dầm I (Ảnh 2).

Hình 3 trình bày mối quan hệ giữa tải trọng tác dụng P chia bằng tải trọng P_y ở mô-men uốn dẻo toàn phần và biến dạng lỗ bu-lông không có thứ nguyên δ_b với đường kính dọc trục của bu-lông là d . Nếu 5% của biến dạng lỗ bu-lông tiêu chuẩn hóa δ_b/d được định nghĩa là một giới hạn cường độ tới hạn, từ hình vẽ này có thể thấy có thể giả định liên kết bu-lông có khả năng chịu tải lớn gấp tối thiểu 1,3 lần mô-men uốn chảy.

Nhìn chung, mô-men uốn dẻo toàn phần bằng khoảng 1,3 lần mô-men uốn chảy, do đó trong các trường hợp áp dụng định nghĩa cường độ giới hạn tới hạn, có thể thiết kế liên kết bu-lông có mặt cắt đặc. Nhóm công tác về Thiết kế hợp lý hóa sẽ thúc đẩy nghiên cứu nhằm làm rõ ứng xử của các liên kết bu-lông sau khi trượt bằng thực nghiệm và phân tích. Mục tiêu cuối cùng là tiêu chuẩn hóa một phương pháp thiết kế trạng thái giới hạn tới hạn hợp lý cho các bu-lông liên kết ma sát cường độ cao.

Ảnh 2 Thí nghiệm uốn cho liên kết bu-lông dầm I

Hình 3 Mối quan hệ giữa tải trọng tác dụng P/P_y và lượng chuyển vị lỗ bu-lông δ_b/d trong thí nghiệm uốn cho liên kết bu-lông dầm I

Xếp loại tải trọng của các cầu cũ cho bảo dưỡng

Ở nhiều nước, việc đánh giá hiệu suất của các cây cầu đã được xây dựng bằng các tiêu chuẩn thiết kế cũ và thể hiện bất kỳ hư hại và phá hủy hiệu suất đã trở thành một nhiệm vụ cấp bách. Nhật Bản cũng không phải ngoại lệ. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã kiểm tra việc xếp loại tải trọng để đánh giá hiệu suất của các cầu cũ.

Hình 4 thể hiện một cầu dầm I liên hợp giản đơn được lựa chọn làm trường hợp nghiên cứu. Cầu được xây dựng đầu những năm 1970 và được thiết kế dựa trên phương pháp thiết kế ứng suất cho phép với hoạt tải thiết kế (L20) của tiêu chuẩn thiết kế cũ.

Xếp loại tải trọng được tiến hành bằng cách sử dụng hoạt tải B được nêu trong *Tiêu chuẩn cho cầu đường*

bộ như tải trọng thiết kế và hệ số xếp loại RF được tính toán bằng phương trình sau:

$$RF = \frac{C - \gamma_a D}{\gamma_l (L + IM)}$$

Trong đó:

C : Cường độ

D và L : Các hiệu ứng tĩnh tải và hoạt tải

IM : Hệ số động lực học cho phép

γ_a và γ_l : Các hệ số tĩnh tải và hoạt tải

Hình 5 trình bày kết quả tính toán các giá trị RF cho cường độ uốn của dầm I. Các giá trị RF được tính toán cho bốn tình huống khác nhau (SHB cũ: Tiêu chuẩn cho cầu được bộ³⁾; SHB hiện hành: Tiêu chuẩn cho cầu được bộ¹⁾; JSCE SSSCS: Tiêu chuẩn kỹ thuật cho kết cấu thép và liên hợp⁴⁾; và AASHTO: AASHTO MBE⁵⁾).

Cầu được lựa chọn làm ví dụ tính toán được thiết kế phù hợp với SHB cũ sử dụng phương pháp thiết kế ứng suất cho phép với hệ số an toàn bằng 1,7. Sau đó, hoạt tải thiết kế được thay đổi từ TL-20 sang hoạt tải B và vì thế giá trị RF hiện dùng để xếp loại tải trọng giảm xuống còn 1,0.

Tuy nhiên, vì hệ số an toàn thực được giảm xuống do có sự sửa đổi bằng phương pháp hệ số an toàn từng phần trong SHB hiện hành nên giá trị RF gần bằng 1,0. Trong JSCE SSSCS và AASHTO MBE, vì mô-men uốn dẻo toàn phần được lấy làm khả năng chịu uốn nên giá trị RF sẽ lớn hơn.

Vì đây là các chủ đề nghiên cứu trong tương lai nên cần nắm được cấp độ tải trọng giao thông cụ thể tại khu vực và đánh giá cấp độ an toàn của các cầu cũ có xét tới các kết quả kiểm tra định kỳ. Nhóm làm việc về Thiết kế hợp lý hóa sẽ cố gắng thực hiện các nhiệm vụ khẩn cấp trong và sau năm tài chính 2019.

Hình 4 Bản vẽ mặt cắt ngang của cầu được chọn là ví dụ nghiên cứu (dầm I liên hợp giản đơn nhịp dài 34,4m)

Hình 5 Các kết quả tính toán giá trị RF gắn liền với cường độ uốn

Tài liệu tham khảo

- 1) Hiệp hội Đường bộ Nhật Bản: Tiêu chuẩn cho cầu đường bộ, Maruzen, 2017 (Bằng tiếng Nhật).
- 2) Rahman, Md., Okui, Y., Shoji, T., Komuro, M.: Cường độ oằn tới hạn xác suất của các sườn tăng cường xét tới thép dày và tính năng cao, Tạp chí Nghiên cứu thép xây dựng, Số 138, trang 184-195, 2017.

- 3) Hiệp hội Đường bộ Nhật Bản: Tiêu chuẩn cho cầu đường bộ, Maruzen, 1956 (Bằng tiếng Nhật).
- 4) Hội Kỹ sư công trình Nhật Bản (JSCE): Tiêu chuẩn kỹ thuật cho kết cấu thép và liên hợp, 2007.



Yoshiaki Okui: After graduating from the Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, he joined Kawasaki Heavy Industries, Ltd. in 1985. Then he served as associate professor at Saitama University in 1993 and visiting researcher at Delft University of Technology in Netherlands in 1996. He assumed his current position as professor at Saitama University in 2009. His profession covers structural engineering and bridge engineering.



Photo 1 Stiffening plate compressive test specimen prepared using SBHS500 (steel for bridge high-performance structures)

Fig. 1 Comparison of Load-Displacement Curve between SBHS500 and SM490Y in Axial Compressive Loading Test

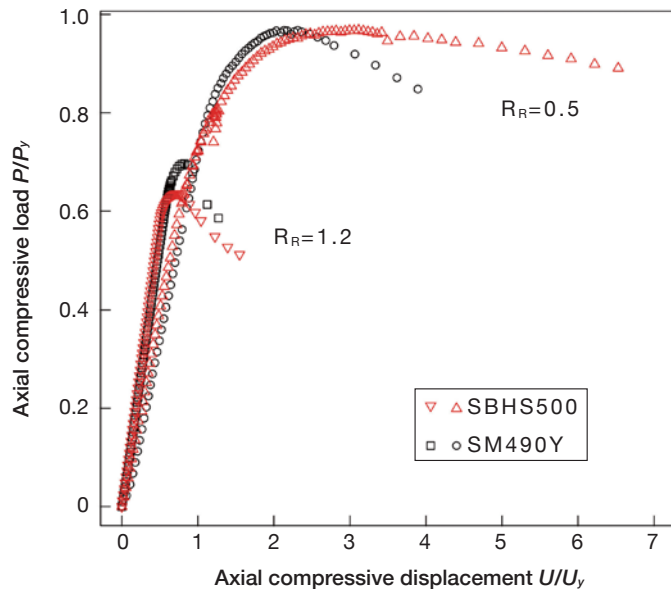


Fig. 2 Ultimate Limit Strength and Serviceability Limit Strength of Stiffening Plates Examined by Means of Monte Carlo Simulations

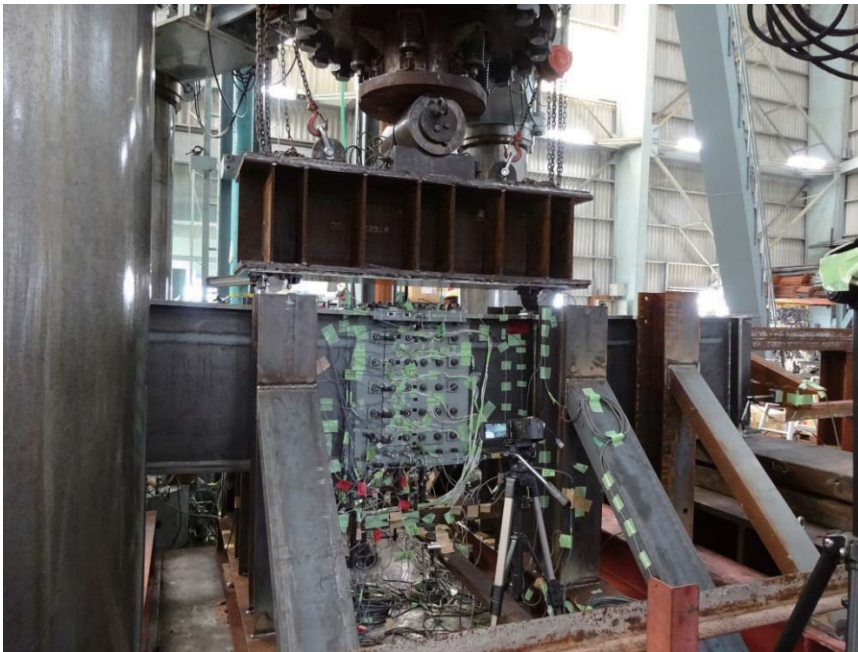
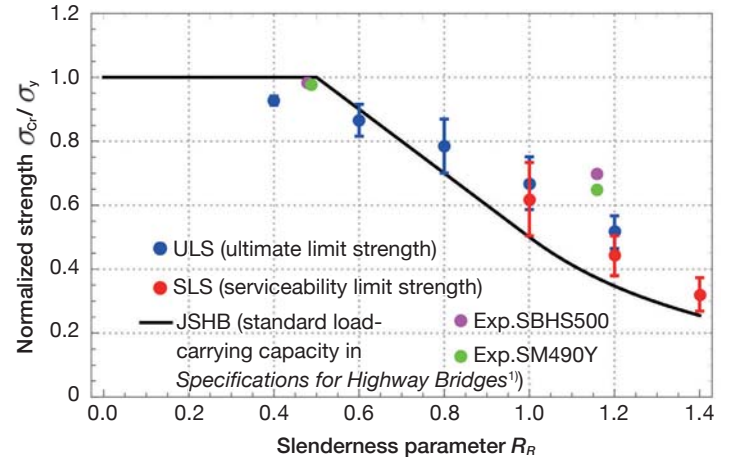


Photo 2 Flexural bending test for I-girder bolt joint

Fig. 3 Relationship between Applied Load P/P_y and Bolt Hole Displacement Amount δ_b/d in Flexural Bending Test for I-girder Bolt Joint

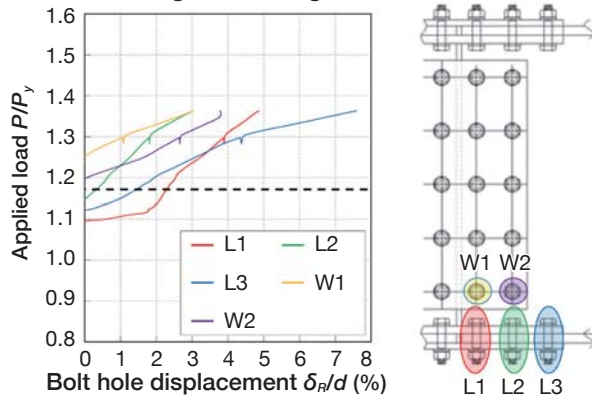


Fig. 4 Sectional Drawing of the Bridge Targeted in Case Study (Simply-supported Composite I-girder; Span: 34.4 m)

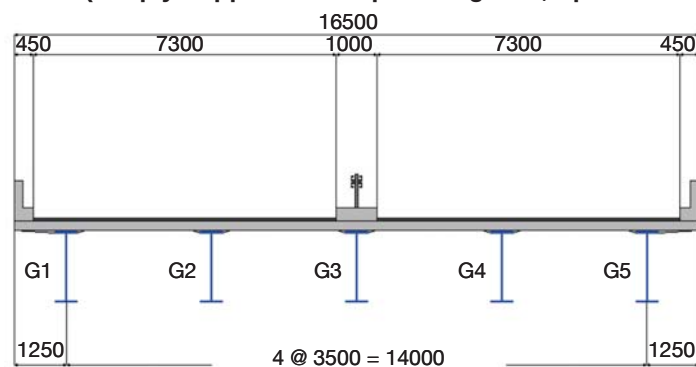
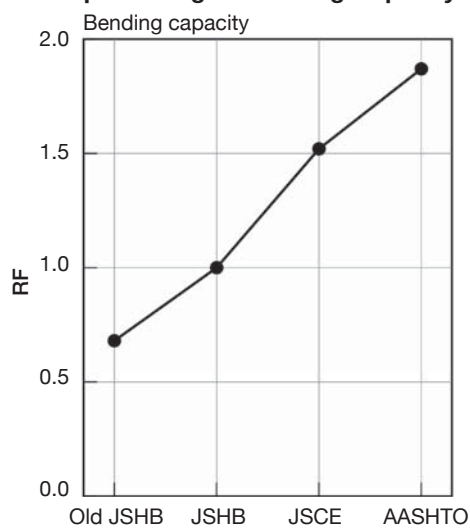


Fig. 5 Results of Calculation of RF Values pertaining to Bending Capacity



(Trang 9-11)

Hướng tới những cây cầu thép có độ bền cao và có tuổi thọ dài hơn (4)

Nâng cao cường độ chịu mỏi của cầu thép và Đánh giá hiệu quả sửa chữa và tăng cường cầu

Tác giả Kengo Anami

Trưởng nhóm nghiên cứu Cường độ mỏi của cầu thép,
Ủy ban nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi
thọ khai thác dài hơn, giáo sư đại học Saitama

Gần đây ở Nhật Bản đã xuất hiện nhiều loại vấn đề mỏi khác nhau của cầu thép. Để kéo dài tuổi thọ khai thác của cầu, trong tương lai cần nâng cấp hơn nữa các phương pháp nâng cao cường độ mỏi và bảo dưỡng có hiệu quả bao gồm cả sửa chữa và tăng cường.

Nhằm mục tiêu này, Nhóm nghiên cứu Cường độ mỏi của cầu thép thuộc Ủy ban nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn được thành lập trong Hội Xây dựng thép Nhật Bản. Nhằm thu thập các thông tin có lợi cho tuổi thọ khai thác dài hơn của cầu thép từ quan điểm các vấn đề mỏi, Nhóm làm việc đã thúc đẩy các kiểm tra liên quan đến ba nhiệm vụ sau trong việc tăng cường cường độ mỏi:

- Phương pháp tăng cường cường độ mỏi bằng biện pháp xử lý chân đường hàn
- Phương pháp nâng cao hiệu quả kiểm tra nứt mỏi
- Phương pháp đánh giá hiệu quả của việc sửa chữa và tăng cường các vết nứt mỏi.

Nội dung sau đây trình bày tóm tắt về việc kiểm tra và nghiên cứu trong nhiệm vụ thứ nhất và thứ ba:

Kiểm tra các phương pháp nâng cao cường độ mỏi bằng biện pháp xử lý chân đường hàn

Xử lý bề mặt là một trong các phương pháp nâng cao cường độ mỏi của các liên kết hàn, và có sự tăng lên đáng kể các ví dụ áp dụng cho cầu thép, cụ thể là cho các cầu cũ. Trong nghiên cứu này, các kiểm tra thực nghiệm liên quan đến hiệu quả thu được từ xử lý bề mặt được tiến hành: ảnh hưởng của xử lý thổi sau xử lý bề mặt và trước khi sơn phủ, ảnh hưởng của dao động ứng suất lớn cả tỷ số giữa ứng suất cực đại với ứng suất cực tiểu, dự đoán xuất hiện do ứng suất tải trọng tĩnh.

Hình 1 trình bày các mẫu thí nghiệm mỏi tấm đệm ngoài mặt phẳng. Các sản phẩm thép sử dụng cho thí nghiệm là SM490 (thép cán cho các kết cấu hàn) và SBHS500 (thép cho kết cấu cầu tính năng cao. Xử lý

bề mặt được thực hiện cho các kiểm tra này bao gồm cả xử lý tác độ siêu âm(UIT), bề mặt búa kim loại cơ bản (HP) và bề mặt mũi kiểm gió (PPP). Xử lý thổi bằng thổi mặt kim loại được tiến hành ở nhà máy chế tạo cầu kiện cầu dưới các điều kiện áp dụng thông thường. Một thí nghiệm mỏi uốn tầm được tiến hành với hai tỷ số ứng suất $R=0$ và $R=0,5$.

Hình 2 trình bày các ví dụ của kết quả thí nghiệm mỏi. Dưới tất cả các điều kiện thí nghiệm, không quan sát thấy sai khác giữa cường độ mỏi của các biện pháp xử lý bề mặt khác nhau.

Trong thí nghiệm mỏi được thực hiện với tỷ số ứng suất $R=0$, cả các mẫu thử hàn và mẫu thử được xử lý bề mặt, không có sự khác biệt về cường độ mỏi trước và sau khi thổi, và quan sát được hiệu quả đáng kể của các xử lý bề mặt làm tăng cường cường độ mỏi. Còn trong thí nghiệm có tỷ số ứng suất $R=0,5$ khi giới hạn mỏi của các mẫu thử có xử lý bề mặt được nâng cao hơn các mẫu thử chỉ hàn, thì ảnh hưởng của xử lý bề mặt đến việc tăng cường cường độ mỏi giảm mạnh khi so sánh với trường hợp thí nghiệm với tỷ số ứng suất $R=0$.

Hiện nay đang tiến hành thu thập các số liệu từ các thí nghiệm và các kết quả của các thí nghiệm mỏi đã có được để kiểm tra đường cong S-N thiết kế sau khi xử lý bề mặt.

Hình 1 Các mẫu thí nghiệm và thí nghiệm mỏi

Hình 2 Các kết quả thí nghiệm mỏi (mẫu thử SBHS500)

Kiểm tra các phương pháp đánh giá hiệu quả của sửa chữa và tăng cường các vết nứt mỏi

Phương pháp lỗ chặn và tăng cường tấm (dài) tăng cường cho các vết nứt mỏi của cầu thép được áp dụng như các phương pháp sửa chữa và tăng cường đại diện. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã kiểm tra phương pháp đánh giá hiệu quả thu được của việc áp dụng hai phương pháp đã nêu.

• Kiểm tra phương pháp đánh giá hiệu quả của phương pháp lỗ chặn

Trong phương pháp lỗ chặn (SH), việc kéo dài thêm các vết nứt được ngăn chặn bằng việc tạo ra một lỗ tròn ở chân vết nứt. Vì thế, có ít kiểm tra được tiến hành cho các vết nứt chạy dọc theo chân đường hàn. Trong nghiên cứu này, các thí nghiệm và phân tích được thực hiện tập trung vào các vết nứt xuất hiện dọc theo chân đường hàn để kiểm tra khả năng áp dụng của phương pháp SH và phương pháp đánh giá cho cường độ mỏi sau khi áp dụng phương pháp SH.

Hình 3 trình bày các mẫu thử thí nghiệm mỏi (mẫu

thử liên kết hàn chữ thập không chịu tải trọng: mẫu thử chữ H có lỗ, mẫu thử SH có lỗ chặn và lỗ chèn).

Trong nghiên cứu này, vì bố trí lỗ chặn ở chân đường hàn nên chuẩn bị hai mẫu thí nghiệm để tránh sự chồng chéo tập trung ứng suất xuất hiện ở mỗi hàn do có lỗ chặn – các mẫu thử có tâm lỗ chặn nằm cách chân đường hàn lần lượt 1mm và 5mm. Nứt mỗi xuất hiện tại vị trí điểm cắt của lỗ chặn và chân ở mẫu thử thứ nhất, và xuất hiện tại đỉnh lỗ chặn hoặc ở chân của phía dự phòng của đỉnh lỗ chặn ở mẫu thử thứ hai, và vị trí xuất hiện trong nghiên cứu này là phù hợp với vị trí xuất hiện ứng suất cực đại trong phân tích FEM cho hai mô hình mẫu thử trên.

Hình 4 thể hiện các kết quả thí nghiệm mỗi sắp xếp theo phạm vi ứng suất cục bộ của vị trí xuất hiện nứt mỗi ở trên. Không có sự khác biệt lớn giữa các kết quả thí nghiệm mỗi cho lần lượt các mẫu thử. Hơn nữa, các kết quả thí nghiệm mỗi phù hợp cơ bản với các kết quả của các mẫu thử có sẵn lỗ chặn với vết nứt được giả định xuất hiện tại chân đường hàn và lan ra tấm phẳng.

Các kết quả thí nghiệm này được tổ chức trong phạm vi ứng suất cục bộ xét tới sự tập trung ứng suất trên các đường hàn và sự tập trung ứng suất do sử dụng phương pháp SH. Kết quả là ngay cả khi sử dụng phương pháp SH để ngăn chặn nứt ở chân đường hàn thì vẫn có thể đánh giá được hiệu quả sửa chữa của phương pháp SH giống với cách áp dụng phương pháp SH khi có đầu vết nứt ở tấm phẳng thông thường.

Hình 3 Các mẫu thí nghiệm kéo có lỗ chặn

Hình 4 Các kết quả thí nghiệm kéo

• Kiểm tra phương pháp đánh giá hiệu quả áp dụng tăng cường tấm tăng cường

Tăng cường bằng tấm (dài) tăng cường là một phương pháp đã được áp dụng rộng rãi để tăng cường nứt mỗi. Để cải tiến hơn việc tăng cường bằng tấm tăng cường cần thiết lập một phương pháp thiết kế cho các tấm tăng cường và một phương pháp để kiểm chứng thiệt hại áp dụng sau khi tăng cường. Trong nghiên cứu này, chú ý đến hệ số tập trung ứng suất (α_{SH}) của lỗ chặn đặt dưới các tấm tăng cường có mối liên quan trực tiếp tới hiệu quả tăng cường nên chúng tôi đã kiểm tra một phương trình ước lượng α_{SH} và một phương pháp ước tính ứng suất lỗ chặn từ các biến dạng xuất hiện ở tấm tăng cường.

Đầu tiên, chúng tôi tiến hành các thí nghiệm kéo dọc trục (Hình 5(c)) và các phân tích FEM cho mẫu thí nghiệm (Hình 5(a) và (b)) bằng thông số kích thước của kết cấu tấm tăng cường. Hình 5(e) trình bày α_{SH} trước khi xuất hiện trượt tấm tăng cường. Có thể thấy ,

hệ số tập trung ứng suất α_{SH} giảm mạnh khi có tấm tăng cường ở mỗi trường hợp thông số mẫu thí nghiệm còn cấp độ giảm phụ thuộc vào kích thước của tấm.

Tiếp theo, chúng tôi phân tích nhiều trường hợp tập trung ứng suất trên các lỗ chặn hơn bằng phương pháp số học tương tự như trình bày ở trên. Dựa vào kết quả phân tích, chúng tôi chú ý tới hiệu quả giảm ứng suất f_1 do phát triển diện tích nứt khi sử dụng tấm tăng cường và hiệu quả triệt tiêu độ mở rộng vết nứt (hiệu ứng liên kết chéo) f_2 khi sử dụng các tấm tăng cường, dẫn tới hai đề xuất sau: một phương trình ước tính mối quan hệ giữa kích thước tấm tăng cường và hệ số tập trung ứng suất α_{SH} (Hình 6) và phương pháp thiết kế hợp lý hóa cho các tấm tăng cường.

Ngoài ra, chúng tôi đã tổ chức mối quan hệ giữa các ứng suất của lỗ chặn và tấm tăng cường, từ đó đưa ra một đề xuất: một phương pháp ước tính biến dạng xuất hiện ở một lỗ chặn từ các giá trị biến dạng đo được ngay ở phía trên lỗ chặn (Hình 7). Hình 6 trình bày sự so sánh về tập trung ứng suất ở lỗ chặn và Hình 7 thể hiện sự so sánh về biến dạng ở các lỗ chặn khi không xiết bu-lông trên lỗ chặn.

Trong nghiên cứu này, có thể đưa ra phương trình ước tính α_{SH} có độ chính xác cao và một phương pháp khẳng định hiệu quả của các tấm tăng cường trong việc tăng cường chống nứt nhờ sử dụng biến dạng ở điểm xem xét. Trong tương lai, chúng tôi dự kiến áp dụng rộng rãi các đề xuất để đánh giá hiệu quả của tăng cường tấm tăng cường trong các điều kiện ứng suất phức tạp hơn và các điều kiện gần hơn với các cầu trong thực tế.

Hình 4 Các thí nghiệm kéo

(a) Mẫu thí nghiệm kéo

(b) Các thông số hình học của mẫu thí nghiệm

(c) Thí nghiệm kéo

(d) Mô hình phân tích FEM

(e) Tập trung ứng suất trên các lỗ chặn

Hình 6 So sánh sự tập trung ứng suất trong các thí nghiệm lỗ chặn

Hình 7 So sánh biến dạng xuất hiện trong các lỗ chặn (Phương trình 2, FEM)



Kengo Anami: After graduating from the School of Engineering, Tokyo Institute of Technology in 1993, he served as research associate at Lehigh University in the US in 2001 and as associate professor at Shibaura Institute of Technology in 2008. He assumed his current position as professor at the Department of Civil Engineering, Shibaura Institute of Technology in 2014. His profession covers steel structures and their maintenance.

Fig. 1 Test Specimens and Fatigue Tests

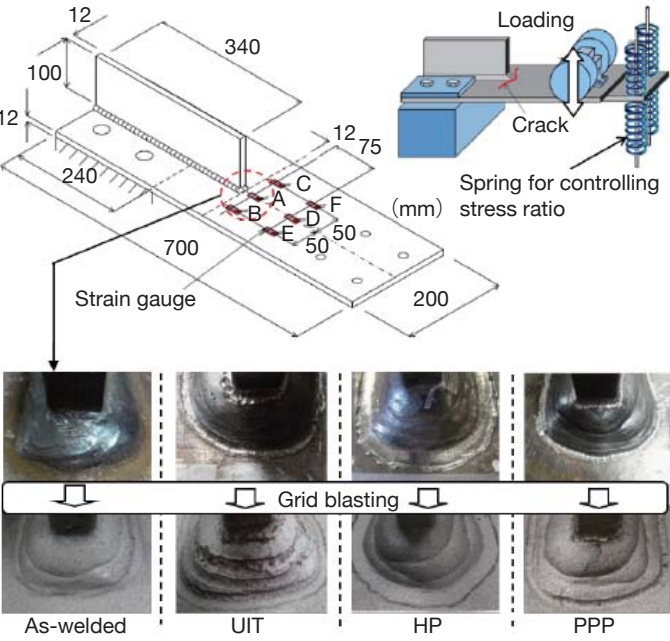


Fig. 2 Fatigue Test Results (SBHS500 Specimen)

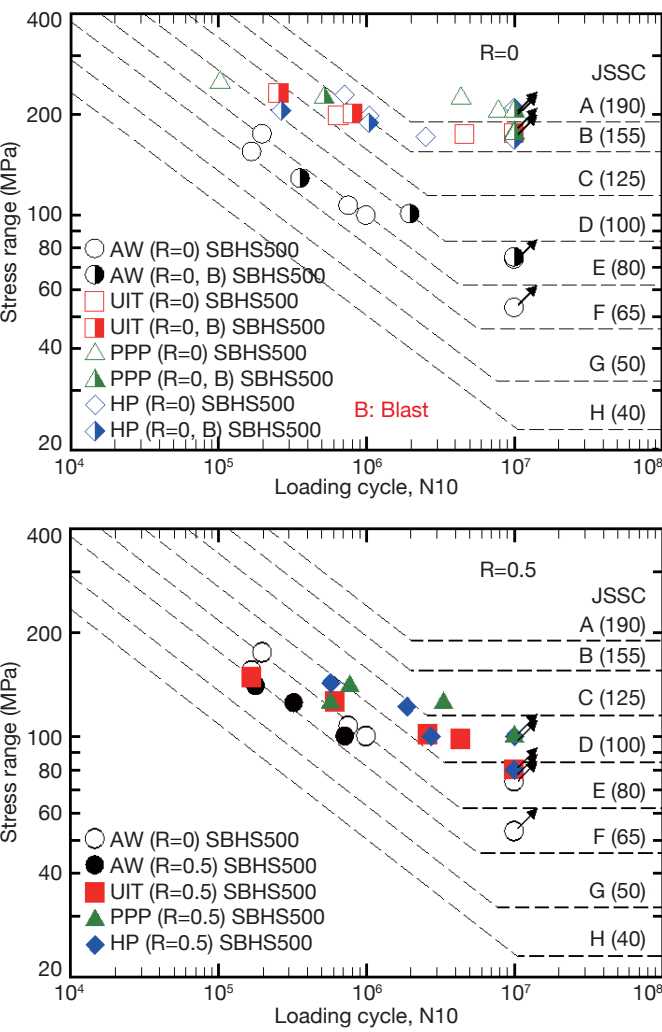


Fig. 3 Tension Test Specimens with Stop Holes

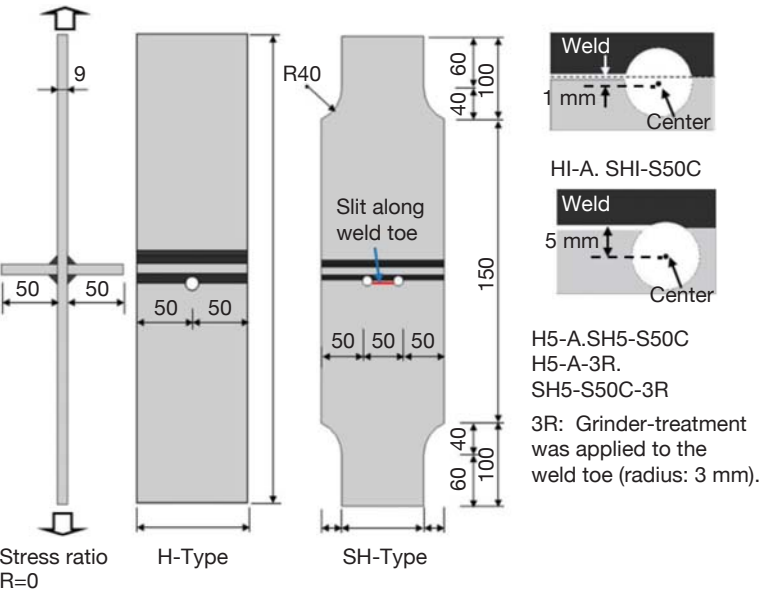


Fig. 4 Fatigue Test Results

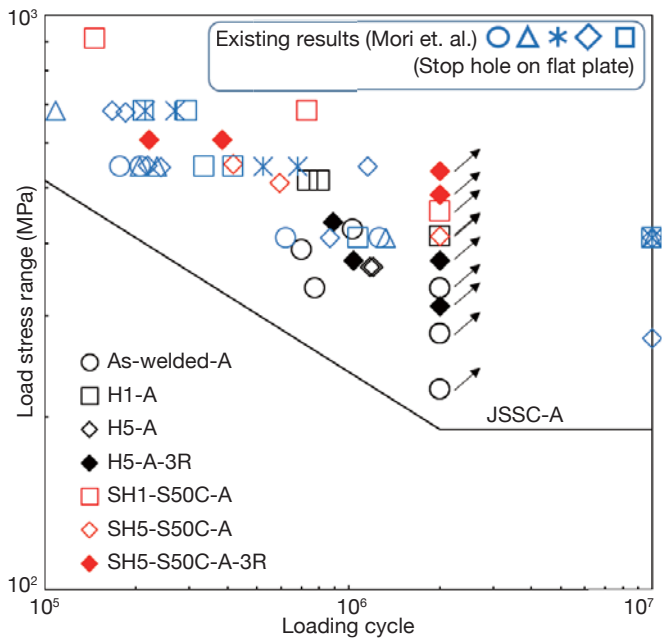


Fig. 5 Tension Tests

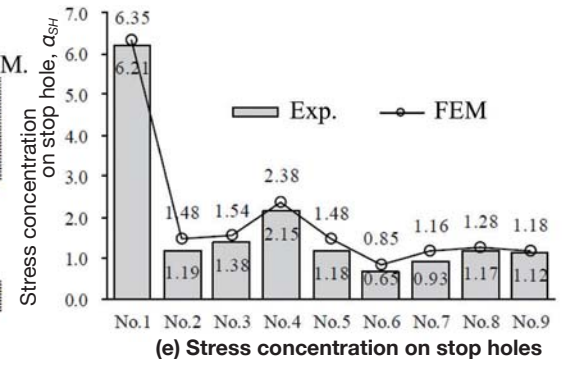
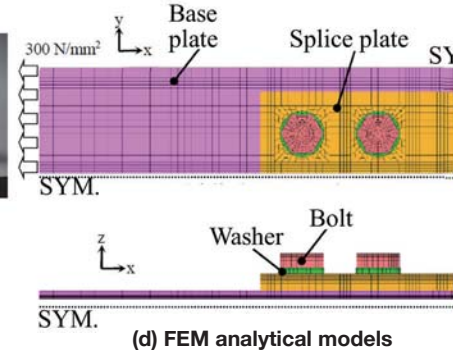
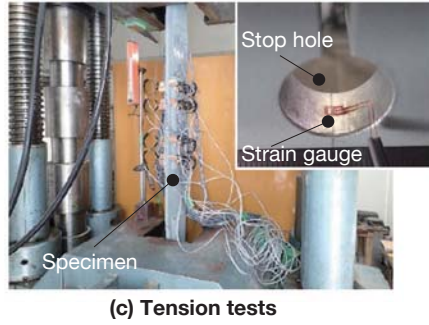
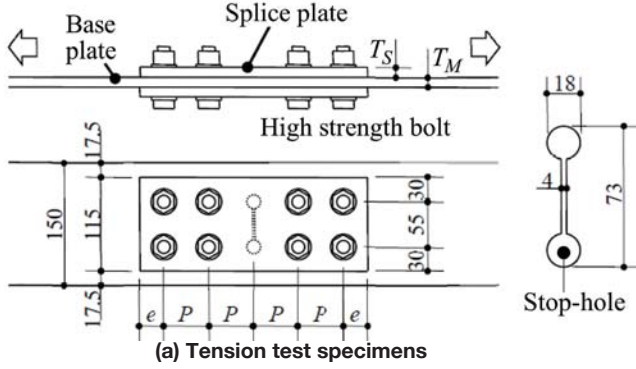


Fig. 6 Comparison of Stress Concentrations on Stop Holes (Eq. 1 and FEM)

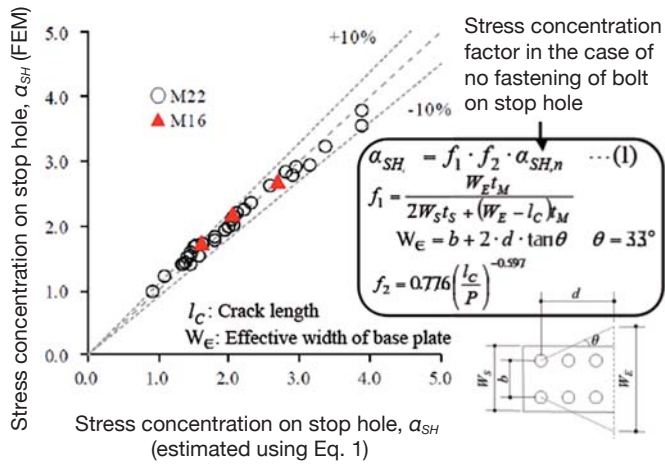
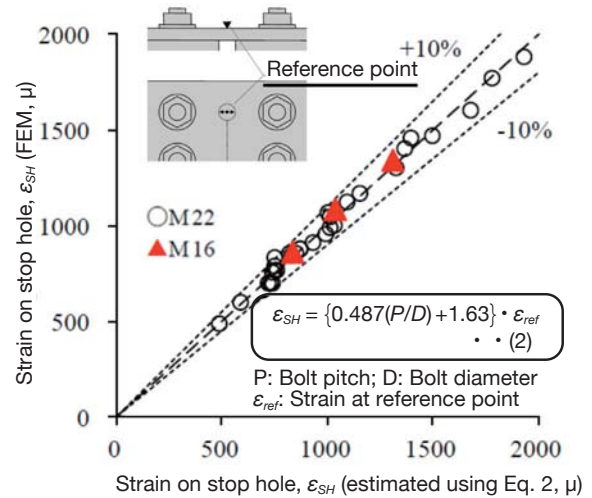


Fig. 7 Comparison of Strains Occurring in Stop Holes (Eq. 2, FEM)



(Trang 12-14)

Hướng tới những cây cầu thép có độ bền cao và có tuổi thọ dài hơn (5)

Khả năng ứng dụng và bảo dưỡng cầu thép chịu thời tiết và các phương pháp sửa chữa rỉ cầu thép

Tác giả Eiji Iwasaki

Trưởng nhóm công tác về Ăn mòn và độ bền của cầu thép, Ủy ban nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn, giáo sư đại học Công nghệ Nagaoka

Với các cầu thép, ngoài đề xuất một phương pháp hiệu quả chống lại ăn mòn xét tới chi phí vòng đời (LCC) nhỏ nhất và các hợp lý khác về kinh tế, còn có yêu cầu đề xuất một công nghệ bảo dưỡng giúp ngăn chặn hiệu quả sự suy giảm hiệu suất do ăn mòn.

Để giải quyết tình hình này, xét tới việc giảm chi phí bảo vệ chống ăn mòn và công nghệ chống hư hỏng và phá hoại do ăn mòn gây ra, cần kiểm tra ngay các nhiệm vụ sau đây: áp dụng thép chịu thời tiết cho xây dựng cầu giúp làm giảm LCC dưới các môi trường ăn mòn phù hợp và công nghệ bảo dưỡng các cầu bằng thép chịu thời tiết; một phương pháp nâng cao sức kháng chống ăn mòn và độ bền của cầu thép, một phương pháp áp dụng các vật liệu chống ăn mòn, một phương pháp duy trì và khôi phục sự làm việc chống ăn mòn của các cầu thép.

Vì vậy, Nhóm công tác về Ăn mòn và độ bền của cầu thép của Ủy ban nghiên cứu Cầu thép bền vững hơn và có tuổi thọ khai thác dài hơn thành lập trong Hội Xây dựng thép Nhật Bản đã thúc đẩy nghiên cứu về khả năng áp dụng và công nghệ bảo dưỡng của các cầu bằng thép chịu thời tiết, các biện pháp chống ăn mòn cầu thép. Sau đây xin giới thiệu một số thành tựu đã đạt được:

Áp dụng và bảo dưỡng các cầu bằng thép chịu thời tiết

• Khả năng áp dụng của cầu bằng thép chịu thời tiết ở các khu vực có phun muối làm tan băng

Trong các khu vực lạnh và có tuyết rơi, hư hỏng ăn mòn do rò rỉ nước mưa chứa muối làm tan băng xuất hiện trong nhiều cầu thép. Ngoài ra, đã ghi nhận được các ví dụ về ăn mòn do phun rỉ muối làm tan băng từ mặt đường.

Do đó, các cây cầu thép được xây dựng ở những khu vực mà lượng muối trong không khí từ biển thấp

hơn, chúng tôi đã khảo sát lượng muối bị khử mặn, lượng muối bay vào đầm cầu thép và mất độ ăn mòn của thép tấm. Vì mục đích đó, thiết bị tích tụ muối bay và các mẫu thử sản phẩm thép bị phơi nhiễm được bố trí như trong hình 1.

Hình 1 trình bày mối quan hệ giữa lượng muối phun rải trên mặt đường và lượng muối bay trên lớp mặt của bản cánh dưới của đầm. Có thể giả định lượng muối bay xấp xỉ trên đầm cầu từ phương trình quan hệ trong hình vẽ. Hình 2 trình bày mối quan hệ giữa lượng muối bay làm tan băng và mất mát chiều dày tấm thép do ăn mòn trong 1 năm. Hình vẽ cũng thể hiện mối quan hệ giữa lượng muối bay lên từ biển và mất mát ăn mòn nêu trên ¹⁾. Tuy có sự khác biệt về lượng muối bay từ biển lên và từ muối làm tan băng, mối quan hệ giữa lượng muối bay và sự mất mát do ăn mòn là giống nhau như thể hiện trên hình vẽ.

Ảnh 1 Bố trí thu thập muối bay và các miếng thí nghiệm sản phẩm thép phơi

Hình 1 Lượng muối phun làm tan băng và lượng muối bay rơi trên đầm

Hình 2 Lượng muối làm tan băng bay lên và mất mát chiều dày tấm do ăn mòn

• Các ví dụ nghiên cứu điều tra dàn, vòm, các dạng cầu khác bằng thép chịu thời tiết

Chúng tôi đã thu thập các ví dụ về hư hỏng và biện pháp xử lý cho các cầu dầm I và dầm hộp bằng thép chịu thời tiết. Tuy nhiên, thông tin về các ví dụ phá hoại của các cầu dàn và cầu vòm như trong Hình 2 không nhiều. Các khảo sát đã có cho thấy các cầu đường bộ chiếm 92% các cầu bằng thép chịu thời tiết, cầu đường sắt chiếm 4% và các cầu khác chiếm 4%, có thể tỷ lệ cao của các cầu đường bộ. Theo đó, rõ ràng các cầu dạng đặc biệt chỉ chiếm khoảng 9% trong số các cầu bằng thép chịu thời tiết.

Ngoài ra, chúng tôi cũng tiến hành điều tra các chi tiết kết cấu và sự làm việc chống ăn mòn của 27 cầu bằng thép chịu thời tiết xây dựng ở khu vực bờ vịnh Thái Bình Dương. Theo các kết quả khảo sát, không tìm thấy các vấn đề hư hỏng của các cầu xây dựng tại các vị trí xa biển, và phát hiện thấy rỉ bong tróc ở các cầu xây dựng gần biển. Vì vậy, cần khẳng định các điều kiện ăn mòn ở nút, neo và mặt cắt ngầm của cầu bằng việc mở rộng mục tiêu điều tra cho các cầu gần biển và nằm trong khu vực rỉ muối làm tan băng.

Ảnh 2 Các cầu dạng đặc biệt xây dựng bằng thép chịu thời tiết

- **Kiểm tra các phương pháp xác định điều kiện ăn mòn của thép chịu thời tiết bằng quá trình chụp ảnh**

Trong khi thép chịu thời tiết có khả năng bảo vệ chống ăn mòn nhờ rỉ bảo vệ, có những trường hợp rỉ bảo vệ không tạo ra được phụ thuộc vào môi trường ăn mòn. Vì vậy, cần phải đánh giá các điều kiện ăn mòn bằng phương pháp kiểm tra. Việc rỉ bảo vệ có tạo ra hay không được đánh giá với kiểm tra bằng mắt sự xuất hiện của rỉ. Tuy nhiên, khi áp dụng các kiểm tra bằng mắt, có nhiều sai khác trong đánh giá phụ thuộc vào người kỹ sư thực hiện công tác.

Để hạn chế các kết quả không đồng đều, chúng tôi đã kiểm tra một phương pháp đánh giá các điều kiện ăn mòn bằng quá trình chụp ảnh rỉ xuất hiện trong thí nghiệm bằng giấy kính cellophane. Với phương pháp này, các điều kiện ăn mòn được đánh giá từ kích cỡ các vảy rỉ, nhưng khi số lượng các vảy rỉ chồng đè nhiều như thể hiện trên Hình 3 thì cần tiến hành đánh giá chính xác. Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi đã kiểm tra phương pháp cắt với các vảy rỉ chồng đè và thấy có thể đưa ra đường kính của các vảy rỉ mà hầu như không xuất hiện rỉ bong tróc.

Hình 3 Các vảy rỉ chồng đè

Biện pháp chống ăn mòn cầu thép

- **Chuẩn bị và áp dụng bản đồ ăn mòn sử dụng mô hình ba chiều**

Hầu hết các ghi chép và đánh giá về điều kiện ăn mòn ở giai đoạn điều tra đã chứng tỏ trình độ của kỹ sư thực hiện điều tra. Ngoài ra, vì bản đồ ăn mòn hiện đang sử dụng được chuẩn bị bằng các mô hình hai chiều và ảnh chụp nên chưa thể thiết lập được một phương pháp thực tế có thể hiện tương quan đặc trưng các điều kiện ăn mòn với nguyên nhân ăn mòn. Để thực hiện bảo dưỡng trong tương lai cho các cầu thép, cần kiểm tra được một phương pháp hiệu quả để ghi chép các điều kiện ăn mòn trong quá trình kiểm tra và để không chế được các thông tin có liên quan.

Để xử lý các vấn đề này, chúng tôi đã chuẩn bị một bản đồ ăn mòn ba chiều (Hình 4). Đặc biệt là chúng tôi đã chuẩn bị bản đồ ăn mòn ba chiều bằng các ảnh ba chiều để khẳng định sự ăn mòn biểu diễn bằng hình ảnh mặt cắt bị ăn mòn, vốn được đưa ra làm một phương pháp tích hợp các thông tin bảo dưỡng và một hạng mục để đào tạo các kỹ sư kiểm tra.

Có thể được dùng bản đồ các cấp độ và phạm vi ăn mòn ba chiều để xác định nguyên nhân ăn mòn và áp dụng để kiểm tra các chăm sóc cần thực hiện khi bảo dưỡng. Hơn nữa, phương pháp này có thể dùng làm

một công cụ hiệu quả để đào tạo các kỹ sư kiểm tra giải thích các chăm sóc được tiến hành bằng phương pháp điều tra ăn mòn và các phương pháp về cách áp dụng thông tin bản đồ ăn mòn ba chiều.

Hình 4 Bản đồ ăn mòn ba chiều

- **Các phương pháp đánh giá cường độ dư của đầu dầm bị ăn mòn và phục hồi công năng còn lại**

Phá hoại ăn mòn tại các đầu dầm có tần suất xuất hiện phá hoại ăn mòn cao, và thực tế có khoảng 40% tổng phá hoại ăn mòn xuất hiện ở khu vực này. Với các mặt cắt bị phá hoại ăn mòn, chiều dày tấm còn lại được đo và cường độ còn lại được đánh giá dựa trên ác kết quả đo đạc, sau đó kiểm tra các phương pháp sửa chữa và tăng cường các mặt cắt bị ăn mòn.

Tuy nhiên, vẫn có những băn khoăn trong mỗi bước nêu trên. Vì vậy, chúng tôi đã kiểm tra phương pháp đo đặc chiều dày tấm còn lại bằng dòng điện xoáy mà không cần xử lý bề mặt như cạo rỉ (Xem Hình 5). Ngoài ra, chúng tôi áp dụng phương pháp phân tử hữu hạn dựa trên phân tích chuyên vị hữu hạn đàn – dẻo để kiểm tra phương pháp đánh giá cường độ cắt cho các đầu dầm nơi xuất hiện ăn mòn cục bộ. Áp dụng phương pháp sửa chữa sử dụng sợi các-bon để tăng cường cường độ suy giảm ở các cạnh dầm do mất mats ăn mòn gây ra, chnsg tôi còn kiểm tra cơ chế nâng cao cường độ cho các đầu dầm bị ăn mòn.

Hình 4 Phân bố chiều dày tấm còn lại ở các đầu bản bụng dầm

- **Kiểm tra các bản chống ăn mòn đa chức năng để cải thiện môi trường ăn mòn**

Đã có một số nhóm phát triển các bản chống ăn mòn đa chức năng. Các bản này không chỉ đóng vai trò làm giá đỡ mà còn loại bỏ các yếu tố ăn mòn để cải thiện môi trường ăn mòn xung quanh các dầm cầu. (Tham khảo Hình 6 và Ảnh 3).

Chúng tôi đã kiểm tra hiệu suất cần thiết của các tấm chống ăn mòn đa năng. Chúng tôi cũng kiểm tra ưu thế kinh tế bằng cách so sánh LCC của hai cầu có và không sử dụng bản. Ngoài ra, chúng tôi giới thiệu các kết quả thí nghiệm kiểm chứng hiệu suất để khẳng định sự bảo vệ chống ăn mòn của bản.

Thí nghiệm kiểm chứng hiệu suất cho thấy rõ ràng rất nhiều hiệu quả có được nhờ sử dụng bản bảo vệ chống ăn mòn đa chức năng: ngăn chặn muối bay hơn và giảm thời gian ướt bên trong bản. Hơn nữa, kết quả thí nghiệm phơi sản phẩm thép cho thấy hiệu suất chống ăn mòn cao của bản.

Tuy nhiên, các bản chưa được dùng cho các cầu thật trong thời gian dài, và công nghệ này vẫn có ít ví dụ kiểm chứng hiệu suất trong các ứng dụng thực tế. Vì vậy, vẫn còn có nhiệm vụ khi sử dụng các bản chống ăn mòn đa chức năng, vẫn cần tiếp tục kiểm tra các ứng dụng thực tế của bản.

Hình 6 Bản chống ăn mòn đa chức năng

Ảnh 3 Bên trong bản bảo vệ chống ăn mòn đa chức năng

Tài liệu tham khảo

- 1) Viện Nghiên cứu các công trình công cộng của Bộ Xây dựng, Câu lạc bộ Kozai và Hiệp hội Cầu Nhật Bản: Báo cáo nghiên cứu hợp tác về ứng dụng thép chịu thời tiết cho cầu XVIII, 2003 (Bằng tiếng Nhật)



Eiji Iwasaki: After finishing the doctoral course at the Graduate School, Nagaoka University of Technology in 1990, he served as associate professor of Nagaoka University of Technology. He assumed his current position as professor, Graduate School of Nagaoka University of Technology in 2012. His profession covers structural engineering, steel structure engineering and structural analysis.

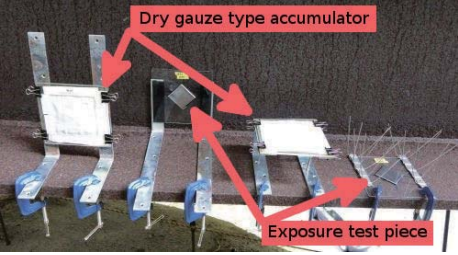


Photo 1 Arrangement of flying salt accumulator and exposed steel product test pieces

Fig. 1 Amount of Deicing Salt Sprayed and Amount Flying onto Girders

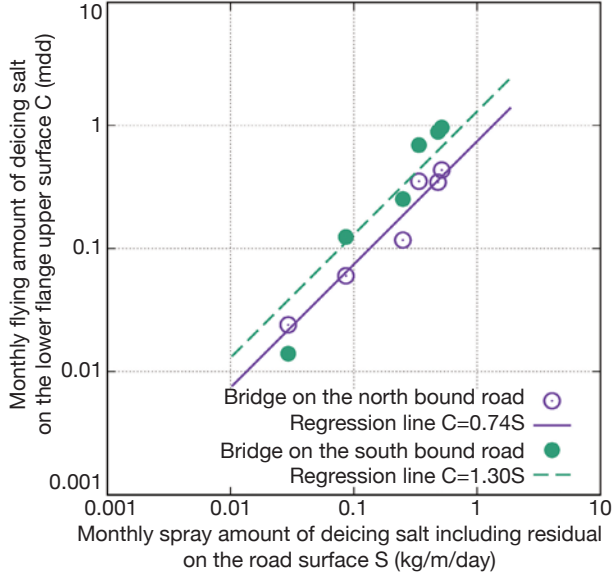


Fig. 2 Amount of Flying Deicing Salts and Corrosion Loss of Plate Thickness

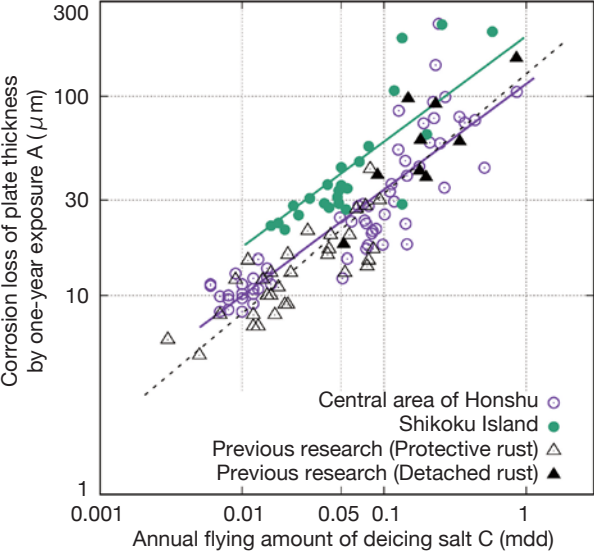


Photo 2 Special-type bridges constructed using weathering steel

Fig. 3 Overlapped Rust Particles



Fig. 4 Three-dimensional Corrosion Map

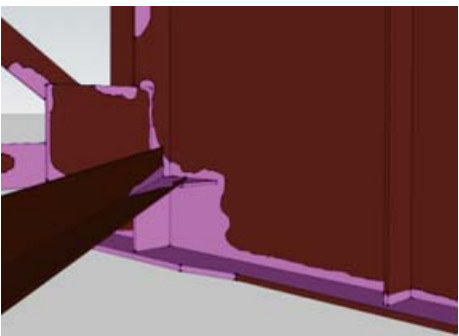


Fig. 5 Distribution of Residual Plate Thickness in Girder Web Ends

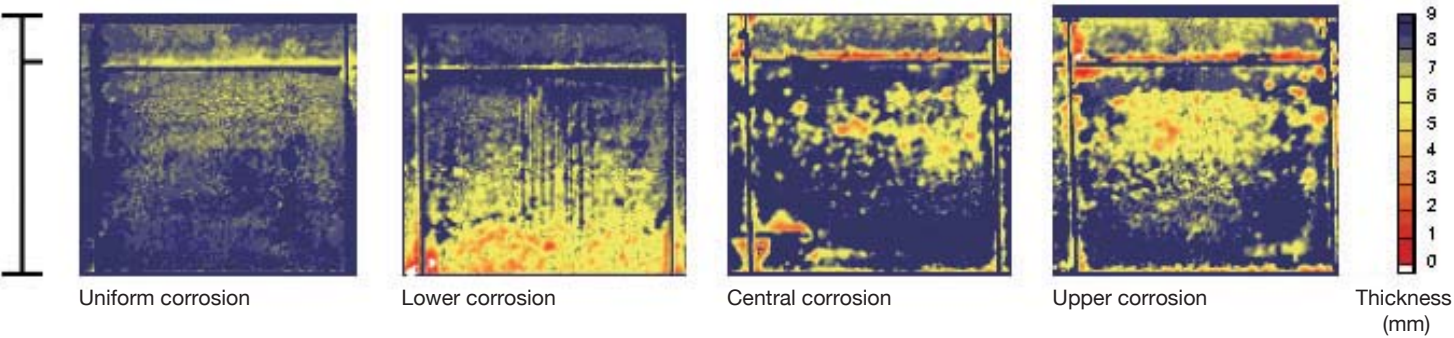


Fig. 6 Multi-function Corrosion-protection Deck

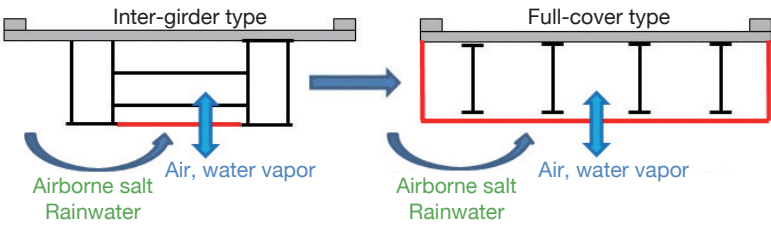


Photo 3 Interior of multi-function corrosion-protection deck

(Trang 15-18)

Chủ đề đặc biệt

Triển vọng của sáng kiến công nghệ trong xây dựng ứng dụng các phương pháp toán thống kê

Tác giả Tomoyuki Higuchi

Giám đốc Tổ chức nghiên cứu Thông tin và hệ thống (Công ty Viện nghiên cứu liên trường đại học), Tổng giám đốc Viện nghiên cứu Toán thống kê

Thuật ngữ “thống kê toán học” và “toán thống kê” gần tương tự nhau, thường gây ra nhầm lẫn nhưng thực tế chúng hoàn toàn khác nhau về nội dung và định hướng học thuật. Thống kê toán học là một nhánh của thống kê lý thuyết còn toán học thống kê là một thuật ngữ do những người có liên quan đưa ra khi Viện Toán thống kê thành lập năm 1944.

Toán thống kê được xem là một hệ thống các phương pháp lý trí và thực nghiệm, xác định rõ nội dung mang tính quyết định trong các vấn đề thực tế, công thức hóa và đưa ra các kế hoạch cho thực nghiệm và kiểm tra mà từ đó thu được các kết quả, và phân tích các kết quả này và dự đoán dẫn tới việc thiết lập các hướng dẫn hành động. Vì vậy, lĩnh vực mà toán thống kê bao trùm là rất rộng lớn.

Khoa học số liệu và Trí thông minh nhân tạo

Khoa học số liệu được xem là hệ thống tích hợp ứng dụng cho nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau liên quan đến thống kê, bao gồm học máy, khai thác số liệu và tối ưu hóa số liệu. Hình 1 trình bày triết lý về khoa học số liệu cho thấy sự sắp xếp của các lĩnh vực khoa học rộng lớn từ quan điểm toán học và trình bày sự trùng lặp của nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau. Phạm vi bao trùm của trí tuệ nhân tạo (AI), là thuật ngữ hiện nay đang được sử dụng, rộng lớn hơn phạm vi của khoa học số liệu nhưng hình vẽ cũng thể hiện sự thay đổi nhanh chóng theo thời gian.

Khi xem xét AI từ quan điểm toán học, đây là công nghệ tính toán kết hợp học máy, thống kê, tối ưu hóa số liệu và các lĩnh vực khác. Học máy có thể được định nghĩa là một hệ thống học bao gồm việc kết hợp của ba yếu tố: một đối tượng, một mô hình toán và một thuật toán học.

Mục tiêu tương ứng với cách xử lý số liệu – phép hồi quy, phép phân biệt và phân loại số liệu. Có nhiều mô hình toán học khác nhau. Trong học sâu, một mạng lưới nơ-ron nhân tạo (ANN) được lựa chọn là một trong các mô hình toán học này. ANN là một hàm dạng phi tuyến thực hiện sự chuyển đổi số liệu đầu vào – số

liệu đầu ra trong đó kết nối của bộ não sinh lý được đơn giản hóa rất nhiều. Theo đó, học sâu là một phương pháp học máy. Vì thông số chưa biết được xét đến trong mô hình toán học nên các nghiên cứu học sâu sử dụng các số liệu. Phương pháp để xác định thông số được gọi là thuật toán học.

Khi xác định kiểu kết hợp ba yếu tố này, có thể lập trình bằng phương pháp học máy.

Hình 1 Tổng quan về các phạm vi toán học liên quan đến số liệu

Học sâu

Học sâu là một hàm phi tuyến được xác định chủ yếu cho mạng lưới nơ-ron đã phổ biến từ những năm 1980 (thời kỳ bùng nổ AI thứ 2). Khoảng cách giữa số liệu đầu vào và số liệu đầu ra được gọi là lớp chuyển tiếp, trong đó bao gồm nhiều nút. Trong các năm 1980, số các lớp chuyển tiếp là một hoặc hai còn hiện nay đã tăng lên rất nhiều. Có những trường hợp số lớp lên đến 100, và khi áp dụng cho ngôn ngữ tự nhiên thì lên đến gần 1000.

Kết quả là số các trọng số liên kết nút với nhau trở nên rất lớn. Vì trọng số là một hệ số nên trường hợp có số các biến số lên đến gần 1 tỷ thường xuất hiện. Một vấn đề của học vượt chướng ngại xuất hiện khi số lượng các thông số là nhỏ hơn số lượng số liệu được giảm lược đều trong kỷ nguyên của số liệu lớn.

Số lượng các nút có trong lớp chuyển tiếp và cách từng nút kết nối với nhau phải được lựa chọn chính xác, đó là cấu trúc của lớp chuyển tiếp của câu hỏi áp dụng. Khi mục tiêu áp dụng để học sâu đạt được các kết quả thành công, lời nói, ngôn ngữ tự nhiên và hình ảnh được coi là ba mục tiêu chính.

Các dạng học sâu khác nhau được phân loại theo dạng của cấu trúc và ví dụ áp dụng như thể hiện trên Hình 2.

Hình 2 Phân loại các mạng lưới nơ-ron sâu (DNN) trong học sâu

Điểm yếu của Trí tuệ nhân tạo

Học máy là một suy luận quy nạp trong đó thiết lập một quy luật và đạt được quyết định dựa trên các số liệu. Trong suy luận quy nạp, có một số điểm yếu cơ bản. Vì thế, để áp dụng chính xác AI, cần phải hiểu rõ các điểm yếu này.

Đầu tiên là suy luận quy nạp rất mạnh khi dạng nội suy nhưng yếu khi ngoại suy. Khi xem xét một ước lượng bằng suy luận quy nạp của một hiện tượng rất hiếm chưa từng xảy ra, điểm yếu này bộc lộ rất rõ. Mặt

khác, các mô phỏng số giải quyết số học một công thức cơ bản rất mạnh khi ngoại suy nhưng khi áp dụng các mô phỏng số vào nội suy, gặp phải nhược điểm về giá thành tính toán.

Ngoài ra, việc hiểu chính xác sự khác biệt giữa tương quan và quan hệ nhân – quả là rất quan trọng. Khi áp dụng học máy, dễ dàng tìm được các tương quan từ các số liệu lớn. Xét tới sự khác biệt giữa tương quan và quan hệ nhân – quả, một lời khuyên trong trang thương mại điện tử là “Nếu các hành động cần thiết được thúc đẩy dẫn tới doanh thu tăng lên, vậy là đủ”. Nói cách khác, mục tiêu trong lĩnh vực thương mại chỉ là đạt được dưới dạng tương quan.

Mặt khác, với một vấn đề liên hệ trực tiếp với tuổi thọ con người, ví dụ như quản lý an toàn cơ sở hạ tầng, việc xác định nguyên nhân và hậu quả, hoặc đọc được mối quan hệ giữa nguyên nhân và hậu quả là cần thiết. Đồng thời, trong các trường hợp khi trách nhiệm giải trình pháp lý được yêu cầu như trong việc bán các công cụ tài chính, việc điều chỉnh công cụ theo nhu cầu của khách hàng và các điều kiện áp dụng trở nên rất quan trọng.

Theo đó, trong việc thúc đẩy nghiên cứu khoa học và hoạt động trong công nghiệp chế tạo, cần xác định rõ con đường nối kết nguyên nhân với kết quả (nói cách khác là mối quan hệ ngẫu nhiên) nhưng việc nhận dạng mối quan hệ ngẫu nhiên có hạn chế chỉ bằng học máy. Cụ thể là vì mạng lưới nơ-ron nhân tại (ANN) thu được từ học máy là một hộp đen, cần nỗ lực để đưa mối quan hệ giữa số liệu đầu vào và số liệu đầu ra vào một “hộp trắng”.

Ngoài ra, trong phương pháp quy nạp, cần thực hiện các kiểm tra nghiêm túc về cách nắm bắt, phụ thuộc vào vấn đề cụ thể, các yếu tố tích cực giả và các yếu tố tiêu cực giả vốn không thể coi như bằng 0. Ví dụ như trong chẩn đoán ung thư, để tránh các yếu tố tích cực giả (khi bệnh nhân không có vấn đề trong chẩn đoán ung thư, nhưng thực tế lại bị ung thư), thì các tiêu cực giả được chấp nhận. Trong lúc đó với các xe tự lái, vì hoạt động lái nhanh là rất nguy hiểm nên các cảnh báo giả do cảm biến đưa ra là không kết hợp lần lượt trong kế hoạch hoạt động (điều khiển). Nói cách khác, triết lý thiết kế tránh các yếu tố tích cực giả được lựa chọn.

Như vậy, có hạn chế trong các phương pháp quy nạp mà luật được xây dựng lần lượt khi sử dụng số liệu, và do đó cách điều chỉnh sự cân bằng giữa yếu tố tích cực giả và yếu tố tiêu cực giả trở thành một nhiệm vụ khó khăn khi áp dụng AI trong các hoạt động kinh doanh.

Các ghép đôi điện tử

Không có sự khác biệt về khái niệm giữa ghép đôi điện tử và hệ thống vật lý ảo, và để giải thích nội dung này, ba yếu tố sau đóng vai trò quan trọng: 1) số liệu đo được, 2) mô phỏng số, 3) kinh nghiệm và trực giác. Lưu tâm đến mối quan hệ giữa ba yếu tố này, các công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực công nghiệp được tóm tắt như sau:

Khi một công thức cơ bản không sử dụng được trong kiểm tra hiện tượng mục tiêu, các mô hình sinh ra được chuẩn bị theo quy ước và theo kinh nghiệm sử dụng các số liệu đo được để không chế hiện tượng quan tâm. Tỷ lệ của mô hình toán học áp dụng có sự thay đổi từ các mô hình đơn giản như các mô hình tỷ lệ hồi quy đa biến đã được áp dụng tới các mô hình tỷ lệ lớn hiện đang được áp dụng trong học sâu.

Việc phát hiện các giá trị bất thường là một vấn đề rất quan trọng trong toàn bộ ngành công nghiệp. Khi kiểm tra sự phát hiện các giá trị bất thường xuất hiện trong các hoạt động công nghiệp sử dụng ba yếu tố quan trọng nói trên, các mô hình phân biệt để phát hiện các giá trị bất thường được chuẩn bị bằng các mô phỏng số và kinh nghiệm hoặc trực giác làm số liệu kiểm tra và từ các số liệu đo được có khi áp dụng học máy. Hình 3 thể hiện quá trình và cấu trúc của mô hình phân biệt áp dụng ba yếu tố quan trọng này để phát hiện các giá trị bất thường. Đối lập là phương pháp hành động – một kỹ thuật sử dụng các số liệu đo được làm số liệu kiểm tra và chuẩn bị một mô hình tái tạo cho các số liệu đo được bằng học máy, dựa trên các kết quả của mô phỏng số.

Mô phỏng số thường yêu cầu thời gian tính toán dài. Nhưng khi hành động, mô hình sinh ra có cấu trúc là một mô hình rất đơn giản giống như mô hình hồi quy tuyến tính, vì thế có thể tìm được không gian thông số thiết kế với tốc độ cao. Hình 4 thể hiện vai trò trong hành động của ba yếu tố quan trọng: số liệu đo được, các mô phỏng số, kinh nghiệm và trực giác.

Sự đồng hóa số liệu tích hợp ba nguồn thông tin từ các số liệu đo được, mô phỏng số, kinh nghiệm và trực giác sử dụng định lý Bayes. Hình 5 biểu diễn mối quan hệ giữa ba yếu tố trong một ghép đôi điện tử. Việc nghiên cứu đồng hóa số liệu đã được thúc đẩy mạnh mẽ từ giữa những năm 1990 và sự đồng hóa số liệu hiện nay là không thể thiếu khi dự đoán các điều kiện thời tiết. Như vậy đồng hóa số liệu được coi là một cộng nghệ áp dụng đều đặn.

Hình 3 Phát hiện các giá trị bất thường như các phần tách riêng, không bình thường và các điểm thay đổi

Hình 4 Hành động và Đo đạc ảo

Hình 5 Mối quan hệ giữa ba yếu tố trong các cặp đôi điện tử

Tận dụng cơ sở dữ liệu và các công nghệ kết nối

Nghiên cứu cho thấy kinh nghiệm và trực giác sử dụng các công thức số học đang được thúc đẩy với tốc độ nhanh hơn nhờ cấu trúc các mô hình sinh ra cho các mục tiêu quan tâm áp dụng các cơ sở dữ liệu tích hợp rất lớn và nhờ học máy. Khác biệt cơ bản với lĩnh vực xây dựng công trình, nghiên cứu này có thể giải thích với ví dụ cho sự phát triển thuốc mới.

Khi thông tin về các kết cấu của một lượng lớn các hợp chất hữu cơ tập hợp trong cơ sở dữ liệu được biểu diễn trên các đồ thị, mẫu hình là hoàn toàn khác với đồ thị biểu diễn liên kết giữa con người với nhau như thấy trong các dịch vụ mạng xã hội (SNS). Nói cách khác, khi các mẫu hình nhất định trong đồ thị liên quan đến các hợp chất hữu cơ, con người khó tìm được các mẫu hình từ lượng lớn các cơ sở dữ liệu đã tổng hợp. Học máy đã chứng minh hiệu quả cao khi nắm bắt các nhiệm vụ khẩn cấp như vậy.

Thông tin về các cấu trúc phân tử có thể biến đổi thành một chuỗi biểu diễn công thức hóa học (gọi là công thức cấu trúc hóa học) nhờ sử dụng các công thức chuyển đổi nhất định. Vì chuỗi không phù hợp với cấu trúc ba chiều của hợp chất hữu cơ trên cơ sở chi tiết, có thể biểu diễn toàn bộ đặc trưng cơ bản của các hợp chất hữu cơ. Một khi thông tin về các cấu trúc phân tử được biến đổi từ dạng một chuỗi như trên, có thể áp dụng các công nghệ xử lý ngôn ngữ tự nhiên đa dạng vốn đang trong quá trình phát triển nhanh chóng.

Ví dụ như nếu cho trước một công thức hóa học nhất định, công thức tiếp theo có thể hình thành một cách xác suất bằng cách sử dụng hàm dự đoán từ ngữ tìm thấy trong điện thoại thông minh hoặc các thiết bị tiên tiến khác. Khi hàm số này được áp dụng liên tiếp, có thể sinh ra nhiều phân tử ảo phản ánh các mẫu hình khác nhau tồn tại trong các hợp chất thuộc cơ sở dữ liệu. Theo đó, khi áp dụng phương pháp học máy, kiến thức tiềm ẩn dấu trong cơ sở dữ liệu phải được toán học hóa tuyệt đối như một mô hình sinh ra tương ứng với các thông tin có trước.

Việc hiện rõ các thông tin ẩn dấu trong cơ sở dữ liệu và đồng thời giới thiệu các công nghệ kết nối nắm bắt được thông tin có liên quan theo cách tích hợp là rất cần thiết. Trong trường hợp áp dụng Internet vạn vật (IoT) để điều khiển cơ sở hạ tầng xã hội, một xếp đặt số liệu đơn lẻ là không đủ và việc tích hợp các dạng thông tin khác nhau (số liệu không thể thu được trên một điểm và số liệu chứa trong các tổ chức có liên quan) là yêu cầu không thể tránh khỏi. Khi tích hợp các

số liệu, việc tạo ra các thiết bị khác nhau ví dụ cho xử lý mất mát (gán tội) và đảm bảo chất lượng là cần thiết.

Ví dụ như khi phân tích số liệu thu được từ nhiều cảm biến vị trí hoặc gia tốc bố trí trên một cầu, thông tin video của các xe cơ giới đi qua nhờ một máy quay cố định là rất hữu ích. Ngoài thông tin như vậy, cũng cần phân tích các thông tin về thời tiết gắn liền với lượng phóng xạ mặt trời cục bộ và tốc độ gió. Nền tảng toán học của công nghệ kết nối thông tin chủ yếu dựa trên xác suất Bayes, do đó cần nhiều thời gian để thực hiện các giả thiết hợp lý. Để xử lý, nhiều thiết bị thực hiện các giả thiết đơn giản được sử dụng.



Tomoyuki Higuchi: After finishing the doctoral course at the School of Science, The University of Tokyo, he entered The Institute of Statistical Mathematics in 1989. He is currently engaged in a position as Director of the Research Organization of Information and Systems (Inter-University Research Institute Corporation) and Director-General of The Institute of Statistical Mathematics since 2011. His profession covers Bayesian modeling. He is focusing his research efforts on data assimilation and emulation (simple alternative method for simulation by means of machine learning).

Fig. 1 Overview of Mathematical Fields Relating to Data

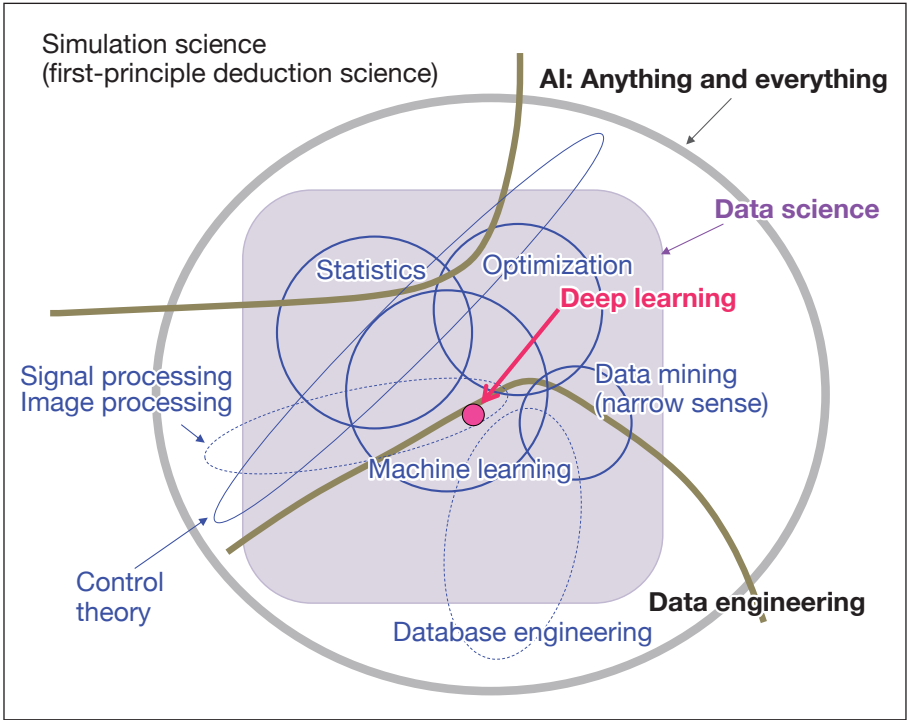


Fig. 2 Classification of Deep Neural Networks (DNN) in Deep Learning

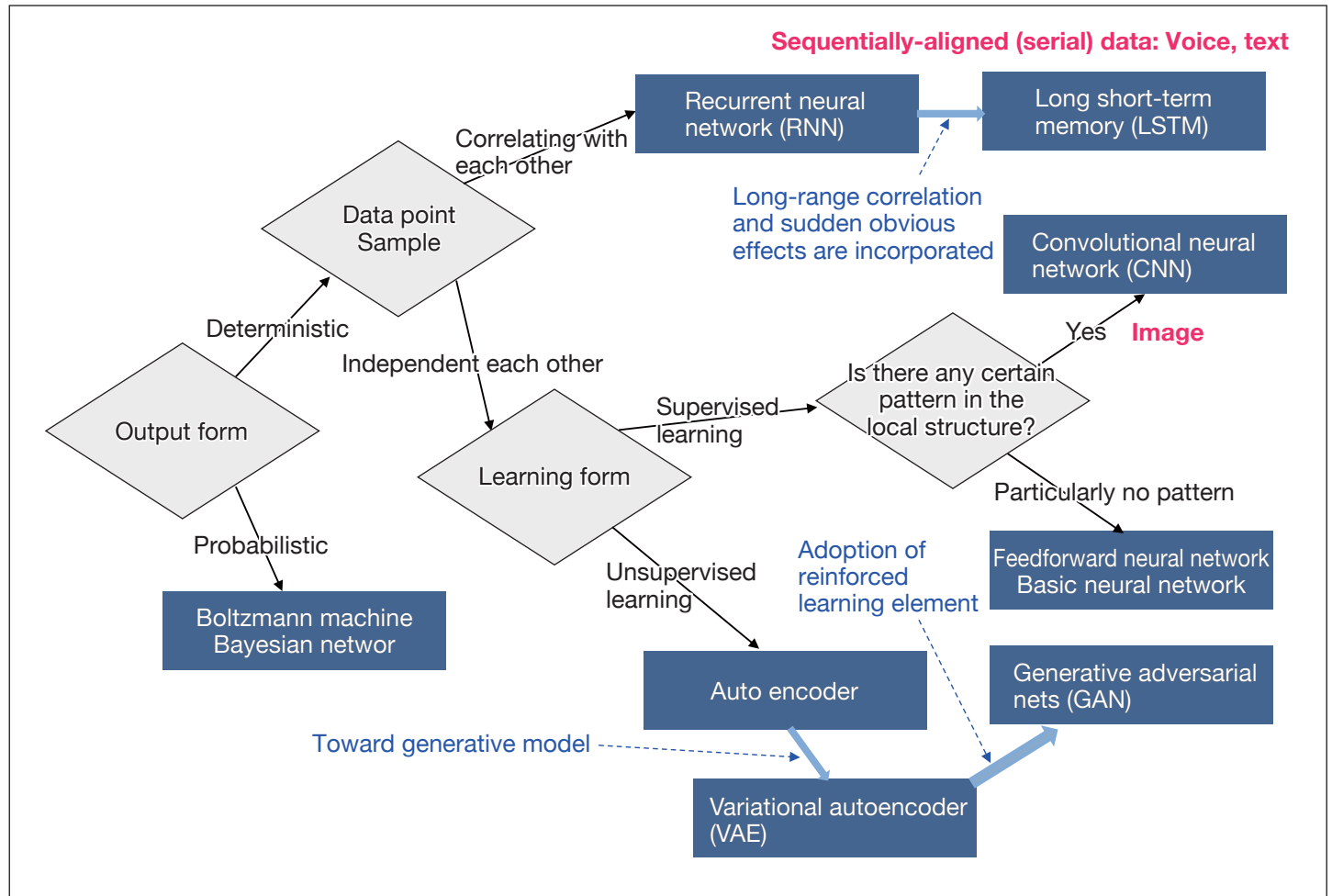


Fig. 3 Detection of Abnormal Values such as Outliers, Abnormal Sections and Change Points

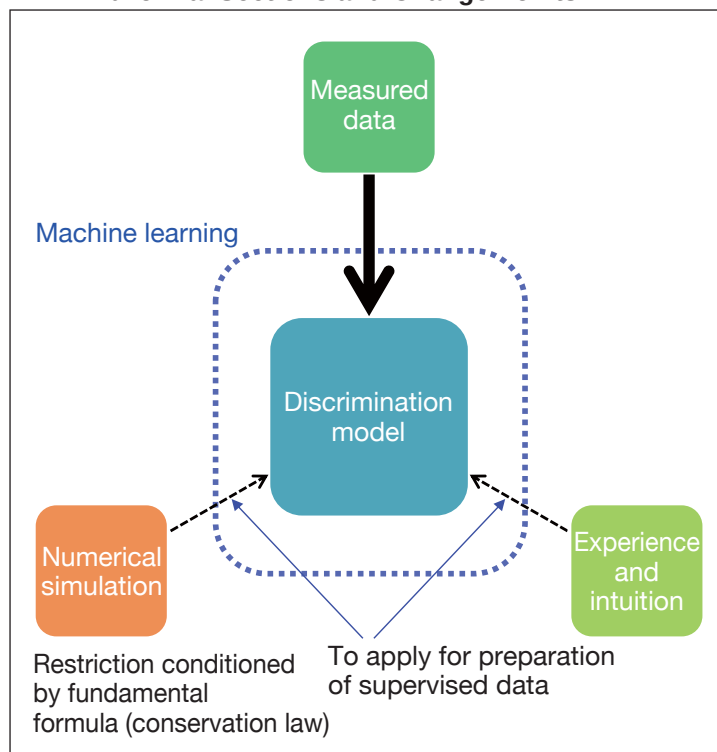


Fig. 4 Emulation and Virtual Measurement

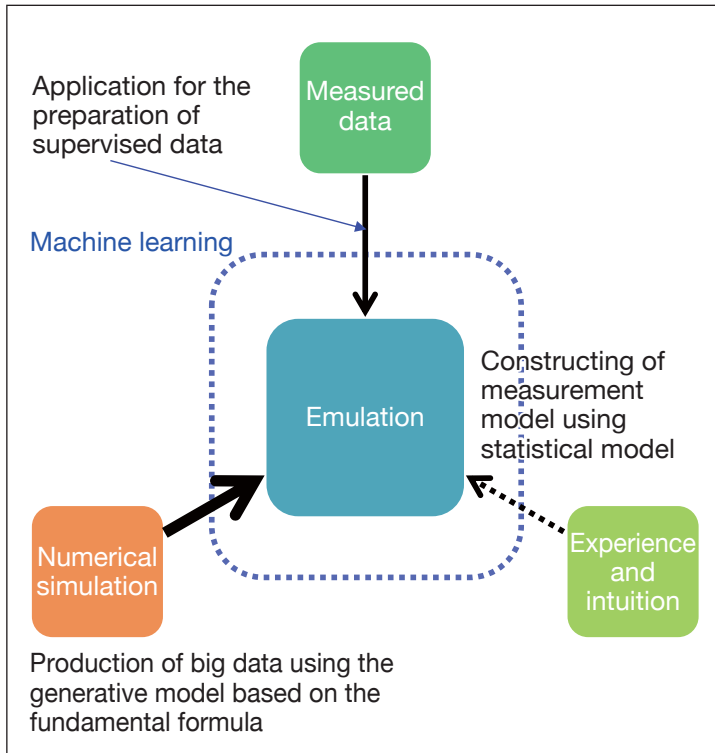
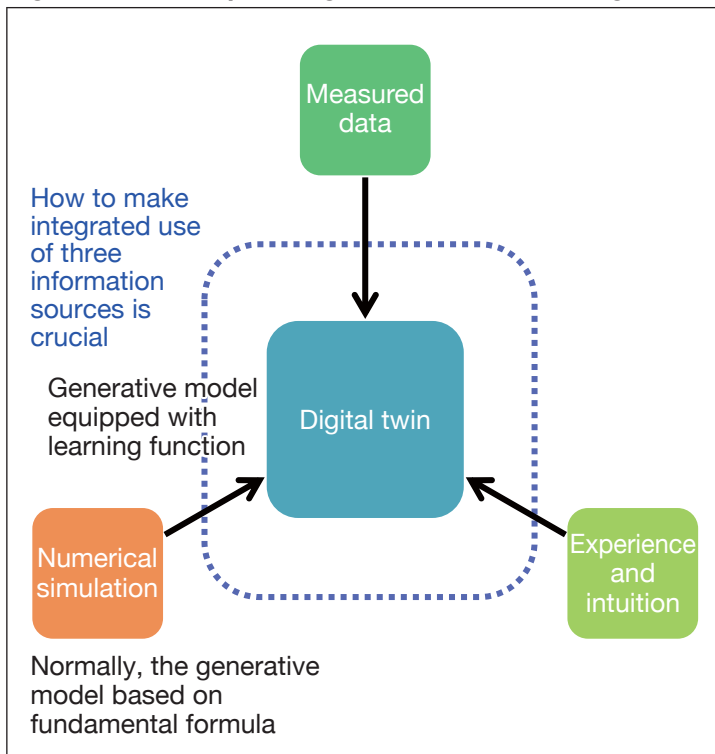


Fig. 5 Relationship among Three Elements in Digital Twins



(Bìa cuối)

Các hoạt động của JISF

Chương trình đào tạo SEAISI tổ chức ở Nhật Bản

Liên đoàn Thép Nhật Bản tổ chức Chương trình đào tạo SEAISI tổ chức ở Nhật Bản từ ngày 23 đến ngày 27/10/2017. Chương trình được Viện nghiên cứu Thép Đông Nam Á (SEAISI) tài trợ, được tổ chức hàng năm nhằm mục tiêu thúc đẩy nhiều kỹ năng khác nhau của những cán bộ làm việc trong lĩnh vực thép ở sáu “nước thành viên thường trực thông thường” của SEAISI. Nhật Bản và ba “nước thành viên thường trực thông thường” của SEAISI là Hàn Quốc, Đài Loan và Úc có hợp tác mở rộng trong việc tổ chức chương trình trên một nền tảng hợp tác qua lại giữa bốn nước. Chương trình được tổ chức ở Nhật Bản lần đầu tiên trong bốn năm kể từ 2013. Có 17 người làm việc trong ngành sản xuất thép ở sáu nước thành viên thường trực thông thường tham gia chương trình.

Chương trình 2017 ở Nhật Bản được tổ chức theo chủ đề “Các sản phẩm thép tính năng cao của Nhật Bản” (Đặc trưng, Chỉ số làm việc cơ bản trong quá trình sản xuất và nghiên cứu – phát triển) trong đó có ba bài giảng:

- Áp dụng các sản phẩm thép tính năng cao trong xây dựng cầu ở Nhật Bản
- Áp dụng các sản phẩm thép tính năng cao trong xây dựng nhà ở Nhật Bản
- Áp dụng và tổ chức Tiêu chuẩn Công nghiệp Nhật Bản (JIS) trong lĩnh vực sản phẩm sắt và thép

Chương trình tổ chức các chuyến thăm quan công trường tới nhà máy Kimitsu của Tập đoàn Nippon Steel và Sumitomo Metal, nhà máy Đông Nhật Bản của Công ty Thép JFE và nhà máy Kakogawa của Công ty TNHH Thép Kobe với các bài giải thích các chỉ số hiệu suất cơ bản trong quá trình sản xuất có lợi cho việc quản lý toàn bộ các hoạt động chế tạo thép, các công nghệ chế tạo thép mới, và các phương pháp giảm lượng phát thải CO₂ theo mục tiêu trung và dài hạn.

Ngoài ra, những người tham gia chương trình đã thăm quan Viện nghiên cứu quốc gia về Khoa học vật liệu với các bài giảng liên quan đến việc nghiên cứu thúc đẩy các công nghệ vật liệu kết cấu, cường độ vật liệu và các công nghệ kháng chấn.

Ảnh: Những người tham gia và hoạt động trong chương trình đào tạo SEAISI

Trình bày tại Diễn đàn SEAISI

Liên đoàn Thép Nhật Bản (JISF) cử ông Masamichi

Sasaki là thành viên của Ủy ban Thúc đẩy thị trường hải ngoại của JISF đến tham gia Diễn đàn Phát triển bền vững Sắt và Thép ASEAN 2017 do Viện nghiên cứu Thép Đông Nam Á tổ chức tại Manila, Phillippine ngày 27/11/2017. Ông đã trình bày bài có tiêu đề “Phát triển thị trường của các kết cấu thép ở Nhật Bản – Tiêu chuẩn hóa, Tiêu chuẩn nhà và các Sản phẩm thép”. Bài trình bày thực hiện theo yêu cầu của Tiêu ban Ứng dụng thép trong lĩnh vực xây dựng của SEAISI. Đây là một trong các bài trình bày của các thành viên ủy ban và những người có liên quan. Những thành viên Nhật Bản ở Tiêu ban đóng vai trò dự thính.

Bài trình bày từ Nhật Bản giới thiệu nhiều sáng kiến khác nhau cho việc thúc đẩy phát triển thị trường của các sản phẩm thép ở Nhật Bản được với bình luận: tại sao các sản phẩm thép đã đạt được sự phát triển đáng ghi nhận ở Nhật Bản là sự đóng góp lớn vào việc chuẩn bị hệ thống của các luật liên quan đến kết cấu thép và các quá trình thiết kế, sự phát triển công nghệ và định hình cho việc xây dựng vào giao nhận hàng hóa hiệu quả.

