

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(Số. 43 Tháng 12 năm 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.

Số 43 tháng 12 năm 2014: Nội dung

Nội dung đặc biệt: Sức chống gió của các nhà cao tầng

Sự chuyên tiếp của Thiết kế chống gió và Kiểm toán khả năng chống gió ở Nhật Bản _____ 1

Hư hỏng nặng của các nhà cao tầng do gió gây ra và các triết lý giảm nhẹ hư hỏng _____ 4

Điều khoản về tải trọng gió trong Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng của Nhật Bản _____ 6

Đánh giá khả năng cư trú của các nhà cao tầng chịu ảnh hưởng của dao động do gió gây ra _____ 9

Thiết kế chống gió dựa trên sự làm việc của tòa tháp Vertical City cao 300m _____ 11

Các chi tiết cơ bản về mối nối bu lông cường độ cao _____ 15

Các hoạt động của JISF _____ **Bìa sau**

Chú ý: Xin tham khảo số trang ở phiên bản tiếng Anh của tạp chí số 43.

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)

Sự chuyển tiếp của Thiết kế chống gió và Kiểm toán khả năng chống gió ở Nhật Bản

Tác giả Giáo sư Yasushi Uematsu, Đại học Tohoku

Ban hành Văn bản tăng cường của Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng

Tại Nhật Bản, Văn bản tăng cường của Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng được ban hành năm 1950 và là điều khoản pháp lý đầu tiên định nghĩa công thức tính toán tải trọng gió sử dụng trong thiết kế các tòa nhà. Tải trọng gió P được quy định tính toán bằng công thức sau đây:

$$P = C \cdot q \cdot A \quad (1)$$

Trong đó

C = Hệ số lực gió

A = Diện tích tòa nhà hoặc diện tích đại diện của tòa nhà (m²)

q = Áp lực vận tốc (được tính toán bằng công thức (2))

Hệ số lực gió C là “hệ số áp lực bên ngoài – hệ số áp lực bên trong” không tách rời nhau.

$$q = 60 \sqrt{h} \text{ (kg/m}^2\text{)} \quad (2)$$

trong đó

h: Chiều cao tính từ mặt đất (m)

Công thức dựa trên vận tốc gió tức thời cực đại là 63m/s quan sát được trong cơn bão Muroto tại đỉnh của tòa tháp quan sát bằng thép (cao cách mặt đất 15m) của Đài quan sát khí tượng Muroto năm 1934. Công thức được thiết lập bằng cách giả thiết sự phân bố thẳng đứng của vận tốc gió tức thời cực đại tương ứng tỷ lệ với căn bậc 4 của chiều cao trên mặt đất với giá trị đã đo đạc được.

Vì số mũ căn của phân bố thẳng đứng của vận tốc gió tức thời cực đại trong các cơn bão và các trận gió mạnh khác bằng khoảng 1/2 vận tốc gió trung bình nên số mũ căn bậc 4 tương ứng với số mũ căn của vận tốc gió trung bình được lấy bằng 1/2. Khi đó, không có số liệu tham khảo trên thế giới cho giá trị số học lớn như vậy nên không thể phản ánh được các điều kiện thực tế. Mặc dù vậy, lúc đó ở Nhật. Bản vẫn chưa xây dựng các tòa nhà cao tầng như thế nên hầu như không có tòa nhà nào có tải trọng gió là tải trọng quan trọng trong thiết kế kết cấu. Vì vậy, không có vấn đề đáng kể nào xảy ra. Hơn nữa, hệ số lực gió C không được rút ra từ các thí nghiệm hầm gió sử dụng dòng gió đều và cũng không phản ánh chính xác sự nhiễu loạn không khí

thực tế. Ngoài ra, có các điều kiện xã hội dẫn tới việc thành lập công thức (6) như sau:

- Khi đó, vì trận bão Muroto có cấp độ mạnh chưa từng thấy ở Nhật Bản nên thiết kế các tòa nhà được coi là an toàn chịu được các trận bão trong tương lai nếu hệ số lực gió của cấp độ bão Muroto được sử dụng trong thiết kế.
- Không giống như động đất, các trận bão được dự đoán ở một mức độ nhất định nên có thể thực hiện các biện pháp chống gió. Hơn nữa, có thể coi như không có vấn đề lớn nếu sử dụng các giá trị tải trọng gió nhỏ cho thiết kế công trình vì lý do kinh tế.

Tăng cường chiều cao tòa nhà để kiểm tra lại phương pháp tính toán tải trọng gió

Cùng với việc phát triển hệ thống tivi trong các hộ gia đình ở Nhật Bản trong quá trình phát triển kinh tế cao, tháp truyền hình cỡ lớn đầu tiên có chiều cao 180m được xây dựng tại Nagoya vào tháng 6 năm 1954. Trong giai đoạn thiết kế tháp đã chỉ ra được sự không chính xác của công thức (2). Vì thế, phân bố thẳng đứng của vận tốc gió tức thời cực đại được kiểm tra lại có tham khảo các ví dụ tương tự của các nước khác. Từ đó, công thức (3) được xây dựng với giả thiết số mũ căn bằng 1/8 được sử dụng để thiết kế tòa tháp.

$$q = 120 \sqrt[4]{h} \text{ (kg/m}^2\text{)} \quad (3)$$

Sau khi hoàn thành tòa tháp truyền hình Nagoya, các đo đạc thời gian thực trong các trận bão cho thấy các kết quả thực tế phù hợp với công thức (3). Vì vậy, công thức (3) đóng vai trò lớn trong việc bùng nổ xây dựng các tòa nhà cao tầng ở Nhật Bản sau đó.

Sau khi Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng được ban hành năm 1963, tòa nhà cao tầng lớn đầu tiên ở Nhật Bản là tòa nhà Mitsui-Kasumigaseki (gồm 36 tầng trên mặt đất, cao 156m) được khánh thành ở Tokyo, đánh dấu sự khởi đầu của kỷ nguyên tòa nhà cao tầng ở Nhật Bản. Sân vận động trong nhà quốc gia có nhịp chính dài 126m được xây dựng phục vụ Thế vận hội Tokyo tổ chức năm 1964 bắt đầu thời kỳ xây dựng các kết cấu lớn ở Nhật Bản.

Khi chiều cao và chiều dài nhịp của các tòa nhà tăng lên, tần số tự nhiên của gió giảm xuống còn tác dụng động lực học lại tăng lên. Điều đó cho thấy vai trò của thành phần cộng hưởng (hiệu ứng cộng hưởng) trong ứng xử động lực học của các tòa nhà tăng lên đáng kể. Mặt khác, khi tỷ lệ tòa nhà tăng lên, tải trọng tác dụng lên từng bộ phận kết cấu giảm xuống do hiệu ứng tỷ lệ. Với các tòa nhà nhỏ, tác dụng tải trọng (ví dụ như ứng suất tác dụng lên các bộ phận kết cấu) là lớn nhất khi vận tốc gió tức thời cực đại đạt giá trị lớn

nhất. Nhưng với các tòa nhà lớn, áp lực gió tác dụng lên các bộ phận kết cấu tương ứng không đạt tới giá trị cực đại cùng lúc với từng phần tử. Vì vậy, tác dụng tải trọng không đạt cực đại đồng đều khi vận tốc gió tức thời cực đại đạt giá trị lớn nhất.

Từ đó thấy được hiểu biết ngày càng tăng về tác dụng của gió đối với việc xây dựng các tòa nhà với nhiều khảo sát, nghiên cứu về kết cấu nhiễu loạn của gió, các phương pháp thí nghiệm hầm gió, các điều kiện thực tế của áp lực gió, dao động do gió gây ra và những vấn đề khác.

Sự xuất hiện của các tòa nhà cao tầng thúc đẩy nhu cầu ban hành một phương pháp thiết kế chống gió cho các tường che, đặc biệt là để đưa ra một phương pháp kiểm tra sức kháng áp lực gió của các bản kính và độ cách nước của các tường che. Trong thời kỳ đó, Nhật Bản đã phải chịu liên tiếp những trận bão lớn nhất như bão Ise-bay năm 1959 và bão Muroto thứ hai năm 1961 gây ra hư hỏng nghiêm trọng cho mái, tường ngoài và các bộ phận bên ngoài. Các hư hỏng của các bộ phận bên ngoài không chỉ làm suy yếu mà còn thường gây ra hư hỏng nghiêm trọng cho các bộ phận kết cấu chính. Do đó, việc ngăn chặn hư hỏng các bộ phận bên ngoài và thúc đẩy thiết kế an toàn có tầm quan trọng lớn.

Chính vì vậy Thông báo số 109 là quy định đầu tiên có liên quan tới việc thiết kế chống gió của các bộ phận bên ngoài được Bộ Xây dựng ban hành năm 1971. Quy định này tập trung chủ yếu vào hai nội dung chính sau đây:

1) Áp lực vận tốc thiết kế được phân chia thành hai cấp lần lượt cho các vật liệu mái và cho tường che được tính toán bằng công thức sau:

- Cho các vật liệu mái: $q = 120\sqrt{h}$ (kg/m²) (4)

- Cho các tường che hướng ra ngoài của tòa nhà cao hơn 31m:

$$q = 60\sqrt{h} \text{ (kg/m}^2\text{) khi } h \leq 16 \text{ m} \quad (5a)$$

$$q = 120\sqrt{h} \text{ (kg/m}^2\text{) khi } h > 16 \text{ m} \quad (5b)$$

2) Phạm vi của áp lực gió cục bộ trong các mái hiên nhô ra, các mái treo, các rìa mái đầu hồi và các phần góc mặt tường là đặc trưng, khi hệ số lực gió thiết kế C được lấy bằng -1,5.

Hình 1 là kết quả của việc kết hợp công thức 5(a) với công thức 5(b). Đường đồ thị của hai công thức giao nhau tại điểm có chiều cao bằng 16m và giá trị nhỏ hơn của hai đường cong ứng với mỗi chiều cao được lấy bằng áp lực gió thiết kế.

Hình 1 So sánh áp lực vận tốc thiết kế

Nỗ lực thành lập một phương pháp tính toán tải trọng gió hợp lý hơn

Gió không phải luôn thổi đồng đều và vận tốc gió thay đổi không đều theo không gian và thời gian. Giáo sư Alan G. Davenport ở Canada đã đưa ra một phương pháp mới năm 1967 được gọi là phương pháp hệ số tải trọng gió giật (Hình 2) để đánh giá hiệu quả của những thay đổi tạm thời và thay đổi theo không gian của vận tốc gió đối với ứng xử của tòa nhà. Phương pháp này dựa trên lý thuyết xác suất và thống kê, kết hợp các kết quả đánh giá vào công thức để tính toán tải trọng gió. Theo phương pháp này, tải trọng gió thiết kế P được tính toán bằng công thức sau:

$$P = q \times C \times G \times A \quad (6)$$

$$q = \frac{1}{2} \rho U^2 \quad (7)$$

trong đó

U: vận tốc gió trung bình ở độ cao z trên mặt đất

G là hệ số tải trọng giật:

$$G = \frac{\bar{X} + x_{\max}}{\bar{X}} = 1 + g_x \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \quad (8)$$

với

\bar{X} : Chuyển vị trung bình của tòa nhà do lực gió trung bình

x_{\max} : Giá trị cực đại của chuyển vị động lực học của tòa nhà ($= g_x \cdot \sigma_x$)

σ_x : Độ lệch tiêu chuẩn của chuyển vị động lực học của tòa nhà

g_x : Hệ số đỉnh

Khi so sánh phương pháp tính toán tải trọng gió này với điều khoản tương ứng trong Văn bản tăng cường của Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng, những vấn đề sau được làm rõ:

- Khi xem xét dao động do gió gây ra, vận tốc gió tức thời cực đại không phải luôn bằng tải trọng gió cực đại (là ứng suất, chuyển vị và các hiệu ứng tải trọng khác).
- Với các tòa nhà lớn, gió tức thời giống như vận tốc gió cực đại tức thời không tác dụng đồng thời trên toàn bộ kết cấu công trình.

Vì vậy, phương pháp tính toán tải trọng gió này lấy phương pháp xác suất và thống kê để đánh giá hiệu quả tải trọng cho các tòa nhà bằng các đặc tính biến đổi tạm thời và biến đổi theo không gian của vận tốc gió, đưa ra “tải trọng gió tĩnh tương đương” đem lại hiệu ứng tải trọng lớn nhất. Nhờ sử dụng phương pháp này, cho phép áp dụng phương pháp phân tích tĩnh thường được

sử dụng trong thiết kế kết cấu truyền thống

So sánh công thức (1) với công thức (6), thấy rằng trong công thức (1) giá trị áp lực vận tốc phụ thuộc vào vận tốc gió tức thời cực đại còn trong công thức (6) giá trị áp lực vận tốc phụ thuộc vào vận tốc gió trung bình. Ngoài ra, trong công thức (1) hiệu quả tải trọng động lực học do vận tốc gió gây ra được xét đến bằng cách sử dụng vận tốc gió tức thời cực đại còn trong công thức (6) hiệu quả tải trọng động lực học do vận tốc gió gây ra được xét đến bằng cách sử dụng hệ số tải trọng giật G phụ thuộc vào giá trị cực đại của ứng xử của tòa nhà.

Ứng xử của tòa nhà không phụ thuộc vào vận tốc gió mà phụ thuộc vào hình dáng và tỷ lệ của công trình cũng như tần số tự nhiên, hằng số giảm chấn và các đặc trưng khác của dao động. Những ảnh hưởng này được phản ánh trong công thức tính toán G . Với các tòa nhà nhỏ, có thể coi ảnh hưởng tải trọng cực đại xuất hiện khi vận tốc gió tức thời đạt giá trị cực đại. Nếu tỷ số giữa vận tốc gió tức thời cực đại và vận tốc gió trung bình được định nghĩa là hệ số giật G_v , thì lực gió tỷ lệ với bình phương vận tốc gió, theo công thức (1) có $G = G_v^2$ phù hợp với công thức (6)

Hiển nhiên thấy việc tính toán tải trọng gió bằng công thức (6) hợp lý hơn nhiều so với khi sử dụng công thức (1). Nhờ vậy, việc sử dụng công thức (6) để đánh giá lực gió đã được đưa vào khi biên soạn nhiều tiêu chuẩn kỹ thuật của các nước. Ở Nhật Bản, phương pháp tính toán tải trọng gió được trình bày trong *Sổ tay hướng dẫn về các loại tải trọng đối với các tòa nhà / Guidelines for Loads on Buildings* do Viện Kiến trúc Nhật Bản ban hành năm 1981 dựa trên các thí nghiệm và quan sát phù hợp với phương pháp mà giáo sư Davenport đã đề xuất.

Vì một số nội dung không chính xác nên *Sổ tay* được biên soạn lại năm 1993 để chỉnh sửa. Những nội dung chỉnh sửa gồm có:

- Công thức tính toán tải trọng gió gồm hai dạng: dạng thứ nhất cho các khung kết cấu và dạng thứ hai cho các bộ phận bên ngoài do các đặc trưng tỷ lệ và dao động của các khung kết cấu khác và các bộ phận kết cấu là khác nhau. Vì vậy tác động của tải trọng gió với các bộ phận này cần được xem xét khác nhau.
- Vận tốc gió thiết kế được lấy bằng cách xét đến tần số xuất hiện của các trận gió mạnh và mức độ an toàn của công trình trong suốt tuổi thọ thiết kế tại các khu vực tương ứng. Khi chu kỳ tái xuất hiện được xem xét theo độ an toàn cần thiết của công trình và tòa nhà được thiết kế dựa trên vận tốc gió tương ứng với chu kỳ tái xuất hiện đã lấy. Cùng lúc, vận tốc gió thiết kế

được đánh giá bằng vận tốc gió trung bình hàng năm.

- Áp lực vận tốc thiết kế q_H được lấy bằng áp lực vận tốc ở chiều cao tiêu chuẩn H của tòa nhà (thường là chiều cao trung bình của mái). Từ đó, phân bố thẳng đứng của tải trọng gió được lấy bằng phân bố theo chiều cao của hệ số lực gió (hoặc hệ số áp lực gió).
- Ảnh hưởng của những biến đổi tạm thời và biến đổi theo không gian của vận tốc gió hoặc áp lực gió được đánh giá bằng phương pháp xác suất thông kê được biểu diễn bằng hệ số tác dụng giật. Khi hệ số tác dụng giật bằng hệ số tải trọng giật theo định nghĩa của giáo sư Davenport, hệ số tác dụng giật được sử dụng chung là hệ số biểu diễn ảnh hưởng tải trọng động lực học của áp lực gió và lực gió.

- Các điều kiện gió được phân loại theo “độ gồ ghề mặt đất” để phản ánh ảnh hưởng của các đặc trưng kết cấu gió trong các điều kiện phân loại lần lượt là “phân bố thẳng đứng của vận tốc gió trung bình” và “phân bố thẳng đứng của cường độ gió nhiễu loạn”.

Năm 2000, Văn bản tăng cường của Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng được chỉnh sửa toàn bộ với việc tính toán tải trọng gió bằng phương pháp xác suất thông kê giống như nhiều nước khác. Mặc dù phương pháp nêu trong Văn bản tăng cường của Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng được đơn giản hóa với việc đưa ra một số giới hạn, ví dụ như chỉ áp dụng cho các tòa nhà có chiều cao không quá 60m, phương pháp cơ bản được sử dụng ở Nhật Bản để tính toán tải trọng gió là phương pháp được nêu trong sách *Các khuyến nghị về Tải trọng của các tòa nhà cao tầng / Recommendations for Loads on Buildings* được Viện Kiến trúc Nhật Bản ban hành năm 1993.

Viện Kiến trúc Nhật Bản dự định sẽ sửa đổi sách *Các khuyến nghị / Recommendations* khoảng 10 năm một lần bằng cách chủ động đưa vào sách những thông tin mới nhất. Các sửa đổi đã được thực hiện năm 2014 và đang được đưa vào ấn phẩm phiên bản năm 2015. Ở phiên bản này, để tính toán chính xác được các tải trọng thiết kế, do xem xét đến các yếu tố khác nhau, ví dụ như ảnh hưởng của các địa hình nhỏ đối với vận tốc gió, hệ số hướng gió và các thông số theo mùa, các dao động biến thiên khí động học và việc kết hợp sử dụng các tải trọng gió đa hướng. Ngoài ra, phiên bản sẽ sử dụng các động lực học dòng khí tính toán.

Sự xuất hiện của các tòa nhà cao tầng đem lại những vấn đề mới và không lường trước. Năm 1979, bão số 20 tràn vào vùng đô thị Tokyo với sức gió lớn nhất trong chu kỳ 10 năm và đem đến sự quan tâm về vấn đề dao động các tòa nhà cao tầng do gió gây ra, đặc biệt là ở trung tâm thành phố mới phát triển tại

Shinjuku. Dao động của các tòa nhà không gây ra vấn đề nghiêm trọng nào cho kết cấu công trình nhưng do bão kéo dài, thôi không ngừng làm cho nhiều người thấy khó chịu và mệt mỏi.

Trước tình hình đó, vấn đề khả năng lưu trú trong các tòa nhà cao tầng được quan tâm nhiều dẫn tới việc Viện Kiến trúc Nhật Bản ban hành Sổ tay hướng dẫn Đánh giá khả năng cư trú chịu ảnh hưởng do dao động của các tòa nhà / Guidelines for the Evaluation of Habitability to Building Vibration năm 1991. Sổ tay này sau đó được sửa lại vào năm 2004 kết hợp với các kiến thức mới nhất hiện có. Trong Hướng dẫn, các tiêu chí để đánh giá sự tồn tại được đưa ra bằng cách sử dụng mối quan hệ giữa gia tốc đáp ứng tối đa cho vận tốc gió với thời gian trở lại 1 năm và tần số tự nhiên của các tòa nhà.

Hình 2 Định nghĩa hệ số tải trọng giật (sách *Các khuyến nghị về Tải trọng của các tòa nhà cao tầng / Recommendations for Loads on Buildings*, xuất bản năm 1981).

Đánh giá sức kháng gió

Tháng 6 năm 1998, Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng được sửa đổi với triết lý thiết kế được thay đổi nhiều để đưa vào “thiết kế dựa trên sự làm việc” bên cạnh triết lý thiết kế truyền thống. Khi thiết kế các tòa nhà, thường giả định ba điều kiện tới hạn sau: tiêu chuẩn áp dụng, tiêu chuẩn phá hủy và tiêu chuẩn an toàn. Các tiêu chuẩn thiết kế được xác định với từng điều kiện tới hạn đó. Ví dụ như các tiêu chuẩn áp dụng cho các tòa nhà cao tầng được xác định bằng cách xét tới dao động (khả năng cư trú) do gió lớn gây ra.

Theo đó, dựa trên *Sổ tay hướng dẫn Đánh giá khả năng cư trú chịu ảnh hưởng do dao động của các tòa nhà / Guidelines for the Evaluation of Habitability to Building Vibration* đã giới thiệu ở trên, tiêu chuẩn để đánh giá khả năng cư trú của công trình được xác định bằng cách áp dụng mối quan hệ giữa gia tốc ứng xử cực đại với vận tốc gió trong chu kỳ tái hiện là 1 năm và tần số tự nhiên của tòa nhà. Phần nội dung tính toán cường độ tới hạn của Văn bản tăng cường của Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng quy định: khi xác định các tiêu chuẩn phá hủy, các bộ phận kết cấu vẫn phải nằm trong giới hạn đàn hồi khi chịu các cơn gió rất mạnh với chu kỳ tái hiện là 50 năm; khi xác định các tiêu chuẩn an toàn, các tòa nhà phải không bị sụp đổ khi chịu các cơn gió rất mạnh với chu kỳ tái hiện là 500 năm. Tuy nhiên, cả Sổ tay hướng dẫn / *Guidelines* và Văn bản tăng cường đều đưa ra quy định rõ ràng cho các bộ phận kết

cấu chịu phá hủy nghiêm trọng do các trận gió mạnh gây ra. Vì thế, Viện Kiến trúc Nhật Bản đã ban hành các phương pháp thiết kế đặc trưng trong ấn phẩm Sổ tay hàng năm dành cho các nhà thiết kế và kỹ sư về chống áp lực gió / *Manual for Cladding Wind Pressure for Designers and Engineers* xuất bản năm 2013.

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 4~5)

Hư hỏng nặng của các nhà cao tầng do gió gây ra và các triết lý giảm nhẹ hư hỏng

Tác giả Hitomitsu Kikitsu, Viện nghiên cứu Nhà cửa

Phá hoại nghiêm trọng của các tòa nhà do gió mạnh gây ra

Gần đây đã ghi nhận được phá hoại nghiêm trọng do lốc xoáy gây ra thường xuất hiện ở Nhật Bản và các nước khác gây ra ảnh hưởng lớn về mặt xã hội. Nhiều trường hợp xảy ra tại các thành phố của Nhật Bản vẫn còn in trong tâm trí của chúng ta ví dụ như Tsukuba ở quận Ibaragi năm 2012 (Ảnh 1) và Koshigaya ở quận Saitama năm 2013. Phá hoại là do bão gây ra nhưng lại bị che khuất bởi quy mô thiệt hại do các lốc xoáy gây ra (Ảnh 2, 3).

Trong nhiều kết cấu của tòa nhà, các bộ phận mái, tường ngoài, khe thoáng, lớp sơn phủ và các cấu kiện bên ngoài vốn nhạy cảm với tác động của gió mạnh. Biện pháp cơ bản để ngăn chặn phá hoại của tòa nhà do gió gây ra là giảm nhẹ hư hỏng của các bộ phận này.

Ảnh 1 Ví dụ về phá hoại do lốc xoáy gây ra (Tsukuba năm 2012)

Ảnh 2 Ví dụ về phá hoại do bão gây ra (Miyakojima, Okinawa năm 2003)

Ảnh 3 Ví dụ về phá hoại do bão gây ra (Miyakojima, Okinawa năm 2003)

Các triết lý cho phép làm giảm phá hoại cho các lớp sơn phủ và cấu kiện bên ngoài

• Các điều kiện phá hoại đặc trưng

Khi một tòa nhà chịu gió mạnh trong bão, lực gió có thể gây ra sự nhiễu loạn của dòng dẫn tác dụng lên mái và tường hứng gió gây ra áp lực âm cực tiểu cực bộ dọc trên mép của mái và tường bên. Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng của Nhật Bản quy định phương pháp tính toán áp lực cực trị cục bộ với tác động của các trận gió

do một cơn lốc xoáy tịnh tiến sinh ra được coi là giống như tác động của các trận gió do bão gây ra. Tuy nhiên, không giống như bão, tâm xoáy của một cơn lốc xoáy áp sát tòa nhà hơn, lực sinh ra do tác động nâng lên tác dụng vào tòa nhà làm tăng phá hoại (tham khảo Hình 1), vì vậy cần được quan tâm.

Phá hoại do gió mạnh gây ra có thể được hiểu là phá hoại rõ ràng trên phần nhạy cảm nhất của tòa nhà trong các đường tải trọng do gió gây ra. Hầu hết các phá hoại xảy ra trên lớp sơn phủ và các cấu kiện bên ngoài của công trình. Vì thế, để làm giảm hư hỏng do gió gây ra, cần xác định được tải trọng thiết kế sau khi nắm được cách thức lực gió tác động lên công trình và xem xét kỹ lưỡng khi lực chọn tiêu chuẩn kỹ thuật cho các lớp sơn phủ và cấu kiện bên ngoài.

Hình 1 Dạng tải trọng và ngoại lực do lốc xoáy gây ra

• Các triết lý kiểm tra cường độ của các phần tử bên ngoài

Khi kiểm tra cường độ của các lớp sơn phủ và cấu kiện bên ngoài, thường áp dụng hai phương pháp sau: thiết kế kết cấu dựa trên đặc trưng tiêu chuẩn của các phần tử và thiết kế kết cấu dựa trên cường độ cho phép của các phần tử.

Trong phương pháp thứ nhất, sức kháng áp lực gió được đảm bảo bằng cách lựa chọn các đặc trưng tiêu chuẩn (khoảng cách giữa các kết cấu chống đỡ, chiều dày tấm, v.v...) từ một tài liệu giới thiệu sản phẩm theo cấp độ tải trọng thiết kế cần thiết. Vì vậy, không cần đến các tính toán kết cấu và dễ dàng xác định được sức kháng áp lực gió.

Trong phương pháp thứ hai, sức kháng áp lực gió được xác định bằng cách tính toán cường độ cho phép của từng mặt cắt kết cấu dựa trên các kết quả thí nghiệm cường độ (Ảnh 4). Trong quá trình xác định, ví dụ như cho các tường và mái bằng thép, thường lấy hệ số an toàn có độ lớn tối thiểu bằng 2,0 để tìm ra cường độ cho phép của các bộ phận.

Dựa trên kết quả của các quá trình kiểm tra này, công tác thiết kế được thực hiện cẩn thận, ví dụ như tăng chiều dày tấm bản, thu hẹp việc xiết chặt và lắp đặt các không gian của bộ phận chống đỡ để làm giảm khả năng xuất hiện hư hỏng.

Hơn nữa, có nhiều sản phẩm và tiện ích thương mại có tỷ lệ lớn, yêu cầu đánh giá tính an toàn và bảo vệ công năng của công trình. Các tiện ích này có thể được dự báo phải chịu một số dạng hư hỏng do gió gây ra gồm có: mái và các bộ phận bên ngoài khác bị tốc và xé rách làm cho dòng mưa chảy xuống gây hư hỏng

nhiều các trang thiết bị trong nhà và làm vô hiệu công năng của toàn bộ công trình. Trong các công trình quan trọng có các công năng tiên tiến, ngay cả khi các kết cấu chính còn nguyên vẹn, mái, các lớp sơn phủ và cấu kiện bên ngoài bị tốc và xé rách vẫn có thể gây ra thiệt hại kinh tế lớn.

Theo thiết kế sức kháng gió của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng Nhật Bản, chu kỳ tái hiện được giả định là xấp xỉ 50 năm. Có thể nói hư hỏng do gió mạnh gây ra có thể được giảm nhẹ phụ thuộc vào cấp độ quan trọng của công trình nhờ gắn các tải trọng gió gia tăng cho các bộ phận bên ngoài dựa trên cấp độ vượt tải của các bộ phận được quy định trong Luật rồi kiểm tra sức kháng áp lực gió của các bộ phận đó.

Hiện nay, lực gió lốc xoáy không được xét đến trong thiết kế chống gió nói chung nhưng các triết lý đã trình bày ở trên có thể được coi có thể làm giảm được các hư hỏng đến một mức độ nhất định cho công trình do gió xoáy gây ra.

Ảnh 4 Ví dụ về thí nghiệm kiểm tra sự liên kết của mái gập

• Chia sẻ thông tin về các ứng dụng bộ phận kết cấu

Vì việc thẩm tra sự làm việc của lớp sơn phủ và các cấu kiện bên ngoài thường được giao cho các công ty và các nhà sản xuất sản phẩm nên làm thế nào để xác định vai trò chính xác của bất kỳ kiểm tra kết cấu nào là không rõ ràng. Vì thế, bắt buộc phải chia sẻ chính xác thông tin về cường độ và các đặc tính khác của các bộ phận bên ngoài giữa các nhà thiết kế, các công ty xây dựng và các nhà sản xuất cấu kiện trong quá trình từ thiết kế tới xây dựng.

Ngoài ra, những nghiên cứu về các hư hỏng gần đây cho thấy hư hỏng thường xảy ra do sự suy giảm lâu dài của các bộ phận kết cấu, do sự mất mát kéo theo về cường độ và do việc sử dụng các biện pháp sửa chữa không phù hợp. Các ví dụ này cho thấy việc bảo dưỡng và sửa chữa phù hợp lớp sơn phủ và các cấu kiện bên ngoài rất quan trọng để làm giảm nhẹ hư hỏng cho các bộ phận chịu tác dụng của gió lớn.

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 6~8)

Điều khoản tải trọng gió trong Bộ luật Tiêu chuẩn Xây dựng của Nhật Bản

Tác giả Yasuo Okuda, Viện nghiên cứu quốc gia về Quản lý Đất đai và Cơ sở hạ tầng

Giới thiệu

Bài báo (1) “Mục tiêu của Luật và Hệ thống Luật Tiêu chuẩn Xây dựng của Nhật Bản” nêu rõ: “Mục tiêu của luật là thiết lập các tiêu chuẩn tối thiểu liên quan đến vị trí, kết cấu, các tiện ích và việc sử dụng các tòa nhà để bảo vệ cuộc sống, sức khỏe và tài sản của quốc gia, từ đó đóng góp vào việc thúc đẩy phúc lợi công cộng”. Theo đó, Luật quy định việc xây dựng từng dạng tòa nhà ở Nhật Bản và cung cấp tiêu chuẩn tối thiểu để theo dõi việc xây dựng công trình.

Năm 2000, Văn bản tăng cường của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng [Luật] và các thông báo của Văn bản được sửa đổi toàn diện và các điều khoản có liên quan về tải trọng gió trong Văn bản tăng cường và các thông báo cũng được sửa đổi toàn diện trong tài liệu *Các khuyến nghị về Tải trọng của nhà cao tầng* [sau đây gọi là tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations*] do Viện Kiến trúc Nhật Bản ban hành năm 1993. Các giá trị tải trọng gió đưa vào Luật năm 1950 là như nhau trên toàn quốc và không thay đổi trong 50 năm nhưng tại phiên bản năm 2000 của Luật, các giá trị tải trọng gió được thay đổi để xét tới các điều kiện địa phương và liên quan. Ngoài ra, năm 2007, Văn bản tăng cường của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng cũng được sửa đổi với yêu cầu trình nộp hồ sơ tính toán kết cấu của các bộ phận bên ngoài ở thời điểm phê chuẩn xây dựng vốn được miễn trước đó.

Đồng thời, Viện Kiến trúc Nhật Bản đã sửa đổi tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations* khoảng 10 năm một lần từ khi ban hành lần đầu tiên năm 1981 với phiên bản mới nhất dự định sẽ xuất bản vào tháng 2/2015.

Nhằm thảo luận về các tiêu chuẩn thiết kế chống gió cho các nhà cao tầng ở Nhật Bản, bài báo này xin giới thiệu tóm tắt các quy định về tải trọng gió trong Luật Tiêu chuẩn Xây dựng và trong tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations*. Bài báo cũng trình bày tóm tắt về các hướng dẫn khác nhau phù hợp với các điều khoản về tải trọng gió của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng được các tổ chức công nghiệp chuẩn bị.

Các điều khoản về tải trọng gió trong Luật Tiêu chuẩn Xây dựng

Viện Kiến trúc Nhật Bản sửa đổi tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations* được khoảng 10 năm một lần để cập nhật những tiến bộ mới nhất trong nghiên cứu. Trong lúc đó, các điều khoản về tải trọng

gió của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng không được thường xuyên cập nhật từ lần ban hành năm 1950. Tuy nhiên, trong lần sửa đổi Luật năm 1998 (giới thiệu thiết kế dựa trên sử dụng của các tiêu chuẩn xây dựng) đã có những sửa đổi rộng rãi và những yêu cầu mới ban hành trong Văn bản tăng cường của Luật và trong các thông báo ban hành năm 2000. Từ đó, các điều khoản về tải trọng gió của Luật được sửa đổi toàn diện dựa trên tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations* (năm 1993). Liên quan đến các giá trị tải trọng gió vốn được áp dụng thống nhất trên toàn quốc với sự ban hành Luật năm 1950, hiện nay đã được điều chỉnh hợp lý hơn theo các điều kiện địa phương và các đặc trưng kết cấu của từng tòa nhà. Một số phương pháp đặc trưng để xác định tải trọng gió hợp lý hơn gồm có:

- Tách riêng các tải trọng gió đối với khung kết cấu và các tải trọng gió đối với các bộ phận bên ngoài
- Sử dụng vận tốc gió tiêu chuẩn V_0
- Sử dụng phân loại độ gồ ghề mặt đất
- Sử dụng hệ số ảnh hưởng giật
- Giải quyết (trong tính toán cường độ tới hạn) hai cấp độ tải trọng (tiêu chuẩn phá hủy và tiêu chuẩn an toàn)
- Sử dụng hệ đơn vị quốc tế SI
- Tăng các hệ số lực gió, v.v...

• Sự khác biệt giữa Luật Tiêu chuẩn Xây dựng và tài liệu / *Recommendations for Loads on Buildings* • Nguyên tắc cơ bản áp dụng trong Luật Tiêu chuẩn Xây dựng và tài liệu *Các khuyến nghị về tải trọng của nhà cao tầng / Recommendations for Loads on Buildings*

Mặc dù các điều khoản về tải trọng gió của Luật hiện hành được sử dụng dựa trên tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations* (năm 1993) nhưng vẫn có những khác biệt cơ bản giữa chúng. Vì Luật Tiêu chuẩn Xây dựng có hiệu lực pháp lý bắt buộc nên bất kỳ nhận định nào trái với Luật đều không được cho phép về mặt pháp lý. Hơn nữa, khi xác định cấp độ tải trọng tiêu chuẩn nhỏ nhất, bất kỳ thiết kế nào sử dụng một cấp độ tải trọng nhỏ hơn tiêu chuẩn nhỏ nhất đã được quy định trong Luật đều không được phép còn các thiết kế sử dụng các cấp độ tải trọng lớn hơn tiêu chuẩn nhỏ nhất đều cho phép. Trong lúc đó, tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations* không có hiệu lực pháp lý bắt buộc nên một nhà thiết kế kết cấu trình bày trong thiết kế và các thông số cần thiết kế tiến hành thiết kế kết cấu để nhà thiết kế kết cấu chọn lựa được cấp độ tải trọng cần thiết (tải trọng gió cơ bản được lựa chọn để đảm bảo một trận gió mạnh có chu kỳ tái hiện là 100 năm và người thiết kế kết cấu có thể lựa chọn cấp độ

tải trọng tùy ý bằng cách sử dụng hệ số chuyên đổi).

Như đã trích dẫn ở trên, trái ngược với Luật Tiêu chuẩn Xây dựng, tài liệu Các khuyến nghị / *Recommendations* không phải là một tài liệu pháp lý bắt buộc. Tuy nhiên, Các khuyến nghị / *Recommendations* thường được tham khảo khi không thể áp dụng được các phương pháp đánh giá đặc trưng của Luật, ví dụ như các hệ số lực gió cho cho các tòa nhà có cấu hình kiến trúc đặc biệt, vận tốc gió tăng lên do địa mạo hoặc đặc trưng ứng xử dao động của các tòa nhà cao tầng trên 60m. Có thể nói tài liệu Các khuyến nghị / *Recommendations* được sử dụng để hoàn thiện cho các điều khoản về tải trọng gió nêu trong Luật.

• **Các khác biệt đặt trung về đặc điểm tải trọng gió giữa Luật Tiêu chuẩn Xây dựng và tài liệu Các khuyến nghị cho tải trọng của các tòa nhà / *Recommendations for Loads on Buildings***
—**Tách riêng các tải trọng gió đối với khung kết cấu và các tải trọng gió đối với các bộ phận bên ngoài**

Luật Tiêu chuẩn Xây dựng quy định các hệ số lực gió bản thông thường được áp dụng cho cả các bộ phận khung kết cấu và bộ phận bên ngoài trong phiên bản trước năm 2000 vì vậy các tải trọng gió không được phân biệt rõ ràng thành hai hạng mục khác nhau. Nhưng đến phiên bản năm 2000 của Luật, các tải trọng gió cho các bộ phận khung kết cấu và các bộ phận bên ngoài được phân biệt rõ ràng phù hợp với tài liệu Các khuyến nghị / *Recommendations* và được bổ sung vào Văn bản Tăng cường và các Thông báo có liên quan.

Tải trọng gió đối với khung kết cấu là lực gió tác dụng lên toàn bộ kết cấu của tòa nhà, khác nhau phụ thuộc vào hướng gió. Tải trọng đối với các bộ phận bên ngoài là lực gió tác động lên các vật liệu mái và các bộ phận bên ngoài khác (có diện tích xấp xỉ từ 1 đến 5m²), bằng giá trị cực đại cộng hoặc trừ đi theo mọi hướng gió. Vì thế, áp lực gió trên một đơn vị diện tích có mối quan hệ là lực tác dụng lên bộ phận bên ngoài \geq tải trọng tác dụng lên khung kết cấu.

—**Sử dụng vận tốc gió tiêu chuẩn V_0**

Trước phiên bản năm 2000, Luật Tiêu chuẩn Xây dựng định nghĩa áp lực vận tốc q là $60\sqrt{v}$ và tải trọng gió là như nhau trong cả nước. Ở phiên bản năm 2000, áp lực vận tốc q được xác định bằng vận tốc gió tiêu chuẩn V_0 , phân bố thẳng đứng của vận tốc gió dựa trên phân loại độ gồ ghề mặt đất, hệ số ảnh hưởng giạt và các ảnh hưởng khác. Ngoài ra, các điều kiện địa phương và các đặc trưng kết cấu của từng tòa nhà cụ

thể cũng được xét đến.

Hình 1 trình bày vận tốc gió tiêu chuẩn V_0 ở Nhật Bản được lấy “bằng 30 đến 46m/s phụ thuộc vào tỷ lệ xảy ra các hư hỏng do gió dựa trên các ghi chép trong lịch sử về các trận bão đã xảy ra mà các đặc trưng gió có liên quan”. Giá trị từ 30 đến 46m/s được xác định nhờ chuyển đổi tốc độ gió cực đại hàng năm do các cơ quan khí tượng thủy văn trên cả nước thông kê được thành vận tốc gió có chu kỳ tái hiện là 50 năm (vận tốc gió trung bình 10 phút ở độ cao cách mặt đất 10m với độ gồ ghề cấp II). Hình 1 cho thấy các vận tốc gió tiêu chuẩn tương ứng trong các thành phố, đô thị và làng mạc tại Nhật Bản năm 2000 được chia thành chín khu vực phân chia theo cấp độ vận tốc gió. Vì vậy, vận tốc gió tiêu chuẩn đã xác định giúp phản ánh được các đặc trưng gió nổi bật ở từng khu vực trong vận tốc gió thiết kế.

Hình 1 Vận tốc gió tiêu chuẩn V_0

—**Sử dụng phân loại độ gồ ghề mặt đất**

Trong tài liệu Các khuyến nghị / *Recommendations*, mức độ gồ ghề đặc trưng được nhà thiết kế kết cấu lựa chọn từ năm cấp độ và các ảnh thể hiện trong Bảng 1. Luật Tiêu chuẩn Xây dựng sử dụng phân bố thẳng đứng của vận tốc gió (Hình 2) tương tự như trong Các khuyến nghị / *Recommendations*, nhưng ở Luật độ gồ ghề mặt đất được phân chia rõ ràng thành bốn cấp độ phụ thuộc vào khu vực đặc trưng (Bảng) để phân loại càng rõ ràng càng tốt. Vì phân loại độ gồ ghề cấp I và IV được sử dụng cho các cơ quan hành chính đặc trưng dựa trên các quy định nên phân loại cấp II và cấp III được sử dụng cho hầu hết các khu vực khác (tham khảo Bảng 2).

Bảng 1 Phân loại độ gồ ghề mặt đất và các điều kiện mặt đất trong tài liệu *Các khuyến nghị cho các Tải trọng của các tòa nhà / Recommendation for Loads on Buildings*

Hình 2 Phân bố thẳng đứng của các hướng gió theo quy định của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng

Bảng 2 Phân loại độ gồ ghề mặt đất theo quy định của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng

—**Sử dụng hệ số ảnh hưởng giạt**

Hệ số ảnh hưởng giạt G_f được đưa vào phiên bản Fig. năm 2000 của Luật và phù hợp với tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations*. Giá trị số của G_f được lấy dựa trên sự phân loại độ gồ ghề mặt đất và chiều cao của tòa nhà có xét tới sự nhiễu loạn của gió, tỷ lệ của công trình và các đặc trưng kết cấu. Mặt khác, theo

phương pháp nêu trong tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations*, người thiết kế kết cấu lựa chọn giá trị hệ số ảnh hưởng giạt xét đến sự nhiễu loạn của gió, tỷ lệ của công trình, các đặc trưng kết cấu và sử dụng công thức tính toán.

—Giải quyết (trong tính toán cường độ tới hạn) hai cấp độ tải trọng (tiêu chuẩn phá hủy và tiêu chuẩn an toàn)

Trước phiên bản năm 2000, Luật Tiêu chuẩn Xây dựng sử dụng các tính toán ứng suất cho phép và giữ lại các tính toán cường độ nằm ngang để xác định cấp độ tải trọng. Trong phiên bản năm 2000, Luật vẫn giữ các tính toán cường độ tới hạn. Luật quy định hai tiêu chuẩn để tính toán cường độ tới hạn là tiêu chuẩn phá hủy và tiêu chuẩn an toàn, từ đó xác định các tải trọng tương ứng. Với tải trọng gió, hai cấp độ tải trọng có chu kỳ tái hiện 50 năm và 500 năm được xác định và các tải trọng phù hợp với tiêu chuẩn an toàn được lấy bằng 1,6 lần tải trọng phù hợp với tiêu chuẩn phá hủy.

—Sử dụng hệ đơn vị quốc tế SI

Trước khi Luật Tiêu chuẩn Xây dựng được sửa đổi vào năm 2000, Luật sử dụng một hệ đơn vị kỹ thuật. Sau khi hệ đơn vị quốc tế SI được đưa vào trong Tiêu chuẩn Công nghiệp Nhật Bản năm 1991, hệ SI cũng được sử dụng trong Luật. Trong hệ thống các đơn vị kỹ thuật đã được sử dụng, cả hai đơn vị khối lượng (kg) và lực (kgf) đều được sử dụng nhưng khó phân biệt rõ ràng và thường gây nhầm lẫn. Trong hệ SI, khối lượng (kg) và lực (N) được phân biệt rõ ràng, mối quan hệ lực là $1\text{kgf} = 1\text{kg} \times g$ (gia tốc trọng trường) $\doteq 9,8\text{N}$. Vì thế, áp lực gió vốn được biểu diễn bằng đơn vị kgf/m^2 chuyển thành đơn vị n/m^2 trong hệ SI và giá trị số khoảng 9,8 lần giá trị truyền thống được đưa vào trong hệ đơn vị SI. Hệ đơn vị SI đã được đưa vào trong tài liệu *Các khuyến nghị / Recommendations* từ năm 2004.

—Tăng các hệ số lực gió, v.v...

Trong Luật Tiêu chuẩn Xây dựng phiên bản trước năm 2000, hệ số gió và hệ số áp lực gió được biểu diễn bên biểu đồ bằng một mặt cắt hai chiều. Trong phiên bản năm 2000, mặt cắt hai chiều được đổi thành mặt cắt ba chiều. Từ năm 2008, dự án hỗ trợ tăng cường tiêu chuẩn xây dựng bắt đầu đưa vào hầm gió và các thí nghiệm khác để xác định hệ số lực gió cho mái hông, tấm quảng cáo trên mái nhà, tay vịn hiên nhà và các thành viên khác. Từ năm 2003, các nhà thiết kế kết cấu có thể tham khảo các hệ số này.

Hướng dẫn thiết kế chống gió của các tổ chức công nghiệp

Các nhà thiết kế kết cấu bắt buộc phải đệ trình hồ sơ tính toán kết cấu cho các bộ phận bên ngoài của tòa nhà (vật liệu mái, tường ngoài, khe thoáng, v.v...) tại thời điểm phê duyệt công trình nhưng thường công tác thiết kế và lắp đặt các bộ phận này được giao phó cho các chuyên gia về từng bộ phận kết cấu cụ thể. Trước tình hình đó, các tổ chức công nghiệp sản xuất các bộ phận bên ngoài đã độc lập soạn thảo tài liệu Hướng dẫn được giới thiệu ở bên dưới. Các hướng dẫn này hỗ trợ các nhà thiết kế kết cấu, chủ đầu tư dự án và tư vấn giám sát đảm bảo sức kháng gió của các bộ phận bên ngoài phù hợp với các điều khoản về tải trọng gió trong Luật Tiêu chuẩn Xây dựng.

Các vật liệu mái

- Hiệp hội Công nghiệp Ngói lợp mái Nhật Bản và các tổ chức khác: Hướng dẫn Thiết kế tiêu chuẩn và Lắp đặt mái ngói (2001)
- Trung tâm kỹ thuật nội – ngoại thất Nhật Bản NPO: Hướng dẫn phủ ngói đen trang trí cho mái nhà và Thiết kế và Lắp đặt chống gió cho mái nhà (2002)
- Hiệp hội mái kim loại Nhật Bản và Hội xây dựng thép Nhật Bản: Tiêu chuẩn kết cấu mái tấm thép SSR2007
- Hiệp hội phát triển đồng Nhật Bản: Sổ tay kết cấu mái tấm đồng (chỉnh sửa năm 2004)
- Viện Kiến trúc Nhật Bản: Tiêu chuẩn kỹ thuật Kiến trúc Nhật Bản JASS12, phần Mái (2004)

Tường ngoài

- Viện Kiến trúc Nhật Bản: Tiêu chuẩn kỹ thuật Kiến trúc Nhật Bản JASS12, phần Tường ngoài khô (2004)
- Hiệp hội các nhà sản xuất ván ngoài cốt sợi tăng cường Nhật Bản: Thực thi tiêu chuẩn ván ngoài cốt sợi tăng cường (phiên bản 2 năm 2009), Tăng cường chất lượng nhà ở, sự bền vững và Kết cấu thông gió tường ngoài (2001)
- Hiệp hội công nghiệp ván ngoài kim loại Nhật Bản: Sổ tay thực thi của Hiệp hội công nghiệp ván ngoài kim loại Nhật Bản (2008)
- Hiệp hội tấm xi măng dầy: Tiêu chuẩn kỹ thuật thực thi ECP (2010)
- Viện Kiến trúc Nhật Bản: Tiêu chuẩn kỹ thuật Kiến trúc Nhật Bản JASS21, phần Tấm ALC (2005)
- Hiệp hội tấm bê tông rỗng nhẹ tự bám: Hướng dẫn thiết kế kết cấu tấm ALC (2004), Hướng dẫn Thiết kế và Thi công tấm mỏng ALC (tháng 10/2002), Tiêu chuẩn kết cấu gắn ALC (2004)

- Viện Kiến trúc Nhật Bản: Tiêu chuẩn kỹ thuật Kiến trúc Nhật Bản JASS14, phần Tường che (1996)
- Hiệp hội cửa sổ chống cháy tường che: Tiêu chuẩn về sự làm việc của tường che (2006)
- Hiệp hội hệ thống bê tông đúc sẵn: Hướng dẫn Thiết kế, các ví dụ tính toán tường che đúc sẵn (phiên bản chỉnh sửa tạm thời)

Khe thoáng (cửa ra vào, kính cửa sổ, v.v...)

- Hiệp hội Cửa ra vào và cửa chớp cuốn Nhật Bản: Tiêu chuẩn tính toán cường độ chống áp lực gió cho cửa chớp và cửa ra vào trên cao
- Viện Kiến trúc Nhật Bản: Tiêu chuẩn kỹ thuật Kiến trúc Nhật Bản JASS17 phần Kính (2003)

Bài báo đã trình bày tóm tắt về tải trọng gió tác dụng lên các tòa nhà được sử dụng ở Nhật Bản so sánh với các điều khoản trong Luật Tiêu chuẩn Xây dựng và các hướng dẫn trong tài liệu *Các khuyến nghị về tải trọng của nhà cao tầng / Recommendations for Loads on Buildings* của Viện Kiến trúc Nhật Bản. Ngoài ra, bài báo cũng giới thiệu các hướng dẫn thiết kế chống gió cho các bộ phận bên ngoài của các tòa nhà do các tổ chức công nghiệp có liên quan ban hành.

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 9~10)

Đánh giá khả năng cư trú của các nhà cao tầng chịu ảnh hưởng của dao động do gió gây ra

Tác giả Osamu Nakamura, Công ty Viện kỹ thuật gió

Gió có thể làm cho các tòa nhà dao động. Dao động của tòa nhà do gió gây ra gây ra cảm giác khó chịu, buồn nôn, say sóng hoặc các hiệu ứng bất lợi khiến dẫn tới khiêu nại hoặc hư hỏng công trình. Hơn nữa, khi tòa nhà dao động mạnh, có thể gây ra hoảng loạn dẫn tới tình trạng hỗn loạn. Dao động được cảm nhận khác nhau phụ thuộc vào môi trường xã hội và độ nhạy cảm cá nhân và không thể đánh giá cụ thể. Ngoài ra, các tiêu chuẩn liên quan đến dao động của tòa nhà của các quốc gia là khác nhau. Trong khi đó, khi con người biết được tòa nhà là an toàn ngay cả khi dao động, nỗi lo lắng được giảm nhẹ và độ nhạy cảm dao động cũng giảm bớt.

Nội dung bàn luận chính của bài báo này gồm có:

một tòa nhà dao động như thế nào khi chịu tác dụng của gió, con người cảm nhận dao động do gió gây ra như thế nào, dao động do gió gây ra được xử lý như thế nào ở các nước khác nhau và biện pháp chống dao động gió nào được thực hiện tại Nhật Bản.

Dao động tòa nhà do gió gây ra

Khi gió làm cho một tòa nhà dao động, các dao động di chuyển dọc theo hướng gió là chủ yếu đối với các nhà thấp tầng nhưng dao động của các nhà cao tầng phức tạp hơn và bao gồm các dao động tịnh tiến có hai thành phần nằm ngang (dọc theo hướng gió và vuông góc với hướng gió) và một thành phần dao động xoay gió xoắn gây ra. Vì các dao động ngẫu nhiên như vậy là kết quả của các ngoại lực thay đổi bất thường theo không gian và thời gian nên chúng bao gồm các ứng xử của các thành phần tần số khác nhau và vì thế không thể đánh giá được bằng một tần số riêng lẻ.

Tuy nhiên, các tòa nhà cao tầng thường có thành phần tần số tự nhiên chính của dao động tịnh tiến thường trội nhất. Cụ thể là gia tốc của lịch sử thời gian, vốn là đối tượng đánh giá của bài báo này, có thể được coi là dao động điều hòa của riêng tần số tự nhiên chính kèm theo các điều chế biên độ ngẫu nhiên và tương đối nhẹ nhưng trình bày trong Hình 1. Trong thực tế, các dao động xuất hiện bao gồm các dao động tịnh tiến theo hai phương và dao động xoay. Mặc dù vậy, các dạng dao động chính này xuất hiện lần lượt và hiếm khi ứng xử cực đại do các dao động tịnh tiến theo hai phương gây ra và dao động xoay xuất hiện đồng thời.

Theo đó, ngay cả khi gia tốc cực đại của các dao động tịnh tiến theo hai phương và dao động xoay được coi là phù hợp chặt chẽ với gia tốc cực đại bao gồm các dao động tịnh tiến và dao động xoay, vẫn không có sự khác biệt lớn trong các kết quả đánh giá. Hơn nữa, khi tần số tự nhiên là khác nhau theo các hướng dao động, cấp độ cảm nhận được dao động của con người phụ thuộc vào tần số và theo đó, có thể đánh giá về khả năng cư trú của công trình dựa trên hướng của dao động.

Hình 1 Lịch sử thời gian gia tốc tại đỉnh tòa nhà

Cảm nhận dao động

Trong khi sự cảm nhận và mức độ nhạy cảm của một người với dao động gắn liền với chuyên vị, vận tốc, gia tốc, xóc và các yếu tố khác, không thể biết rõ yếu tố nào là nguyên nhân chính. Sự cảm nhận và mức độ nhạy cảm của mọi người với dao động là khác nhau

phụ thuộc vào biên độ đích trong đánh giá nhưng khi đánh giá khả năng cư trú của công trình chịu ảnh hưởng của dao động do gió gây ra, gia tốc là hệ số được sử dụng phổ biến nhất.

Khi không có lý do chắc chắn tại sao gia tốc thường được lựa chọn để đánh giá, có thể nói sự cảm nhận dao động của một người phụ thuộc lớn vào ứng xử vật lý của người đó khi sàn dao động. Tuy nhiên, các dao động của tòa nhà xét đến khả năng cư trú có thể được coi là các dao động chu kỳ đơn trong hầu hết các trường hợp, còn chuyển vị, vận tốc, gia tốc và xóc có mối tương quan tỉ lệ thông qua tần số. Theo đó, khi sử dụng hệ số nào thì kết quả đánh giá đều giống như nhau.

Hình 2 trình bày các kết quả thảo luận gắn với mối quan hệ giữa gia tốc và ngưỡng trung bình khi cảm nhận được dao động. Hình vẽ dựa trên các kết quả khảo sát chính thu được từ các thí nghiệm trong phòng và từ các tòa nhà thực tế chịu gió mạnh. Trong cả hai trường hợp, các kết quả điều tra đều được đánh giá thống kê. Đồ thị cho thấy các giá trị trung bình của ngưỡng cảm nhận dao động với các độ lệch cá nhân hoặc xác suất cảm nhận là 50%. Ví dụ như gia tốc đỉnh của khoảng 5cm/s^2 trong lân cận của tần số 0,2Hz thể hiện trong Hình 2 có nghĩa là 50% của các dao động mà con người cảm nhận được khi chịu tác dụng của tần số 0,2Hz có gia tốc đỉnh là 5cm/s^2 .

Từ hình vẽ, thấy rằng ngưỡng cảm nhận dao động trung bình là khác nhau (biểu diễn bằng các ký hiệu khác nhau trên hình) phụ thuộc vào đơn vị tiên hành kiểm tra nhưng đều có chung xu hướng có độ lệch không đáng kể mặc dù kết quả điều tra được các tổ chức khác nhau thu thập. Mức độ cảm nhận dao động phụ thuộc vào tần số và xu hướng cho thấy dao động dễ bị cảm nhận nhất khi nằm trong lân cận của khoảng tần số từ 1 đến 3 Hz.

Hình 2 Các ngưỡng cảm nhận dao động trung bình

Các tiêu chuẩn ở các nước khác nhau về khả năng phục vụ người sử dụng

Để giải quyết các vấn đề có liên quan tới dao động của tòa nhà do gió gây ra, các tiêu chuẩn về khả năng phục vụ người sử dụng được tiêu chuẩn hóa ở một số nước. Hình 3 thể hiện việc so sánh giữa các tiêu chuẩn đại diện cho một số nước. Tại một số nước, độ lệch tiêu chuẩn của gia tốc được sử dụng thay cho giá trị gia tốc đỉnh nhưng ở trên hình 3, các tiêu chuẩn được trình bày thay thế cho giá trị đỉnh.

Các tiêu chuẩn này được chuẩn hóa để gia tốc đỉnh

trong các chu kỳ tái hiện riêng không vượt quá giá trị cho tần số tự nhiên của tòa nhà. Nhưng các tiêu chuẩn của Nhật Bản cho thấy các cấp độ ở xác suất cảm nhận là 10, 30, 50, 70 và 90% và việc xác định cấp độ xác suất cảm nhận để chu kỳ tái hiện là 1 năm là do nhà thiết kế kết cấu quyết định. Các tòa nhà ở Nhật Bản thường được thiết kế cho xác suất cảm nhận là 50%. Các tiêu chuẩn của Úc có nhiều chu kỳ tái hiện khác nhau.

Với các chu kỳ tái hiện ngắn, cần xét đến cách đối phó với dao động xuất hiện thường xuyên còn với các chu kỳ tái hiện dài, cần xét tới cách đối phó với các dao động lớn chỉ thỉnh thoảng xuất hiện. Tuy nhiên, việc xác định chu kỳ tái hiện khác nhau phụ thuộc vào môi trường xã hội và triết lý của từng quốc gia.

Hình 3 So sánh các tiêu chuẩn ở các nước khác nhau về khả năng phục vụ người sử dụng

Các biện pháp chống dao động tòa nhà do gió gây ra

Để làm giảm dao động của tòa nhà do gió gây ra, biện pháp tăng cường độ cứng của tòa nhà được sử dụng. Tuy nhiên, như thể hiện trên Hình 2 và 3, ở các vùng tần số thấp hơn 1Hz, ngay cả nếu dao động được giảm xuống bằng cách tăng độ cứng thì lại làm tăng tần số tự nhiên vốn sẽ làm tăng khả năng cảm nhận được dao động khiến cho khả năng cư trú của công trình không được cải thiện. Để khắc phục, các biện pháp nâng cao sự làm việc giảm chấn chống dao động thường được sử dụng. Khi đó, vì cấp độ gia tốc thấp thường là mục tiêu để tăng cường khả năng cư trú của công trình, cần sử dụng hệ thống giảm chấn có hiệu quả ngay khi dao động của công trình trong vùng gia tốc thấp. Hiện nay, nhiều tòa nhà cao tầng được xây dựng có lắp đặt các thiết bị giảm chấn chống dao động.

Mặt khác, từ góc độ quy hoạch kiến trúc, có một phương pháp để bố trí vị trí sàn và mặt bằng theo mục đích sử dụng và tần số của tòa nhà. Hơn nữa, để ngăn chặn sự cảm nhận dao động về cả thị giác và thính giác, các biện pháp sử dụng sẽ không cho phép các tường ngăn và các bộ phận kết cấu thứ cấp khác không bị ọp ẹp. Nhờ đó, sẽ chống được dao động của bóng cửa sổ và ánh sáng truyền.

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 11 ~ 14)

Thiết kế chống gió dựa trên sự làm việc của tòa tháp Vertical City cao 300m

Tác giả Kiyooki Hirakawa, Tổng công ty Takenaka

Tóm tắt về tòa tháp và kết cấu

ABENO HARUKAS (sau đây gọi là HARUKAS) là tòa nhà chọc trời 300m cao nhất Nhật Bản được hoàn thành vào tháng 3 năm 2014 (Ảnh 1).

Tòa nhà nằm ở Abeno, Osaka là một thành phố điển hình của Nhật Bản và là khu vực đô thị đông đúc thứ 7 trên thế giới. Khu vực này phát triển nhanh và thu hút nhiều quan tâm nhất trong những năm gần đây.

HARUKAS là một thành phố thẳng đứng siêu cao có diện tích sàn lớn xấp xỉ 212.000m². Tòa nhà cao 60 tầng trên mặt đất với 5 tầng ngầm bao gồm nhiều công năng kết hợp: nhà ga cuối, khu mua sắm, bảo tàng nghệ thuật, công sở, khách sạn, đài quan sát, khu vực đỗ xe, v.v... Chưa từng có tòa nhà nào trên thế giới có chung tỷ lệ như vậy được xây dựng phía trên một ga tàu.

Nhật Bản là một trong những quốc gia thường xuyên bị động đất và bão đe dọa nhất trên thế giới. Chi tiết của thiết kế kháng chấn dựa trên sự làm việc của tòa nhà này được trình bày tóm tắt trong Phụ lục 1. Bài báo này tập trung giới thiệu về thiết kế chống gió của công trình.

Khi một cơn gió mạnh thổi qua một tòa nhà, gió xoáy Karman sinh ra trên phần dưới của tòa nhà làm cho công trình bị rung lắc theo hướng vuông góc với gió. Minh họa trình bày trong Hình 1 cho thấy dạng trực quan của gió xoáy Karman chỉ rõ ảnh hưởng của gió xoáy Karman được giảm thiểu trong trường hợp của HARUKAS (hình dưới bên phải) so sánh với một tòa nhà đặc hình chữ nhật (hình dưới bên trái).

Chất lượng của các đặc trưng khí động học là cực kỳ quan trọng trong thiết kế chống gió cho một tòa nhà chọc trời cao đến 300m. Kiểu “setback” như của HARUKAS là dạng công trình có sự làm việc khí động học tuyệt vời làm giảm có hiệu quả mô men lật tác dụng lên công trình do gió xoáy Karman gây ra.

Như trong Hình 2, kết cấu phần trên của tòa nhà gồm có ba “khối” bố trí giạt cấp trên cạnh phía bắc. Khối dưới là trung tâm thương mại, khối giữa là các văn phòng và khối trên là khách sạn. Khối trên có một giếng gió lớn ở chính giữa. Nằm xen giữa các khối và ở trên đỉnh của khối trên là các sàn dàn chuyên. Để làm tăng độ cứng theo phương ngang và độ cứng chống xoắn dưới tác dụng của kích thích động đất và gió, các dàn lớn dầm chia được đặt trên các sàn chuyên và khối

giữa.

Có bốn loại giảm chấn gồm cả giảm chấn nhớt và giảm chấn trễ được đặt chủ yếu ở bốn góc của khối dưới, xung quanh lõi trung tâm của khối giữa và xung quanh giếng gió của khối trên để hấp thu năng lượng do động đất và gió. Ngoài ra, hai loại giảm chấn (AMD và ATMD) được lắp đặt trên tầng thứ 56 để tăng cường khả năng cư trú chủ yếu cho khách sạn đặt trong khối trên. Việc đánh giá khả năng cư trú dưới tác dụng của tải trọng gió được trình bày chi tiết ở sau đây.

Kết cấu khỏe sử dụng các dầm chia và đỉnh chống cắt giúp làm giảm chu kỳ tự nhiên của tòa nhà chống xuất hiện dao động không ổn định khí động học (hiện tượng rung lắc gây ra rung lắc lớn hơn) thường xảy ra đối với các công trình mềm có chu kỳ dao động dài hơn. Ngoài ra, việc sử dụng các giảm chấn khổng chế dao động giúp tăng cường sự làm việc chống gió giữ cho công trình không bị rung lắc dưới tác dụng của gió mạnh và tắt dao động trong thời gian ngắn.

Ảnh 1 Mặt phía đông bắc của tòa nhà

Hình 1 Các dạng của gió xoáy Karman

Hình 2 Mặt bằng kết cấu

Tóm tắt về thiết kế chống gió

Bảng 1 trình bày các tốc độ gió thiết kế, tiêu chuẩn và các nội dung khác được nghiên cứu khi phát triển thiết kế chống gió dựa trên sự làm việc cho tòa nhà.

Bảng 1 Các nội dung nghiên cứu của thiết kế chống gió

Tóm tắt về thí nghiệm hầm gió

Các thí nghiệm đo đặc áp lực gió được tiến hành để xác định áp lực gió tác dụng lên tòa nhà. Tỷ lệ của mô hình thí nghiệm hầm gió phục vụ các thí nghiệm là 1/500 trong giới hạn 700m (Ảnh 2). Có khoảng 600 điểm đo được gắn lên mô hình bằng nhựa để đo đặc áp lực gió.

Các lực cắt nền được tính toán từ các phân tích ứng xử hình thái phổ chỉ xét tới dạng dao động thứ nhất. Mỗi quan hệ giữa lực cắt nền ở tốc độ gió “Cấp 2” tương đương với chu kỳ tái hiện là 500 năm và các góc tác dụng của gió được trình bày trong Hình 3. Lực cắt nền cực đại theo phương bắc – nam (Y) là cạnh nhỏ của tòa nhà với góc tác dụng của gió là 85⁰ gần với hướng gió đông – tây (X) (Hình 39(b)).

Ảnh 2 Thí nghiệm hầm gió

Hình 3 Mỗi quan hệ giữa lực cắt nền và góc tác dụng của gió

Tính toán tải trọng gió

Các tải trọng gió trên tất cả các tầng khi lực cắt nền là cực đại với góc tác dụng của gió là 175° cho hướng X và 85° cho hướng Y được trình bày trong Hình 4 so sánh với các tải trọng động đất “Cấp 2”.

Các tải trọng động đất vượt quá tải trọng gió trên tất cả các tầng theo hướng X và ở hầu hết các tầng trừ một số tầng thấp theo hướng Y. Ngoại lực bao gồm các tải trọng kết hợp cả hai loại tải trọng này được sử dụng để thiết kế mặt cắt công trình.

Hình 4 So sánh giữa các tải trọng gió và tải trọng động đất

Các nghiên cứu về dao động không ổn định khí động học

Tốc độ gió khi tần số do gió xoáy Karman sinh ra được tính toán bằng áp lực gió trùng với tần số tự nhiên của tòa nhà ($0,169\text{Hz}$) theo hướng Y là $97,9\text{m/s}$ lớn gấp 1,4 lần tốc độ gió ($66,6\text{m/s}$) với chu kỳ tái hiện là 500 năm.

Tòa nhà có cấu hình khiến cho dao động mất ổn định khí động học không thể xảy ra vì chiều rộng khác chiều cao của tòa nhà theo hướng Y với diện tích áp lực gió lớn hơn tương ứng với các phương vuông góc với hướng gió 90° và 270° .

Tuy nhiên, các thí nghiệm dao động khí động học vẫn được tiến hành coi khối trên của tòa nhà mảnh và có thể nhạy cảm với dao động xoắn. Các thí nghiệm sử dụng mô hình 3D năm khối nặng có cùng khối lượng, trị riêng và đặc trưng giảm chấn ($0,03$ với dạng dao động tính tiến và $0,014$ với dạng dao động xoắn) làm giá trị thiết kế (Ảnh 3). Thí nghiệm đã kiểm chứng được dao động mất ổn định khí động học không xảy ra khi tốc độ gió nhỏ hơn tốc độ gió thiết kế 1,2 lần với chu kỳ tái hiện là 500 năm như thể hiện trong Hình 5.

Ảnh 3 Thí nghiệm dao động khí động học
Hình 5 Thí nghiệm dao động khí động học

Đánh giá khả năng cư trú của công trình

Sẽ có một khách sạn đặt ở khối trên của tòa nhà, vì vậy khả năng cư trú thoải mái phải được giữ sao cho gia tốc ứng xử của công trình nhỏ hơn xấp xỉ 3cm/s^2 ở Cấp H-3011 (khoảng 30% người có mặt trong khách sạn cảm nhận được rung động) với chu kỳ tái hiện là 1 năm. Để đáp ứng được điều này, hai loại giảm chấn chủ động được lắp đặt trên tầng 56 của tòa nhà để làm giảm gia tốc ứng xử do gió mạnh gây ra.

Hai giảm chấn chủ động chỉ làm làm việc khi chu kỳ của giảm chấn trùng với chu kỳ tự nhiên của tòa nhà, kéo dài khoảng 6s. Một giảm chấn chủ động (AMD) ở mặt phía đông của tòa nhà có dạng con lắc thông thường. Một giảm chấn khối lượng điều chỉnh chủ động khác (ATMD) ở phía tây của tòa nhà có dạng con lắc treo thông thường nối với một con lắc ngược để giảm thiểu chiều dài treo ($2,2\text{m}$) và tránh vượt quá chiều cao trần nhà như thể hiện trên Hình 6.

Khả năng cư trú trong các phòng khách sạn được cải thiện nhờ các giảm chấn khối lượng trên mặt nhỏ hơn của tòa nhà (phương bắc-nam, hướng Y) như trên Hình 7. Còn dao động của mặt lớn hơn của tòa nhà (phương đông-tây, hướng X) là đủ nhỏ không cần bố trí giảm chấn.

Tòa nhà đảm bảo khả năng cư trú ở mức cao nhờ giảm được khoảng 1/2 gia tốc rung lắc theo phương ngang khi chịu tác dụng của gió mạnh, thường xảy ra khoảng vài chục lần mỗi năm.

Hình 6 Cơ cấu của giảm chấn khối lượng điều chỉnh chủ động

Hình 7 Đánh giá khả năng cư trú của phòng khách sạn ở tầng thứ 55

Ảnh 4 Đỉnh của tòa nhà HARUKAS

Kết luận về thiết kế chống gió dựa trên sự làm việc

Phần này giới thiệu về thiết kế chống gió dựa trên sự làm việc của tòa nhà cao 300m đầu tiên ở Nhật Bản. Cấu hình của tòa nhà, hệ thống kết cấu phần trên, các thiết bị giảm chấn đa dạng đã kết hợp tạo ra mức độ an toàn và tiện nghi cao hơn cho công trình chống lại tải trọng gió.

■ ■ ■ ■ ■

(Trang 15~18)

Công nghệ ứng dụng thép

Các chi tiết cơ bản về mối nối bu lông cường độ cao

Tác giả: nhóm nghiên cứu các sản phẩm thép dùng cho xây dựng nhà cửa, Liên đoàn Sắt và Thép Nhật Bản

Để liên kết các cấu kiện khung thép bằng bu lông cường độ cao thường sử dụng hai phương pháp liên kết ma sát và liên kết chịu kéo. Hai dạng bu lông cường độ cao được dùng là bu lông lục giác cường độ cao và bu lông chịu cắt xoắn cường độ cao. Phụ thuộc vào môi trường sử dụng, ngoài bu lông được sản xuất bằng các

vật liệu thép thông thường, còn sử dụng cả bu lông mạ kẽm nhúng nóng, bu lông sản xuất bằng thép chống cháy, thép chịu thời tiết và thép không rỉ. Đường kính danh định của các bu lông thường sử dụng là M16, M20, M22 và M24. Ngoài ra, một số nhà sản xuất cung cấp bu lông có đường kính lớn hơn như M26 và M30.

Hiện nay, cấp bu lông cường độ cao thường được sử dụng trong xây dựng nhà cửa ở Nhật Bản là F10T (cường độ kéo 1.000N/mm^2), cấp bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao là F8T (cường độ kéo 800N/mm^2). Trước đây, bu lông F13T (cường độ kéo 1.300N/mm^2) được sản xuất nhưng sau đó bị cấm do xuất hiện các vết rạn nứt bề. Ngoài ra, theo Tiêu chuẩn Công nghiệp Nhật Bản (JIS), cấm sử dụng bu lông cấp F11T (cường độ kéo 1.100N/mm^2) cho hầu hết các bộ phận. Bu lông cấp F11T không được nhắc đến trong *Sổ tay Thiết kế và Chế tạo các liên kết bu lông cường độ cao / Guidebook on Design and Fabrication of High Strength Bolted Connections* do Viện Kiến trúc Nhật Bản ban hành.

Bảng 1 giới thiệu về bu lông cường độ cao đang được sử dụng phổ biến ở Nhật Bản hiện nay.

Bảng 1 Bu lông cường độ cao được sử dụng phổ biến ở Nhật Bản

Các loại bu lông cường độ cao

• Bu lông lục giác cường độ cao

Bu lông lục giác cường độ cao được sử dụng để liên kết các sản phẩm thép thông thường được nêu trong JIS gồm có JIS B 1186 (bộ bu lông lục giác cường độ cao, đai ốc lục giác và vòng đệm phẳng cho các mối nối kẹp ma sát), mỗi bộ gồm có 1 bu lông, 1 đai ốc và 2 vòng đệm (xem Ảnh 1). Bu lông được đặt theo bộ là để đảm bảo các đặc tính cơ học, hình dáng và kích thước bu lông, đai ốc và vòng đệm tạo thành một bộ và để định rõ lực dọc trục sinh ra.

Ba loại bu lông lục giác sẵn có ứng với các đặc trưng cơ học của bộ bu lông: dạng 1 (F8T), dạng 2 (F10T) và dạng 3 (F11T). Bộ bu lông dạng 1 (F8T) có hiệu lực liên kết thấp và không có thiết bị sản xuất đạt chuẩn JIS, bộ bu lông dạng 3 (11T) có xuất hiện các vết rạn nứt bề. Vì thế, hiện nay hai loại bu lông này không còn được sử dụng nữa. Chỉ có bộ dạng 2 (10T) sản xuất trên máy móc đạt chuẩn JIS được sử dụng hiện nay.

Ngoài ra, bu lông lục giác cường độ cao còn được phân loại thành dạng A và B theo hệ số xoắn của bộ bu lông.

Các vật liệu thép thường được sử dụng để chế tạo

bu lông gồm có thép các bon thấp có bổ sung Crom (Cr) và Boron (Bo) trong bu lông, thép các bon cho kết cấu máy của các đai ốc, thép các bon hoặc thép các bon thấp có bổ sung Mangan (Mn) hoặc B cho kết cấu máy của các vòng đệm (Bảng 2).

Ảnh 1 Bộ bu lông lục giác cường độ cao

Bảng 2 Ví dụ về các thành phần hóa học của vật liệu thép dùng cho bu lông cường độ cao, vòng đệm và đai ốc (%)

• Bu lông cắt xoắn cường độ cao

Bu lông cắt xoắn cường độ cao được Hội Xây dựng thép Nhật Bản quy định trong JSS II 09. Một bu lông, một vòng đệm và một đai ốc được cấu tạo thành một bộ (Ảnh 2) và cả bộ được quy định trong JSS II 09 với tên gọi là Dạng 2 (S10T). Bu lông cắt xoắn cường độ cao được ký hiệu cấp S10T và phân biệt với các bu lông lục giác cường độ cao được ký hiệu cấp F10T.

Bu lông cắt xoắn gồm có một bu lông đầu tròn và dự phòng một đuôi ống ở chóp bu lông bằng đường rãnh cắt rời (xem Ảnh 2). Bu lông cắt xoắn cường độ cao đạt tới lực dọc trục cần thiết khi xiết bu lông cho đến khi phần đuôi ống bị đứt rời giúp dễ dàng khẳng định được sự hoàn thành của công tác xiết bu lông. Trong lúc đó, lực dọc trục xiết chặt cần thiết của bộ bu lông được chỉ rõ trong tiêu chuẩn của bu lông cắt xoắn cường độ cao. Bảng 3 trình bày giá trị lực căng cần thiết để xiết chặt bộ bu lông ở nhiệt độ trong phòng.

Vì bu lông cắt xoắn cường độ cao không được tiêu chuẩn hóa trong JIS nên nhà sản xuất bu lông xin phê duyệt chấp thuận sản xuất bu lông của Bộ Cơ sở hạ tầng, Đất đai, Giao thông và Du lịch.

Ảnh 2 Bộ bu lông cắt xoắn cường độ cao

• Bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao

Để chống rỉ và bảo vệ chống ăn mòn các bộ phận khung thép, các bu lông lục giác mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao được sử dụng để liên kết các khung thép sản xuất bằng thép thông thường mạ kẽm nhúng nóng. Vì bộ bu lông lục giác mạ kẽm nhúng nóng không được tiêu chuẩn hóa trong JIS và vì giá trị F (cấp cường độ) không nằm trong Luật Tiêu chuẩn Xây dựng của Nhật Bản, nhà sản xuất bu lông xin chấp thuận cho “liên kết bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao” của Bộ Cơ sở hạ tầng, Đất đai, Giao thông và Du lịch dựa trên Điều 37 của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng. Khi đó, bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao được sản xuất phù hợp với tiêu chuẩn trong JIS.

Viện mạ kẽm các bu lông, đai ốc và vòng đệm được thực hiện tại HDZ255 (khối lượng lớp phủ $\geq 550\text{g/m}^2$) và xiết quá ngưỡng vòng đệm được thực hiện trước khi mạ kẽm.

Thông thường, tỷ số cường độ của bu lông mạ kẽm nhúng nóng được đặt ở cấp F8T, xét tới sự sụt giảm cường độ và xuất hiện các vết nứt trễ do nhiệt độ nhúng mạ kẽm lớn hơn nhiệt độ tối của bu lông cường độ cao F10T. Tuy nhiên, bu lông cường độ cao có cường độ F12T được sản xuất bằng công nghệ bu lông cường độ siêu cao mới phát triển đã được đưa vào áp dụng thực tế.

Các bề mặt ma sát sau khi mạ kẽm được xử lý bạt nhẹ để cải thiện độ nhám bề mặt đến tối thiểu là 50 micron Rz. Khi áp dụng biện pháp bề mặt đặc biệt khác, phải tiến hành thí nghiệm cường độ trượt để khẳng định sự ma sát bề mặt.

Bảng 3 Lực kéo của các bộ bu lông cắt xoắn cường độ cao (ở nhiệt độ trong phòng)

Ảnh 3 Bộ bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao

Thiết kế và liên kết mối nối bu lông cường độ cao

• Cường độ cho phép của bu lông cường độ cao

Cường độ cho phép quy định của liên kết ma sát và liên kết kéo bằng bu lông cường độ cao (F10T và S10T) được quy định tại Văn bản Tăng cường của Luật Tiêu chuẩn Xây dựng và cường độ cho phép của bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao (F8T) được xác định theo phê duyệt của Bộ Cơ sở hạ tầng, Đất đai, Giao thông và Du lịch. Các cường độ cho phép liệt kê theo đường kính danh định của bu lông được giới thiệu tóm tắt trong Bảng 4.

Cường độ cắt cho phép của bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao (F8T) giới thiệu trong Bảng 4 thu được từ công thức: “cường độ cắt cho phép = $0,40 \times B_0$ (lực kéo bu lông thiết kế)” với hệ số trượt được lấy bằng 0,40. Ngoài ra, cường độ cắt cho phép của bu lông lục giác và bu lông cắt xoắn cường độ cao (F10T và S10T) được tính toán với hệ số trượt bằng 0,45. Giá trị cường độ cắt cho phép và lực kéo cho phép của bu lông F10T và S10T là giống như quy định trong *Tiêu chuẩn Thiết kế Kết cấu thép / Design Standard for Steel Structures* của Viện Kiến trúc Nhật Bản.

Bảng 4 Cường độ cho phép của bu lông cường độ cao (tải trọng dài hạn)

• Công tác xiết bu lông

Bu lông cường độ cao được xiết chặt theo nhóm và được thực hiện theo trình tự: xiết ban đầu → đánh dấu

→ xiết cuối cùng. Cách thức tiến hành cho các bu lông cường độ siêu cao tương tự như các bu lông cường độ cao nhưng lực xoắn ban đầu của bu lông cường độ siêu cao khác với bu lông cường độ cao.

—Xiết ban đầu

Bu lông lục giác cường độ cao, bu lông cắt xoắn cường độ cao và bu lông thép không rỉ cường độ cao được xiết ban đầu với các giá trị lực xoắn xiết ban đầu nêu trong Bảng 5; bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao được xiết với các giá trị lực xoắn xiết ban đầu nêu trong Bảng 6.

Bảng 5 Lực xoắn xiết ban đầu cho bu lông cường độ cao

Bảng 6 Lực xoắn xiết ban đầu cho bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao

—Đánh dấu

Sai khi hoàn thành xiết ban đầu, tất cả bu lông, đai ốc và vòng đệm của các bộ bu lông cũng như các bộ phận kết cấu được đánh dấu.

—Xiết cuối cùng

Sau khi một bộ bu lông đã được xiết ban đầu và đánh dấu, tiến hành xiết cuối cùng bằng cách xoay đai ốc. Các bu lông lục giác cường độ cao được xiết bằng lực xoắn quy định để đạt tới lực kéo bu lông tiêu chuẩn.

Bu lông cắt xoắn cường độ cao được xiết bằng cờ lê điện chuyên dụng cho đến khi dứt đường rãnh dứt rời.

Thực hiện xiết cuối cùng các bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao và bu lông thép không rỉ cường độ bằng cách xoay đai ốc 120° từ điểm đánh dấu kết thúc lần xiết ban đầu.

—Kiểm tra

Sau khi xiết cuối cùng, bu lông nào có chiều dài vượt quá hoặc đai ốc xoay đều được kiểm tra bằng mắt thường để khẳng định có cần tiến hành xiết bu lông không. Với bu lông lục giác cường độ cao và bu lông cắt xoắn cường độ cao được xiết bằng phương pháp xoắn tới lực căng bu lông tiêu chuẩn hoặc giới hạn đàn hồi của bu lông, độ xoay của bu lông ở thời điểm xiết cuối cùng cho thấy sự thay đổi nhỏ phụ thuộc vào mức độ xiết ban đầu nhưng sự thay đổi chỉ nằm trong phạm vi một vài phần 10 của độ.

Mặt khác, các bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao và bu lông thép không rỉ cường độ cao được xiết bằng phương pháp xoay đai ốc tới một điểm gần

với cường độ bu lông thì độ xoay đai ốc cuối cùng là 120^0 (tổng lực xoay xác định). Vì độ hồi phục sau xiết của bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao và bu lông thép không rỉ cường độ cao lớn hơn độ hồi phục của bu lông lục giác cường độ cao và bu lông cắt xoắn cường độ cao nên lực kéo bu lông xiết cần thiết được tăng tới giới hạn chảy của bu lông.

Khi kiểm tra bằng mắt thường cho thấy cả bu lông và vòng đệm cùng xoay và độ xoay dọc trục xác định được do đánh dấu sau khi xiết ban đầu và quan sát được bất thường về độ xoay của đai ốc thì phải thay thế bộ bu lông đó bằng một bộ mới. Khi đó, bu lông cường độ cao đã sử dụng không được tái sử dụng nữa.

—Kiểm tra công tác xiết bu lông

Để khẳng định được một bề mặt ma sát có được xử lý phù hợp hay không hoặc đã được xiết đúng chưa, Tổ chức Kiểm tra chất lượng khung thép kiến trúc của Hiệp hội Xây dựng thép Nhật Bản đã ban hành hướng dẫn “Hệ thống quản lý chất lượng cho các kỹ sư để kiểm tra mối nối liên kết bu lông cường độ cao kiến trúc/ Qualification System for High-strength Bolt Execution Engineers” cho các bu lông cường độ cao nói chung và “Hệ thống quản lý chất lượng cho các kỹ sư tiến hành mối nối bu lông cường độ cao / Qualification System for High-strength Bolt Execution Engineers” cho các bu lông mạ kẽm nhúng nóng cường độ cao và bu lông thép không rỉ cường độ cao. Dựa trên hướng dẫn về các quá trình công tác được nêu trong hai hệ thống quản lý chất lượng này, các kỹ sư thực hiện công tác liên kết bu lông cường độ cao có thể thực hành kiểm tra công tác tốt.

Khi có được hiểu biết tốt về việc thực hiện công tác bu lông cường độ cao, các kỹ sư có thể đảm bảo được độ chính xác cao cho công tác.

Các phát triển gần đây trong lĩnh vực bu lông cường độ cao

Như đã trình bày ở trên, tỷ số cường độ của các bu lông cường độ cao thường dùng đã tăng đến cấp F10T (1.000n/mm^2) do rủi ro không tránh được của các vết nứt rỗ gắn liền với việc sử dụng các bu lông cường độ cao F11T hoặc cấp cao hơn.

Tuy nhiên, khi kích thước và cường độ của các phần tử khung thép tăng lên trong xây dựng nhà cửa gần đây, việc sử dụng phổ biến các bu lông F10T đã dẫn tới việc tăng quá mức kích thước của các phần tử liên kết và số lượng các bu lông cần thiết. Tình hình này làm tăng nhu cầu mối nối bu lông nhỏ gọn hơn hoặc bu lông cường độ cao khỏe hơn. Từ đó, một số nhà sản xuất bu

lông đã liên tục giải quyết các bài toán có liên quan đến rạn nứt bề của bu lông cường độ cao và đã phát triển, đưa vào sử dụng các bu lông cắt xoắn cường độ siêu cao có cường độ kéo 1.400 n/mm^2 và bu lông mạ kẽm nhúng nóng lục giác cường độ cao có cường độ kéo 1.200 n/mm^2 .

• Bu lông cắt xoắn cường độ siêu cao

Bu lông cắt xoắn cường độ siêu cao được đưa vào sử dụng là nhờ sự phát triển của các vật liệu thép có sức kháng nứt bề cao và cấu hình ngưỡng ren cải tiến làm giảm tập trung ứng suất (Ảnh 4). Cấu hình và kích thước cơ bản phù hợp với tiêu chuẩn JSS II 09 của Hiệp hội Xây dựng thép Nhật Bản. Bu lông cắt xoắn cường độ siêu cao có cường độ thiết kế cao gấp 1,5 lần cường độ của các bu lông thông thường (F10T) và mối nối bu lông nhỏ gọn hơn bằng khoảng 2/3 kích thước mối nối bu lông thông thường.

Ưu điểm của việc áp dụng bu lông cắt xoắn cường độ siêu cao gồm có: giảm chi phí và thời gian xây dựng, hiệu quả cao, tiết kiệm lao động. Nhờ đó, bu lông này ngày càng được sử dụng nhiều hơn trong xây dựng các tòa nhà cao tầng có phần tử kết cấu lớn, các trung tâm mua sắm có khoảng cách giữa các cột rộng hơn, các nhà máy sản xuất và kho chứa có trọng lượng sàn lớn. Bảng 7 trình bày các ví dụ áp dụng bu lông cắt xoắn cường độ siêu cao.

Ảnh 4 Bộ bu lông cắt xoắn cường độ siêu cao
Bảng 7 Ví dụ về bu lông cường độ siêu cao

■ ■ ■ ■ ■

(Bìa sau)

Các hoạt động của JISF

Chuẩn bị tài liệu tham khảo về các công nghệ xây dựng thép ở Nhật Bản (bằng tiếng Nhật và tiếng Anh)

(Để biết thêm chi tiết, xin tham khảo phiên bản tiếng Anh)

Đề nghị tham gia khảo sát của tạp chí Xây dựng thép Hôm nay & Ngày mai

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

tiếng Anh duy nhất quảng bá các thông tin kỹ thuật về xây dựng thép ở Nhật Bản tới cộng đồng xây dựng trên thế giới.

Chúng tôi đang tiến hành cuộc khảo sát độc giả về ba nội dung dự kiến trong năm tài chính 2014. Mục tiêu chính của cuộc khảo sát là có được hiểu biết sát với nhu cầu của độc giả để nâng cao tính hữu ích của ấn phẩm. Hình thức khảo sát như sau:

• **Trên trang web của JISF**

→ Gõ “jisf” trong cửa sổ tìm kiếm trang trình duyệt internet của độc giả

→ Chọn trang web bằng tiếng Anh của JISF

→ Chọn tạp chí Xây dựng thép Hôm nay & Ngày mai

→ Chọn hình thức khảo sát

• **In và fax**

Phiếu khảo sát được đính kèm trong tạp chí gửi tới các độc giả thường kỳ. Xin hãy trả lời các câu hỏi trong phiếu và gửi fax về số +81-3-3667-0245.

Sự tham gia tích cực của quý vị vào cuộc điều tra độc giả sẽ giúp chúng tôi nâng cao tính hữu ích của tạp chí Xây dựng Thép Hôm nay & Ngày mai. Điều đó sẽ có lợi cho đất nước của quý độc giả và nền công nghiệp thép Nhật Bản. Để đạt tới điều đó, chúng tôi chờ đón sự hợp tác của quý vị trong việc tham gia khảo sát và gửi kết quả khảo sát về tạp chí.