

# STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(Số 31 tháng 11/ 2010)

**Ấn phẩm chung của Liên đoàn thép Nhật Bản  
và Hiệp hội Kết cấu thép Nhật Bản**

## *Bản tiếng Việt*

Phiên bản tiếng Anh của *Kết cấu Thép Hôm nay và Ngày Mai* được xuất bản ba số một năm và được phát hành trên toàn thế giới tới các công ty, nghiệp đoàn quản trị có liên quan tới lĩnh vực công thương và các tổ chức hành chính. Mục đích chính của ấn phẩm này là để giới thiệu những quy trình và tiêu chuẩn có liên quan tới kết cấu thép, ngoài ra còn có một số ví dụ về các dự án, vật liệu và công nghệ xây dựng tiên tiến trong lĩnh vực xây dựng dân dụng.

Nhằm giúp cho độc giả người Việt dễ dàng nắm bắt nội dung của những bài báo này, bản dịch tiếng Việt đã được chuẩn bị và được đính kèm với phiên bản tiếng Anh. Những hình vẽ, tranh ảnh và các bảng biểu minh họa sẽ chỉ ghi phần tựa đề. Ngoài ra, một số từ ngữ, chi tiết hay thuật ngữ kỹ thuật cần để nguyên gốc, do vậy bạn đọc cần tham khảo thêm trong bản tiếng Anh.

### **Số 31 tháng 11/ 2010: Nội dung**

Kết cấu khung thép: Xu hướng công nghệ và phát triển \_\_\_\_\_ 1~2

*Nội dung đặc biệt:* Công trình Tokyo Sky Tree  
Sáng tạo cảnh quan vượt ngoài không gian – thời gian\_ 3~4

Sơ lược về kết cấu \_\_\_\_\_ 5~9

Xây dựng tòa tháp đẳng cấp thế giới \_\_\_\_\_ 10~13

Ổng thép cường độ cao \_\_\_\_\_ 14~15

Kết cấu nhà với cột ống thép nhồi bê tông \_\_\_\_\_ 16~18

Hội thảo Kết cấu thép Đông Nam Á \_\_\_\_\_Bìa cuối

(trang 1~2)

## **Kết cấu khung thép – Xu hướng công nghệ và phát triển**

Tác giả: Koji Morita

Giáo sư Đại học Denki Tokyo, Giáo sư danh dự khoa công trình Đại học Chiba

### **Tăng cường ứng dụng các kết cấu kháng chấn**

Hình 1 cho thấy phần trăm các công trình nhà cao tầng khung thép (cao từ 60m trở lên) có lắp đặt các thiết bị chống dao động và thiết bị cách chấn được thiết kế từ năm tài chính 2000 đến nửa đầu năm tài chính 2006.

Hình 2 thể hiện tỷ lệ các loại giảm chấn được sử dụng.

Ba dạng thiết bị giảm chấn trễ chính được sử dụng là tường kháng chấn bằng thép có điểm chảy thấp với giới hạn điểm chảy thấp hơn từ 80 đến 205 N/mm<sup>2</sup> (giới hạn cường độ kéo thấp hơn từ 200 đến 300 N/mm<sup>2</sup>); bản chống cắt dạng khung và đỉnh chữ Y; khung chống oằn bằng thép có điểm chảy thấp và khung với vật liệu giằng SN490B. Tỷ lệ ứng dụng các thiết bị giảm chấn trễ cho các công trình xây dựng khoảng từ 40 đến 65%.

Thiết bị giảm chấn nhớt gồm có các vật liệu nhớt đàn hồi (giảm chấn hấp thụ năng lượng nhờ biến dạng cắt trong vật liệu nhớt) và giảm chấn dầu với cơ cấu hấp thụ năng lượng kiểu xilanh – pit tông. Tỷ lệ ứng dụng các thiết bị giảm chấn nhớt hàng khoảng dưới 30% đến hơn 40% (tham khảo Hình 2).

Ngoài ra, đã có nhiều nỗ lực trong việc phát triển thiết bị giảm chấn mới và ứng dụng trong thiết kế.

Nhiều phương pháp cải tiến sức kháng chấn cho các tòa nhà khung thép tầm thấp và tầm trung đã được áp dụng tùy thuộc vào tính năng và tầm quan trọng của công trình. Các dịch chuyển động đất thiết kế đầu vào cho các trận động đất lớn được đặt ở mức cao hơn so với các tòa nhà thông thường. Hơn nữa, khi áp dụng tiêu chuẩn thiết kế để giảm thiểu mức độ thiệt hại, việc áp dụng phương pháp thiết kế triệt tiêu sự phá hoại khung bằng cách lắp đặt các giảm chấn trễ là có hiệu quả. Đề thúc đẩy việc áp dụng các phương pháp thiết kế kháng chấn trong xây dựng các tòa nhà tầm thấp và tầm trung, cần phải phát triển các thiết bị giảm chấn phù hợp với công trình tầm thấp và tầm trung phục hồi tốt sau thảm họa. Cũng cần phải phát triển các chi tiết liên kết để nâng cao hiệu quả liên kết giữa giảm chấn và khung.

### **Điểm chảy và cường độ kéo đa dạng của các sản phẩm thép**

Bên cạnh thép thông thường với giới hạn điểm chảy thấp hơn từ 235, 325, 355 đến 440 N/mm<sup>2</sup> (giới hạn cường độ kéo thấp hơn từ 400, 490, 520 đến 590 N/mm<sup>2</sup>), Bộ đã chấp nhận thép có các cấp độ giới hạn điểm chảy thấp hơn (cường độ kéo) khác nhau. Đó là:

- Thép tấm và ống tròn cấp 385 (550), 400 (490) ( $f_{HAZ} \leq 0.58$  cho tấm), 440 (590) (thép tấm thông thường SA440), 500 (590), 630 (780) and 700 (780) (chỉ với thép tấm H-SA700)-N/mm<sup>2</sup> và
- Thép ống chữ nhật cấp 385 (550), 400 (490) ( $f_{HAZ} \leq 0.58$ ) và 440 (590)-N/mm<sup>2</sup>.

Trong khi phải có chấp thuận để sử dụng một vài cấp thép khi thiết kế kết cấu thì phạm vi điểm chảy đã mở rộng từ 235 N/mm<sup>2</sup> đến 700 N/mm<sup>2</sup>. Ngoài ra cũng đã phát triển thép tấm có điểm chảy từ 325 N/mm<sup>2</sup> đến 440 N/mm<sup>2</sup>, thép cho mục đích hàn nhiệt lớn.

Trong những sản phẩm thép này, thép tấm có giới hạn điểm chảy thấp hơn 325 N/mm<sup>2</sup> có chiều dày từ 40mm trở lên được sản xuất bằng quá trình điều khiển cơ nhiệt kiểu lạnh (TMCP) hoặc bằng QQ'T gồm quá trình tôi ban đầu, tôi pha đôi tiếp theo và gia nhiệt. Tuy nhiên, với các sản phẩm thép có giới hạn cường độ kéo thấp hơn 780 N/mm<sup>2</sup>, cần phát triển thép có tính năng hàn cao và các vật liệu có khả năng hàn bền trong kim loại hàn mà không làm giảm kim loại nền. Hơn nữa, cần phải tổ chức số liệu thống kê về các đặc tính cơ học của các sản phẩm thép có các cấp thép đa dạng hóa và đường hàn làm số liệu thiết kế.

Hình 3 thể hiện tỷ lệ cường độ lớn nhất (giới hạn cường độ kéo thấp hơn) của các sản phẩm thép dùng làm cột tòa nhà cao tầng. Khi được phân loại theo quá trình sản xuất, cấp 325 (490) N/mm<sup>2</sup> do sản xuất cán nóng chiếm gần 30%, cấp 325 (490), 355 (520) và 385 (550) N/mm<sup>2</sup> do quá trình TMCP và cấp 440 (590) N/mm<sup>2</sup> do quá trình QQ'T cùng chiếm khoảng 70%. Gần đây, sản phẩm thép cấp 630 (780) N/mm<sup>2</sup> sản xuất QQ'T có xét đến ứng xử tuần hoàn trong phạm vi đàn hồi đã được dùng trong tường kháng chấn thép tấm cho các tòa nhà cao tầng nhíp lớn và trong các cột ống thép nhồi bê tông khổ lớn có giới hạn đàn hồi được chỉ rõ trong các điều kiện thiết kế.

Công trình Tokyo Sky Tree® là tòa tháp truyền sóng radio bằng thép đang được xây dựng ở Tokyo có sử dụng nhiều dạng tường nặng, ống thép tròn khổ lớn bên cạnh các sản phẩm thép cấp 630 (780) N/mm<sup>2</sup> làm

vật liệu chính và trong các mặt cắt thẳng. Công trình sẽ được giới thiệu ở phần sau.

Những hạn chế trong việc thiết kế kết cấu đã được cải tiến nhờ việc lựa chọn các sản phẩm thép phù hợp vừa được trình bày theo sự làm việc cần thiết của các phần tử kết cấu. Khung thép là dạng kết cấu phù hợp nhất với tòa nhà vì tạo ra nhiều không gian trống và hy vọng sẽ đáp ứng được yêu cầu mạnh mẽ cho không gian kết cấu mới.

### **Sự hợp tác giữa các nhà thiết kế kết cấu và các công ty chế tạo khung thép**

Hiện nay có nhiều công ty chế tạo khung thép đang hoạt động. Một số công ty có khả năng sản xuất các kết cấu có độ chính xác cao với các bộ phận bằng tường nặng, các sản phẩm thép cường độ cao mặt cắt lớn được nối bằng các rãnh ba chiều phức tạp. Một số công ty khác lại sản xuất chủ yếu khung thép cứng với các cột ống tròn và dầm H. Các công ty đã tích lũy được bí quyết công nghệ và mở rộng chắc chắn khả năng đảm bảo chất lượng khung thép. Đó là nhờ sự phát triển công nghệ vững chắc, các hoạt động phổ biến và phát triển trình độ của Hiệp hội sản xuất Khung thép Nhật Bản và Hiệp hội Nhà xây dựng thép Nhật Bản bên cạnh những nỗ lực mở rộng của chính các công ty.

Các nhà thiết kế kết cấu đã mở rộng sự hợp tác với các công ty chế tạo khung thép thông qua các trao đổi thông tin kỹ thuật định kỳ và thiết kế kết cấu để chế tạo đồng thời thực hiện các đề nghị kỹ thuật của các công ty sản xuất khung thép. Từ những nỗ lực hợp tác này, hy vọng thiết kế và công nghệ chế tạo cho các tòa nhà khung thép sẽ được phát triển hơn nữa.

Bên cạnh đó, nhiều hoạt động được thực hiện ở các công ty chế tạo khung thép nhằm hướng đến việc tiết kiệm năng lượng và nhân công, trong đó có việc góp phần tạo ra một xã hội ít cacbon. Đặc biệt là nỗ lực giảm thể tích và điều chỉnh hàn nhờ xem xét lại các tiêu chuẩn xoi rãnh. Ngoài ra cũng thúc đẩy nhiều hoạt động để tăng cường các sản xuất tiết kiệm năng lượng bao gồm quản lý để sản xuất tối ưu và giảm bớt các khâu trong quá trình sản xuất. Để đạt được điều này phải có sự hợp tác chặt chẽ giữa các nhà thiết kế và các công ty sản xuất, các bên phải sớm thống nhất trong quá trình thay đổi thiết kế, các phương pháp thi công, độ hoàn thành, thiết bị cần thiết và các chi tiết liên kết lắp ráp bằng thép cho các công trình phụ trợ để không còn trở ngại trong quá trình sản xuất khung thép.

Một ví dụ cho sự hợp tác tốt đẹp giữa các nhà thiết kế kết cấu và các kỹ sư chế tạo khung thép trong việc thiết kế các chi tiết khung thép và chế tạo các khung thép cho công trình Tokyo Sky Tree® - tòa tháp bằng thép cao nhất thế giới. Điều này chỉ có thể thực hiện được nhờ các hoạt động hợp tác dựa trên các công nghệ thiết kế tiên tiến của các nhà thiết kế kết cấu và các công nghệ sản xuất khung thép tiên tiến và khả năng đảm bảo chất lượng của các công ty chế tạo khung thép.

Hình 1 Tỷ lệ các tòa nhà cao tầng khung thép lắp đặt các thiết bị điều khiển dao động và các thiết bị cách chấn

Hình 2 Tỷ lệ các loại giảm chấn được lắp đặt

Hình 3 Cường độ tối đa của các sản phẩm thép dùng cho cột



(trang 3~4)

## **Công trình Tokyo Sky Tree —Sáng tạo một cảnh quan vượt ngoài không gian-thời gian—**

Tác giả Shigeru Yoshino

Công sự thiết kế, Công ty Nikken Sekkei

Khu Narihira-bashi và Oshiage nhìn ra sông Sumida ở khu phía Đông của Tokyo từng là các trung tâm hưng thịnh trong thời đại Edo (từ thế kỷ 17 đến cuối thế kỷ 19). Tháng 2/2006, công ty đường sắt Tobu đã đề xuất với các công ty truyền thanh địa phương và quận Sumida việc xây dựng một tòa tháp lớn bằng thép có tên là Tokyo Sky Tree® tại khu vực đó. Ấn tượng cụ thể đầu tiên của các khách hàng khi bắt đầu dự án là “tạo ra một cảnh quan vượt ngoài không gian-thời gian của khu vực”. Trong các giai đoạn tiếp theo của công tác thiết kế, nhiều nỗ lực kiên quyết được thực hiện để đạt được điều đó.

### **Tòa tháp cao tầng trong quận Shitamachi**

Công trình Tokyo Sky Tree vươn cao trong khu vực Narihira-bashi-Oshiage của khu Sumida, xung quanh là các khu shitamachi (khu giải trí và mua sắm truyền thống) như Asakusa và Mokojima. Công trình còn nằm trên một vị trí chiến lược có đường sắt Tobu,

đường xe điện ngầm và nơi tập trung các dịch vụ vận chuyên đường thủy. Công trình là một tòa nhà phát thanh độc lập truyền các tín hiệu điện tử mặt đất và các tín hiệu phát thanh khác. Nó còn là biểu tượng cho sự hồi sinh của các khu vực shitamachi và văn hóa shitamachi, đồng thời tăng cường liên kết với Asakusa là khu vực ngắm cảnh nổi tiếng in đậm dấu ấn văn hóa Edo ở Tokyo. Để đạt được những mục tiêu này, nghiên cứu về thiết kế của tòa tháp được thực hiện để đảm bảo sự kết nối chắc chắn với các đặc trưng địa lý của các khu vực này.

Khu vực xây dựng nằm ở trung tâm của một vùng địa hình tam giác có sông Sumida và Arakawa ở hai bên và phía nam tiếp giáp với đường sắt và đường cao tốc chính chạy từ đông sang tây. Tòa tháp nằm ở vị trí giao nhau của nhiều con đường cắt qua ba trục đô thị này. Khung tam giác phẳng của phần đế tòa nhà được đảm bảo để đón tiếp được khách thăm quan ghé vào từ mọi con đường.

Tòa tháp có kết cấu rủ xuống, nhắc tới công trình cổ kanae kiểu Trung Quốc hoặc kiềng ba chân (giá đỡ ba chân) đem lại cảm giác vững chắc cho người xem. Hơn nữa, hình dáng tam giác đem đến chiều rộng tối đa cho phần đế của tòa tháp trong phạm vi giới hạn của vị trí xây dựng và kết cấu vững chắc sử dụng ít phần tử kết cấu nhất. Đồng thời, tòa tháp được thiết kế tỷ mẩn để tránh cảm giác nặng nề cho khu vực xung quanh công trình.

Mặt khác, cần nhắc tới hai đài quan sát của tòa tháp, dự đoán khách thăm quan sẽ muốn ngắm nhìn về nhà mình nên việc tạo ra tầm nhìn 360<sup>0</sup> của tòa bộ khu vực Kanto là việc quan trọng. Do đó, hình dáng tròn sẽ phù hợp để quan sát và dễ gắn ăng-ten theo mọi hướng. Đồng thời, hình dáng tròn sẽ chịu tác dụng của các ngoại lực tốt hơn hình dáng tam giác theo mọi hướng để giữ ổn định cho tòa tháp cân bằng hơn. Kết quả là tòa tháp dạng tam giác ở phần đế và dạng tròn ở trên cao là hình dáng độc đáo duy nhất trên thế giới.

### Thay đổi hình dáng của tòa tháp

Thay đổi hình dáng của tòa tháp từ tam giác thành hình tròn đem đến cho thiết kế của công trình những đường nét “cong” và “chóp” vốn quen thuộc trong văn hóa truyền thống Nhật Bản. Mặt cắt ngang tam giác chủ đạo cho phần dưới còn mặt cắt ngang hình tròn bắt đầu từ cao độ 300m so với mặt đất.

Nhìn từ cạnh bên, mỗi đường nét mở hướng lên từ mặt đất dọc theo phần tam giác của tòa tháp về nên

một đường cung ngược mềm mại. Hướng ngược lên trời, đường cung này gợi đến đường cong trong katana hoặc kiếm Nhật. Các đường chéo bao lấy ba cạnh của tam giác tạo thành hình lồng thoi gọi là “chóp” gợi đến sóng nước huyền ảo trên các hàng cột trong đền, miếu thờ Nhật Bản. Thoạt nhìn hình dáng tòa tháp khá đơn giản nhưng thực ra chứa đựng rất nhiều đường cong phức tạp.

### Thiết kế tòa tháp vượt ngoài không gian – thời gian

Những tòa tháp nổi bật nhất trên thế giới thường được đặt trên một trục dân cư rõ nét như tháp Eiffel ở Paris hay gần biển, hồ nước, sông như tòa tháp CN ở Toronto và Tháp Hòn Ngọc Phương Đông (tháp truyền hình) ở Thượng Hải.

Có thể nhìn ngắm một tòa tháp riêng lẻ trong hai phối cảnh: từ xa nhìn về tòa tháp vươn lên từ mặt đất hay từ dưới chân tháp nhìn lên trời. Hai phối cảnh này sẽ in đậm trong tâm trí của du khách.

Với công trình Tokyo Sky Tree, tầm nhìn xa từ trên sông Sumida là đáng nhớ nhất. Từ các đại lộ chạy theo hướng khác nhau trong khu lân cận shitamachi tới tận chân công trình, hình dáng tòa tháp thay đổi mềm mại từ tam giác sang hình tròn làm nổi bật nét hòa quyện độc đáo của đường cong và chóp. Hình dáng tòa nhà thay đổi theo vị trí quan sát kết nối với nét tự nhiên tinh hoa của các lối shitamachi và với đặc trưng tự do, thay đổi và độc đáo của tầng lớp thượng gia Edo. Vì thế, tòa tháp không phải là một công trình độc lập mà là hiện thân hợp nhất của chính tòa nhà và các đặc trưng shimatachi.

Công trình Tokyo Sky Tree sẽ đem đến một cảnh quan kiến trúc mới, ứng dụng các công nghệ tiên tiến và các phương pháp thiết kế chưa từng có. Công trình cũng sẽ thừa kế và tiêu biểu cho văn hóa cội nguồn sâu đậm của khu vực. Chúng ta tin tưởng rằng cảnh quan mới sẽ chứng minh cho ý tưởng “sáng tạo cảnh quan vượt ngoài không gian – thời gian”.

(Hình)

Khu vực bên trong và xung quanh vị trí xây dựng

Tokyo Sky Tree

Hình chiếu đứng của Tokyo Sky Tree

Hình chiếu bằng của Tokyo Sky Tree khi hoàn thành



(trang 5~9)

## **Công trình Tokyo Sky Tree** **—Sơ lược kết cấu của tòa tháp phát** **thanh điện tử mặt đất—**

Tác giả Michio Keii, Atsuo Konishi, Yasuo Kagami,  
Kazunari Watanabe, Norio Nakanishi và Yoshichika  
Esaka  
Phòng thiết kế kết cấu, Công ty Nikken Sekkei

Công trình Tokyo Sky Tree®, tòa tháp phát thanh điện tử mặt đất cao 634m, được khởi công tháng 7/2008 ở thành phố Sumida, Tokyo. Tòa tháp sẽ truyền sóng điện tử mặt đất dự kiến từ mùa xuân 2012 ở Nhật Bản và là biểu tượng cho nỗ lực thúc đẩy kinh tế của khu vực.

### **Sơ lược mặt bằng công trình Tokyo Sky Tree**

#### **• Vị trí quy hoạch và sơ đồ bố trí tiện ích**

Khu vực bên trong và xung quanh ga Oshiage và Narihira-bashi là nơi xây dựng công trình Tokyo Sky Tree nằm gần trung tâm thành phố Sumida, Tokyo. Đặc biệt là vị trí này nằm trên hai trục dân cư vòng góc của thành phố Sumida: trục đông – tây trung tâm từ Ueno và Asakusa qua khu Azumabashi và trục nam – bắc dẫn tới khu bên trong và xung quanh ga Hikifune từ khu bên trong và xung quanh ga Kinshicho.

Sơ đồ bố trí tiện ích của công trình được chia thành ba phần: khu phía tây dành cho các hoạt động thương mại (của dân cư địa phương), khu tòa tháp và khu phía đông chủ yếu dành cho các cửa hàng (ngắm cảnh) và văn phòng (tham khảo Hình 1). Tòa tháp đặt ở chính giữa vị trí quy hoạch sẽ là trung tâm của một tổ hợp phong phú dành cho thương ngoạn và hoạt động hồi hã.

Hình 1 Sơ đồ bố trí tổng thể

### **Mục tiêu và tải trọng thiết kế**

#### **• Tải trọng gió**

**—Các đặc trưng cao độ - hướng của gió tự nhiên—**

Tòa tháp cao 634m, phía nam cách vịnh Tokyo khoảng 8km nên phải xét đến của lớp biên bề mặt đất phản ánh độ gồ ghề bề mặt của các khu xung quanh không thể nghiên cứu đầy đủ nên lấy độ gồ ghề cấp II. Dự kiến lớp biên cao hơn tòa tháp và vận tốc gió trung bình được tính toán với giả định là đặc trưng vận tốc

gió trung bình có thể ngoại suy từ cao độ  $Z_G$  trở lên theo phân bố luật năng lượng được nêu trong Chỉ dẫn và chú giải về Tải trọng tòa nhà (Viện Kiến trúc Tokyo, 2004).

Đồng thời cũng dự kiến rằng Chỉ dẫn AIJ được ngoại suy từ cao độ  $Z_G$  trở lên đi đôi với tỷ lệ gió và phân bố chiều cao – hướng của nhiều gió như được thực hiện với đặc trưng của vận tốc gió trung bình. Tuy nhiên, giá trị cực tiểu được lấy thấp hơn nhiều gió ít nhất 10%.

#### **—Bảo dự kiến trong thiết kế và tải trọng gió thiết kế**

Bảng 1 thể hiện bão được xét đến trong thiết kế. Các lực gió tác dụng lên tòa tháp ở từng cấp bão cho thấy: với bão cấp 2, tải trọng gió tĩnh tương đương được xác định theo trình tự thể hiện trong Hình 2; với bão cấp 1 và cấp 3, lực gió tương ứng với bình phương vận tốc gió cơ bản.

Bảng 1 Chu kỳ quay lại của cấp bão và vận tốc gió trung bình tương đương với vận tốc gió cơ bản  
Hình 2 Trình tự thiết kế chống gió (Xác định tải trọng gió tĩnh tương đương)

#### **• Tải trọng động đất**

#### **—Hướng kiểm tra sự an toàn kết cấu trong động đất**

Tòa tháp cao 634m nên hình thái cao hơn và sự mở rộng dọc trục của các phần tử kết cấu có ảnh hưởng lớn và khó xác định được chính xác tải trọng động đất bằng cách “đường bao lực cắt của lớp ứng xử” thường được xét đến trong thiết kế các tòa nhà cao tầng thông thường. Để phù hợp, kiểm tra độ an toàn kết cấu của tòa nhà khi xảy ra động đất bằng phân tích ứng xử theo thời gian của các dịch chuyển động đất giả định trình bày trong Bảng 2 để đảm bảo an toàn cho tất cả các bộ phận kết cấu.

#### **—Các dịch chuyển động đất giả định**

Các dịch chuyển động đất cho thiết kế của tòa nhà được lựa chọn bằng việc đưa ra một sóng hiện trường gần đúng để giả định trường hợp động đất dài và động đất bất chợt trực tiếp trong đất liền xuất hiện gần tòa tháp, đồng thời cũng sử dụng các sóng báo và sóng quan sát giả định trong thiết kế các tòa nhà cao tầng nói chung. Hình 3 thể hiện phổ ứng xử của một phần các dịch chuyển động đất giả định.

#### **• Các mục tiêu thiết kế**

Tòa tháp được thiết kế sao cho ứng suất của các bộ

phần kết cấu, ngoại trừ các mối hàn, luôn nằm trong phạm vi đàn hồi khi chịu động đất cấp 2 và các tải trọng gió thể hiện trong Bảng 3. Ngoài ra, bên cạnh các mục tiêu thiết kế đã nêu nhằm đảm bảo an toàn kết cấu, hoạt động của kết cấu phải phù hợp cho mục đích sử dụng của đài phát thanh sẽ không được trình bày trong bài báo này.

Bảng 2 Sóng động đất giả định

Bảng 3 Mục tiêu thiết kế kháng chấn

Hình 3 So sánh các phở

### Thiết kế các kết cấu phân trên

#### • Bố trí khung

Khu vực cầu thang hình trụ bằng bê tông cốt thép (RC) (shinbashira hoặc cột trung tâm) được đặt ở chính giữa tòa nhà và lõi khung thép (tháp trung gian và tháp trong) trong đó thang máy, EPS và các thiết bị khác được kết hợp bố trí xung quanh khu vực cầu thang. Mặt cắt ngoài dạng kết cấu dàn ống thép mang hình dáng phẳng ở phần đế của tòa tháp chuyển thành hình tròn. (Tham khảo Hình 4).

Dàn kanae (kiềng ba chân) gồm bốn bộ phận chính và đặt ở mỗi góc của phần đế tòa tháp hình tam giác đều. Các dàn được nối với nhau trong mặt phẳng nằm ngang của kết cấu như trong Hình 5. Dàn kanae và khung vành đai (tháp ngoài) là bộ phận chính chịu lực động đất và tải trọng gió.

Hình 4 Các bản vẽ khung

Hình 5 Mặt bằng sàn

#### • Các sản phẩm thép sử dụng

Bảng 4 thể hiện các sản phẩm thép được dùng làm bộ phận kết cấu chính trong xây dựng tòa tháp. Trong thiết kế hiện nay, vì tòa tháp cao với tỷ lệ giữa chiều cao và chiều rộng khá lớn so với khu vực nên lực cục bộ tác dụng lên từng bộ phận kết cấu khi xảy ra động đất và bão mạnh là khá lớn. Để đảm bảo yêu cầu, các bộ phận kết cấu phải có cường độ cao và mặt cắt lớn. Vì thế, giả thuyết về phương pháp liên kết các bộ phận được chọn là phương pháp hàn. Ngoài ra, do các bộ phận đều có trọng lượng lớn nên xác định phải chia nhỏ các bộ phận để đảm bảo điều kiện vận chuyển và cầu lắp. Vì thế, các bộ phận được vận chuyển tới công trường và liên kết hàn tại chỗ.

Khi đó, cần phải lựa chọn các sản phẩm thép có cường độ cao, bền và dễ hàn kể cả công tác gia nhiệt trước. Các sản phẩm thép có cường độ chảy ít nhất 400N/mm<sup>2</sup> được sử dụng để xây dựng công trình

Tokyo Sky Tree thỏa mãn các yêu cầu và được Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông và Du lịch đặc cách chấp nhận cho sử dụng trong xây dựng công trình này.

Bảng 4 Các mặt cắt sử dụng ống thép và chiều dày tường

#### • Thiết kế các mối nối đa cấp

Các dàn kanae và các bộ phận kết cấu cho tòa tháp ngoài như các phần tử nằm ngang, cột, khung cùng được nối ba chiều với nhau tạo thành mối nối. Vì thế ống thép được dùng làm mặt cắt ngang và chọn phương pháp đa cấp giả định để nối các đoạn ống (Hình 6). Lý do lựa chọn phương pháp này là bề mặt hoàn thiện đẹp, ít khiếm khuyết, chống ăn mòn, v.v...

Tuy nhiên, vì có những trường hợp kiểm toán an toàn cho mối nối đa cấp mặt cắt ngang lớn bằng ống thép cường độ cao nằm ngoài phạm vi của Chỉ dẫn Thiết kế Dàn Ống Thép của Viện Kiến trúc Nhật Bản nên cường độ các mối nối đa cấp bao gồm cả liên kết được lấy theo Tiêu chuẩn API (Viện Dầu khí Mỹ) kết hợp với Chỉ dẫn AIJ và phương pháp Phần tử Hữu hạn.

Cường độ của các mối nối được kiểm tra như sau: Cường độ chống gió được kiểm tra bằng tải trọng gió thiết kế (lực tĩnh) và vì tải trọng động đất tĩnh không được định nghĩa nên cường độ kháng chấn được kiểm tra bằng phương pháp thử dần dựa trên phân tích thời gian. Ngoài ra, kiểm tra môi của tất cả các liên kết dưới tác dụng của gió và động đất để đảm bảo độ an toàn của các liên kết. Hình 7 thể hiện sơ đồ kiểm tra môi.

Hình 6 Mối nối đa cấp

Hình 7 Sơ đồ kiểm tra môi cho mối nối đa cấp

#### Thiết kế kết cấu nền móng

##### • Sơ lược đất nền công trình

Vị trí xây dựng công trình nằm trong khu vực thấp của Tokyo bao bởi sông Sumida và Arakawa. Vì địa hình lớp bề mặt tại đây là cồn cát ngầm - đầm lầy sau, khu vực lớp bề mặt bên trong và xung quanh khu vực xây dựng là địa hình nhân tạo.

Địa chất của vùng lân cận của vị trí xây dựng bao gồm những lớp lắng đọng lũ tích như lớp sỏi cuội Tokyo, lớp Tokyo, lớp sỏi cuội thềm chôn lấp và lớp sét mùn chôn lấp cùng mới những lớp lũ tích như lớp Yurakuchō ở gần mặt đất với nhóm lớp Kazusa gồm lớp Edogawa và lớp Toneri làm đáy móng. Chiều dày

của lớp Yurakucho khoảng từ 25 đến 30m, phần phía trên chủ yếu là một lớp cát lỏng dày 5m và phần phía dưới chủ yếu là đất sét.

Khảo sát nền được thực hiện với những nội dung như sau:

- Khoan khảo sát
- Thí nghiệm thấm tại hiện trường
- Thí nghiệm tải trọng ngang trong lỗ khoan
- Thí nghiệm đất trong phòng
- PS logging
- Đo đạc chuyên dịch chậm không đổi
- Tìm kiếm dây dịch chuyên chậm

Hình 8 thể hiện mặt cắt lỗ khoan đất do khoan khảo sát

#### — Chu kỳ trượt của đất nền

Đo đạc chu kỳ trượt của đất nền trong thời gian 1 giây: từ 7 đến 9 giây và 3 đến 4 giây hoặc ít hơn 1 giây: từ 0,4 đến 0,5 giây hoặc 0,6 đến 0,7 giây.

#### — Các kết quả tìm kiếm dây dịch chuyên chậm

Chiều sâu (với vận tốc vs  $\geq 3,000$  m/giây) của nền đá động đất được giả định là khoảng 2,5km.

Hình 8 Mặt cắt lỗ khoan đất tại công trường

#### ● Thiết kế các kết cấu nền móng

Kết cấu nền móng của tòa tháp được xây dựng trên một tầng chịu lực gồm có một lớp sỏi cuội lũ tích cứng ở độ sâu từ GL-35m trở xuống. Kết cấu móng là tường cọc bê tông cốt thép ngầm liên tục có cường độ và độ cứng cao với các cọc bê tông cốt thép (RC) đúc sẵn. Phần móng của kết cấu tháp bố trí tường cọc bê tông cốt thép ngầm còn bên dưới các dàn kanae bố trí cọc bê tông cốt thép - thép (RSC) (xem Hình 9). Một bản nút được gắn lên cọc RSC để tạo ra sức kháng lớn và cọc được đóng đến chiều sâu GL-50m. Tường cọc hình chữ H sinh ra cường độ kéo lớn hơn cho kết cấu tường. Sức kháng của cọc gắn bản nút được kiểm toán bằng thí nghiệm mô hình thật tại công trường.

Hình 9 Móng cọc

#### ● Kết cấu móng SRC đảm bảo truyền lực kháng vào cọc

Các lực cắt và uốn lớn từ tòa tháp khung thép phía trên truyền vào kết cấu móng (Hình 10). Vì thế, tường thép phía trên được xây phù hợp với hình dáng bằng của móng nên lựa chọn tường SRC cho kết cấu móng. Chiều dày của tấm thép là 40mm và 22mm, tường RC là 2700mm và 1900mm.

Hình 10 Kết cấu móng

#### Sơ lược về điều khiển dao động bằng Shinbashira

Hệ thống điều khiển dao động thể hiện trong Hình 11 nhằm làm giảm ứng xử của tháp nhất là khi động đất xảy ra. Kết cấu Shinbashira bê tông cốt thép (cột trung tâm) và phần khung thép bên ngoài được tách riêng từ cao độ 125m, hệ thống điều khiển dao động bằng cơ cấu tăng thêm khối nặng sử dụng khối lượng shinbashira (vật nặng) ở phần tách rời. Tích hợp shinbashira và phần khung thép bên ngoài bằng các sản phẩm thép từ độ cao 125m trở xuống và lắp đặt các giảm chấn dầu từ độ cao 125 trở lên giúp điều khiển được chuyển vị của shinbashira và tăng giảm chấn cho toàn bộ kết cấu tòa tháp. Lực cắt sinh ra có thể giảm tới tối đa 40% khi động đất lớn xảy ra nhờ sử dụng hệ thống điều khiển dao động shinbashira.

Hình 11 Bản vẽ sơ lược của hệ thống điều khiển dao động Shinbashira (cột trung tâm)

■ ■ ■ ■ ■

(trang 10~13)

## Công trình Tokyo Sky Tree

### — Xây dựng tòa tháp bằng thép đẳng cấp thế giới—

Tác giả: Công ty Obayashi

Tòa tháp tự chống cao nhất thế giới đang được xây dựng ở Tokyo có tên gọi Tokyo Sky Tree® với chiều cao 634m là tòa tháp phát thanh radio tự chống truyền các tín hiệu điện từ mặt đất và các tín hiệu truyền thanh khác. Các hạng mục chính trong công trình gồm có một tháp ăng-ten, đài quan sát thứ nhất cao 350m và đài quan sát thứ hai cao 450m.

Phần thấp nhất của tòa tháp có dạng tam giác chống bằng ba chân. Hình dáng chuyển dần cho đến độ cao 300 thì có dạng tròn. Các công nghệ xây dựng và vật liệu tiên tiến chính sử dụng để xây dựng tòa tháp Tokyo Sky Tree được trình bày trong bày này.

#### Lắp ráp tháp ăng-ten bằng phương pháp nâng

Phần cao nhất của tòa tháp là tháp ăng-ten truyền hình sẽ được lắp ráp trên mặt đất rồi được kéo lên bằng cáp từ bên trong của tòa tháp tới đỉnh cao 634m bằng

phương pháp “nâng” động lực học. Việc lắp ráp tháp ăng-ten trên mặt đất được bắt đầu từ phần đỉnh bên trong khoảng trống ở chính giữa tòa tháp trước khi xây dựng shimbashira (cột trung tâm). Tháp ăng-ten được kéo lên dần dần và lắp thêm các đoạn liên tiếp ở dưới. Tháp ăng-ten hoàn chỉnh cao hơn 200m có cầu thang ở phần dưới được kéo lên từ bên trong tòa tháp tới đỉnh. (Tham khảo Hình 1 và 2).

Nhờ phương pháp nâng, không phải lắp ráp tháp ăng-ten ở độ cao hơn 500m giúp đảm bảo an toàn và chất lượng. Quá trình xây dựng ngắn hơn nhiều vì tháp ăng-ten được lắp ráp trên mặt đất cùng lúc với việc xây dựng tòa tháp phía trên đài quan sát thứ nhất.

### **Xây dựng Shimbashira bằng phương pháp ván khuôn trượt**

Shimbashira (cột trung tâm) được xây dựng trong phần trống sau khi đã nâng tháp ăng-ten lên bằng phương pháp “ván khuôn trượt”. Bê tông được rót liên tục vào trong ván khuôn trượt lên trên sau khi phần bê tông bên dưới đã cứng lại (Hình 3).

Công nghệ này do Công ty Obayashi phát minh giúp cho việc xây dựng lõi bê tông hình trụ trong thời gian ngắn trong không gian chật hẹp ở chính giữa tòa tháp. Nhờ đó khoảng trống giữa kết cấu được dùng để lắp ráp và nâng tháp ăng-ten trước khi shimbashira được xây dựng bằng phương pháp ván khuôn trượt.

### **Lắp ráp các ống thép lớn**

Tòa tháp có những ống thép cường độ cao cỡ lớn hiếm gặp trong xây dựng nhà cửa. Do khối lượng tuyệt đối, kích thước và do hạn chế trong công tác vận chuyển, các ống thép được sản xuất thành từng phần nhỏ hơn 30 tấn trong các nhà máy trên khắp Nhật Bản. Sau đó, ống được vận chuyển tới công trường và lắp ráp bằng cần cẩu tháp có sức nâng 32 tấn.

Phần ống lớn nhất sử dụng ở chân tháp có đường kính 2,3m làm từ thép tấm dày 10cm (Hình 4) và chỉ dài 4m để đảm bảo khối lượng không quá lớn.

### **Các kết cấu dàn thép**

Bản thân tòa tháp là một dàn gồm các dầm thẳng đứng, nằm ngang và chéo. Hầu hết các dầm đều làm từ ống thép cường độ cao được hàn trực tiếp với nhau bằng công nghệ “đa cặp” đảm bảo mối nối sạch và mịn. (Tham khảo Hình 5).

### **Các tường khớp nối**

“Tường khớp nối” do Công ty Obayashi phát triển được dùng làm cọc nền móng đỡ tòa tháp cao nhất thế

giới. Để tòa tháp chống được lực nhô và lực nén do động đất và gió lớn gây ra, các cọc có các phần nhô ra hình vấu để giữ cọc chặt trong nền đất, tăng đáng kể cường độ chịu lực cho tòa nhà (Hình 6). Tất cả các dạng cọc đều có độ cứng và sức kháng lớn hơn để chống lại các lực ngang do động đất sinh ra.

### **(Hình vẽ)**

(trang 10)

Tổng thể dự án

Mặt cắt dọc

Mùa xuân 2009

(trang 11)

Hình 1 Tổng thể kết cấu tòa tháp Tokyo Sky Tree

Hình 2 Phương pháp nâng

Mùa thu 2009

(trang 12)

Hình 3 Phương pháp ván khuôn trượt

Hình 4 Ống thép lớn

Hình 5 Mối nối đa cặp

(trang 13)

Hình 6 Tường khớp nối

Mùa đông 2010

Mùa xuân 2011

■ ■ ■ ■ ■

(trang 14~15)

## **Công trình Tokyo Sky Tree**

### **—Ống thép cường độ cao cho tháp ăng-ten—**

Để xây dựng tòa tháp bằng thép Tokyo Sky Tree® đã sử dụng ống thép cường độ cao với hai cấp 400 N/mm<sup>2</sup> và 500 N/mm<sup>2</sup>. Ngoài ra, với tháp ăng-ten cao nhất, đã sử dụng ống thép có cường độ 780 N/mm<sup>2</sup> cao nhất ở Nhật Bản. Đây là lần đầu tiên ở Nhật Bản sử dụng ống thép cấp 780 N/mm<sup>2</sup> có chiều dày 80mm lớn nhất để xây dựng một kết cấu kiến trúc. Bảng 1 thể hiện tóm tắt về các ống thép này.

Kích thước của ống thép đã sử dụng có đường kính ngoài từ 500 đến 2300mm, chiều dày ống từ 19 đến 100mm. Ống thép sử dụng cho phần thấp nhất của tòa



tháp có đường kính ngoài 2300mm và chiều dày ống 100mm.

Bảng 1 Ống thép cường độ cao

### Các quá trình sản xuất ống thép cường độ cao

Ống thép cường độ cao được sản xuất từ các quá trình UOE, uốn ép hoặc uốn cán.

Hình 1 và 2 thể hiện ví dụ về các quá trình này. Trong quá trình UOE, các tấm thép được cắt ra thành các kích thước định trước và cắt chéo. Sau đó, uốn các tấm thép thành hình chữ U bằng khuôn ép chữ U rồi ép thành hình chữ O bằng khuôn ép chữ O. Tiếp theo, phần cắt chéo được làm sạch và hàn. Phần chông của vật liệu hình chữ O được hàn nối ở cả bên trong và bên ngoài bằng hàn cung chìm. Cán cơ học để tạo ra ống theo kích thước mong muốn. (Tham khảo Hình 1).

Các quá trình uốn cán và uốn ép thường được sử dụng khi ống thép có chiều dày hoặc đường kính ngoài quá lớn so với các quá trình khác. Như thể hiện trong Hình 2, tấm thép được cắt chéo ở phần cạnh, uốn, ép vào tạo thành hình trụ hoàn thiện bằng máy cán hoặc ép. Phần chông được hàn bằng hàn cung chìm để tạo ra ống. Sau đó thực hiện quá trình tạo hình lạnh, ẩm hoặc nóng tùy thuộc vào chiều dày ống hoặc kích thước ngoài.

Hình 1 Quá trình sản xuất ống thép UOE

Hình 2 Quá trình sản xuất ống uốn cuốn hoặc uốn ép

### Thép tấm để sản xuất ống cường độ cao

Tấm thép được sử dụng để sản xuất ống thép cường độ cao được tạo ra bằng cách dự báo những thay đổi có thể xảy ra trong các đặc tính của vật liệu tấm trong quá trình tạo ống. Tấm được sản xuất bằng phương pháp TMCP và xử lý nhiệt bằng các lò tính năng cao. TMCP (quá trình điều khiển cơ – nhiệt) còn được gọi là quá trình xử lý cơ – nhiệt. Đây là quá trình sản xuất tấm có các đặc tính vật liệu tối ưu bằng cách điều khiển nhiệt độ cán và giảm các yếu tố trong quá trình cán tấm và nhờ việc điều chỉnh phương pháp làm mát trực tiếp sau khi cán nếu cần. Hình 3 thể hiện phương pháp TMCP trong JIS. Bốn nhà sản xuất thép tích hợp quan trọng của Nhật Bản đã phát triển công nghệ độc quyền TMCP thể hiện trong Bảng 3.

TMCP không chỉ tạo ra thép cường độ cao mà còn đảm bảo cùng lúc độ bền cao (thép cơ bản và mối hàn) thường không xảy ra đồng thời. Ngoài ra, TMCP tạo ra sản phẩm thép tấm phù hợp hàn trên cao nhờ tăng

cường khả năng hàn được ở nhiệt độ gia nhiệt trước thấp.

Những yếu tố tuyệt vời này không chỉ đáp ứng yêu cầu các bộ phận kết cấu có mặt cắt nhỏ hơn, chiều dày mỏng hơn cho các kết cấu cao tầng, nhịp lớn. Vì thế mà các thiết kế xây dựng nhà và kết cấu đẹp hơn, kinh tế hơn nhờ giảm giá thành chuyên chở và sản xuất, rút ngắn thời gian thi công ở công trường.

Bảng 3 Các nhà sản xuất thép sở hữu phương pháp TMCP

Hình 3 Quá trình điều khiển cơ – nhiệt bằng cán tấm (JIS G0201)

■ ■ ■ ■ ■

(trang 16~18)

## Cột ống thép nhồi bê-tông

### —Các phần tử cột thép bê-tông liên hợp cường độ cao—

Dự án nghiên cứu và phát triển giới thiệu trong nội dung đặc biệt “Các hệ thống kết cấu mới ứng dụng các vật liệu kết cấu mới” trong số 29 (tháng 10/2009) của tạp chí Kết cấu thép Hôm nay và ngày mai đã trình bày về các cột ống thép nhồi bê-tông sử dụng đồng thời thép cường độ cao và bê-tông cường độ cao. Đặc biệt đã tiến hành các khảo sát thực nghiệm để khẳng định các đặc tính kết cấu của cột ống thép nhồi bê-tông xét đến các phương trình thiết kế kết cấu hiện hành.

Mục tiêu chính của dự án nghiên cứu và phát triển này là đề xuất một hệ thống xây dựng kết cấu thép sử dụng các vật liệu kết cấu tiên tiến mới đảm bảo cho các khung chính của tòa nhà vẫn trong giới hạn đàn hồi ngay cả khi động đất cấp 7 xảy ra (là cấp động đất cao nhất theo Cục Khí tượng Nhật Bản). Sự làm việc yêu cầu của các vật liệu thép mới dùng cho các hệ kết cấu mới giúp tiết kiệm tài nguyên, giảm bớt gánh nặng môi trường, nâng cao tính kháng chấn cho kết cấu. Nói cách khác, mục tiêu của dự án này là phát triển các tòa nhà thép với hệ kết cấu an toàn và tuổi thọ sử dụng cao.

### Thép cấp 800 N/mm<sup>2</sup> mới

Thép cường độ cao phù hợp cần được sử dụng để tạo thành khung cho hệ kết cấu mới. Vì sơ đồ kết cấu vẫn

giữ nguyên trong giới hạn đàn hồi nên không cần đảm bảo các điều kiện áp dụng chặt chẽ trong giới hạn đàn hồi ví dụ như tỷ số chảy. Do đó có thể giảm được lượng thép sử dụng và trọng lượng kết cấu để khai thác được cường độ cao của thép, nhờ đó làm giảm giá thành.

Đặc biệt có thể sử dụng các cột ống thép nhồi bê-tông cho hệ khung thép có khung chính vẫn làm việc trong giới hạn đàn hồi ngay cả khi động đất cấp 7 xảy ra giúp làm tăng không gian tiện nghi cho kết cấu.

Thép cường độ cao cấp 800 N/mm<sup>2</sup> được phát triển trong dự án nghiên cứu và phát triển này sử dụng trong thiết kế đàn hồi khi động đất cấp 7 xảy ra có cường độ kéo cao gấp đôi so với các sản phẩm thép thông thường. Cường độ kéo cao hơn và tính thân thiện với môi trường của sản phẩm thép này là rất kinh tế và hợp lý nhờ giảm hàm lượng các phần tử hợp kim sử dụng trong thép và nhờ giảm bớt các quá trình sản phẩm nhờ việc áp dụng hợp lý các công nghệ sản xuất tiên tiến mới. Ngoài ra, cường độ cao của vật liệu giúp giảm bớt gánh nặng cho môi trường do giảm lượng sản phẩm thép sử dụng. Bảng 1 thể hiện tóm tắt các tiêu chuẩn cho sản phẩm thép cấp 800 N/mm<sup>2</sup> (H-SA700A và 700B).

Bảng 1 Tất các tiêu chuẩn cho sản phẩm thép H-SA700A

### Các đặc điểm kết cấu của cột ống thép nhồi bê-tông cường độ cao

Tiến hành các cuộc khảo sát thực nghiệm về đặc điểm kết cấu của cột ống thép nhồi bê-tông sử dụng kết hợp thép cường độ cao cấp 800 N/mm<sup>2</sup> và bê-tông cường độ cao cấp 100~150 N/mm<sup>2</sup> nhằm khẳng định mối quan hệ với các phương trình thiết kế kết cấu hiện có (tham khảo Ảnh 1 và 2). Các kết quả thu được như sau:

- Đánh giá được cường độ kinh nghiệm của cột ống thép nhồi bê-tông nhờ áp dụng các phương pháp tính toán hiện hành.
- Khi giới hạn đàn hồi (tại điểm chảy) tăng lên, biến dạng của cột ống thép nhồi bê-tông phụ thuộc cường độ cho phép, lớn hơn so với sản phẩm thép thông thường.
- Hiệu ứng cứng của cột ống thép tròn nhồi bê-tông chỉ áp dụng được cho cột ống thép nhồi bê-tông liên kết hàn.
- Trong một số điều kiện áp dụng hạn chế (tỷ số giữa chiều rộng và chiều dày lớn, lực dọc trục lớn), cần xét

đến hiện tượng giảm cường độ của bê-tông (Hình 1).

- Khi tỷ số giữa chiều rộng và chiều dày lớn và lực tác dụng với góc 45<sup>0</sup> cần xem xét hình dáng và các đặc điểm vật liệu của phần góc R (Hình 2).

Ảnh 1 Thí nghiệm các cột ống thép nhồi bê-tông cường độ cao

Ảnh 2 Các điều kiện thí nghiệm cuối cùng của cột ống thép nhồi bê-tông cường độ cao

Hình 1 Xử lý giá trị  $C_{\gamma U}$  phụ thuộc vào tỷ số lực dọc trục và tỷ số giữa chiều rộng và chiều dày

Hình 2 Xử lý phần góc R phụ thuộc vào tỷ số giữa chiều rộng và chiều dày

### Ứng xử mỗi chu kỳ lớn của cột ống thép nhồi bê-tông cường độ cao

Các cột ống thép nhồi bê-tông dự kiến cho tuổi thọ lớn nên các khảo sát thực nghiệm được thực hiện để xem xét những thay đổi trong sự làm việc của kết cấu trong phạm vi đàn hồi thông qua các ứng xử lặp nhiều lần thu được khi xảy ra động đất nhỏ hoặc vừa và gió mạnh; xem xét những thay đổi trong tính cứng theo phương ngang trong các chu kỳ lặp (Hình 3). Các kết quả khảo sát cho thấy hiệu ứng cứng theo phương ngang và theo phương dọc trục của các cột ống thép nhồi bê-tông trên toàn bộ kết cấu nhà là hạn chế.

Hình 3 Mối quan hệ giữa tỷ số giảm tính cứng theo phương ngang và số lượng các chu kỳ kích thích của cột ống thép nhồi bê-tông cường độ cao

### Ứng dụng của vật liệu và công nghệ kết cấu mới

Khả năng ứng dụng của hệ kết cấu mới được chứng minh bằng năm ứng dụng thực tế sử dụng các đặc trưng kết cấu toàn diện nhất. Trong năm ứng dụng này, cột ống thép nhồi bê-tông cường độ cao được sử dụng trong một nghiên cứu ứng dụng được cho một tòa nhà văn phòng tầm trung kháng chấn ở ngoại vi một trung tâm dân cư (Hình 4 và 5).

Các phần lõi có bố trí các khung điều khiển dao động được đặt ở cả hai bên của tòa nhà để xử lý hầu hết các lực động đất. Các cột ống thép nhồi bê-tông cường độ cao được bố trí ở trung tâm tòa nhà còn cột thép mảnh cường độ cao được đặt ở đường bao ngoài của tòa nhà. Nhờ thế mà tạo ra được tòa nhà không gian mở rộng 22m có độ linh động cao.

Hình 4 Bên ngoài của tòa nhà văn phòng tầm trung kháng chấn cao sử dụng hệ kết cấu mới được xây dựng ở ngoại vi của trung tâm đô thị

Hình 5 Kết hợp hệ kết cấu sử dụng trong tòa nhà văn phòng tầm trung kháng chấn cao

(Bìa 4)

## Hội thảo Kết cấu thép Đông Nam Á năm 2010

Ủy ban Phát triển thị trường hải ngoại của Liên đoàn Thép Nhật Bản (JISF) từ năm 2002 đã tổ chức tám lần Hội thảo Kết cấu Thép Đông Nam Á với mục đích phát triển kết cấu thép trong xây dựng ở các quốc gia Đông Nam Á và tăng cường sự phát triển thị trường tại đây cho các sản phẩm thép cạnh tranh của Nhật Bản.

Hội thảo Kết cấu Thép Đông Nam Á năm 2010 được tổ chức vào tháng 10/2010, tập trung ở hai quốc gia là Indonesia và Việt Nam. Xin giới thiệu tóm tắt các hoạt động của hội thảo này.

Bảng: Tóm tắt hội thảo