

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(ฉบับที่ 38 เมษายน 2013)

บทความตีพิมพ์ร่วมกันระหว่างสหพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทยและสมาคมก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่งประเทศไทย

วารสารฉบับแปลภาษาอังกฤษของ *Steel Construction Today & Tomorrow* ได้มีการตีพิมพ์ 3 ครั้งต่อปี และมีการจัดส่งทั่วโลกให้แก่ผู้บริหารของบริษัทในทุกภาคอุตสาหกรรมและองค์กรที่เกี่ยวข้อง จุดประสงค์สำคัญในการตีพิมพ์วารสารนี้ก็นำเสนอมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก ตัวอย่างของโครงการก่อสร้างใหม่ ๆ เทคโนโลยีและวัสดุก่อสร้างที่ล้ำหน้า ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโครงสร้างอาคารและวิศวกรรมโยธา

เพื่อช่วยให้ผู้อ่านชาวไทยสามารถที่จะเข้าใจบทความได้ง่ายขึ้น ได้มีการจัดแปลบทความภาคภาษาไทย และแนบท้ายกับฉบับภาษาอังกฤษ สำหรับรูปภาพ ไดอะแกรมและตารางได้มีการจัดแปลเป็นภาษาไทยเพียงส่วนหัวเรื่อง ผู้อ่านสามารถอ้างอิงกับฉบับภาษาอังกฤษสำหรับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ถ้าผู้อ่านต้องการทราบศัพท์บรรยายหรือ รายละเอียดทางด้านเทคนิค โปรดอ้างอิงกับบทความภาษาอังกฤษ เช่นเดียวกัน

ฉบับที่ 38 เมษายน 2013 : เนื้อหา

บทพิเศษ :
Japanese Society of Steel Construction

รางวัล JSSC ประจำปี 2012

สวนลอยฟ้า: SkyPark	1
ศูนย์การวิจัยและพัฒนาอวกาศ: เหล็กเกรด 1,000N	2
การตรวจสอบแรงแผ่นดินไหวในอาคารที่สร้างแล้ว	3
สะพาน Tokyo Gate Bridge	4

รางวัลประเภทวิทยานิพนธ์ JSSC 2012 5~6

บทพิเศษ : เทคโนโลยีอาคารสูงในประเทศญี่ปุ่น	
การออกแบบป้องกันแรงแผ่นดินไหว	7
การออกแบบป้องกันแรงลง	8
โซนิซิตีโอซากิ : Sony City Osaka	9
อะเบโนะ ฮารูกาส: ABENO HARUKAS	11
อาคารทาวเวอร์: ARK Hills Sengokuyama Mori	13
โครงการถนนวงรอบ หมายเลข 2	15
โครงการโอเตมาชิ 1-6	17

การประชุมวิชาการ JSSC 2012 ปกหลัง
สำนักถึงผู้อ่าน ปกหลัง

ฉบับภาษาไทย: ©The Japan Iron and Steel Federation 2013

The Japan Iron and Steel Federation

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

โทรสาร: 81-3-3667-0245

โทรศัพท์ : 81-3-3669-4815

ที่อยู่อีเมล: sunpou@jjsf.or.jp

เว็บไซต์: <http://www.jjsf.or.jp>

รางวัล JSSC ประจำปี 2012

(หน้าที่ 1)

สวนลอยฟ้า Skypark : โครงสร้างหลังคาเหล็กขนาดใหญ่ที่
วางอยู่บนทาวเวอร์สูง 3 อาคาร
ผู้ได้รับรางวัล: ยาซูฮิสะ ไมวา ผู้จัดการโครงการ แผนกวิศวกรรม
โครงสร้างเหล็ก บ. JFE Engineering จำกัด

รายละเอียดของ Skypark

ตั้งชื่อของโครงการได้แสดงไว้ Skypark เป็นสวนลอยฟ้าที่
สร้างอยู่บนทาวเวอร์ของอาคารสูงจำนวน 3 อาคารในสิงคโปร์
อาคารมีความสูง 340 เมตรและความกว้าง 40 เมตร อาคารนี้ถือ
ได้ว่าเป็นแลนด์มาร์คอันใหม่ของสิงคโปร์ Skypark เอลิมฉลองการ
เปิดอาคารเมื่อเดือนมิถุนายน 2010 และในปัจจุบันเป็นอาคารที่มี
ความโดดเด่นภายใต้การบริหารจัดการโดย บ. Marine Bay
Sands Pte, Ltd. ซึ่งเป็นบริษัทจัดการรีสอร์ทในประเทศสิงคโปร์
(รูปภาพที่ 1)

ธุรกิจร่วมค้าระหว่าง JFE Engineering ของญี่ปุ่นและ
Yongnam Engineering & Construction Pte Ltd ของสิงคโปร์
ได้รับสัญญาก่อสร้างเมื่อเดือนเมษายน 2008 เพื่องานก่อสร้าง
โครงสร้างเหล็กของ Skypark บริษัททั้งสองได้เริ่มงานออกแบบ
รายละเอียดและแผนการประกอบติดตั้งในทันที และในเดือน
กรกฎาคม 2009 ได้เริ่มงานก่อสร้างที่หน้างาน โดยมีเป้าหมายที่
จะประกอบติดตั้งโครงสร้างเหล็กที่มีน้ำหนักทั้งสิ้น 8,000 ตันใน
เวลาจำกัดเพียง 9 เดือน

โครงสร้างของ Skypark

Skypark ประกอบไปด้วยสะพานโครงถักเหล็กจำนวน 2
สะพานที่เชื่อมต่อระหว่างทาวเวอร์โรงแรม 3 อาคาร (ทาวเวอร์ 1,
2 และ 3) สะพานโครงสร้างเหล็ก box girder ยื่นออกจากอาคาร
เพื่อก่อสร้างให้เป็นโครงสร้างชนิดยื่นที่มีความยาว 67.7 เมตรบน
ทาวเวอร์ 3 และโครงสร้างเหล็กจำนวน 2 โครงที่ด้านบนทาวเวอร์
2 และ 3 เพื่อประกอบกันเป็นโครงสร้างที่สมบูรณ์

งานประกอบและติดตั้งโครงสร้าง Skypark

ชิ้นส่วนองค์อาคารเหล็กได้ถูกประกอบขึ้นโดย Yongnam
Engineering & Construction ซึ่งเป็นผู้ประกอบติดตั้งเหล็กใน
พื้นที่ และถูกขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างเพื่อทำงานต่อไป

ในการติดตั้งโครงสร้างเหล็กบนทาวเวอร์ 1 และ 2 นั้น ชิ้นส่วน
องค์อาคารแต่ละชิ้นได้ถูกยกขึ้นโดยใช้ทาวเวอร์เครนเพื่อที่จะจัด
วางไว้ในตำแหน่งที่ต้องการ (อ้างอิงกับรูปภาพที่ 2 และ 3)

องค์อาคารสำหรับสะพาน box girder บนทาวเวอร์ 3 สะพาน
ที่เชื่อมต่อทั้ง 2 ทาวเวอร์และโครงสร้างยื่นบนทาวเวอร์ 3 ได้รับการ
ประกอบขึ้นส่วนให้เป็นชิ้นส่วนขนาดใหญ่ที่พื้นที่ก่อสร้างระดับ
พื้นดินด้านข้างตำแหน่งทาวเวอร์ และถูกยกขึ้นไปโดยใช้แจ็ค
ขนาดใหญ่ประกอบกันบนโครงเหล็ก gantry ที่ติดตั้งอยู่ส่วน
บนสุดของอาคารทาวเวอร์ ชิ้นส่วนโครงสร้างขนาดใหญ่ที่ประกอบ
ติดตั้งนี้มีจำนวน 3 ตัวสำหรับคานหลักของสะพานที่เชื่อมต่อ
ระหว่างทาวเวอร์ มีจำนวน 2 ตัวสำหรับ คานหลักของ box girder
บนทาวเวอร์ 3 และ 6 ตัวสำหรับโครงสร้างแบบยื่น ทั้งสิ้นมี
จำนวน 14 ชิ้นสำหรับชิ้นส่วนใหญ่ ๆ น้ำหนักรวม 4,000 ตัน ซึ่ง
ถูกยกและประกอบติดตั้งระหว่างช่วงเวลา 3 เดือนระหว่าง 1
ตุลาคม 2009 จนถึง 29 ธันวาคม 2009 ชิ้นส่วนได้ถูกยกไปที่
ความสูงที่กำหนดไว้ที่ 200 เมตร แต่ละชิ้นส่วนได้ถูกยกในอัตรา
ความเร็ว 15 เมตร/ชั่วโมง ใช้เวลากว่า 15 ชั่วโมงในการยก

มาตรการด้านความปลอดภัย

เพราะว่างานก่อสร้าง Skypark ได้มีการทำงานก่อสร้างอย่าง
ต่อเนื่องที่ความสูงมากกว่า 200 เมตรจากระดับพื้นดิน จึงต้องมี
การดูแลความปลอดภัยอย่างมากเพื่อให้ผู้ทำงานก่อสร้างมีความ
ปลอดภัยในการทำงานอย่างสูงสุด ในทางปฏิบัติแล้ว ได้มีความ
พยายามอย่างสูงในการบังคับใช้มาตรการแก่ผู้ทำงานที่เป็น
คนงานก่อสร้าง 450 คนและ สถาปนิกทำงาน 70 คนในช่วงที่มี
คนทำงานในหน่วยงานมากที่สุด ให้ทุกคนใส่สายรัดป้องกันการตก
และสายคล้องเพื่อป้องกันการตกลงของวัสดุ (อ้างอิงกับรูปภาพ
ที่ 4)

สิ่งที่ถือว่าเป็นความสำเร็จในการก่อสร้าง SkyPark ก็คืองานที่เสร็จสิ้นของโครงการขนาดใหญ่เช่นนี้ ซึ่งรวมไปถึงงานก่อสร้างที่มีความยากลำบากเป็นอย่างยิ่งโดยไม่เกิดอุบัติเหตุที่รุนแรงสำหรับเวลาในการทำงานของคนงานรวมกันกว่า 1,000,000 ชั่วโมง สิ่งที่เกิดขึ้นได้นี้เพราะความร่วมมือร่วมใจและความพยายามในการทำงานของทั้งสถาปนิก และวิศวกรต่างประเทศ และ สถาปนิกชาวญี่ปุ่น ซึ่งร่วมกันทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รูปภาพที่ 1 SkyPark: แลนด์มาร์คแห่งใหม่ในสิงคโปร์

รูปภาพที่ 2 การยกชิ้นส่วนสะพานโครงถักเหล็ก

รูปภาพที่ 3 ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็กขนาดหนักที่ถูกยกขึ้นไปยังความสูงที่ต้องการ 200 เมตร

รูปภาพที่ 4 โครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ที่เสร็จสิ้นโดยไม่เกิดอุบัติเหตุในเวลาทำงานกว่า 1,000,000 ชั่วโมง



(หน้าที่ 2)

ศูนย์การวิจัยและพัฒนาอามาซากิ – การนำเหล็กเกรด 1,000 N มาใช้

ผู้ได้รับรางวัล: บ.นิกเกนเซกโก จำกัด, บ.ซิมิสุ, บ. คาคายามา สตราเทค และ บ. ซุมิโตโม เมทัล จำกัด (ปัจจุบัน นิปปอนสตีล และ ซุมิโตโมเมทัล)

ซุมิโตโม เมทัล (ในปัจจุบันคือ นิปปอนสตีลและซุมิโตโมเมทัล) ได้ทำการพัฒนาเหล็กกำลังสูงเกรด 1,000 N (กำลังรับแรงดึง 950 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร) ซึ่งถือว่าเป็นเหล็กเกรดสูงสุดที่ผลิตขึ้นในโลก เหล็กชนิดนี้ได้นำมาใช้งานครั้งแรกในการก่อสร้างอาคารหลักของบริษัทคือศูนย์การวิจัยและพัฒนา (ในปัจจุบันเรียกว่าศูนย์การวิจัยและพัฒนาอามาซากิของนิปปอนสตีลและซุมิโตโมเมทัล) (รูปภาพที่ 1)

เหล็กเกรด 1,000 N ได้รับการพัฒนาโดยกลุ่มวิจัยและพัฒนา ร่วมค้าประกอบไปด้วย ซุมิโตโมเมทัล มหาวิทยาลัยโอซากา สถาบันเทคโนโลยีเกียวโต บริษัทคาคายามา สตราเทค และนิ

คเกน เซกโก งานร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้เริ่มต้นตั้งแต่ปี 2003 จนถึง 2010 และยังคงครอบคลุมไปถึงไม่เพียงแต่ผลิตภัณฑ์เหล็กและวัสดุการเชื่อมเท่านั้น แต่ยังรวมถึงสภาพของการเชื่อม เช่นระดับความร้อน ขั้นตอนในการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานก่อนเชื่อม และการทำให้ชิ้นงานเย็นลงหลังจากการเชื่อม

อาคารนี้มีลักษณะพิเศษของโครงสร้าง 3 อย่างดังนี้

- โครงสร้างที่ควบคุมการตอบสนองจะมีการติดตั้งอยู่หนาแน่นที่ชั้นล่างสุด และประกอบไปด้วยเสาเหล็กเกรด 1000 N และโครงค้ำยัน (รูปที่ 1) เพื่อควบคุมการตอบสนองโครงสร้าง พลังงานจากแผ่นดินไหวส่วนใหญ่จะถูกกรองรับโดยค้ำยันที่ควบคุมการตอบสนองที่ติดตั้งอยู่ที่ชั้นล่างนี้ และดังนั้นโครงสร้างที่อยู่ชั้น 2 หรือสูงกว่าจะยังอยู่ในช่วงอิลาสติกในขณะที่เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ เพื่อที่จะให้เสาเหล็กเกรด 1000 N ยังอยู่ในช่วงอิลาสติกระหว่างการเกิดแรงแผ่นดินไหวซึ่งอาจจะมีขนาดเกิดกว่าระดับที่คาดเดาเอาไว้ ฐานเสาแต่ละต้นได้ติดตั้งไว้กับที่รองรับทรงกลมและปารองรับขนาดสั้น เพื่อประกอบให้ได้เป็นระบบป้องกันเสาจากการเกิดการคราก (รูปที่ 2, รูปภาพที่ 2 และ 3)
- พื้นที่ว่างในการทำงานขนาดใหญ่ 133 เมตร x 23 เมตร ได้มีการกำหนดให้เป็นห้องแลปทำงาน ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานในอนาคตภายหน้าตามลักษณะงานวิจัยและผังองค์กรงานวิจัย (รูปภาพที่ 4)
- โครงสร้างที่มีพื้นผิวปิด 2 ชั้นได้นำมาใช้ทางด้านทิศตะวันออกเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน และระบบแอร์และระบบไฟ โดยปรับสภาพให้เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมของห้องแลป

เมื่อมองอาคารจากทางด้านภายนอก โครงสร้างเสา – คานเหล็กที่มีการประกอบถักเป็นรูปตารางสามารถสังเกตเห็นได้ผ่าน

กระจก และที่ทางเข้าที่ชั้น 1 สามารถมองเห็นเสาเหล็กเกรด 1000 N และโครงค้ำยันควบคุมการตอบสนองของอาคารได้ ระบบโครงสร้างทั้งสองนี้ถือว่าเป็นลักษณะเด่นเฉพาะของอาคารนี้

รูปภาพที่ 1 ลักษณะอาคาร

รูปภาพที่ 2 การติดตั้งโครงสร้างเหล็ก

รูปภาพที่ 3 ฐานเสา

รูปภาพที่ 4 รูปถ่ายด้านในของห้องแล็บ

รูปที่ 1 โครงสร้างอาคาร

รูปที่ 2 รายละเอียดของฐานเสา



(หน้าที่ 3)

การพัฒนาทางเทคโนโลยีสำหรับวิธีการรับมือ เพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนจากแรงแผ่นดินไหวที่มีคาบการสั่นและช่วงเวลาที่ยาวนานสำหรับอาคารสูงที่สร้างขึ้นแล้ว

ผู้ได้รับรางวัล: โอซามุ โยชิมูรา, ยูอิชิ คิมูรา, เคนจิ ชูตะ, ไชเอกิ โยชิมูรา และอิเอชิ เอโอโน, บริษัทไทเซอิ

เป็นที่คาดการณ์ทำนองกันว่าแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ในพื้นที่โตเกียว โตนานไก นานไก และอื่น ๆ จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ เพราะเหตุนี้ จึงมีความกังวลกันว่าคลื่นการสั่นสะเทือนแบบคาบการสั่นที่ยาวและเป็นเวลานาน ที่เกิดขึ้นระหว่างเหตุการณ์แผ่นดินไหว จะมีการส่งถ่ายจากศูนย์กลางแผ่นดินไหวไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ที่ไกลออกไป โดยที่ยังคงพลังงานการสั่นไหวที่มากอยู่ สำหรับพื้นที่ในเมืองที่กว้างใหญ่ มีตึกสูงอยู่เป็นจำนวนมากและตึกเหล่านี้บางตึกได้ถูกออกแบบโดยมิได้มีการคำนึงถึงวิธีในการรับมือการสั่นสะเทือนจากแรงแผ่นดินไหวที่มีคาบการสั่นที่ยาว ๆ จึงมีความกังวลกันว่าจะเกิดการแกว่งสั่นไปมาของอาคารขนาดใหญ่เป็นเวลานาน และการแกว่งสั่นเหล่านี้ไม่เพียงแต่จะสร้างความเสียหายแก่โครงสร้างอาคาร แต่ยังรวมไปถึงองค์อาคารที่ไม่ใช่โครงสร้างและวัสดุอุปกรณ์อีกด้วย

ในการที่ตรวจวัดคลื่นการสั่นสะเทือนที่มีคาบยาว ๆ ที่เกิดขึ้น

ในอาคารสูงที่มีอยู่นั้น ระบบที่มีประสิทธิภาพคือการติดตั้งแดมเปอร์แบบควบคุมการตอบสนองของโครงสร้าง เพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถในการกระจายแรงลง ดังนั้นจึงถือว่าการลดการเสียรูปที่มากที่สุดและการแกว่งสั่นของอาคารทางด้านข้าง อย่างไรก็ตาม การติดตั้งแดมเปอร์ในอาคารเก่าที่มีอยู่ก่อให้เกิดปัญหาใหญ่ข้อหนึ่ง: แรงปฏิกิริยาที่เกิดจากแดมเปอร์กระทำต่อโครงสร้างเก่าที่มีอยู่ (เสา, คาน, ฐานราก และโครงสร้างอื่น ๆ) ซึ่งในท้ายที่สุดแล้ว ก็ต้องมีการเสริมกำลังโครงสร้างอยู่ดี

เทคโนโลยีสำหรับวิธีการเตรียมรับมือที่เราได้ทำการพัฒนาสำหรับการสั่นไหวจากแรงแผ่นดินไหวที่มีคาบการสั่นที่ยาว และช่วงเวลากการสั่นยาวในโครงสร้างอาคารสูงที่สร้างขึ้นแล้วสามารถที่จะแก้ไขปัญหานี้ได้ ในการนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้นี้ แดมเปอร์น้ำมันแบบที่ปรับการทำงานตามการเคลื่อนตัวของอาคารได้นำมาใช้เพื่อลดการกระจายแรงลงในช่วงที่เกิดการเคลื่อนตัวของอาคารสูงสุด ซึ่งเป็นการที่สามารถจะติดตั้งแดมเปอร์ได้โดยมิต้องทำการเสริมกำลังโครงสร้างเก่าด้วย นอกจากนี้ วิธีการม้วนวัสดุได้มีการพัฒนาขึ้นมาในการติดตั้งแดมเปอร์ที่ประกอบด้วยเหล็กแท่ง PC ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้การเชื่อมหน้างานในการประกอบ เป็นการช่วยงานติดตั้งแดมเปอร์กับอาคารที่ติดตั้งได้ในระหว่างการใช้งาน (อ้างอิงกับรูปที่ 1 และรูปภาพที่ 1)

เทคโนโลยีนี้ได้นำมาใช้กับอาคาร Shinjuku Center เพื่อเป็นวิธีการรับมือป้องกันการเคลื่อนตัวจากแรงแผ่นดินไหวที่มีคาบการสั่นที่ยาว (รูปภาพที่ 2) เพราะเหตุนี้ ระหว่างที่เกิดเหตุการณ์ Great East Japan Earthquake เมื่อเดือนมีนาคม 2011 อาคารจึงไม่ปรากฏความเสียหายที่เกิดจากแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ซึ่งถือว่าเป็นผลของการลดระดับการตอบสนองการสั่นไหวของอาคารจากการนำระบบแดมเปอร์น้ำมันแบบที่ปรับการทำงานตามการเคลื่อนตัวของอาคารมาใช้ โดยที่สามารถใช้งานอาคารได้อย่างเป็นปกติในระหว่างการประกอบติดตั้ง

รูปภาพที่ 1 การประกอบติดตั้งระบบแดมเปอร์น้ำมัน

รูปภาพที่ 2 อาคาร Shinjuku Center

รูปภาพที่ 3 ตำแหน่งในการประกอบติดตั้งแดมเปอร์น้ำมัน



(หน้าที่ 4)

สะพาน Tokyo Gate Bridge: โครงสร้างโครงถักประกอบรูปกล่อง แบบ 3 ช่วงคานต่อเนื่อง

ผู้ได้รับรางวัล: เคน ฟูกุนิชิ, สำนักงานท่าเรือโตเกียว, กองพัฒนาพื้นที่คันโต, กระทรวงที่ดิน, สาธารณูปโภค, การขนส่ง, และการท่องเที่ยว

โครงการก่อสร้างไฮเวย์เลียบแนวชายฝั่งท่าเรือโตเกียวได้เกิดขึ้นเนื่องจากเหตุผล 3 ประการ: เพื่อบรรเทาความหนาแน่นของการจราจรในพื้นที่ล้อมรอบท่าเรือโตเกียวซึ่งมีผลเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนคอนเทนเนอร์สินค้า เพื่อให้การขนส่งสินค้ามีความต่อเนื่องเป็นไปโดยราบรื่น และการประหยัดลดราคาค่าขนส่งสินค้า สะพานโตเกียวเกทเป็นสะพานเหล็กความยาว 2,618 เมตรซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของไฮเวย์นี้ (รูปภาพที่ 1)

เนื่องจากสะพานนี้ตั้งอยู่ใกล้กับท่าอากาศยานนานาชาติโตเกียว (ฮาเนดะ) สะพานนี้จึงต้องถูกกำหนดตามสิทธิเหนือ่านฟ้าของการบินที่จำกัดความสูงไว้ที่ 98.1 เมตร เพราะว่าสะพานมีช่วงพาดผ่านไปยังด้านทิศตะวันออกของท่าเรือโตเกียวทำให้ต้องมีการเผื่อระยะผ่านของเรือได้สะพานเอาไว้ที่ความกว้าง 300 เมตรและความสูง 54.6 เมตร เพราะเหตุนี้ สะพานโครงถักได้ถูกนำมาใช้งาน เพราะว่าสะพานแขวนหรือสะพานชิงเคเบิ้ลที่จำเป็นจะต้องมีโครงสร้างส่วนทาวเวอร์หลักไม่สามารถจะนำมาใช้ได้ตามข้อจำกัดดังกล่าวได้

การออกแบบสะพานโตเกียวเกท

งานก่อสร้างสะพานขึ้นอยู่กับงานออกแบบซึ่งจำเป็นจะต้องคำนึงถึงอุปสรรคต่าง ๆ เช่นสภาพข้อกำหนดที่จำกัดการทำงานลดราคาค่าก่อสร้าง สร้างสรรค์ภูมิสถาปัตยกรรมที่ดี และประหยัดราคาค่าซ่อมแซมดูแลรักษา เพื่อที่จะให้ได้ตามข้อกำหนดนี้ จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาและนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ รวบรวมตัวอย่างความเสียหายของสะพาน และ กำหนดเครื่องมือวิธีการในการวัดความเสียหายของโครงสร้างที่ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างของความพยายามเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

- การลดน้ำหนักเหล็กโครงสร้างโดยการใช้อ้องค์อาคารแบบ BHS

สำหรับสะพานโครงถักเหล็กซึ่งน้ำหนักบรรทุกคงที่เป็นน้ำหนักส่วนใหญ่ของน้ำหนักสะพาน เป็นที่ยอมรับกันว่าราคาค่าก่อสร้างสามารถลดลงได้โดยการลดน้ำหนักสะพานลงให้น้อยที่สุด เพราะว่าผลผลิตภัณฑ์เหล็ก BHS (เหล็ก High-Performance สำหรับสะพาน) มีกำลังที่สูงกว่าผลผลิตภัณฑ์เหล็กทั่วไปปกติ การใช้ผลิตภัณฑ์เหล็ก BHS นี้ไม่เพียงแต่เป็นการลดน้ำหนักของเหล็กโครงสร้างที่นำมาใช้ แต่ยังเพื่อการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพภายในเงื่อนไข ข้อจำกัดที่มี และยอมให้มีรอยเชื่อมที่แคบลงใน การก่อสร้าง เพราะสาเหตุเหล่านี้ ผลิตภัณฑ์ BHS จึงนำมาใช้เป็นจำนวนมากในโครงการ

- การออกแบบของโครงสร้างพื้นเหล็กและการวัดระดับความล้าของแผ่นพื้นเหล็ก

หลังจากที่ได้มีการศึกษาโครงสร้างแบบโครงถักเหล็กซึ่งสามารถที่จะลดน้ำหนักบรรทุกคงที่ของโครงสร้างได้ และสามารถกระจายน้ำหนักบรรทุกชั่วคราวออกไปอย่างสมเหตุสมผล โครงสร้างประเภทโครงถักประกอบชนิดรูปกล่องได้รับเลือกให้นำมาใช้ในงานนี้ เพื่อที่จะป้องกันการเกิดความกระจุกตัวของความเค้นในโครงสร้างที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกที่กระทำซ้ำ ๆ บนโครงสร้างพื้น รูปร่างของส่วนหน้าตัดเว้าของสันพื้นได้ถูกปรับปรุงขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับหน้าตัดพื้นเหล็กที่มีกำลังต้านทานความล้าให้สูงขึ้น

- การใช้ panel point และการเชื่อมต่อเต็มหน้าตัด

การเชื่อมรอยต่อให้เป็นแบบ rigid โดยวิธีการเชื่อมเต็มหน้าตัดที่ panel point ของโครงถัก ซึ่งไม่ได้เป็นการเชื่อมต่อลักษณะหมุด (pin) ขจัดความต้องการใช้แผ่นเหล็กทาบต่อและสลักเกลียว ซึ่งเป็นผลให้โครงสร้างที่ได้มีความสามารถในการต้านทานการผูกมัด และมีความประหยัด ถูกกว่าในการบำรุงรักษา นอกจากนี้ เพราะว่า รูปทรงของโครงสร้างที่เป็นการเชื่อมต่อหน้าตัดที่ panel point ที่เรียบร้อย ดูสวยงามกว่า ทำให้ภาพโดยรวมของสะพานมีความสวยงามขึ้น

- **การรับแรงแบกทานโดยโครงสร้างที่มีระบบแยกฐานเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว**

เพื่อที่จะสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุก 80,000 กิโลนิวตันที่เป็นแรงปฏิกิริยาแบกทานที่แต่ละจุดรับแรงแบกทาน และเพื่อที่จะสามารถให้โครงสร้างมีความต้านทานรับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว โครงสร้างสำหรับรับแรงแบกทานที่มีการแยกหน้าในการทำงาน และแยกฐาน ประเภทเลื่อน (sliding seismic-isolation) ได้ถูกนำมาใช้ ณ ที่นี้ ระบบต้านทานน้ำหนักบรรทุก และระบบต้านทานแรงแผ่นดินไหวสำหรับโครงสร้างรับแรงแบกทานได้ถูกแยกออกจากกัน และอุปกรณ์ทั้งสองได้ถูกติดตั้งขึ้น – ระบบโครงสร้างยกที่ทำหน้าที่กระจายแรงด้านข้างที่กระทำต่อโครงสร้างลงจากแรงแผ่นดินไหว และระบบแผ่นเหล็กที่รองรับน้ำหนักบรรทุกในแนวตั้ง และมีการเลื่อนไกลออกพร้อมกันกับลักษณะพฤติกรรมของโครงสร้างยกรองรับแรงแบกทานแบบแยกฐาน ระหว่างการเกิดแผ่นดินไหว

- **การฉาบผิวเสตมเลสบนเสาเข็มเหล็ก**

เพื่อที่จะลดราคาค่าก่อสร้าง เสาเข็มเหล็กที่กลมของฐานตอม่อสะพานชั่วคราวที่ใช้ระหว่างการก่อสร้างโครงสร้างได้ดินได้นำมาใช้ซ้ำ โดยใช้เป็นรั้วป้องกันสำหรับโครงตอม่อสะพาน เพราะว่าเสาเข็มเหล็กเหล่านี้ได้นำมาใช้เป็นรั้วป้องกันกลางทะเล จึงจะเกิดความเสียหายในด้านคุณภาพและการเกิดการผุกร่อนเนื่องจากน้ำทะเล ในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ เสาเข็มที่อยู่ในบริเวณที่เปียกน้ำได้ถูกฉาบผิวด้วยเสตมเลสเพื่อยืดอายุการใช้งานของวัสดุ

- **ระบบการตรวจตราสะพาน**

เพราะว่าได้มีการเน้นถึงระบบบำรุงรักษาสะพานตั้งแต่เริ่มต้นในการก่อสร้าง ระบบการตรวจตราสะพานได้ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นการตรวจสอบมาตรฐาน ความสอดคล้องกันระหว่างงานออกแบบและสภาพปัจจุบันระหว่างการก่อสร้างของสะพาน ในการตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำหนักบรรทุกที่เกิดขึ้น และตรวจสอบความเสียหายโดยรวมที่เกิดขึ้นในสะพาน ดังนั้น เกจวัดความเครียด เกจวัดระยะที่เปลี่ยนแปลงของ

โครงสร้าง และวัดระดับความเร่ง จึงถูกติดตั้งภายในโครงสร้างคาน เพื่อวัดระดับค่าทางตัวเลขต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สำคัญเพื่อประกอบแผนการบำรุงรักษาในภายหลัง

งานก่อสร้างสะพานโตเกียวเกท

งานก่อสร้างฐานรากของสะพานโตเกียวเกทได้เริ่มขึ้นเมื่อเดือนตุลาคม 2003 ในขณะที่ฐานรากและงานใต้ดินได้มีการก่อสร้างขึ้นในสถานที่นอกชายฝั่งทะเล การผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างได้กระทำที่โรงงานบนดิน ในเดือนกันยายน 2008 โครงถักย่อย (6,800 ตัน) ที่ได้มีการประกอบขึ้นได้ถูกติดตั้งเข้าในที่ โครงถักได้ถูกยกขึ้นประกอบบนตอม่อสะพานโดยวิธีการใช้เรือยกเครน 3 ตัวขนาด 4,000 ตัน ซึ่งถือว่าเป็นการทำงานชนิดนี้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์ของญี่ปุ่น (รูปภาพที่ 3)

โครงสร้างได้ถูกติดตั้งเป็นช่วง ๆ ที่ละช่วง จนกระทั่งเดือนกุมภาพันธ์ 2011 เมื่อช่วงโครงสร้างส่วนกลาง ที่เป็นชิ้นส่วนสุดท้ายในการประกอบติดตั้ง ได้ถูกติดตั้ง หลังจากงานรั้วและงานทำทาง สะพานได้เปิดใช้งานเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2012 (อ้างอิงกับรูปภาพที่ 3)

รูปภาพที่ 1 โครงสร้างสะพานโตเกียวเกทที่เป็นโครงสร้างประกอบโครงถัก- กล่อง

รูปภาพที่ 2 งานติดตั้งโครงสร้างใต้ดินหนัก 6,800 ตันที่ประกอบบนพื้นดิน

รูปภาพที่ 3 สะพานโตเกียวเกทที่ระดับไฟ ซึ่งเป็นภาพในเวลากลางคืนที่สวยงามในบริเวณท่าเรือโตเกียว



รางวัลวิทยานิพนธ์ JSSC ประจำปี 2012

(หน้าที่ 5)

การศึกษาพฤติกรรมการแตกหักของรอยเชื่อมแบบ Electro-slab ในโมเดลรอยต่อโครงสร้าง คาน-เสา

ผู้ได้รับรางวัล: ยงฮัน ชง, บ. คาวากิชิ บริดจ์เวอร์ค จำกัด; ทาคูมิ อิชิอิ และฮิโรมิ ชิโมกาวา, บ. JEF Steel; ทาคาฮิโก ซูซูกิ และโยอิชิ คายาโมริ นิปปอนสตีล และ ซุมิโตโมเมทัล; ยูกิฮิโร ฮาราดะ มหาวิทยาลัย ชิบา และ โคจิ โมริตะ มหาวิทยาลัย โตเกียวเดนกิ

เช่นเดียวกันกับการเพิ่มความสูงชันเรื่อย ๆ ของโครงสร้างอาคาร ในปัจจุบัน ได้มีการเจริญเติบโตของปริมาณการใช้เสาประกอบขึ้นโดยการเชื่อมเป็นรูปกล่อง ในการผลิตประกอบเสาเหล่านี้ ระบบการเชื่อมแบบ electro-slag (ESW) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อรอยต่อแบบเชื่อมระหว่างผิวแผ่นเหล็กในเสาและโคอะแฟรมภายใน ในขณะที่ ESW เป็นวิธีการเชื่อมที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก แต่ก็ต้องการระดับความร้อนที่สูง เพราะเหตุนี้ ความต้านทานต่อการแตกหักในส่วนโซนที่กระทบเนื่องจากความร้อนจากการเชื่อม (Heat-affected Zone) ของรอยเชื่อม ESW จะต่ำกว่าชั้นโลหะพื้นฐาน ซึ่งก่อให้เกิดความกังวลว่าการแตกหักแบบเปราะอาจจะเกิดขึ้นได้ในชิ้นงาน (รูปที่ 1) ยิ่งไปกว่านั้น เพราะว่ารายละเอียดการเชื่อมที่นำมาใช้ก่อให้เกิดรอยแตกระหว่างแผ่นเหล็กเสาและแผ่นเหล็กรองเชื่อม การกระจุกของความเค้นมีค่าสูงมากที่ปลายของรอยแตก (รูปที่ 2) และจึงเป็นการยากสำหรับรายละเอียดการเชื่อมที่จะมีการป้องกันการเกิดรอยแตกแบบเปราะได้

ในบทความนี้ เพื่อที่จะชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึงระดับความเหนียวทนทานต่อการแตกหักของรอยเชื่อม โซนความร้อนจากการเชื่อม (Heat-affected Zone) และ วัสดุเชื่อมของ ESW ปัจจุบันหลายประการได้ถูกพิจารณาสำหรับคุณภาพของการเชื่อม (ความลึกของรอยเชื่อม, การเชื่อมผิดตำแหน่ง) และการออกแบบ (แรงดึงสำหรับแผ่นเหล็กเสา) การวัดว่าปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดการแตกหักแบบเปราะได้ใช้วิธีการทดสอบและการวิเคราะห์ นอกจากนี้ ได้มีการตรวจสอบเพื่อหาความเกี่ยวเนื่องระหว่างความเหนียวต่อการแตกหักของวัสดุ (กำลังต้านทาน) และระดับความต้องการของความเหนียวต่อการแตกหัก (ข้อกำหนด) ตามข้อมูลด้านการทดสอบและการวิเคราะห์เชิงตัวเลข หรือถ้าให้ละเอียดยิ่งขึ้น คือการหาความเค้นในทิศทางหลักที่สูงสุด และความสัมพันธ์ทั้งสองนี้ คือ ความเค้นในทิศทางหลักที่สูงสุดที่ได้มา

จากการวิเคราะห์ finite element เทียบกับความเหนียว (รูปที่ 3) และ กำลังของรอยต่อแบบ ESW ที่ได้จากผลการทดลองเทียบกับความเหนียว (รูปที่ 4)

รูปที่ 1 ตัวอย่างของลักษณะการแตกหักของวัสดุ

รูปที่ 2 ตัวอย่างของการกระจายความเค้นหลักใกล้กับปลายของจุดที่เกิดรอยแตก

รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นหลักและความเหนียวของวัสดุ

รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังของรอยต่อและความเหนียวของวัสดุ

(หน้าที่ 5)



ความสามารถในการรองรับการเสียรูปแบบพลาสติกในเสาเหล็กกริดเย็นแบบกลมภายใต้น้ำหนักบรรทุกแบบ cyclic

ผู้ได้รับรางวัล: โนบุยูกิ ยาซูกิ, ศาสตราจารย์, สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์นางาซากิ

จุดประสงค์หลักของการศึกษานี้ก็เพื่อให้เพิ่มความชัดเจนในด้านความสามารถในการรองรับการเสียรูปแบบพลาสติกในเสาเหล็กทรงกลม กำลังที่จะเกิดการลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากการเกิดการเสียรูปจากการโก่งเดาะเฉพาะที่สะสมเพิ่มขึ้นที่เกิดเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกแบบ cyclic เพราะเหตุนี้ จึงได้ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีคณิตศาสตร์สำหรับเสาเหล็กกริดเย็นแบบกลมที่รองรับน้ำหนักบรรทุกแบบ cyclic ตามแอมพลิจูดที่กำหนดไว้ภายใต้สภาพของแรงในแนวแกนตามที่กำหนดไว้

การวิเคราะห์ได้กำหนดไว้สำหรับเสาเหล็กกริดเย็นแบบกลมที่รองรับน้ำหนักบรรทุกแบบ cyclic ตามแอมพลิจูดที่กำหนดไว้ภายใต้สภาพของแรงในแนวแกน P (รูปที่ 1) ที่ซึ่งโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับการโก่งเดาะที่เสนอโดยผู้แต่งบทความได้นำมาใช้ ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดที่ปลายของคอคอด M และมุมของการ Drift θ ดังที่แสดงในรูปที่ 2 ได้มาจากผลการ

วิเคราะห์ และ $\Sigma\theta_{PM}$ เป็นมุมของการ Drift ในช่วงพลาสติก
สะสมจนถึงจุดเมื่อ M ลดลงเป็นค่าโมเมนต์พลาสติก M_{pc} ซึ่งได้
พิจารณาแรงในแนวแกนร่วมได้ ได้ถูกกำหนดไว้เป็นค่า
ความสามารถในการเสียรูปแบบพลาสติกในการศึกษาปัจจุบันนี้

รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่าง $\Sigma\theta_{PM}$ มุมของ
drift สะสม และ D/t อัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความหนา
ของแผ่นเหล็ก เพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่าง D/t และ $\Sigma\theta_{PM}$
แสดงความเกี่ยวเนื่องกันเป็นอย่างดี ความสัมพันธ์ ที่สามารถบ่ง
บอกความสามารถในการเสียรูปแบบพลาสติกได้ค้นพบโดยการ
ตรวจสอบผลการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

วงกลมสีแดงในรูปที่ 3 แสดงผลที่ได้จากงานทดสอบในการ
ตรวจสอบเส้นโค้ง regression curve เพราะว่าจุดที่พล็อตในกราฟ
ตามผลของการทดสอบได้กระจายอยู่ในพื้นที่ใกล้ regression
curve มันสามารถบอกไว้ว่าความสามารถในการเสียรูปแบบ
พลาสติกของเสาเหล็กกลมสามารถที่จะทำนายได้โดยการ
ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ดังที่เสนอไว้ในการศึกษาปัจจุบัน

รูปที่ 1 เป้าหมายของการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

รูปที่ 2 มุมการเสียรูปแบบพลาสติกสะสม

รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง D/t และ $\Sigma\theta_{PM}$



(หน้าที่ 6)

**ผลของรูปร่างการเชื่อมต่อการเกิดรอยแตกในรอยเชื่อม
ภายใต้แรงดัดระหว่างการเกิดแผ่นดินไหว และการยับยั้ง
การเกิดรอยแตกโดยใช้วิธีการแต่งปลายรอยเชื่อม**

ผู้ได้รับรางวัล: อิโรชิ ทามูรา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยโต
โฮกุ อิโอบิ ซาซากิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาบันเทคโนโลยีโตเกียว
ของดอง คิม, อิโตชิ ยามาตะ, ศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยนานาชาติ
โยโกฮามา และ อิโรชิ คัทสึชิ ศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยนานาชาติ
โยโกฮามา

ในโครงสร้างเหล็กที่มีการก่อสร้างขึ้นโดยการเชื่อมนั้น จะเกิด

ค่าความเค้นในหลายทิศทางรวมทั้งการกระจุกตัวของความเค้น
ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความไม่ต่อเนื่องของรอยเชื่อม ซึ่งอาจเป็นเหตุ
ให้เกิดรอยแตกแบบ ductile ในส่วนของ weld toe เพราะว่าเกิด
การเสียรูปจากแรงดัดในรอยเชื่อมระหว่างการเกิดแผ่นดินไหว ใน
กรณีเช่นนี้ จึงเกิดความเสียหายที่ว้ารอยแตกแบบ ductile จะ
ก่อให้เกิดเป็นจุดเริ่มต้นของรอยแตกแบบเปราะ (รอยแตกแบบ
เปราะระหว่างการเกิดแผ่นดินไหว) การเกิดรอยแตกแบบเปราะ
ชนิดนี้ได้เกิดขึ้นในโครงสร้างอาคารเหล็กจำนวนมากระหว่าง
แผ่นดินไหว Northridge และ Great Hanshin เป็นเหตุให้เกิด
ความกังวลในวงกว้างสำหรับการใช้โครงสร้างเหล็กในการก่อสร้าง

ในการศึกษานี้ เพื่อที่จะตรวจสอบผลของรูปร่างรอยเชื่อม
สำหรับการเกิดรอยแตกที่ปลายรอยเชื่อม การทดสอบแบบ cyclic
และการวิเคราะห์ Finite Element ได้จัดทำขึ้นบนชิ้นส่วนทดสอบ
ที่มีการเชื่อมรูปร่างแบบ cruciform ที่จัดเตรียมให้ลอกเลียนรอย
เชื่อมของโครงสร้างเหล็กจริง เพราะเหตุนี้ ค่าความแตกต่างจึง
สามารถแสดงได้จากผลการทดสอบและแสดงให้เห็นถึงพิกัดที่จะ
เกิดการแตกหักภายใต้ภาวะน้ำหนักบรรทุกแบบ cyclic ซึ่งขึ้นอยู่กับ
รูปร่างของการเชื่อม นอกจากนี้ จากผลการวิเคราะห์จาก FEM
สำหรับผลของรูปร่างการเชื่อมได้สอดคล้องกับผลการทดสอบ จึง
มีความชัดเจนว่า ในท่ามกลางอัตราส่วนของขารอยเชื่อม รัศมีของ
toe, และ toe finishing และผลที่เกี่ยวข้องจากการลดความหนา
ของวัสดุพื้นฐาน ผลจาก รัศมีของ toe เป็นสิ่งที่สำคัญ จากผลที่ได้
นี้ จึงมีการพิจารณาให้ใช้ toe finishing เพื่อเพิ่มรัศมีของ toe มี
ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดรอยแตกที่เกิดใน weld toe

รูปที่ 1 ชิ้นส่วนทดสอบ

รูปที่ 2 รอยแตกที่เกิดขึ้นจากการทดสอบ (ค่าในรูปแสดงค่ารัศมี
ของ weld toe ในมิลลิเมตร)

รูปที่ 3 การกระจายรอยแตกตามความลึกที่จุดที่เกิดรอยแตก จาก
การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์



บทพิเศษ

เทคโนโลยีอาคารสูงที่รุดหน้าในประเทศญี่ปุ่น

(หน้าที่ 7)

การออกแบบป้องกันแรงแผ่นดินไหวสำหรับอาคารสูง

โดย อากิรา วาดะ, ศาสตราจารย์เกียรติคุณ สถาบันเทคโนโลยีโตเกียว, ประธานคณะทำงาน CTBUH

การพัฒนาของวิศวกรรมแผ่นดินไหวในประเทศญี่ปุ่น

ในปี 1924 เป็นเวลา 1 ปีหลังจากการเกิดแผ่นดินไหว Great Kanto, ศาสตราจารย์ โตชิคาตะ ซาโน (1880-1956) ได้ผนวกใส่เข้าไปในกฎหมายอาคารในเมืองว่าค่าสัมประสิทธิ์แรงแผ่นดินไหวสถิตย์ทางด้านข้าง ควรจะมีการตั้งไว้ที่ 0.1 หรือมากกว่า ภายหลังจากนั้นในเวลา 10 ปีต่อมา ศาสตราจารย์ เรียว ทานาบาคิ (1907-1974) ได้เขียนลงในบทความของเขาที่ตีพิมพ์ในเดือน กรกฎาคม 1934 ว่าความต้านทานต่อแรงแผ่นดินไหวในโครงสร้างไม่สามารถเรียกว่าเพียงพอได้เพียงแค่การให้กำลังต้านทานแรงสถิตย์ด้านข้างแก่โครงสร้างเท่านั้น เขาได้โต้แย้งว่าผลกระทบจากแรงแผ่นดินไหวควรที่จะแสดงได้เป็นพลังงานยกกำลังสองคูณกับความเร็วสูงสุดที่ระดับพื้นดิน และความสามารถในการต้านทานของโครงสร้างควรที่จะพิจารณาจากพลังงานสะสม (strain energy) ในวัสดุโครงสร้าง ในเดือนมีนาคมปีเดียวกันนั้น เขาได้แนะนำว่างานวิจัยที่ได้ควรที่จะเริ่มนำมาใช้ในงานก่อสร้าง แม้แต่ในญี่ปุ่นที่มีปัญหาเกี่ยวกับแผ่นดินไหว สำหรับอาคารสูงพิเศษ เช่นเดียวกันกับที่ได้พบเห็นในนิวยอร์ก

ในช่วงหลังสงครามโลก ทานาบาคิยืนยันในบทความที่ตีพิมพ์เมื่อเดือนเมษายน 1963 ว่าการก่อสร้างอาคารสูงสามารถกระทำได้ในญี่ปุ่นในแนวความคิดตามการยกตัวอย่างดังนี้ การให้คลื่นแผ่นดินไหวกระทำต่อโครงสร้างขนาดเล็กและขนาดใหญ่โดยที่มีขนาดแอมพลิจูดเท่ากัน โครงสร้างขนาดเล็กเช่นแจกันดอกไม้ อาจจะล้มลง แต่อาคารสูงขนาดใหญ่อาจจะไม่ ถึงแม้ว่าวัตถุทั้งสองจะมีอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงเท่าเดียวกัน หรืออีกนัยหนึ่ง ตรงกันข้ามกับเรือขนาดเล็ก เรือขนาดใหญ่มีความต้านทาน

ต่อคลื่นทะเลได้ดีกว่า

ในช่วงเวลาใกล้เคียงกันนั้น ศาสตราจารย์คิโยชิ มูโต (1903-1989) ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับอาคารสูงสำหรับอาคารสถานีรถไฟโตเกียว ขณะที่ความพยายามของเขาในกรณีนี้ไม่ประสบความสำเร็จ โรงแรมนิวยอร์กได้ออกสร้างเสร็จสิ้นที่โตเกียวในปี 1964 และเป็นอาคารที่มีความสูงเกินกว่า 45 เมตร ในปี 1968 อาคารมิตซูบิชิ-คาสุมิกากะกิได้ออกสร้างเสร็จสิ้นเป็นอาคารสูงแห่งแรกในญี่ปุ่นที่มีความสูงเกิน 100 เมตร ทุก ๆ ชั้นของโครงสร้างอาคาร กำแพงคอนกรีตหล่อสำเร็จที่มีการเฝือร่องในแนวตั้งของอาคารจำนวนมากที่ได้จัดเตรียมไว้ก่อนได้นำมาใช้เพื่อให้ได้สติฟเนสส์ของโครงสร้างในช่วงต้น และเป็นองค์อาคารเพื่อรองรับพลังงานระหว่างการเกิดการสั่นไหวจากแผ่นดินไหวอย่างรุนแรง เพราะเหตุนี้ สามารถที่จะกล่าวได้ว่าแนวความคิดในการควบคุมแบบ passive ของโครงสร้างได้นำมาใช้แล้วตั้งแต่ในช่วงต้นของการก่อสร้างอาคารสูงในญี่ปุ่น

งานออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหวขั้นสูง

ในทศวรรษ 1970 อาคารสูงส่วนใหญ่มีการก่อสร้างได้มีการก่อสร้างโดยผ่านการออกแบบป้องกันแรงแผ่นดินไหวโดยให้ความแข็งแรงขึ้นอยู่กับระดับความสามารถในการหมุนแบบพลาสติกที่จุดปลายคานในการรองรับพลังงานที่เกิดขึ้น และวิธีการออกแบบที่ใช้อาคารเป็นตัวรองรับพลังงานโดยเฉพาะแทบจะไม่พบเห็น อย่างไรก็ตาม ผู้ออกแบบโครงสร้างหลายท่านดูเหมือนจะเชื่อว่าวิธีการออกแบบดั้งเดิมที่ให้ความแข็งแรงขึ้นอยู่กับระดับความสามารถในการหมุนแบบพลาสติกที่จุดปลายคานสำหรับอาคารสูงภายใต้แรงแผ่นดินไหวขนาดใหญ่อาจจะทำให้อาคารเหล่านั้นเกิดการเสียรูปแบบถาวรในโครงสร้างภายหลังที่เกิดการเสียรูปแบบพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งจะทำให้การบูรณะซ่อมแซมอาคารเป็นไปได้โดยความยากลำบาก ด้วยเหตุนี้วิธีการออกแบบแบบควบคุมความเสียหายต่อโครงสร้างจึงได้มีการริเริ่มขึ้น (รูปด้านล่าง) แผ่นดินไหว Northridge ในเดือนมกราคม 1994 และ Great Hanshin ในเดือนมกราคม 1995 ซึ่งก่อให้เกิดรอยแตกหักของโครงสร้างจำนวนมากในส่วนปลายคานของโครงสร้าง เหล็กส่งผลให้เกิดความกังวลอย่างมากในความเป็นไปได้ที่จะ

บูรณะซ่อมแซมอาคารที่เสียหายเหล่านั้น

ในประเทศญี่ปุ่น ภายหลังจากที่มีการนำ New Seismic Design Codes มาใช้เมื่อเดือนมิถุนายน 1981 ได้มีงานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับโครงสร้างเพื่อป้องกันแรงแผ่นดินไหว โดยเฉพาะ และในปี 1995 โครงสร้างเพื่อป้องกันแรงแผ่นดินไหว โดยเฉพาะได้ถูกนำมาใช้งานโดยมีการนำองค์อาคารเพื่อรองรับพลังงาน ที่เป็นตัวรับแรงแบกทานแบบยางลามีเนทให้ใช้เป็นองค์อาคารรองรับแบบอีลาสติก ร่วมกับเหล็กและแฉกเปเปอร์ตะกั่ว ตั้งแต่บัดนั้น แนวความคิดอีกอันหนึ่งได้เริ่มมีการนำมาใช้ขึ้นโดยที่โครงสร้างคาน- เสา ของอาคารสูงรองรับแรงในแนวดิ่งในวิธีการเช่นเดียวกันกับยางลามีเนทรับแรงแบกทานในโครงสร้างแยกเพื่อป้องกันแรงแผ่นดินไหวโดยเฉพาะ วิธีการออกแบบนี้จะทำให้โครงสร้างอยู่ภายใต้สภาวะอีลาสติกเป็นส่วนใหญ่และพลังงานแรงแผ่นดินไหวได้ถูกรองรับโดยองค์อาคารที่ทำหน้าที่รองรับพลังงานโดยเฉพาะ ที่มีการติดตั้งไว้กับโครงสร้างในแต่ละชั้น

การปรับปรุงความต้านทานต่อแรงแผ่นดินไหว

นอกเหนือไปจากการออกแบบต้านทานแรงแผ่นดินไหว ที่ได้กล่าวถึงข้างต้น ความปลอดภัยต่อแรงแผ่นดินไหวสำหรับอาคารสูงได้มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเรื่อยมาเนื่องจากปัจจัยเหล่านี้: กำลังและระดับความเหนียวที่สูงขึ้นของวัสดุเหล็ก รูปพรรณ ส่วนกำหนดของพิกัดสูงสุดและต่ำสุดในจุดครากของเหล็ก ความรุดหน้าของเทคโนโลยีการเชื่อม และการพอกคานหนูน (haunch) ที่ปลายคาน เพื่อป้องกันการเกิดภาวะพลาสติกขึ้นที่รอยเชื่อมที่ปลายคาน ปัจจัยที่ส่งผลนี้อีกปัจจัยหนึ่งก็คือการใช้เสาที่มีสติเฟนส์และกำลังสูง ที่เกิดขึ้นได้โดยการใช้ระบบเสาเหล็กกล่องกรอกด้วยคอนกรีต

นอกจากนี้ ความรุดหน้าในเทคโนโลยีการวิเคราะห์โครงสร้างที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการทำงาน สามารถวิเคราะห์การตอบสนองแบบ dynamic ของโครงสร้างได้ ซึ่งสามารถตรวจสอบพฤติกรรมด้าน dynamic ของเสา คาน กำแพงรับแรงแผ่นดินไหว และแฉกเปเปอร์ต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถก่อสร้างอาคารสูงที่มีความซับซ้อนของโครงสร้าง หรืออาคารสูงพิเศษที่มีความสูงถึง 300 เมตรได้

แผ่นดินไหว Great East Japan ที่เกิดขึ้นเมื่อเดือนมีนาคม 2011 ก่อให้เกิดคลื่นการสั่นไหวที่มีแอมพลิจูดขนาดใหญ่ และช่วงการสั่นที่ยาวนานในโครงสร้างอาคารสูง ไม่เพียงแต่ในเซ็นโต ที่อยู่ใกล้ศูนย์กลางแผ่นดินไหวเท่านั้น แต่ยังเกิดขึ้นในโตเกียว โอซาก้า และนาโกยา การสั่นสะเทือนที่พื้นดินได้ถูกบันทึกไว้โดยค่าความเร่ง และการวิเคราะห์การตอบสนองเพื่อการออกแบบได้ใช้วิธีใส่ค่าการสั่นสะเทือนที่ได้บันทึกไว้เข้าไป อย่างไรก็ตาม เพราะว่าค่าความเร่งที่อยู่ในช่วงคาบการสั่นที่ยาวตามการสั่นสะเทือนที่พื้นดินนี้มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้ในช่วงคาบการสั่นสั้น ๆ มาก ปัญหาอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นโดยการตรวจพบการสั่นไหวขนาดใหญ่อย่างที่ไม่ได้คาดคิด ในอาคารที่อยู่ในพื้นที่ดังกล่าวเนื่องจากเหตุผล 2 ประการ: 1) การสั่นสะเทือนจากแรงแผ่นดินไหวไม่ได้บันทึกในค่าความเร่งที่ใช้ในการออกแบบทั่วไป อย่างถูกต้อง 2) โครงสร้างที่อยู่ภายใต้การสั่นสะเทือนเป็นเวลานานกว่า 4 วินาที หรือมากกว่า และที่มีความสามารถในการซึมซับแรง ไม่สามารถไปถึงจุดที่การสั่นไหวของแรงสั่นสะเทือนกับอาคารเข้ากันได้ เนื่องจากค่าความเร่งในส่วนที่มีระยะเวลาจะอยู่ในช่วงประมาณ 30 วินาทีเท่านั้น สำหรับช่วงการสั่นสะเทือนที่นำมาใช้ในการคำนวณการตอบสนองของอาคาร เพื่อที่จะป้องกันปัญหานี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้องค์อาคารที่ทำหน้าที่รองรับพลังงานจากแผ่นดินไหวโดยเฉพาะเข้ามาติดตั้งในอาคารสูงที่ได้สร้างขึ้นแล้ว

รูปที่ 1 โครงสร้างที่มีระบบควบคุมความเสียหาย



(หน้าที่ 8)

การออกแบบป้องกันแรงลมสำหรับอาคารสูง

โดย ยูกิโอะ ทามูรา ศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยโตเกียวโพสเทคนิค สมาชิกผู้ร่วมทำงานในคณะ CTBUH

จุดที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบป้องกันแรงลมสำหรับอาคารสูง

ในประเทศญี่ปุ่น การสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงจากแรงแผ่นดินไหวเช่นเหตุการณ์แผ่นดินไหวโตโฮกุ 2011 นอกชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2011 (ขนาดความรุนแรง 9.0 ความเร่งที่พื้นดินที่มากที่สุดที่วัดได้ 2,933 cm/s²) ต้องมีการคำนึงถึงในการออกแบบ อีกสิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่นก็คือ พายุไต้ฝุ่นกำลังแรงมาก เช่นพายุไต้ฝุ่นมาเอมิที่พัดผ่านเกาะมิยาโกะจิม่า เมื่อ 11 กันยายน 2003 และความเร็วลมที่ 3s เกินกว่า 90 เมตร/วินาที (Cao et al., 2009)

สำหรับแรงแผ่นดินไหว อาคารควรที่จะมีน้ำหนักเบาและอ่อนตัว แต่สำหรับแรงลมแล้ว อาคารควรที่จะมีขนาดใหญ่และแข็ง ดังนั้นวิธีการออกแบบที่ตรงข้ามกันได้นำมาใช้สำหรับอาคารเพื่อป้องกันแรงแผ่นดินไหวและแรงลม และในระดับที่มีค่าสูงทั้งแรงแผ่นดินไหวและแรงลมจะต้องมีการพิจารณา ในกรณีของประเทศญี่ปุ่น

โดยทั่วไป แรงภายนอกที่โดดเด่นครอบคลุมในการออกแบบคือแรงแผ่นดินไหวสำหรับอาคารสูงส่วนใหญ่ ที่ความสูงต่ำกว่า 200 เมตร เพราะฉะนั้น อาคารเหล่านี้จะมีน้ำหนักเบาและอ่อนตัว ซึ่งทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับแรงลม นอกจากนี้การที่เกิดการสั่นไหวของอาคารเนื่องจากลมนับว่าเป็นปัญหาสำคัญสำหรับอาคารในญี่ปุ่น

ตั้งแต่ในช่วงทศวรรษที่ 70s ได้มีการพัฒนาในญี่ปุ่นเกี่ยวกับความสามารถของโครงสร้างในการต้านทานแรงภายนอก และวิธีการประเมินการสั่นสะเทือนที่ยอมรับได้ในอาคาร และการวิเคราะห์แรงลมที่เกิดขึ้นในพื้นที่แวดล้อม สำหรับในแง่มุมมองของการออกแบบป้องกันแรงลม การลดระดับการตอบสนองแรงสั่นสะเทือนจากแรงลมนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึง

การศึกษาถึงแอโรไดนามิกของอาคารสูงที่มีรูปร่างพิเศษ

สำหรับอาคารสูงแล้ว การตอบสนองต่อแรงลมกระทำเนื่องจากKarman vortex นับว่าเป็นตัวกำหนดในช่วงการตอบสนองของอาคารตามทิศทางลม และการบิดของอาคาร เพราะฉะนั้น การใช้แอโรไดนามิกมาพิจารณาเพื่อป้องกันการเกิด Karman Vortices และเพื่อลดระดับความเร่ง และการถี่ของการเกิด และเพื่อลดค่า spatial correlation ของ shed vortices ตามแนวตั้งลงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ในช่วงที่ผ่านมา อาคารสูงจำนวนมากที่มีรูปร่างไม่ปกติ เช่น Burj Khalifa และ Shanghai Tower ได้ถูกก่อสร้างขึ้น เหตุผลหนึ่งที่ทำให้ไม่อาคารเหล่านี้มีรูปร่างที่แปลก ๆ และซับซ้อน ก็คือลักษณะการใช้ข้อดีของแอโรไดนามิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทิศทางด้านตรงข้ามกับทิศทางลมต่ออาคาร

ผู้แต่งได้ร่วมมือกับ บ.ทาเคนากะ, บ.คาจิม่า, นิกเกน เซกโก และนิฮอน เซกโก ในการที่จะตรวจสอบลักษณะแอโรไดนามิกของโมเดลอาคารสูงพิเศษที่มีรูปร่างอาคารเฉพาะ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงที่ดิน สาธารณูปโภค การขนส่งและการท่องเที่ยว (ปี 2008 – 2009, MLIT) และหน่วยงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่น (ปี 2010 – 2012, JST) โมเดล 37 โมเดลซึ่งรวมไปถึงโมเดลแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีมุมแหลม มีการตัดมุม และการเหลามุม โมเดลที่มีมุมที่บิดต่าง ๆ ที่มีระยะ setback, taper, และช่วงเปิดต่าง ๆ และโมเดลสามเหลี่ยมที่รวมถึงชนิดที่เป็นรูปร่างเป็นฉาก ชนิดที่มีการผสมผสานกัน และอื่น ๆ ความสูงและปริมาตรอยู่ที่ 400 เมตร และ 10° ตารางเมตร สำหรับทุกโมเดล

จากการศึกษาที่ได้ ลักษณะแอโรไดนามิกของโมเดลแบบสามเหลี่ยมและ แบบเป็นฉาก ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับอาคารสูงพิเศษ อาจจะไม่ดีเท่าไร รูปที่ 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมตามทิศทาง และตรงข้ามสำหรับ 28 โมเดล ยกเว้นสำหรับโมเดลสามเหลี่ยมและโมเดลอื่น ๆ บางโมเดล “โมเดลแบบสี่เหลี่ยม” แสดงไว้ที่จุดปลายสุดของรูปที่ 1 ผลกระทบของการแก้ไขมุมอาคาร มุมที่หมุนไปสำหรับโมเดล การทำ taper ระยะ setback และผลรวมของรายการเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจน ผลกระทบรวมเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญในการที่จะลดแรงลมลงได้ รูปที่ 1 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของแรงลมทั้ง 28 โมเดล



(หน้าที่ 9 -10)

โซนีซีดีไอซากิ –Louver ระบายอากาศและโครงสร้างเฉพาะ เพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหวชนิดต่าง ๆ

โดย โตชิฮิโกะ โคโนะ บ.นิคเกน เซกโก จำกัด

เพื่อที่จะป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจาก “ความร้อนที่เกิดขึ้นในเมือง” โครงการโซนีซีดีไอซากิจึงกำเนิดขึ้นจากแนวความคิดที่ว่า “สร้างอาคารเช่นเดียวกันกับการปลูกต้นไม้” นอกจากนี้ แผนผังอาคารได้พัฒนาขึ้นเพื่อตอบปัญหาเหล่านี้: จะต้องจัดการมาตรการเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมเช่นไรที่สามารถนำมาใช้ได้ สำหรับโครงการอาคารที่มีขนาดใหญ่ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นนี้

ความจำเป็นและการจัดการสภาวะแวดล้อมอย่างเต็มที่

เพื่อที่จะไม่ให้มีปัญหากีดขวางทิศทางลม อาคารได้ถูกกำหนดให้มีรูปร่างแบนในแนวดิ่ง (รูปภาพที่ 1) และมีการจัดสวนสีเขียวในพื้นที่รอบอาคาร อาคารนี้จึงใช้ระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่ “bio skin” ที่ติดตั้งทางด้านทิศตะวันออกของอาคาร ในระบบนี้ น้ำฝนได้ถูกจัดการให้ไหลหมุนเวียนภายใน louver แบบระบายอากาศซึ่งยกให้น้ำฝนมีการระเหยออกเพื่อลดความร้อนในอากาศและลมพัดผ่านอาคาร โดยการทำให้พื้นที่รอบอาคารมีความเย็นลง (รูปภาพที่ 2) กำลังไฟฟ้าที่ต้องการในการทำให้น้ำฝนไหลหมุนเวียนนี้ใช้ระบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์

ผลการวัดค่าที่ได้ยืนยันว่าคุณสมบัติรอบ ๆ อาคารได้ถูกลดลงแทบจะไม่ได้เท่ากับผลการจำลองโมเดลในช่วงการออกแบบที่ใช้ระบบโมเดลข้อมูลอาคาร (BIM) bio skin มีการรองรับโดยโครงสร้างรับแรงดึงที่ใช้แท่งเหล็กสเตนเลส ค่าการดึงที่กำหนดไว้ได้รับการยืนยันโดยการวัดจากค่าการสั่นของแท่งเหล็ก

รูปภาพที่ 1 รูปด้านของโซนีซีดีไอซากิ

รูปภาพที่ 2 ระบบ bio skin ซึ่งน้ำฝนมีการไหลหมุนเวียนภายใน louver เพื่อทำความเย็นแก่พื้นที่รอบข้างอาคาร

แผนผังอาคาร

รูปร่างแบนตามแนวตั้งอาคารเป็นรูปแบบที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้จากมุมมองทางด้านสภาวะแวดล้อมพื้นที่ ดังนั้นอาคารได้ถูกออกแบบให้เป็นโครงสร้างมีแกนกลาง 1 แกน ซึ่งพื้นที่สำนักงานขนาด 24 เมตร x 130 เมตร ได้กำหนดไว้ในทิศตะวันออกและ ส่วน EV บันได ห้องน้ำ และอุปกรณ์อื่น ๆ อยู่ทางด้านทิศตะวันตก พื้นที่ทำงานประมาณ 3,000 ตารางเมตรในแต่ละพื้นที่และไม่มีเสาเนื่องจากการใช้โครงสร้างอยู่ภายนอก ล้อมรอบ ระเบียงรอบอาคารช่วยในการปรับปรุง การบำรุงรักษา และความปลอดภัยทางด้านกรหนี่ไฟ (อ้างอิงกับรูปที่ 1 และรูปภาพที่ 3)

ส่วนประกอบอาคารที่วางไว้ในด้านตะวันตกของแกนกลางได้มีตำแหน่งตามความจำเป็น และแกนที่เป็นช่องว่าง 5 ช่องได้เว้นไว้สำหรับการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง พื้นที่ว่างไว้แบ่งไว้ได้พื้นดินสำหรับแทงค์น้ำ สำหรับน้ำร้อน 3,400 ตัน และสำหรับแบตเตอรี่โซเดียม – ซัลเฟอร์ (NAS) เพื่อที่จะใช้ในกรณีฉุกเฉินและการประหยัดพลังงาน

รูปที่ 1 แพลนพื้นและรูปตัด

รูปภาพที่ 3 พื้นที่ว่างปราศจากเสาเพื่อเป็นสำนักงาน

ระบบโครงสร้างที่แยกแรงแผ่นดินไหวออก

โครงสร้างหลักสำหรับโครงการก่อสร้างนี้เป็นโครงสร้างที่มีการเพิ่มความต้านทานต่อแรงแผ่นดินไหวขึ้นโดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีการแยกแรงแผ่นดินไหวออกที่เหมาะสมกับอาคารสำนักงานซึ่งมีรูปร่างแบนตามแนวตั้งอาคารมีความสูงเกินกว่า 130 เมตร (รูปภาพที่ 4) ความต้านทานต่อแรงแผ่นดินไหวของอาคารระหว่างการเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่มีค่าเป็น 2 เท่าของอาคารที่มีได้มีโครงสร้างที่แยกแรงแผ่นดินไหวออกมา (ประมาณการของมุมการเคลื่อนตัวระหว่างชั้น 1/200 และความเร่งตอบสนองที่พื้นชั้น 250 เซนติเมตรวินาที² หรือต่ำกว่า) ระบบโครงสร้างที่แยกแรงแผ่นดินไหวออกประกอบไปด้วยธรรมชาติ – ยางลามิเนต (1,100~1,500 φ mm) แคมเปอร์น้ำมันและแคมเปอร์เหล็ก

เพราะว่ารูปร่างแบนของโครงสร้างเหล็กตามแนวตั้งของอาคาร

แรงลมที่คาดไว้จากการเกิดพายุไต้ฝุ่นจะมีค่ามากกว่าน้ำหนักบรรทุกจากแรงแผ่นดินไหวที่ถูกลดจากโครงสร้างที่มีการแยกแรงแผ่นดินไหวออก แดมเปอร์น้ำมันที่ติดตั้งอยู่ด้านแคบของอาคารที่ต้องต้านทานแรงลมขนาดใหญ่ได้วางไว้กับอุปกรณ์ที่มีการล็อคได้เพื่อควบคุมการเคลื่อนตัวของน้ำมันโดยใช้วาล์ว electromagnetic (รูปภาพที่ 5) แดมเปอร์น้ำมันจะถูกควบคุมโดยใช้ anemometers, accelerometers และ displacement gauges เพื่อลดการสั่นของชั้นที่มีการแบ่งแยกแรงแผ่นดินไหวออก และลดระดับความเป็น plastic ของแดมเปอร์เหล็กในช่วงที่เกิดแรงลมแรง การควบคุมการเคลื่อนตัวเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวได้นำมาใช้โดยระบบการล็อคเพื่อมีการปลดปล่อยโครงสร้างเมื่อระดับของการเคลื่อนตัวถึงระดับ การใช้แดมเปอร์น้ำมันและเหล็กร่วมกันถือว่ามีประสิทธิภาพในการคงสภาพความแข็งแรงของอาคารเมื่อมีการลื่นไหลการเคลื่อนตัวของน้ำมัน และเป็นทางออกที่มีผลมาจากการสรรหาวิธีการที่ทำให้ราคาลดลงและมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นของอุปกรณ์

คานที่อยู่ด้านทิศตะวันตกของแกนกลางมีระยะยื่นออกมากกว่า 7 เมตรและลดแรงในแนวแกนสำหรับเสาที่อยู่รองรับเพื่อที่จะไม่ให้เกิดแรงที่สูงเกินไปแก่ตัว isolator ขนาด 1,500 ϕ mm ที่ใช้รองรับเสาเหล่านั้น ด้านบนของคานยื่นที่มีความยาวกว่า 7 เมตรได้ถูกเชื่อมต่อกับหมุด stud กับวัสดุ viscous เพื่อลดการสั่นไหวในแนวตั้งและการเคลื่อนตัวอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้มาตรการป้องกันการสั่นอื่น ๆ ได้นำมาใช้ที่ระดับต่าง ๆ: การปรับปรุงความสามารถในการดูดซับพลังงานโดยการติดตั้งองค์อาคาร visco-elastic รูปตัว V บนด้านสั้นของแนวตั้ง (รูปภาพที่ 6) และ กลไกป้องกันการสั่นบนชั้นที่ 5

รูปภาพที่ 4 การก่อสร้างพื้นชั้นแยกแรงแผ่นดินไหว

รูปภาพที่ 5 แดมเปอร์น้ำมันติดตั้งบนกลไกการล็อคเพื่อควบคุมการเคลื่อนตัวของน้ำมัน

รูปภาพที่ 6 แดมเปอร์รูปตัว V แบบ visco-elastic เพื่อควบคุมการสั่นไหว



โครงการโซนีซีดีโอซากะใช้วิธีการที่รุดหน้าสำหรับการก่อสร้างอาคารสูงที่ได้เคยมีการก่อสร้างมา และนำมาใช้ในการทำงานจริง – รวมไปถึงการใช้ระบบโครงสร้างแยกแรงแผ่นดินไหวออกโดยการใส่กลไกหลายอย่างและวิธีการรักษาสภาพแวดล้อมอาคารแบบใหม่เพื่อให้ความเย็นแก่บริเวณรอบอาคาร (อ้างอิงกับรูปภาพที่ 7 และ 8)

รูปภาพที่ 7-8 โครงการโซนีซีดีโอซากะขึ้นอยู่กับแนวความคิดของ “การก่อสร้างอาคารเช่นเดียวกันกับการปลูกต้นไม้” เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น “ความร้อนเสมือนอยู่บนเกาะของอาคารในเมือง”



(หน้าที่ 11-12)

อะเบโนะ ฮารูกาส – การออกแบบอาคารตามสมรรถนะ (Performance-based Design) สำหรับอาคารสูงที่สุดในญี่ปุ่น

โดย คิโยะกิ ฮิรากาว่า, บริษัท ทาเอนากะ จำกัด

บทความนี้นำเสนอตัวอย่างสำหรับวิธีการออกแบบอาคารตามสมรรถนะที่ได้นำมาใช้ในการออกแบบโครงสร้าง อะเบโนะ ฮารูกาส อาคารที่สูงที่สุด (300 เมตร) ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งตั้งอยู่ในสถานที่ที่เกิดแผ่นดินไหวบ่อยครั้ง

แผนผังอาคาร

จุดประสงค์หลักสำหรับอาคาร อะเบโนะ ฮารูกาส เพื่อที่จะก่อสร้างอาคารห้างสรรพสินค้าชั้นใหม่ ซึ่งตั้งอยู่ติดกันกับสถานีรถไฟที่เชื่อมต่อเดินทางไปยัง อะเบโนะ โอซากะ แผนงานรวมไปถึงการบูรณะซ่อมแซมส่วนที่เหลืออยู่ของอาคารห้างสรรพสินค้าหรือที่รู้จักกันว่า อาคารหลัก ซึ่งตั้งอยู่เหนืออยู่สถานีรถไฟ ส่วนของทาวเวอร์เป็นพื้น 60 ชั้นเหนือระดับพื้นดินและ 5 ชั้นใต้ดิน ชั้นที่อยู่ใต้ดินประกอบไปด้วยห้องอุปกรณ์ เครื่องจักรและมีการเชื่อมต่อกับรถไฟและที่จอดรถ ส่วนที่เป็นอาคารเดี่ยวเป็นที่ตั้งของห้างสรรพสินค้า ส่วนที่อยู่ส่วนกลางความสูงของอาคารเป็น

พิพิธภัณฑ์ศิลปะ ส่วนล็อบบี้ และพื้นที่สำนักงาน ส่วนที่อยู่สูง เป็น ส่วนโรงแรมและจุดชมทิวทัศน์ ห้องอุปกรณ์และเครื่องจักรอยู่ใน ชั้นที่เป็นโครงถัก (อ้างอิงกับรูปที่ 1 และ รูปภาพที่ 1)

แผนผังระบบโครงสร้าง

จุดสำคัญใหญ่ ๆ จุดที่จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดไว้ใน การออกแบบโครงสร้างของอาคาร

- การก่อสร้างโครงอาคารที่สามารถที่จะรองรับแรงใน แนวแกนที่สูง
- การออกแบบโครงอาคารที่สามารถลดการเคลื่อนตัวให้ น้อย
- การตอบสนองต่อแรงซ็อกของแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ใน อนาคตที่สามารถคาดการณ์ได้
- การควบคุมระดับการส่ายของอาคารให้อยู่ในระดับที่ ยอมรับได้ในกรณีที่เกิดลมแรง
- การนำเทคโนโลยีที่มีการคำนึงถึงควมมีประสิทธิภาพ ในการก่อสร้าง

ระบบโครงสร้างที่ได้รับการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ กำหนดไว้ดังนี้

แผนผังของพื้นอาคารแต่ละชั้นแทบจะเป็นลักษณะ เช่นเดียวกันสำหรับชั้นใต้ดินและส่วนที่เป็นอาคารเดี่ยวที่มีมิติ ประมาณ 71 เมตร x 80 เมตร ส่วนอาคารสูงระดับกลางประมาณ 71 เมตร x 59 เมตร และส่วนอาคารสูงประมาณ 71 เมตร x 29 เมตร รูปตัดตามความสูงของอาคารแสดงให้เห็นว่าทิศทางด้าน เหนือของอาคารเป็นลักษณะเป็นขั้น ๆ สูงขึ้นไปและทิศทางด้านใต้ ของอาคารเป็นส่วนที่วิ่งจากจุดสูงสุดลงมายังจุดต่ำสุด (รูปที่ 2) ชั้นที่เป็นพื้นชั้นโครงถักอยู่ระหว่างโซนอาคารเดี่ยว กับอาคารสูง ระดับกลาง และระหว่างอาคารสูงระดับกลางและอาคารส่วนโซน สูง และ นอกจากนี้ โครงถักทแยงได้ถูกวางตำแหน่งไว้ใน ส่วนกลางอาคารที่เป็นสำนักงานเพื่อให้อาคารมีความสามารถในการป้องกันแรงดัดในทางตรงกันข้ามได้

ในส่วนที่เป็นอาคารส่วนเดี่ยว แดมเปอร์น้ำมัน และแดมเปอร์ แบบแรงเสียดทานในการหมุนได้ถูกติดตั้งไว้ที่มุมตึก 4 มุมให้

สมดุลกัน ในส่วนที่อยู่ใกล้กับส่วนแกนกลางของอาคารใน ช่วงความสูงระดับกลาง แผ่นเหล็กประกอบกำแพงรับแรง แผ่นดินไหวได้ถูกติดตั้งไว้ตามทิศทาง x และโครงถักทแยงค้ำยัน ในทิศทาง y ในส่วนที่เป็นอาคารสูง โครงข้อแข็งได้ถูกนำมาติดตั้ง ในทิศทาง x และทิศทาง y โครงถักทแยงค้ำยันอยู่ที่ด้านในของ กำแพงรอบอาคารของห้องโรงแรม (รูปที่ 2)

ตารางที่ 2 เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาใช้

ชนิดต่าง ๆ ของการออกแบบต้านทานแรงสั่นสะเทือนจาก แผ่นดินไหว

การออกแบบต้านทานแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวของอาคาร ได้มีการนำข้อมูลแผ่นดินไหว 3 แบบมาใช้ ดังที่แสดงในตารางที่ 1 ชนิดแรกแสดงให้เห็นค่าที่กำหนดตามกฎหมายสำหรับคลื่น แผ่นดินไหวที่ต้องการ และมาตรฐานของคลื่นแผ่นดินไหวที่ต้อง นำมาใช้ทั่ว ๆ ไป ค่าที่ใช้ในชนิดที่สอง แสดงให้เห็นถึงระดับสูงสุด ของแรงซ็อกของแผ่นดินไหว (เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดของระดับ พิกัดที่ยอมรับได้) ได้ถูกนำมาใช้โดยการคูณคลื่นระดับ 2 ด้วย ตัวเลข 1.5 และในประเภทที่สาม ให้ใช้ลักษณะคลื่นแผ่นดินไหว ในพื้นที่ในการคำนวณ โดยการใช้คลื่นแผ่นดินไหวที่เกี่ยวกับ แผ่นดินไหวในพื้นที่ไตนานโก และนานโก รวมทั้งรอยเลื่อนยูมาชิ ด้วย

ดังที่แสดงโดยรายการข้อกำหนดในการออกแบบต้านทานแรง แผ่นดินไหว ตามตารางที่ 2 ข้อกำหนดที่นำมาใช้ในอาคารปัจจุบัน ได้มีการปรับปรุงขึ้นจากข้อกำหนดในการออกแบบที่ใช้สำหรับองค์ อาคารโครงสร้างที่ใช้ในอาคารสูงแบบปกติ สิ่งที่มีการกำหนดเป็น พิเศษก็คือองค์อาคารนี้ไม่ยอมให้มีการเกิดจุดพลาสติกตามการ เคลื่อนตัวตาม แรงแผ่นดินไหวสำหรับการตอบสนองต่อ แผ่นดินไหวระดับ 2 แต่สำหรับการตอบสนองต่อแรงแผ่นดินไหว ในช่วงที่กล่าวถึงระดับการยอมรับได้ในทางโครงสร้าง การเกิดพลา สติกในคานและโครงถักทแยงเป็นสิ่งที่ยอมรับได้

แผ่นเหล็กประกอบกำแพงรับแรงแผ่นดินไหวที่นำมาใช้เป็น องค์อาคารเพื่อควบคุมการเคลื่อนตัวของอาคาร ยอมให้เกิดการ คลากโดยแรงเฉือนตามระดับแผ่นดินไหวระดับ 2 และแดมเปอร์

แบบแรงเสียดทานยอมให้เกิดการหมุนเลื่อนตัวตามระดับ แผ่นดินไหวระดับ 1 ด้วยข้อกำหนดทั้งสองนี้ องค์อาคารทั้งสองประเภททำหน้าที่เป็นองค์อาคารควบคุมการตอบสนองของ โครงสร้าง

เพื่อที่จะให้องค์อาคารมีระดับ redundancy ไม่เพียงแต่ชนิด และขนาดของแรงแผ่นดินไหวที่จะต้องเพิ่มขึ้น ได้มีการ ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของโครงสร้างดังต่อไปนี้

- ผลของข้อมูลแผ่นดินไหวสังเคราะห์ขึ้นมา ได้ถูก ตรวจสอบตามจุดต่าง ๆ เป็นจำนวนมากเหนือเส้นรอย เลื่อนยูมาซีและใกล้สถานที่ก่อสร้าง เช่นเดียวกันกับจุดที่ มีการคำนวณอื่น ๆ
- การวิเคราะห์การตอบสนองต่อแรงแผ่นดินไหวได้ใช้ วิธีการนำช่วงคาบที่ครอบคลุมของแผ่นดินไหวตามรอย เลื่อนยูมาซี (จัดเตรียมไว้ให้เป็นคลื่นแผ่นดินไหวใน บริเวณนั้น) ให้ใกล้เคียงกับคาบความถี่ธรรมชาติที่ 1, ที่ 2 และที่ 3 ของอาคาร แล้วทำการตรวจสอบผลนั้น
- ภายหลัง การวิเคราะห์การตอบสนองต่อแรงแผ่นดินไหว สำหรับในสถานการณ์ที่มีการตั้งสมมติฐานขององค์ อาคารที่ใช้ในการควบคุมการตอบสนอง – ทั้งกำแพงรับ แรงแผ่นดินไหวแบบเหล็กแผ่น corrugated แคมเปอร์ น้ำมัน และแคมเปอร์แบบแรงเสียดทานแบบหมุน ที่มีอยู่ ในตำแหน่งต่าง ๆ ในอาคาร ไม่ทำงานในการหน่วง โครงสร้าง ซึ่งเป็นการคิดคำนวณไว้ในขั้นตอนการ ออกแบบ

ตารางที่ 1 ค่าแรงแผ่นดินไหวที่นำมาใช้

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดในการออกแบบ

การนำเทคโนโลยีของโครงสร้างใหม่ ๆ มาใช้

● เสาค FT ที่ใช้วัสดุกำลังสูง

เพื่อที่จะแยกทานแรงในแนวแกนที่สูง เสาคประเภทท่อเหล็กเติม คอนกรีตในแกน (CFT) ได้นำมาใช้ซึ่งเป็นการใช้ทั้งวัสดุคอนกรีต กำลังสูง F_c150 และเหล็กกำลังสูง 590 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

(กำลังคราก 440 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร และกำลังตาม มาตรฐาน 590 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) การทำงานของเสาค CFT ได้รับการยอมรับโดยไม่เพียงแต่ผลการทดสอบทางด้าน โครงสร้างการรับกำลัง แต่ยังรวมไปถึงการทดสอบการป้องกันไฟ และการทดสอบการแตกคอนกรีตลงในเสาอีกด้วย (รูปภาพที่ 2)

รูปภาพที่ 2 การทดสอบเพื่อตรวจสอบความสามารถในการรอก คอนกรีต

● ระบบการเชื่อมต่อแบบใหม่

ระบบไดอะแฟรมภายนอก (รูปที่ 3) ได้นำมาใช้ในเพื่อยืนยัน การรอกคอนกรีตของเสาค CFT และเพื่อประสิทธิภาพในการ ทำงานของโรงประกอบเสาค CFT ในการเชื่อมต่อกับเสาค CFT ระบบรอยต่อแบบใหม่ได้นำมาใช้โดยใช้ อลูมิเนียมเพื่อเพิ่มค่า สัมประสิทธิ์ในการเลื่อนตัวจาก 0.45 เป็น 0.70 (รูปที่ 4) ซึ่งเป็น การลดแรงงานที่จำเป็นต้องใช้ในการเชื่อมต่อและลดเวลาการ ก่อสร้าง สุดท้ายได้รับการยืนยันว่ารอยต่อชนิดนี้แสดงผลที่น่า พพอใจในด้านสามารถเลื่อนได้ดีที่พื้นผิวแรงเสียดทาน รวมทั้งผล ของความขรุขระ รอยเปื้อนน้ำมัน และความไม่สมบูรณ์ของวัสดุใน รอยต่อ (รูปที่ 4 และรูปภาพที่ 3)

รูปที่ 3 ไดอะแฟรมชนิดที่มีการแบ่งออก

รูปที่ 4 การเชื่อมต่อโดยวิธีการใช้อลูมิเนียม

รูปภาพที่ 3 ตัวอย่างของความไม่สมบูรณ์ในรอยต่อ

● แคมเปอร์ควบคุมการตอบสนองของโครงสร้าง

ในส่วนล่างอาคาร ทั้งแคมเปอร์น้ำมันที่มีประสิทธิภาพ ด้านทานความเร็วของการเคลื่อนที่และแคมเปอร์แบบแรงเสียด ทานที่ป้องกันการเคลื่อนตัวได้ถูกติดตั้งไว้ เพื่อที่จะให้ระบบมี ประสิทธิภาพไม่ว่าเกิดแรงแผ่นดินไหวใด ๆ

ในแคมเปอร์แบบแรงเสียดทาน (รูปภาพที่ 4) แผ่นรองรับแรง เสียดทานได้ถูกประกบระหว่างแผ่นเหล็ก 2 แผ่นและยึดให้แน่น ติดกันด้วยสลักเกลียวเพื่อสร้างแรงเสียดทานใช้ในการรองรับ พลังงานแรงแผ่นดินไหว แคมเปอร์เหล่านี้มีข้อดีที่เป็นระบบกลไก

แบบง่าย ๆ ที่ใช้แรงเสียดทานในการดูดซับแรงออกไป และสามารถปรับระดับแรงเสียดทานนี้ได้โดยการปรับเปลี่ยนจำนวนแผ่นรองโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความแข็งของค้ำยัน

ในส่วนกลางความสูงอาคาร กำแพงแผ่นเหล็กได้นำมาใช้เป็นกำแพงสำหรับห้องโถง EV ที่ตั้งอยู่ในทิศทางยาวของอาคาร กำแพงเหล่านี้เป็นองค์ประกอบต้านทานแรงแผ่นดินไหวซึ่งส่วนที่เว้าเว้าอยู่แนวขวางจากด้านบนจนถึงด้านล่าง และแผ่นปีกและรวมกับเป็นโครงสร้างหนึ่ง (รูปภาพที่ 5) ในขณะที่กำแพงถูกขยายออกอย่างอิสระและหดตัวในแนวดิ่ง กำแพงนี้ต้านทานแรงทางขวาง เช่นแรงด้านข้างที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นดินไหว และองค์อาคารที่วางเอียงทำมุมไว้ที่ระยะที่กำหนดไว้ทำหน้าที่เหมือน stiffener ในแผ่นเหล็กเพื่อป้องกันการโก่งเดาะ และในการที่กำหนดการครากจากแรงเฉือนไว้ที่ $R=3/1,000 \text{ rad}$ และที่ค่า $R=3/1,000 \text{ rad}$ นี้ โครงสร้างแสดงให้เห็นถึงกำลังความสามารถในการรองรับการเสียรูปแบบพลาสติกที่สูง (รูปที่ 5) โครงสร้างนี้จึงสามารถเรียกว่าสามารถรองรับพลังงานแผ่นดินไหวได้มีประสิทธิภาพ

ในส่วนที่เป็นอาคารสูง โครงถักแนวดิ่งวิ่งลงมาจากรวมถึงที่หัวอาคารไปยังห้องโถง (รูปที่ 6) และแอมเปออร์น้ำมันได้ถูกติดตั้งระหว่างโครงถักที่วิ่งลงและโครงสร้างรอบ ๆ อาคาร ซึ่งสามารถลดมุมการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นของพื้นระหว่างชั้นในส่วนอาคารสูงได้ประมาณ 10 %

แอมเปออร์ชนิด ATMD ได้ถูกติดตั้งที่ด้านบนสุดของอาคาร (รูปที่ 7) ด้านล่างของแอมเปออร์นี้ทางทิศตะวันตกของอาคารซึ่งเป็นห้องพักโรงแรม คาบของแอมเปออร์ที่ใช้ได้จัดเตรียมให้เข้ากันกับคาบของอาคารโดยการใช้วิธีการง่าย ๆ เช่นเพนดูลัมแขวน และ inverted เพนดูลัมเพื่อลดระดับความเร่งที่เกิดจากแรงลมประมาณ 3 gal เพราะเหตุนี้ ระดับความรู้สึกสบายที่ H-30 จึงกำหนดได้ ซึ่งหมายถึงประมาณ 30 % ของผู้ใช้อาคารรับรู้ถึงการสั่นไหว

รูปภาพที่ 4 ด้านหน้าของแอมเปออร์แบบแรงเสียดทาน

รูปภาพที่ 5 กำแพงแผ่นเหล็กแบบลอน

รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและมุมการเสียรูปแบบแรงเฉือนของแผ่นเหล็กแบบลอน

รูปที่ 6 แอมเปออร์แบบ guide

รูปที่ 7 ตำแหน่งของ ATMD



โดยการทำการศึกษาในหลายด้าน เกี่ยวกับงานออกแบบอาคารนี้และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ไม่เคยใช้มาก่อน เราสามารถที่จะออกแบบตามสมรรถนะสำหรับอาคารสูงที่สุดในญี่ปุ่น อาเบโนะฮารุคาส กำหนดการเปิดใช้อาคารสำหรับโครงการนี้ได้กำหนดไว้ในช่วงฤดูใบไม้ผลิปี 2014



(หน้าที่ 13-14)

อาคารทาวเวอร์ ARK Hills Sengokuyama Mori – เทคโนโลยีที่รุดหน้าทางด้านความปลอดภัยสำหรับอาคาร

โดย โตรุ ทูชิฮาชิ และ มาซาฮารุ ยาซุตะ บ. Mori Building จำกัด และ มายาฮูกิ ยามาซากะ โชกิชิ อะโตเซกิ และ ชูอิชิ โอตากา บ. โอบายาชิ

อาคาร ARK Hills Sengokuyama Mori เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาเมืองในย่าน ไตรานอมอน – รอบปองจิ ที่ทำอยู่ในพื้นที่ ไตรานอมอน และรอบปองจิในโตเกียว โครงสร้างพัฒนาทาวเวอร์กินพื้นที่ 2.0 ha และก่อสร้างสำเร็จเมื่อเดือนสิงหาคม 2012 ส่วนอาคารที่อยู่รอบ ๆ พื้นที่พัฒนาเป็นสถานทูตและโรงแรมหลายแห่ง ซึ่งเป็นที่ถือว่าเป็นศูนย์กลางด้านการต่างประเทศ และวัฒนธรรมของโตเกียว

อาคารสูง 47 ชั้นวางอยู่บนพื้นที่ค่อนข้างสูงและประกอบไปด้วยส่วนพาณิชยกรรมและที่พักอาศัย (ชั้นที่ 1-24) และส่วนสำนักงาน (พื้นที่ 25-47) อาคารที่พักอาศัยสูง 7 ชั้นที่ไม่ต่อเนื่องกันกับอาคารนี้ (โครงสร้างที่มีการแยกระบบป้องกันแรงแผ่นดินไหว) ได้ถูกกำหนดให้มีการประกอบติดตั้งในด้านใต้ของอาคารนี้ (อ้างอิงกับรูปภาพที่ 1 และตารางที่ 1)

รูปภาพที่ 1 วิถีแบบพาโนรามาของส่วนทาวเวอร์ ARK Hills Sengokuyama Mori

ชนิดของโครงสร้างและการออกแบบ

โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้นำมาใช้ในโครงสร้างของอาคาร ขนาดมาตรฐานของแปลนพื้นคือ 50.4 เมตร x 50.4 เมตร (7.2 เมตร x 7 ช่วงคาน) สำหรับพื้นที่ชั้นสำนักงานในส่วนสูงโครงสร้างเหล็กที่มีความยาวถึงช่วงเสา 2-3 ช่วงได้นำมาใช้เพื่อให้ได้ความกว้างที่ต้องการ แบบที่มีเสาน้อย พื้นที่กว้าง (รูปที่ 1) ในส่วนแกนกลาง กำแพงที่ควบคุมการตอบสนองและ แคมเปอร์แบบ brake ได้มีการติดตั้งไว้ (รูปภาพที่ 2)

วัสดุหลักของโครงสร้างคือคอนกรีตกำลังสูง (120 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร) และเหล็กเสริมคอนกรีตกำลังสูง 685,785 นิวตัน/ ตารางมิลลิเมตร) ฐานรากเป็นฐานรากแผ่ประกอบไปด้วยแผ่นพื้นฐานรากหนา 4.5 เมตร และวางอยู่บนดินทราย (กำลังรับแรงแบกทาน 100 ตันต่อตารางเมตรขึ้นไป) ความสามารถในการรับแรงของโครงสร้างที่วางไว้สำหรับอาคารและผลทดสอบที่เกี่ยวข้องได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

รูปที่ 1 แปลนคานสำหรับพื้นที่สำนักงาน

รูปภาพที่ 2 Viscous response-control wall and hysteresis response-control wall (brake damper)

ตารางที่ 2 เป้าหมายของระดับความสามารถของโครงสร้างและผลการทดสอบ

โครงสร้างหล่อสำเร็จ

- วิธี LRV

ในวิธีการ LRV (left right vertical installation precast) ชิ้นส่วนองค์อาคารแบบคานหล่อสำเร็จ – รอยต่อได้นำมาใช้ องค์อาคารหล่อสำเร็จมี 2 ชนิด: องค์อาคารหล่อสำเร็จที่รวมรอยต่อ – คาน (คาน LR) ซึ่งเหล็กยื่นหลักได้วิ่งผ่านรูที่เผื่อไว้โดยใช้ท่อ และเสาสำเร็จรูป (เสา V) ซึ่งรอยต่อเชิงกลที่สวมออร์ตาร์ (sleeve joint) ได้ถูกสร้างขึ้นที่หัวเสาซึ่งเหล็กเสริมในเสายื่นออกมาจากส่วนด้านล่างและวิ่งผ่านรูที่เผื่อไว้ที่คาน ออร์ตาร์ได้นำมาใช้เพื่อปิด

รอยต่อระหว่างองค์อาคารสำเร็จรูป รูเผื่อสำหรับเหล็กเสริมหลัก และ รอยต่อคาน LR- เสา V เพื่อที่จะให้องค์อาคารทั้งหมดรวมกันอยู่ในโครงสร้าง (รูปที่ 2 และรูปภาพที่ 3)

- วิธี LRV-H

ในวิธีการ LRV-H (left tight vertical horizontal installation precast) องค์อาคาร 2 ชนิดได้ถูกนำมาใช้: องค์อาคารเสาหล่อสำเร็จ (เสา H) ซึ่งเป็นการรวมเสาและรอยต่อเข้าเป็นโครงสร้างเดียวกันและมีความยาวเต็มเช่นเดียวกันกับความสูงอาคาร และองค์อาคารคานหล่อสำเร็จ (คาน H) ที่ใช้ความลึกของแผ่นเวาด้านในเป็นองค์อาคาร ในโครงสร้างเสา รูที่เจาะเผื่อไว้สำหรับเหล็กเสริมหลักวิ่งอยู่ในแนวนอน รอยต่อแบบรูจะอยู่ที่ใกล้ส่วนปลายของคานที่ติดกัน และเหล็กเสริมหลักยื่นไปจนถึงส่วนปลายของคานหล่อสำเร็จในด้านตรงกันข้ามของเสา เหล็กเสริมในคานวิ่งผ่านรูเผื่อในคานที่อยู่ในเสา และนำมาสอดเข้าไปในช่องที่ส่วนปลายของคานในอีกด้านหนึ่ง (รูปที่ 2)

รูปที่ 2 ภาพรวมของวิธี LRV และ LRV-H

รูปภาพที่ 3 เสา V และ คาน LR ที่ใช้วิธี LRV

โครงสร้างแบบไฮบริด (โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก- คานเหล็ก)

เพื่อที่จะให้ได้ระบบเสาที่ยอมให้มีพื้นที่ว่างมาก ๆ ในชั้นของสำนักงาน คานเหล็กได้นำมาใช้สำหรับหน้าตัดแบบช่วงยาว และวิธีการเชื่อมต่อนำมาใช้ที่ซึ่งคานเหล็กได้ถูกหุ้มไว้ด้วยคอนกรีต (รูปที่ 3) ในช่วงการออกแบบ การทดสอบโครงสร้างเพื่อยืนยันความสามารถของชิ้นส่วนโครงสร้างได้ใช้สำหรับโครงสร้างแบบไฮบริด ผลการทดสอบนี้ได้ส่งผลแก่งานออกแบบโครงสร้าง

จุดที่เกิดการครากของคานได้กำหนดไว้ที่ตำแหน่งด้านในของโครงสร้างเหล็ก ซึ่งยอมให้คุณสมบัติของโครงสร้างมีความเหนียวในขณะที่เกิดการคราก

รูปที่ 3 โครงสร้างแบบไฮบริดที่ประกอบด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก – girder เหล็ก

แดมเปอร์แบบ Brake

แดมเปอร์แบบ brake เป็นโครงสร้างเช่นเดียวกับกับดิสก์เบรกของรถยนต์ พลังงานในการสั่นไหวของโครงสร้างอาคารจะถูกแปรสภาพเป็นพลังงานความร้อนจากแรงเสียดทานเนื่องจากการที่แดมเปอร์มีการเคลื่อนตัวภายใต้น้ำหนักบรรทุกทุกเพื่อที่จะเป็นการลดทอนการตอบสนองและความเสียหายแก่อาคาร ระบบแดมเปอร์แบบ brake สามารถนำมาใช้ซ้ำ ๆ และไม่จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษา (รูปที่ 4)

รูปที่ 4 องค์ประกอบพื้นฐานของแดมเปอร์แบบ Brake



(หน้าที่ 15-16)

โครงการถนนวงรอบ หมายเลข 2 – อาคารสูงพิเศษบนไฮเวย์ในเมือง

โดยอิโรชิ ทากาฮาชิ บริษัท นิฮอนเซกไก จำกัด

โครงการพัฒนาถนนวงรอบหมายเลข 2 – โซน 3 ซิมบาชิ/ โตราโนมอนเป็นโครงการพัฒนาปรับปรุงเมืองขนาดใหญ่สำหรับพื้นที่โตราโนมอนของโตเกียว สิ่งที่ได้โดดเด่นเป็นพิเศษสำหรับโครงการนี้ก็คือถนนวงรอบหมายเลข 2 ที่ตัดข้ามด้านทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกผ่านพื้นที่พัฒนาและภายใต้อาคารสูงพิเศษที่ยังก่อสร้างไม่เสร็จและมีความสูง 247 เมตร (อ้างอิงกับรูปที่ 1 และ 2)

อาคารที่กำหนดนี้จะมีการประกอบติดตั้งก่อสร้างบนพื้นที่ดิน 17,000 ตารางเมตร มีจำนวนชั้น 52 ชั้นเหนือระดับพื้นดิน และ 5 ชั้นใต้ดิน และมีพื้นที่ใช้สอยรวมกันประมาณ 244,000 ตารางเมตร อาคารนี้เป็นอาคารใช้สอยหลายประเภท พื้นที่จอดรถจะอยู่ที่ชั้นใต้ดิน ร้านค้าและห้องประชุมอยู่บนพื้นชั้น 1 ถึง 5 และสำนักงานอยู่บนชั้น 6 ถึง 35 ในส่วนที่เรียกว่าเป็นส่วนความสูงกลางตึก เหนือจากระดับนี้ ชั้นที่ 36 เป็นชั้นที่สงวนไว้สำหรับโรงถักที่รองรับเสาทีมีการวางเรียงตัวต่างกับกับชั้น 37 และเหนือกว่าใน ส่วนที่เป็นอาคารสูง ส่วนของที่พักอาศัยจะอยู่ที่ชั้นระหว่าง 37

ถึง 46 ในขณะที่โรงแรมอยู่บนชั้นเหนือกว่าชั้น 47

โซนที่มีการพัฒนาขึ้นใหม่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ของอาคารสูงและเป็นพื้นที่ใต้ดินที่มีอุโมงค์สำหรับถนนวงรอบหมายเลข 2 วิ่งผ่าน อาคารพาณิชย์สูง 3 ชั้นอยู่ในสถานที่ก่อสร้าง และ หลังคาขนาดใหญ่ที่ยื่นออกจากชั้น 2 ของอาคารสูง ประกอบไปด้วยพลาซาด้านข้างของอาคารสูงนี้

รูปที่ 1 ภาพ 3 มิติของโครงการถนนวงรอบหมายเลข 2

รูปที่ 2 ตำแหน่งของโครงสร้างต่าง ๆ

โครงสร้างอาคาร

ส่วนที่อยู่ด้านเหนือพื้นดินของอาคารสูงพิเศษเป็นโครงสร้างเหล็กโครงข้อแข็ง (ใช้เสาเหล็กกล่องกรอกคอนกรีต) พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองของโครงสร้าง และอาคารพาณิชย์และหลังคาใหญ่เป็นโครงสร้างเหล็ก ส่วนที่อยู่ใต้ดินเป็นโครงสร้างแบบผสมประกอบด้วยโครงเหล็ก โครงสร้างผสมเหล็ก- คอนกรีต และโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงสร้างส่วนโพเดียม (เสมือนพื้นชั้นล่าง) บนอุโมงค์ถนนวงรอบเป็นพื้นหล่อสำเร็จหนา 1 เมตร

สำหรับการก่อสร้างฐานราก เพราะว่าวิธีการก่อสร้างแบบ inverted ได้นำมาใช้เพื่อที่จะลดระยะเวลาการก่อสร้าง เสาเข็มแบบหล่อกับที่ได้ถูกนำมาใช้เพื่อก่อสร้างฐานรากแบบแพ ที่ซึ่งเสาเข็มและฐานรากแผ่นสามารถต้านทานน้ำหนักบรรทุกตามความแข็งแรงของฐานแต่ละตัว

โครงสร้างควบคุมการตอบสนอง

โครงสร้างควบคุมการตอบสนองได้ถูกนำมาใช้สำหรับส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินสำหรับส่วนอาคารสูง ซึ่งมีขนาด 85 เมตร x 61 เมตร และอุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองได้วางตำแหน่งไว้ในส่วนต่าง ๆ ของแกนกลางอาคาร เพื่อที่จะสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่ซึ่งสามารถลดระดับการเสียรูปจากแรงดัดสำหรับอาคาร – จากชั้น 1 ผ่านระดับโครงถักที่มีการเปลี่ยนลักษณะโครงสร้างจนถึงชั้น 51 ที่ได้มีการใช้ร่วมกันระหว่างหลังคาเอียงและหลังคาที่ยกขึ้นเพื่อที่จะให้ได้โครงหลังคาที่มีลักษณะพิเศษ – ได้ถูกเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ระบบควบคุมการตอบสนองนี้ด้วย (รูปที่ 3)

อุปกรณ์ระบบควบคุมการตอบสนอง 3 ชนิดได้นำมาใช้ร่วมกัน: แดมเปอร์น้ำมัน (516) โครงค้ำยันควบคุมการโก่งเดาะ (448) และแดมเปอร์แบบแรงเสียดทาน(620)ระบบการควบคุมการตอบสนองโครงสร้างที่นำประโยชน์ของการใช้งานร่วมกันเพื่อให้ได้ระดับความต้านทานต่อแรงแผ่นดินไหวที่สูงโดยการลดมุมของการเคลื่อนตัวระหว่างชั้นของอาคารระหว่างที่เกิดแผ่นดินไหวลงกว่า 1.5 เท่า น้อยกว่าอาคารสูงปกติ (อ้างอิงกับรูปที่ 4)

รูปที่ 3 โครงสร้างพื้นสำหรับพื้นที่ทั่วไป

รูปที่ 4 การจัดเตรียมอุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองและโครงถักรองรับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง

รอยต่อสำหรับเสาเอียง – หน้าตัดเสา

ระบบเสาเอียงได้นำมาใช้ในมุมทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ของอาคารเนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้: เสาไม่สามารถนำมาตั้งได้ในพื้นที่ที่อยู่เหนือถนนวงรอบหมายเลข 2; และมุมอาคารจะต้องมีรูปร่างเป็นมุมแหลมเนื่องจากเหตุผลด้านความสวยงาม ตั้งแต่ชั้น 8 ถึงชั้น 13 เสาเอียงจำนวน 2 ต้นในแต่ละชั้นได้วางตัดกันและรวมเป็นเสาต้นเดียวกันที่ชั้นรองรับเสาด้านล่าง รอยต่อโครงสร้างเหล็ก แต่ละชั้นมีน้ำหนักประมาณ 20 ตัน ได้นำมาใช้ในจุดที่มีการตัดกันของเสาและความเค้นที่เกิดในเสาด้านบนทั้ง 2 สามารถถ่ายไปยังเสาต้นเดียวที่อยู่ด้านล่าง (รูปภาพที่ 1)

รูปภาพที่ 1 รอยต่อโครงสร้างเหล็กสำหรับเสาเอียงรอบ ๆ อาคาร – หน้าตัด

มาตรการป้องกันการสั่นไหวของถนน

ถนนวงรอบหมายเลข 2 ที่วิ่งอยู่ใต้ดิน เชื่อมต่อด้านทิศตะวันตกของอาคาร ที่ระดับใต้ดินชั้น 2 ด้วยอุโมงค์ใต้ดินที่อยู่ด้านนอกของหน่วยงานก่อสร้าง และเข้ามาเชื่อมต่อที่ด้านทิศตะวันตกของหน่วยงาน ถนนวิ่งผ่านโครงสร้างกล่องอุโมงค์ที่ใต้สร้างขึ้นมาเหนือจากโครงสร้างอาคาร เพื่อที่จะให้การสั่นจากการจราจรบนถนนไม่มีผลกระทบต่ออาคาร โครงสร้างอาคารได้รับการป้องกันจากโครงสร้างกล่องอุโมงค์นี้ โดยการใช้วัสดุแดมเปอร์

ป้องกันการสั่นไหว (polyurethane elastomer) ระหว่างด้านล่างของแผ่นพื้น culvert และโครงสร้างอาคาร (รูปที่ 5)

รูปที่ 5 โครงสร้างถนน culvert และโครงสร้างอาคารใต้ดิน

หลังคาขนาดใหญ่

หลังคาขนาดใหญ่ตั้งอยู่เหนือพลาซ่าในด้านตะวันตกของอาคาร หลังคานี้มี skylight และมีมิติขนาดประมาณ 57 เมตร x 32 เมตร หลังคานี้เป็นรูปไข่ มีความสูงประมาณ 22 เมตรเหนือระดับโครงสร้างโพเดียม (รูปที่ 6)

หน้าตัดของโครงสร้างด้านใน ซึ่งประกอบไปด้วยกระจก skylight ใช้โครงสร้างชั้นเดียว เพื่อที่จะรับน้ำหนักโครงสร้างด้านในนี้และรักษาความแข็งแรงได้ โครงสร้างนี้ได้ถูกออกแบบให้เป็นโครงถัก 3 มิติ ซึ่งเป็นท่อเหล็กเป็นส่วนใหญ่

รูปที่ 6 โครงสร้างสำหรับหลังคาขนาดใหญ่

งานก่อสร้างที่ดำเนินไปในปัจจุบัน

หลังจากที่มีการรื้อถอนอาคารเก่า งานก่อสร้างอาคารได้เริ่มขึ้นในเดือนเมษายน 2011 โครงสร้างเหล็กที่อยู่เหนือระดับพื้นดินจะมีการประกอบติดตั้งในเวลาเดียวกันกับโครงสร้างชั้นใต้ดิน โดยใช้วิธี inverted การก่อสร้างพื้นชั้นที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างงานที่เป็นส่วนที่ยากที่สุดในการก่อสร้างโครงสร้างเหนือพื้นดิน ได้สำเร็จลุล่วง (รูปภาพที่ 2) และอยู่ในระหว่างเตรียมงานในการสร้างโครงสร้างด้านบนของอาคาร

การก่อสร้างโครงสร้าง culvert ของถนนได้เริ่มขึ้นและควบคุมขนานไปกับงานก่อสร้างอาคาร หลังจากการก่อสร้างโครงสร้างอาคารสูงเสร็จสิ้น งานก่อสร้างจะเริ่มขึ้นในส่วนหลังคาใหญ่ อาคารพาณิชย์ และโครงสร้างโพเดียม โครงการก่อสร้างนี้กำหนดเปิดในปี 2014 (รูปภาพที่ 3)

รูปภาพที่ 2 งานก่อสร้างโครงถักที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างด้านบน

รูปภาพที่ 3 รูปด้านของโครงการถนนวงรอบหมายเลข 2 ระหว่างการก่อสร้าง (เดือนพฤศจิกายน 2012)



(หน้าที่ 17-18)

โอเตมาชิ 1-6 – อาคารสูงระบบเสา CFT กำลังสูงพิเศษ

โดย ชูอิชิ มัตสึโมโต บริษัททาอิเซอิ

ข้อกำหนด 2 ประการที่ได้เริ่มเป็นประเด็นกล่าวถึงสำหรับโครงการก่อสร้างอาคารสูงเร็ว ๆ นี้คือ ช่วงเสาในอาคารที่ยาวขึ้นเพื่อความมีอิสระในการออกแบบพื้นที่ภายในและห้องโถงที่กว้างใหญ่ให้เกิดความผสมผสานกลมกลืนระหว่างพื้นที่ชั้นล่างและพื้นที่ภายนอกอาคารรอบ ๆ ในการที่จะเข้าใจถึงข้อกำหนด 2 ประการนี้สำหรับผลกระทบต่อโครงสร้าง โดยทั่วไปแล้วสำหรับองค์อาคารโครงสร้างที่ใช้ต้านทานแรงขนาดใหญ่เช่นนี้จะต้องมีขนาดโครงสร้างที่ใหญ่มาก อย่างไรก็ตาม ในการใช้วัสดุผสมผสานกันขององค์อาคารที่ใช้วัสดุกำลังสูงจะสามารถป้องกันการขยายใหญ่เกินไปของขนาดองค์อาคารได้

สำหรับเทคโนโลยีของโครงสร้างที่จะใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว เราได้พัฒนาระบบโครงสร้างเสาเหล็กกล่องที่รอกคองกรีต (CFT) โดยใช้วัสดุกำลังสูงพิเศษ สร้างขึ้นจากการใช้คองกรีตกำลังสูง (กำลังมาตรฐานสำหรับการออกแบบที่ 150 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร) และผลิตภัณฑ์เหล็กกำลังสูง (กำลังรับแรงดึงที่ 150 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร) เสา CFT ที่มีกำลังสูงเหล่านี้นำมาใช้ในการก่อสร้างที่ระดับพื้นที่ชั้นล่างของอาคารสูงในโอเตมาชิ 1-6

อาคารและข้อมูลทางด้านโครงสร้าง

อาคารสูงพิเศษนี้มีจำนวน 38 ชั้นเหนือระดับพื้นดิน (รวมทั้งเพนท์เฮาส์จำนวน 3 ชั้น) มีความสูง 199.7 เมตรและมีชั้นใต้ดิน 6 ชั้นลงไปจนถึงความลึกที่ 35.1 เมตร พื้นที่ทั้งหมดประมาณ 198,000 ตารางเมตร (รูปภาพที่ 1) พื้นที่ใช้งานหลักของอาคารคือสำนักงาน โรงแรมและร้านค้า

สำหรับชนิดของโครงสร้างอาคารนี้ พื้นที่ใต้ดินเป็นคองกรีตเสริมเหล็กและพื้นที่ระดับเหนือพื้นดินเป็นโครงสร้างเหล็กที่ใช้เสา

CFT ตั้งแต่ชั้น 1 จนถึงชั้น 32 พื้นด้านที่เหนือระดับพื้นดินเป็นโครงสร้างต้านทานแรงดัดที่มีการใช้ค้ำยันเพื่อควบคุมการตอบสนองของโครงสร้างไว้ที่ส่วนกลางของอาคาร แคมเปอร์น้ำมันที่ใช้หน่วงการสั่นไหวของอาคารและค้ำยันที่ต้านทานการโก่งเดาะซึ่งใช้เหล็กชนิดที่มีจุดครากต่ำ (LY225) สำหรับองค์อาคารในแนวแกนได้ถูกนำมาใช้เป็นแคมเปอร์แบบ hysteresis ได้ถูกจัดไว้เพื่อให้สามารถรองรับพลังงานจากแรงแผ่นดินไหวได้

โครงถักขนาดใหญ่ได้ถูกนำมาใช้ที่ชั้น 4 และชั้น 32 ที่ชั้นเหล่านี้เป็นชั้นที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งของเสาเพื่อที่จะทำให้โครงสร้างด้านบนมีช่วงความยาวระหว่างเสาที่แตกต่างกันที่ด้านบนและด้านล่างของพื้นที่ชั้นเหล่านี้เพื่อที่จะควบคุมการสั่นไหวของโครงสร้างระหว่างที่เกิดแรงลมที่แรง อุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองของอาคาร (แคมเปอร์แบบ active mass) ได้ถูกติดตั้งไว้ที่หลังคาอาคาร (อ้างอิงกับรูปที่ 1)

รูปภาพที่ 1 รูปร่างของอาคาร

รูปที่ 1 ระดับของโครงอาคาร

การนำไปใช้งานของเสา CFT กำลังสูงพิเศษ

รูปแบบที่โดดเด่นเป็นพิเศษสำหรับผังพื้นที่ของ โอเตมาชิ 1-6 คือการสร้างป่าโอเตมาชิ พื้นที่สีเขียว 3,600 ตารางเมตรที่ประกอบด้วยดินและต้นไม้ที่ชั้นล่างของอาคาร ด้วยเหตุนี้สิ่งที่สำคัญในการก่อสร้างก็คือการสร้างโครงสร้างอาคารโดยไม่เกิดการกีดขวางโดยให้มีพื้นที่ว่างให้มาก แก่ป่าโอเตมาชิ และสถานีรถไฟใต้ดินด้านล่าง

เสา CFT กำลังสูงที่นำมาใช้ในส่วนด้านล่างอาคารได้มีการผลิตโดยใช้เหล็กกำลัง 780 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร และคองกรีตที่ 150 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ซึ่งทำให้เสามีกำลังสูงแบบไม่เคยมีมาก่อน (รูปที่ 2) การนำเสา CFT กำลังสูงนี้ในส่วนด้านล่างอาคารสามารถตอบสนองต่อข้อเรียกร้องทางด้านผังอาคารที่ได้กล่าวถึงข้างต้น นอกจากนี้ เสา CFT ยังมีความสอดคล้องตามข้อกำหนดของความปลอดภัยจากแรงแผ่นดินไหว (รูปที่ 3) กำลังรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากเสา CFT เหล่านี้เอาชนะ ความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มขนาดของเสา ซึ่งเป็นเหตุไม่เพียงแต่ทำให้ลดปริมาณการใช้วัสดุ

โครงสร้างเท่านั้น แต่ยังสามารถลดปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดในเหล็กและคอนกรีต ความเครียดที่มีขีดจำกัดแทบจะอยู่ที่ระดับเดียวกันสำหรับวัสดุเหล็กที่ 780 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร และคอนกรีตที่ 150 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นของข้อดีในการใช้วัสดุร่วมกันของคอนกรีตกำลังสูงและเหล็กกำลังสูง นอกจากนี้ที่โครงสร้างเสา CFT นี้จะมีความสามารถในการรองรับแรงในแนวตั้งที่สูงแล้ว ยังแสดงอัตราส่วนของกำลังครากที่สูงร่วมกับการยึดตัวที่ต่ำ ในจุดพิคกกำลังรับแรงตั้งอีกด้วย จึงทำให้เสา CFT นี้มีกำลังรับน้ำหนักในระดับเพื่อไว้ ที่ระดับสูงพอในการรักษาโครงสร้างอาคารให้อยู่ในช่วงอีลาสติก

ในการพัฒนาการใช้งานของเสา CFT เหล่านี้ ได้มีการตรวจสอบประสิทธิภาพของเสาโดยวิธีการทดสอบโครงสร้างและงานออกแบบโครงสร้างโดยใช้วิธีตรวจสอบกำลังของเสา นอกจากนี้ยังต้องมีการทดสอบอื่น ๆ ที่จำเป็นเช่นการทดสอบรอยเชื่อมทั้งในโรงงานผลิตเหล็กและการเชื่อมหน้างานของเหล็กกำลังสูงพิเศษเหล่านี้ รวมทั้งการทดสอบวัสดุและการรอกคอนกรีตสำหรับคอนกรีตกำลังสูงพิเศษนี้ หลังจากที่ได้รับการยืนยันจากการทดสอบเหล่านี้จึงพึงพอใจ เสา CFT จึงสามารถนำไปใช้งานได้

รูปที่ 2 การใช้งานร่วมกันของเหล็กกำลังสูงและคอนกรีตกำลังสูงสำหรับเสา CFT กำลังสูงพิเศษ

รูปที่ 3 เสา CFT กำลังสูงพิเศษ

รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นของคอนกรีตและเหล็กและความเครียด

พื้นที่ว่างที่กว้างใหญ่โดยการใช้เสาน้อยลง

ในปัจจุบัน อาคารยังคงอยู่ในระหว่างงานก่อสร้าง เมื่อสร้างเสร็จอาคารจะมีความสูงประมาณ 200 เมตร การนำเสากำลังสูงเป็นพิเศษ CFT มาใช้จะช่วยให้เกิดพื้นที่ว่างที่ใหญ่ขึ้นโดยการใช้เสาน้อยลงที่ชั้นล่าง ซึ่งสามารถแบ่งการรับน้ำหนักสำหรับอาคารสูงพิเศษเช่นนี้ได้ (อ้างอิงกับรูปภาพที่ 2)

รูปภาพที่ 2 เสา CFT รูปกล่องสี่เหลี่ยมที่รอกคอนกรีตกำลังสูงพิเศษ



งานของ JSSC

(หน้าปกหลัง)

การประชุมทางวิชาการ JSSC ปี 2012 สำหรับงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

สมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก (JSSC) ของประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดให้มีการประชุมทางวิชาการสำหรับงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็กที่เริ่มตั้งแต่ปี 2004 เป็นประจำทุกปี จุดประสงค์หลักสำหรับการประชุมวิชาการก็เพื่อเป็นจุดประชาสัมพันธ์และจุดเชื่อมต่อผลการดำเนินงานของคณะกรรมการและคณะทำงานต่างๆ และเพื่อที่จะเป็นตัวกลางสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างสมาชิกของ JSSC และผู้ทำงานเกี่ยวข้องในแวดวงงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก การประชุมประจำปี 2012 ได้จัดขึ้นเมื่อวันที่ 15 และ 16 พฤศจิกายน

งานประชุมประจำปี 2012 มีหัวข้อครอบคลุมอย่างกว้างขวางดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่แนบ และยังสามารถดูรายงานที่ได้รับรางวัลประจำปีของ JSSC ปี 2012 (สำหรับงานที่ได้รับรางวัล ให้อ้างอิงกับหน้า 1-6)

จำนวนของผู้ร่วมงานสำหรับงานประชุมประจำปี 2012 มีประมาณ 1,000 คน งานประชุมประจำปีนี้ถือว่าเป็นช่องทางที่มีประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ทำงานวิจัยและวิศวกรที่ทำงานในงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก และเป็นการรวบรวมข้อมูลล่าสุดที่เกิดขึ้นในวงการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

งานประชุมประจำปี 2013 ได้กำหนดไว้ที่โตเกียววันที่ 14 และ 15 พฤศจิกายน 2013

สาส์นถึงผู้อ่าน

โดยโตชิยูกิ ชูกิยามา, ประธาน, กรรมการด้านต่างประเทศ, JSSC (ศาสตราจารย์, Graduate School มหาวิทยาลัย ยามานาชิ)

ผมได้เริ่มทำงานในตำแหน่งประธานของคณะกรรมการด้านต่างประเทศในปี 2012

เริ่มตั้งแต่ฉบับที่ 26 สำหรับวารสาร Steel Construction Today & Tomorrow คณะกรรมการต่างประเทศมีหน้าที่รับผิดชอบในบทความของวารสารที่มีการตีพิมพ์ 3 ฉบับต่อปี ตั้งแต่เริ่มต้น JSSC ได้ทำหน้าที่ในหลากหลายรูปแบบ ในรูปของงานสำรวจ วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการใช้โครงสร้างเหล็กในงานก่อสร้างให้แพร่หลาย และปรับปรุงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และนอกจากนี้ เพื่อขยายความร่วมมือไปยังองค์กรต่างประเทศอีกด้วย

ภายหลังจากการรวมตัวกันของ JSSC กับสมาคมอาคารเหล็กเสถียรของประเทศญี่ปุ่นในปี 2010 ขอบเขตหน้าที่ของ JSSC ได้ขยายออกไปไม่เพียงแต่เหล็กคาร์บอนเท่านั้น แต่ยังไปถึงเหล็กเสถียรที่ป้องกันการผุกร่อนอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ เราตั้งใจที่จะส่งถ่ายข้อมูลไปยังที่ต่าง ๆ ทั่วโลกในด้านที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็กที่หลากหลาย

ดังเช่นในฉบับที่ 35 วารสารฉบับเก่าซึ่งคณะกรรมการของเรามีส่วนรับผิดชอบ ในวารสารฉบับปัจจุบัน ฉบับที่ 38 แสดงให้เห็นถึงงานที่โดดเด่นที่ได้รับรางวัล JSSC และรางวัลวิทยานิพนธ์บทความพิเศษในวารสารฉบับนี้กล่าวถึงเทคโนโลยีล่าสุดสำหรับงานก่อสร้างอาคารสูงในประเทศญี่ปุ่นและรวมไปถึงโครงการอาคารสูงล่าสุด นอกจากนี้วารสารฉบับนี้ได้แสดงรายละเอียดหัวข้อที่จะกล่าวถึงในงานประชุมประจำปี 2012 ของ JSSC ในหัวข้อเกี่ยวกับงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

กรรมการด้านต่างประเทศ ต้องทำงานในการทำมาตรฐานและรายละเอียดงานก่อสร้างให้เป็นมาตรฐานสากล ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางด้านเทคนิค และ บุคลากร ระหว่างญี่ปุ่นและองค์กรต่างประเทศ ซึ่งหนึ่งในหน้าที่นั้น ก็คือการประชาสัมพันธ์แก่ผู้อ่านถึงงานของ JSSC แนวโน้มภายในหน้า

สำหรับงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก และเทคโนโลยี และการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง การวางแผน งานออกแบบ และงานก่อสร้างสำหรับโครงสร้างเหล็กในประเทศญี่ปุ่น

ถ้าคุณต้องการจะได้รับข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทความทั้งหลายในวารสารฉบับนี้หรือต้องการรับข้อมูลทางด้านเทคนิคที่เกี่ยวข้อง โปรดกรุณาติดต่อ สตาฟฟ์ JSSC คุณฮิโรชิ ชูกิตานิ (h.sugitani@jssc.or.jp)