STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW (ฉบับที่ 50 เดือนเมษายน 2017)

A Joint Publication of the Japan Iron and Steel Federation and Japanese Society of Steel Construction ฉบับภาษาไทย

หนังสือ Steel Construction Today & Tomorrow เวอร์ชั่นภาษาอังกฤษ จะมี การจัดพิมพ์ปีละ 3 ครั้ง และ และมีการกระจายไปยังผู้บริหาร และบุคลากรของบริษัท ในกลุ่มอุตสาหกรรม และองค์กรต่างๆ ทั่วโลก วัตถุประสงค์ของหนังสือนี้ คือการ นำเสนอถึงมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการโครงสร้างเหล็ก ตัวอย่าง โครงการก่อสร้างยุคใหม่ เทคโนโลยีงานก่อสร้างอันทันสมัย และหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง กับงานก่อสร้างอาคาร และงานวิศวกรรมโยชา

เพื่อให้ผู้อ่านชาวไทย ได้เข้าใจบทความในหนังสือนี้ได้ดียิ่งขึ้น ก็ได้มีการดำเนินการ จัดเตรียมเวอร์ชั่นภาษาไทย เพื่อแนบไปกับหนังสือเวอร์ชั่นภาษาอังกฤษ ในส่วนของรูป ถ่าย ภาพและตาราง จะแสดงในเวอร์ชั่นภาษาไทยเฉพาะชื่อภาพและชื่อตาราง ซึ่งควร ต้องดูเวอร์ชั่นภาษาอังกฤษประกอบไปด้วยเพื่อความสมบูรณ์ชัดเจนของเนื้อหา นอกจากนี้หากต้องการอ้างอิงรายละเอียดในเชิงเทคนิค ก็โปรดอ้างอิงจากหนังสือเวอร์ ชั่นภาษาอังกฤษเป็นหลัก

ฉบับที่ 50 เดือนเมษายน 2017: สารบัญ

หัวข้อพิเศษ: สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น

การมอบรางวัลแห่งความสำเร็จอันโดดเด่นในปี 2016 โดยสมาคมเหล็กก่อสร้างแห่ง	
ประเทศญี่ปุ่น	
สะพานแขวนคนข้ามช่วงยาว	_1
สนามฟุตบอลเมืองซุยตะ	_2
การใช้ระบบเสาเหล็กรูปตัวเอชหุ้มด้วยคอนกรีต (CFH) สำหรับระบบอาคารพักอาศัย โครงสร้างเหล็กหลายชั้น	_3
กลไกการเกิดความเสียหายของเหล็กเชื่อมต่อพื้นสะพานรูปนิ้ว (steel finger joint)	_4
กำลังของจุดเชื่อมของเหล็กแผ่นกำลังสูง	_5
หัวข้อพิเศษ: การปรับปรุงโครงสร้างอาคารและสะพานเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว ความเสียหายต่อโครงสร้างจากการเกิดแผ่นดินไหว และการปรับเปลี่ยนมาตรฐานการ พิจารณาระบบต้านทานแผ่นดินไหวในประเทศญี่ปุ่น	6
ตัวอย่างโครงการปรับปรุงโครงสร้างเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว8~:	16
อาคารพักอาศัยคาวาระมาจิ, อาคารโรงเรียนยากุโมะ กาคุเอ็น, อาคารสถานีอาซากุสะ, อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารซิโกกุ, อาคารซินจุกุโนมูระ, สะพานคาตาซินากาวะ, สะพานนิชิอิเกะ	

หัวข้อพิเศษ: เหล็กกล้าไร้สนิม

พัฒนาการของโลหะเชื่อมกำลังสูงสำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304A	_17
การดำเนินการของสมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น	_18

หน้าที่ระบุแสดงตามวารสารฉบับภาษาอังกฤษเล่มที่ 50

ฉบับภาษาไทย: © สมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศญี่ปุ่น 2017

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@jisf.or.jp เว็บไซต์: http://www.jisf.or.jp

ฉบับพิเศษ: สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น

การมอบรางวัลแห่งความสำเร็จอันโดดเด่นในปี 2016 โดยสมาคม เหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น

(หน้า 1)

รางวัลแห่งความสำเร็จอันโดดเด่น

สะพานแขวนคนข้ามช่วงยาว "ทางเดินลอยฟ้ามิชิมะ"

รางวัลชนะเลิศ: บริษัท คาวาดะ อุตสาหกรรม และ บริษัท โชได

สะพานแขวนคนข้ามที่ยาวที่สุดในประเทศญี่ปุ่น

สะพานแขวน ฮาโกเนะ เชโรกุ มิชิมะ เป็นสะพานแขวนคนข้าม ที่เมืองมิชิมะ จังหวัดซิซิโอกะ มีชื่ออย่างเป็นทางการว่า "Mishima SKYWALK" หรือ ทางเดินลอยฟ้า มิชิมะ มีความยาวช่วงที่ยาวถึง 400 เมตร ซึ่งถือได้ว่าเป็นสะพานลอยคนข้ามที่ยาวที่สุด ในประเทศญี่ปุ่น (รูปที่ 1)

ด้วยเหตุที่ที่ตั้งของสะพานจะอยู่ในตำแหน่งที่เห็นวิวทิวทัศน์ของภูเขาไฟฟูจิและ อ่าวซุรุกะ ดังนั้นการออกแบบสะพานจึงต้องคำนึงถึงความสวยงามที่ต้องสอดคล้องกับ ทัศนียภาพที่ยอดเยี่ยมเข้ากับทางเดินลอยฟ้ามิชิมะซึ่งเป็นอาคารหลัก นอกจากนี้ งบประมาณที่ได้รับจากการก่อสร้างสะพานมาจากกองทุนภาคเอกชนซึ่งไม่ได้เกิดขึ้น บ่อยนักกับงานก่อสร้างขนาดใหญ่ทั่วไป (อ้างอิง ภาพที่ 1)

การออกแบบต้านทานแรงลมและวิธีการก่อสร้าง

เพื่อให้สามารถก่อสร้างสะพานที่มีความสวยงามสอดคล้องกับทัศนียภาพอันน่าทึ่ง เข้ากับสภาพแวดล้อมที่รายรอบ และเพื่อให้พัฒนาพื้นที่แห่งนี้ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ น่าสนใจแห่งใหม่ การออกแบบสะพานจึงต้องให้ความสำคัญใส่ใจในรายละเอียดทุก ขั้นตอน ตั้งแต่การออกแบบรูปร่างรูปทรงของทั้งสะพาน ความสวยงามของราวกันตก ไปจนถึงสีสันที่เลือกใช้ของทั้งตัวโครงสร้างและผิวทางเพื่อให้เข้ากับตัวเสาตอม่อ ซึ่ง ทั้งหมดนี้นั้น ได้มีภูเขาไฟฟูจิเป็นแรงบันดาลใจสำคัญในการออกแบบ

สำหรับการตรวจสอบความสามารถในการต้านทานแรงลมของสะพานนั้น ได้มีการ พิจารณาลักษณะของแรงลมที่กระทำจากการสำรวจสภาพจริงที่พื้นที่ก่อสร้างตลอดจน การวิเคราะห์กลศาสตร์ของไหล ผ่านการทำแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ของทั้งตัว สะพานและสภาพแวดล้อมโดยรอบ ซึ่งทำให้สามารถหาความเร็วลมเพื่อใช้ในการ คำนวณออกแบบได้ และนอกจากนี้ก็ยังได้มีการทำการทดสอบในอุโมงค์ลมเพื่อยืนยัน ผลการวิเคราะห์อีกด้วย (ภาพที่ 2) จากผลการทดสอบอุโมงค์ลม พบพฤติกรรมการกระพือแบบบิดตัวเกิดขึ้นที่หน้าตัด คานหลักของสะพานที่มีการติดตั้งเหล็กตะแกรงขนาดกว้าง 500 มิลลิเมตร ที่กึ่งกลาง ความกว้างของสะพาน ซึ่งทำให้ต้องมีการติดแผ่นกันการกระพือที่มีมุมที่ปลายเป็นมุม ฉาก (90°) ตลอดจนขยายความกว้างของแผ่นตะแกรงเหล็กเป็น 630 มิลลิเมตร และ ติดแถบกว้าง 20 มิลลิเมตรที่บริเวณขอบ ซึ่งสามารถช่วยลดปัญหาการกระพือได้เป็น อย่างดี (ดูรูปที่ 2)

สำหรับขั้นตอนของการก่อสร้างนั้น ภายหลังจากที่ก่อสร้างเสาตอหม้อหลักเสร็จ สิ้น ก็เป็นขั้นตอนของการโยงเชือกนำ (pilot rope) และการติดตั้งทางเดินสำหรับช่าง ผู้ดูแลสะพาน ตลอดจนการติดตั้งสายเคเบิลสำหรับแขวนสะพาน โดยโครงสร้างส่วนบน ของสะพานได้ถูกติดตั้ง ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Cable crane method ด้วยเหตุผลจาก สภาพพื้นที่ที่เป็นหุบเขานะตำแหน่งที่มีการก่อสร้าง

แม้ว่าการก่อสร้างสะพาน จะดำเนินการในช่วงที่สภาพอากาศค่อนข้างจะ รุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากลมที่พัดเข้ามาจากอ่าวซุรุกะ เกิดหมอกหนาทึบ เข้าปกคลุม ตลอดจนหิมะที่ตกในช่วงฤดูหนาว รวมไปจนถึงสภาพภูมิประเทศ ตามแนวหุบเขาที่ไม่เหมือนสภาพงานก่อสร้างทั่วไป แต่สะพานนี้ก็ก่อสร้างแล้ว เสร็จอย่างสมบูรณ์ และเปิดให้บริการได้อย่างปลอดภัย ในเดือนธันวาคม 2015

ภาพที่ 1 ภาพรวมโดยรอบของทางเดินลอยฟ้ามิชิมะ ภาพที่ 2 การทดสอบอุโมงค์ลม รูปที่ 1 แบบแสดงลักษณะทั่วไปของทางเดินลอยฟ้ามิชิมะ รูปที่ 2 ภาพตัดขวางของทางเดินลอยฟ้ามิชิมะ

Fig. 1 General Drawing of Mishima SKYWALK





Photo 1 Full view of Mishima SKYWALK





Photo 2 Wind tunnel tests

(หน้า 2)

รางวัลแห่งความสำเร็จอันโดดเด่น

โครงสร้างระบบแยกส่วนเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับโครง หลังคา สนามฟุตบอลเมืองซุยตะ

รางวัลชนะเลิศ: บริษัท ทาเกนากะ

สนามฟุตบอลเมืองซุยตะ เป็นสนามเหย้าของทีม "กัมบะ โอซาก้า" ซึ่งเป็น สนามฟุตบอลที่อยู่ในสังกัดของสมาคมฟุตบอลญี่ปุ่น (J League) เป็นสนามกีฬา แห่งแรกในประเทศญี่ปุ่นที่ก่อสร้างด้วยเงินบริจาคของแฟนฟุตบอลและ บริษัทเอกชนหลายราย

ในช่วงของการออกแบบ คณะกรรมการได้เลือกรูปแบบสนามให้เป็นแบบยุโรปซึ่งมี ลักษณะที่เรียบง่ายและมีขนาดกระทัดรัด โดยสำหรับในส่วนโครงหลังคา ได้ออกแบบ ให้มีรูปร่างที่สะท้อนถึงภาพของผู้เล่นที่ยืนไหล่ชนไหล่กัน และมีความกลมกลืนเข้ากับ โครงสร้างส่วนอื่นๆ (ภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2)

โครงถักสามมิติ และระบบโครงสร้างหลังคาแบบแยกส่วนเพื่อต้านทาน แผ่นดินไหว

โครงถักสามมิติและระบบโครงสร้างหลังคา แบบแยกส่วนเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว (seismic-isolation) ได้ถูกนำมาใช้กับโครงสร้างหลังคาของสนามกีฬาแห่งนี้ โครงถัก สามมิติ เป็นระบบโครงสร้างที่ชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงถักถูกจัดวางให้อยู่ในมิติทั้งสามมิติ คือทางด้าน ทางสั้น ด้านยาว และในทิศทาง 45° ซึ่งแตกต่างจากโครงถักโดยทั่วไป ที่ จะจัดเรียงขึ้นส่วนต่างๆ ใน 2 มิติ ส่งผลให้โครงถักสามมิติสามารถติดตั้งกับช่วงความ ยาวที่แคบลงได้ ทำให้น้ำหนักของเหล็กโครงสร้างที่ใช้ลดลงได้มาก โดยสำหรับระบบ แยกส่วนเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวที่ใช้ ประกอบไปด้วย ฐานรองแบบยางเสริมชั้นเหล็ก ที่มีความหน่วงสูง (high-damping laminated rubber bearing) จำนวน 8 ตัว และ ฐานรองที่อำนวยให้เกิดการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นในแนวที่กำหนด (linear-motion sliding bearing) อีก 8 ตัว

ความเร่งตอบสนองและแรงกระทำที่ลดลง

รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง ผลตอบสนองสูงสุดต่อโครงสร้าง จากการ เกิดแผ่นดินไหว ตามทิศทางในแนวแกน × ของ (a) โครงสร้างที่มีระบบแยกส่วนเพื่อ ด้านทานแผ่นดินไหว และ (b) โครงสร้างที่ไม่มีระบบแยกส่วนเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว ผลที่ปรากฏแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าโครงสร้างที่มีระบบแยกส่วนเพื่อต้านทาน แผ่นดินไหว สามารถลดความเร่งตอบสนองได้ราว 10% เมื่อเทียบกับโครงสร้างที่ไม่มี ระบบแยกส่วนเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว นอกจากนี้ยังสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ว่าความเร่งตอบสนองของโครงสร้างที่มีระบบแยกส่วนเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว ใน ทิศทางแกน z ซึ่งเป็นส่วนคานยื่น ก็จะสามารถลดลงได้ราว 10% ซึ่งทั้งหมดนี้พอจะ สรุปได้ว่าโครงสร้างที่มีระบบแยกส่วนเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว ไม่เพียงแต่จะสามารถ อำนวยความปลอดภัยให้กับโครงสร้างหลักเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความปลอดภัยของ ทางเดินซ่อมบำรุงและระบบไฟส่องสว่างอีกด้วย

รูปที่ 3 แสดงไดอะแกรมของแรงในแนวแกนที่ได้จากผลการวิเคราะห์แบบสถิต (คาบยาว + แรงจากผลของอุณหภูมิ (+30°C)) ในขณะที่แรงผลักมีค่าราว 5,867 กิโล นิวตัน เกิดขึ้นกับโครงสร้างที่ไม่มีระบบแยกฐาน แต่สำหรับอาคารที่มีระบบแยกฐาน แรงในแนวราบที่เกิดขึ้นที่ฐานรองมีค่าเข้าใกล้ 0 ซึ่งส่งผลให้สามารถลดขนาดเสาโครง ถักจาก 1.5 x 6 เมตร ลงเหลือ 1.5 x 1.5 เมตร รูปที่ 3 แสดงไดอะแกรมของแรงในแนวแกนซึ่งคำนวณได้จากการวิเคราะห์แรง แบบสถิต

สำหรับโครงการนี้ การออกแบบจัดวางผังที่พอเหมาะ การออกแบบวางแผนระบบ โครงสร้างที่ดี และการนำเทคโนโลยีเข้ามาผสมผสานส่งผลให้โครงสร้างมีประสิทธิภาพ ที่สูง การก่อสร้างสามารถทำได้อย่างรวดเร็วภายในงบประมาณที่เหมาะสม

ภาพที่ 1 ภาพโดยรอบ

ภาพที่ 2 ภาพภายใน

รูปที่ 1 การจัดวางชิ้นส่วนโครงถักในมิติต่างๆ ทั้ง 3 มิติ

รูปที่ 2 ลักษณะของความเร่งตอบสนองสูงสุด (มิลลิเมตรต่อวินาทีกำลังสอง)





Photo 2 Inner view

Photo 1 Full view

Fig. 1 Parallel-cross Truss Arrangement and 3D Truss Structure



(a) Parallel-cross truss (b) 3D truss structure arrangement



tion level 2 seismic motion)



Fig. 3 Static Analytical Results

(Axial force diagram: Long period+Temperature load (+30°C), kN)



(หน้า 3)

รางวัลแห่งความสำเร็จอันโดดเด่น

การใช้ระบบเสาเหล็กรูปตัวเอชหุ้มด้วยคอนกรีต (CFH) สำหรับ ระบบอาคารพักอาศัยโครงสร้างเหล็กหลายชั้น

รางวัลชนะเลิศ: บริษัท ทาเกนากะ และ บริษัท นิปปอนสตีล แอนด์ชูมิโตโมเมททัล

ในงานก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่มีความสูงปานกลางถึงอาคารพักอาศัยที่มีความสูง ค่อนข้างมาก ระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นระบบที่นิยมนำมาใช้เนื่องจาก เป็นระบบที่ให้สมรรถนะค่อนข้างดี และมีราคาค่าก่อสร้างไม่สูงมากนัก แต่อย่างไรก็ดี ระบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ไม่ได้ตอบโจทย์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและด้าน แรงงานก่อสร้างที่ต้องใช้ เราจึงได้มีการพัฒนาระบบโครงสร้างที่มีการนำระบบโครง รอบนอกอาคารที่ทำจากเสาเหล็กรูปตัวเอชหุ้มด้วยคอนกรีต (outer frame CFH®) เข้ามาใช้ทดแทนเพื่อขจัดประเด็นปัญหาที่กล่าวในข้างต้นตลอดจนเป็นการทำให้ โครงสร้างเกิดความสวยงาม ซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีการใช้ระบบ CFH นี้มากยิ่งขึ้นสำหรับ โครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั่วๆ ไป

เป้าหมายและลักษณะทั่วไปของ ระบบเสาเหล็กรูปตัวเอชหุ้มด้วยคอนกรีต

เป้าหมายหลักในการพัฒนาระบบระบบเสาเหล็กรูปดัวเอชหุ้มด้วยคอนกรีต หรือ CFH ในการก่อสร้างอาคารพักอาคัย ประกอบไปด้วย เป้าหมายด้านการลดระยะเวลา ในการก่อสร้างให้สั้นลง เป้าหมายการขจัดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน เป้าหมายด้าน สมรรถนะของตัวอาคารที่ต้องการให้ทนทานต่อการเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ และ เป้าหมายด้านการอำนวยความยึดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน ตลอดจนพื้นที่ใช้ สอยภายในที่ไอ่โถง และการประหยัดค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในงานก่อสร้าง อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆ ไป เป้าหมายต่างๆ ดังกล่าวนี้ส่งผลให้เกิดการพัฒนา ระบบโครง CFH ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างอาคารพักอาศัยแบบใหม่ที่ให้คุณค่า มากกว่าระบบโครงสร้าง คอนกรีตเสริมเหล็กทั่วๆ ไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งความโอโถงที่ เพิ่มขึ้นของพื้นที่ใช้สอยภายในด้วยขนาดเสาและคานที่เล็กลง

ประโยชน์ของการนำระบบระบบ CFH มาใช้ในการก่อสร้างไม่เฉพาะจุดเด่นที่ทั้ง ให้ความแข็งแรงและความสามารถในการต้านทานแผ่นดินไหวที่ดีเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ ผู้ออกแบบมีอิสระในการจัดวางพื้นที่ใช้สอยและการวางผังอาคาร ตลอดยังช่วยให้งาน ก่อสร้างมีประสิทธิภาพสามารถทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งประโยชน์ทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ ได้จากการใช้ระบบ CFH สำหรับโครงรอบนอกของอาคาร และการแยกระบบต้านทาน แผ่นดินไหวให้อิสระจากกันในสองทิศทางที่ตั้งฉากกันตามแนวผังของอาคาร อันส่งผล ให้เกิดคุณค่าที่สูงกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ทั้งการลดระยะเวลาในการก่อสร้าง อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก และการลดปริมาณคานที่ช่อนอยู่ใต้ฝ้าเพดานภายในห้องพัก ตลอดจนการเพิ่มพื้นที่ใช้สอยของอาคารให้กว้างขวางโอ่โถงมากยิ่งขึ้น ขยายความสูง ระหว่างพื้นถึงฝ้าเพดานให้เต็มที่ (อ้างอิง รูปที่ 1 และ 2)

การดำเนินโครงการก่อสร้างจริง และความสำเร็จที่ได้รับ

ระบบโครงรอบนอกที่ทำจากเสาเหล็กรูปตัวเอชหุ้มด้วยคอนกรีต (CFH) ได้มีการ นำเข้ามาใช้กับโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัยในเขตพื้นที่คามาอิชิ ซึ่งได้รับความ เสียหายจากการเกิดแผ่นดินไหว Great East Japan ในปี 2011 ซึ่งแม้ว่าจะมีข้อจำกัด ด้านแรงงานที่จำกัดในเขตคามาอิชิและเขตโตโฮกุ อันเป็นเขตพื้นที่ภัยพิบัติ การ ก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่มีความสูงปานกลาง ระดับความสูง 8 ชั้น และ 5 ชั้น (ดังภาพ ที่ 1) ก็ยังสามารถก่อสร้างได้แล้วเสร็จภายใน 1 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาก่อสร้างประมาณ 2 ใน 3 ของการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป โดยสำหรับการปฏิบัติงานปกติ ผนังเหล็กแผ่นพับขึ้นลอน (corrugated steel plate panel wall) ได้ถูกนำมาติดตั้ง ตามด้านสั้น และสำหรับข้อต่อระหว่างเสาและคาน CFH ก็ได้มีการพัฒนาปรับปรุงใหม่ เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการต้านทานแผ่นดินไหว และเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้าง

ถือได้ว่าการใช้ระบบโครงรอบนอกอาคารที่ทำจากเสาเหล็กรูปตัวเอชหุ้มด้วย คอนกรีตนี้ ประสบความสำเร็จอย่างมาก ในด้านการสนองตอบต่อความต้องการจาก หน่วยงานท้องถิ่นภาครัฐ และประชาชนในพื้นที่ ที่มีความต้องการอย่างเร่งด่วน ซึ่ง แน่นอนว่าวิธีการก่อสร้างระบบโครงเหล็กระบบใหม่นี้จะได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมให้เกิด ความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในลำดับถัดไป

รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบโครงรอบนอกและด้านในอาคารที่ทำจากเสาเหล็กรูปตัวเอช หุ้มด้วยคอนกรีต

รูปที่ 2 รายละเอียดของระบบโครงรอบนอกอาคารที่ทำจากเสาเหล็กรูปตัวเอชหุ้มด้วย คอนกรีต

ภาพที่ 1 ภาพภายนอกมองจาก courtyard

Fig. 1 Outline of Outer Frame CFH Method





(Photo: Hiroyuki Oki, Blue Hours)



Photo 1 Appearance seen from courtyard

(หน้า 4)

รางวัลวิทยานิพนธ์ยอดเยี่ยม

กลไกการเกิดความเสียหายของเหล็กเชื่อมต่อพื้นสะพานรูปนิ้ว (steel finger joint) ของสะพานทางหลวง

ผู้ชนะเลิศ: ชูเฮอิ ซากาอิ บริษัท ทางด่วนเซนทรัล นิปปอน จำกัด, ชูอิจิ โอโนะ สถาบันวิจัยวิธี และเครื่องจักรกลงานก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น และ ศาสตราจารย์ คาซูโอะ ทาเทอิชิ มหาวิทยาลัยนาโกยา

รอยต่อเผื่อการขยายตัวที่ติดตั้งบนสะพานมักพบความเสียหาย โดยในบางกรณี ความเสียหายที่เกิดขึ้นอาจส่งผลต่ออุบัติเหตุร้ายแรงบนท้องถนนได้

รูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงตัวอย่างความเสียหายที่เกิดขึ้นกับรอยต่อเผื่อการขยายตัว ที่มีกา[°]รใช้เหล็กเชื่อมต่อพื้นสะพานรูปนิ้ว (steel finger joint) ซึ่งติดตั้งขึ้นในช่วง ค.ศ. 1950 - 1960 ซึ่งพบความเสียหายหลังผ่านการใช้งานมาราว 40 ปี โดยในระหว่างการ ดำเนินการตรวจสอบ การซ่อมแซม และการบำรุงรักษา มีความจำเป็นที่จะต้องจัดการ การจราจรใหม่ อันส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรที่ติดขัด และความเสี่ยงต่อช่างซ่อม บำรุงที่อาจถูกรถยนต์เฉี่ยวชน ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นกังวลในหมู่พนักงานขององค์กรที่ เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการเส้นทางด่วน

ความเสียหายทั่วไปที่พบ

ได้มีกิจกรรมการสำรวจสภาพภายนอก และลักษณะการแตกร้าวเกิดขึ้นกับ steel finger joint ควบคู่ไปกับการวิเคราะห์สาเหตุความเสียหายที่เกิดขึ้น พบว่าความ เสียหายที่ปรากภูมีลักษณะที่ค่อนข้างจะคล้ายคลึงกัน

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับ steel finger joint มักเกิดจากแรงที่กระทำจากล้อรถ และการสึกกร่อนที่เนื้อเหล็ก โดยตำแหน่งความเสียหายที่ตรวจพบมีดังนี้

- ตำแหน่งรอบรอยเชื่อมของสลักสมอรูปทรงแผ่นเหล็ก (plate-shaped anchor) ที่ เชื่อมติดกับแผ่นปิดผิว (face plate) ซึ่งฝังเข้าไปในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก
- รอบรอยเชื่อมของ rib ที่เชื่อมติดกับแผ่นปิดผิวและ web
- รอบรอยเชื่อมที่แผ่นปิดผิวของ web
- ที่บริเวณแผ่นปิดผิว และตำแหน่งปลายของ web ที่แตกร้าว

นอกจากนี้ ยังพบว่าซิเมนต์ที่อยู่ด้านในของแผ่นปิดผิวจะถูกบดจนแตกและร่วง หลุดออก อันเนื่องมาจากแรงที่กระทำจากล้อรถ ความเสียหายที่ปรากฏมีลักษณะเป็น รูปแบบที่เรียกว่า Beach Mark pattern ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยยังพบการแตกร้าวอัน เนื่องจากการล้า ณ ตำแหน่ง root weld แพร่กระจายออกไปในแนวราบในบริเวณ แผ่นปิดผิว นอกจากนี้ยังพบการสูญเสียขนาดหน้าตัดอันเนื่องมาจากที่ชิ้นส่วนเกิดการ แตกร้าวขึ้น

เป็นที่ชัดเจนว่าสิ่งที่ปรากฏจากการสำรวจ สามารถสรุปถึงสาเหตุหลักของความ เสียหายที่เกิดขึ้นกับ steel finger joint ซึ่งสาเหตุต่างๆ มาจากปัญหาการสึกกร่อนอัน เกิดขึ้นจากการสัมผัสกับน้ำบนผิวถนนที่ไปค้างอยู่ระหว่างซิเมนต์ที่แตกเสียหายและ แผ่นปิดผิว ตลอดจนปัญหาจากการล้าของผลิตภัณฑ์เหล็กที่เกิดขึ้นจากการเสียรูปของ แผ่นปิดผิวอันเนื่องมาจากแรงกระทำจากล้อรถ ดังรายละเอียดที่ได้นำเสนอข้างต[ั]้น

การตรวจสอบกลไกความเสียหาย

ในการศึกษาโครงการนี้ได้มีการทำการวิเคราะห์ ด้วยการทำแบบจำลองโครงสร้าง บนคอมพิวเตอร์ หรือ finite element modeling (FEM) ของ steel finger joint เพื่อพิจารณาถึงประเภทของรถที่มีโอกาสส่งผลให้เกิดหน่วยแรงภายในขึ้นจนทำให้ ชิ้นส่วน steel finger ioint เกิดความเสียหายตลอดจน การตรวจสอบกลไกความ เสียหายที่เกิดขึ้นกับ steel finger joint

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับของหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแผ่น ปิดผิวและความยาวของรอยแตกร้าวใน web ซึ่งพอจะสรุปได้จากรูปว่า การแตกร้าว ที่ เป็น web cracking มีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันกับการแตกร้าวที่แผ่นปิดผิวอัน เนื่องมาจากการล้า

- รูปที่ 1 ตัวอย่างความเสียหายที่เกิดขึ้นที่เหล็กเชื่อมต่อพื้นสะพานรูปนิ้ว รูปที่ 2 รอยแตกที่แผ่นปิดผิว
- รูปที่ 3 ความยาวของรอยแตกที่ web และขนาดของหน่วยแรงที่แผ่นปิดผิว



Shuhei Sakai (representative author) 1996: Graduated from Graduate School of Gifu University 1996-2005: Engineer, Japan Highway Public Corporation

2005-2010: Chief Researcher, Nippon Expressway Research Institute Company Limited (seconded) 2010-: Subleader, Construction Department, Central Nippon Expressway Company Limited

Fig. 1 Example of Damage to Steel Finger Joint



Fig. 2 Fracture Surface of Face-plate



Fig. 3 Web Cracking Length and Stress Range at Face-plate



(หน้า 5)

รางวัลวิทยานิพนธ์ยอดเยี่ยม

กำลังของจุดเชื่อมของเหล็กแผ่นกำลังสูงประกอบเป็นรูปตัวเอช ด้วยลวดเชื่อมกำลังต่ำกว่า

รางวัลชนะเลิศ: เก็นโตะ ยามาโมโต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกียวโต และ ศาสตราจารย์ เคอิซิโร่ ชูอิตะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกียวโต

การใช้งานเหล็กกำลังสูง เกรด H-SA700

การศึกษาในหัวข้อนี้ได้เน้นไปที่เหล็ก เกรด H-SA700 ซึ่งเป็นเหล็กกำลังสูงที่ พัฒนาขึ้นสำหรับงานอาคาร ซึ่งแม้ว่าเหล็กดังกล่าวจะมีกำลังรับแรงดึงราว 2 เท่าของ เหล็กทั่วไป แต่อัตราส่วนคราก (yield ratio) จะมีค่าราว 98% ซึ่งทำให้สามารถมั่นใจ ได้ว่าโครงสร้างจะมีพฤติกรรมอยู่ในช่วง อิลาสติก

ซึ่งด้วยข้อจำกัดในการผลิตเหล็กรูปพรรณรูปตัวเอชด้วยวิธีการรีดร้อน การผลิต โดยทั่วไปจึงมักผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นกำลังสูงมาเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งหาก อ้างอิงจากแนวทางการเชื่อมเหล็กกำลังสูง H-SA700 สำหรับงานอาคารแล้ว วัสดุเชื่อม ที่ระบุให้สามารถนำมาใช้ได้ จะเป็นวัสดุเชื่อมที่มีกำลังต่ำกว่าเหล็กแผ่นที่นำมาใช้ ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่า การใช้ลวดเชื่อมกำลังต่ำกว่าในการเชื่อมประกอบเหล็กแผ่นกำลังสูง เกรด H-SA700 สำหรับงานอาคารด้วยวิธีการเชื่อมพอก สามารถกระทำได้อย่างไม่ผิด กติกาใดๆ

กระบวนวิธีในการตรวจสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมที่ใช้ลวดเชื่อมกำลัง ต่ำกว่า

ในกรณีที่มีแรงแผ่นดินไหวกระทำกับโครงสร้างอาคาร ที่ก่อสร้างด้วยองค์อาคารที่ มีหน้าตัดรูปตัวเอชเชื่อมประกอบขึ้นจากเหล็กแผ่นกำลังสูงด้วยลวดเชื่อมกำลังต่ำกว่า สำหรับใช้ทำเป็นเสาและคาน ด้วยเหตุที่ค่าหน่วยแรงดึงที่จุดครากของลวดเชื่อมมีค่าต่ำ กว่าของเหล็กแผ่นเกรด H-SA700 ณ ต่ำแหน่งที่มีการเชื่อมประกอบจะเป็นจุดที่เกิด แรงเฉือนขึ้นมาก อันก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการแตกร้าวของรอยเชื่อมพอก (fillet) นอกจากนี้ จะเกิดความเค้นที่ค่อนข้างสูงเกิดขึ้นที่บางตำแหน่งในเสาอันเนื่องจากแรงดึง จากปีกคาน ซึ่งส่งผลให้เน้าเสาที่มีการเชื่อมพอกจะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวได้

เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับรอยเชื่อมพอกเหล่านี้ จึงได้มีการ ทดสอบแรงดัดด้วยวิธีที่เรียกว่า 4 point bending และการทดสอบแรงดึงเฉพาะจุด เพื่อตรวจสอบว่ารอยเชื่อมพอกมีความแข็งแรงเพียงพอไหม นอกจากนั้นแล้ว ก็ได้มีการ ทดสอบโครงรูปกากบาทเพื่อทดสอบความแข็งแรงของจุดต่อระหว่างเสากับคาน โดย ออกแบบการทดสอบให้มีลักษณะใกล้เคียงกับการต่อโครงสร้างจริง ตลอดจน กระบวนการที่ใช้ในยืนยันความแข็งแรงของรอยเชื่อมก็ได้มีการตรวจสอบเพิ่มเติมด้วย

(รูป และ ภาพ) อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบโครงกากบาท กลไกการแตก 1 กลไกการแตก 2 กำลังสูงสุดในแต่ละช่วง



Gento Yamamoto 2014: Graduated from the master's course at the Graduate School of Engineering, Kyoto University 2014: Entered Tohata Architects & Engineers, Inc.

Fig. 1 Loading Device Used for Cruciform Framing Test (unit: mm)



Fig. 2 Fracture Mechanism 1 Set Based on 4-point Bending Test Results (damage to peripheral side fillet weld)



Fig. 3 Fracture Mechanism 2 Set Based on 4-point Bending Test Results (damage to front fillet weld)





Photo 1 At the stage of maximum strength of peripheral fillet weld of cruciform framing test specimen (fracture of peripheral fillet weld)

หัวข้อพิเศษ: การปรับปรุงโครงสร้างอาคารและสะพานเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

(หน้า 6~7)

ความเสียหายต่อโครงสร้างจากการเกิดแผ่นดินไหว และการ ปรับเปลี่ยนมาตรฐานการพิจารณาระบบต้านทานแผ่นดินไหวใน ประเทศญี่ปุ่น

การปรับมาตรฐานอาคาร

ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีประวัติการเกิดแผ่นดินไหวมากที่สุดประเทศหนึ่ง โดยหากย้อนกลับไปกว่าครึ่งศตวรรษ ได้ปรากฏถึงบันทึกเหตุการณ์การเกิดแผ่นดินไหว เป็นจำนวนมาก ซึ่งจากความเสียหายที่เกิดขึ้นกับตัวโครงสร้างดังที่ตรวจพบ ได้แสดงให้ เห็นถึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการปรับปรุงกฎหมายควบคุมงานก่อสร้างและมาตรฐาน การออกแบบโครงสร้างเพื่อต้านทานเป็นไหว (ตารางที่ 1)

จากการเกิดแผ่นดินไหวโตกาซิ-โอกิ ในปี 1968 ความเสียหายส่วนใหญ่ได้ปรากฏ กับอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งรูปแบบความเสียหายมีลักษณะเป็นการ แตกร้าวอันเนื่องจากแรงเฉือนที่เกิดขึ้นกับเสาสั้น (short column) จากเหตุการณ์ แผ่นดินไหวดังกล่าว กฎหมายควบคุมอาคารของประเทศญี่ปุ่นก็ได้มีการปรับปรุงขึ้นใน ปี 1971 โดยในรายละเอียดได้มีการปรับเปลี่ยนระยะห่างระหว่างเหล็กปลอกให้ถี่ยิ่งขึ้น เพื่อป้องกันความเสียหายอันเนื่องจากแรงเฉือนที่เกิดขึ้นกับเสาสั้นนี้

ตารางที่ 1 เหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งใหญ่ และการบังคับใช้กฎหมายควบคุมอาคารใน ประเทศญี่ปุ่น

มาตรฐานการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหววิธีใหม่

สืบเนื่องมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีในการคำนวณวิเคราะห์โครงสร้าง ส่งผลทำให้ วิธีการที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหว ได้มีการพิจารณาคุณสมบัติ เชิงพลวัต (dynamic properties) เข้ามาด้วย ซึ่งกระทรวงก่อสร้าง (ณ เวลานั้น) ก็ได้มี การดำเนินโครงการ "การพัฒนาวิธีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหววิธีใหม่" ซึ่งมี ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 5 ปีเริ่มตั้งแต่ปี 1972 กระบวนวิธีที่ใช้ในการออกแบบวิธีใหม่นี้ได้ มีการตรวจสอบย้อนกลับดูว่าสอดรับกับความเสียหายที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากเหตุการณ์ แผ่นดินไหว มิยากิเคน-โอกิ ในปี 1978 หรือไม่ จากส่งผลให้กฎหมายควบคุมอาคารได้ มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงครั้งใหญ่ในปี 1981 ตามมาตรฐานการออกแบบต้านทาน แผ่นดินไหววิธีใหม่นี้

จากการดำเนินงานดังกล่าว จึงได้มีการนำเสนอมาตรฐานการออกแบบต้านทาน แผ่นดินไหววิธีใหม่ในเชิงเทคนิค โดยมีเป้าหมายสำคัญ 2 ประการ คือ:

- อาคารจะต้องไม่เกิดความเสียหายใดๆ เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดกลางขึ้น ซึ่งค่อนข้างเป็นไปได้มากที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้หลายครั้งตลอดอายุการใช้งานอาคาร
- อาคารจะต้องไม่พังถล่มลงมา เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ซึ่งอาจจะ เกิดขึ้นได้ไม่กี่ครั้งตลอดอายุการใช้งานอาคาร

ในรายละเอียดการคำนวณออกแบบ กระบวนการในการออกแบบตามมาตรฐาน การออกแบบต้านทานแผ่นดินไหววิธีใหม่ จะมีอยู่ 2 ระดับ: สำหรับแผ่นดินไหวขนาด กลางจะใช้วิธีการออกแบบโครงสร้างที่ระดับอิลาสติก (elastic stress design) เพื่อ ป้องกันไม่ให้ระบบโครงสร้างเกิดความเสียหายใดๆ เมื่อเกิดแผ่นดินไหวขนาดกลางขึ้น และ การออกแบบโครงสร้างที่ระดับสูงสุด (Ultimate stress design) ซึ่งต้องมีการ พิจารณาสมรรถนะของโครงสร้างในช่วงที่เป็นอิลาสติก-พลาสติก โดยมีเป้าหมายสำคัญ คือเพื่อป้องกันความสูญเสียต่อชีวิตของผู้ใช้อาคาร ซึ่งนับตั้งแต่ได้มีการประกาศ บังคับ ใช้มาตรฐานฉบับดังกล่าวนี้ อาคารมากมายในประเทศญี่ปุ่นก็ได้มีการนำไปใช้เป็นหลัก เกรฑ์อ้างอิงในการออกแบบ

ความเสียหายที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเกรทฮันชิน

ในปี 1995 ได้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ที่ชื่อว่า แผ่นดินไหวเกรทฮันชิน (Great Hanshin Earthquake) อาคารจำนวนมากได้เกิดความเสียหายจนอย่างรุนแรง บางอาคารถึงกับพังถล่มลงมา การแตกฉีกขาดของโครงสร้างหลายตำแหน่ง เช่นที่ บริเวณจุดต่อของโครงแกงแนงรับแรงด้านข้าง ที่บริเวณจุดต่อระหว่างเสาและคานของ อาคารที่ก่อสร้างก่อนปี 1981 ดังนั้นแล้วในมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างวิธีใหม่จึง ได้ให้ความสำคัญกับการออกแบบจุดต่อโครงสร้างเป็นสำคัญ (ดูภาพที่ 1)

สำหรับโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้ตรวจพบความเสียหายหลายแห่ง กับอาคารที่ก่อสร้างก่อนปี 1971 และนอกจากนี้แม้ว่าจะสำรวจพบการแตกร้าวอัน เนื่องมาจากการดัดตัวของเสาอาคารที่ก่อสร้างขึ้นในช่วงระหว่างปี 1972 ถึง 1981 แต่ อย่างไรก็ดีในหลายกรณี ความเสียหายดังกล่าวก็ไม่ได้ส่งผลต่อการพังถล่มของอาคาร สิ่งหนึ่งที่ปรากฏคืออาคารส่วนใหญ่ที่ก่อสร้างภายหลังจากปี 1981 จะพบความเสียหาย เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นจากแรง แผ่นดินไหว ที่กระทำกับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งได้มีการออกแบบต้านทานแรง แผ่นดินไหวตามกฎหมายควบคุมอาคาร ซึ่งพอจะสรุปได้ว่ารูปแบบความเสียหายเกิดขึ้น จะขึ้นกับปีที่ดำเนินการก่อสร้างอาคาร

รูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงตัวอย่างของระดับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง อาคารโรงเรียนระบบคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งได้มีการเข้าสำรวจภายหลังจากช่วงที่มีการ เกิดแผ่นดินไหว Great Hanshin จากในรูป ได้มีการแบ่งช่วงเวลาการก่อสร้างออกเป็น สามช่วง คือ ช่วงก่อนปี 1971 ช่วงระหว่างปี 1972 ถึง 1980 และช่วงภายหลังจากปี 1981 ระดับความเสียหายก็ได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับที่ไม่เกิดความเสียหายถึง ความเสียหายเล็กน้อย ระดับความเสียหายปานกลาง และระดับความเสียหายรุนแรง กระทั่งถึงการพังถล่มของอาคาร จากการสำรวจพบว่าการวิบัติเสียหายของอาคาร มักจะพบในอาคารที่ก่อสร้างก่อนปี 1971 ในทางกลับกัน ก็จะไม่ค่อยพบความเสียหาย กับอาคารที่ก่อสร้างขึ้นในช่วงปี 1981 หรือหลังจากนั้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ ของมาตรฐานการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหววิธีใหม่ซึ่งได้มีผลบังคับใช้ในปี 1981

ในช่วงเวลานั้นได้มีการเปลี่ยนแปลงด้านปรัชญาหรือแนวทางการพิจารณาเกิดขึ้น มากมาย ตัวอย่างเช่น ความตระหนักถึงความสูญเสียต่อเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากภัย พิบัติในรูปแบบต่างๆ การประเมินมูลค่าของโครงสร้างอาคารในมุมของสินทรัพย์ทาง สังคม และการนำหลักการของการวางแผนทางธุรกิจในช่วงการเกิดภัยพิบัติ (BCP: Business continuity planning during disasters) เข้ามาใช้ โดยท้ายที่สุดรัฐบาลก็ ได้ประกาศกฎหมายฉบับใหม่เข้ามาใช้ในปี 1995 ซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่า "กฎหมาย เพื่อส่งเสริมการปรับปรุงอาคารนั้นทานแผ่นดินไหว" โดยมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนให้มี การปรับปรุงเสริมกำลังอาคารเก่าที่มีอยู่เดิม

ภาพที่ 1 ความเสียหายต่อโครงสร้างเหล็ก จากเหตุการณ์แผ่นดินไหว Great Hanshin ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายจากแผ่นดินไหวและมาตรฐานการ ออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว

รูปที่ 1 ระดับของความเสียหายต่ออาคารโรงเรียน เทียบกับปีที่ก่อสร้าง

การปรับปรุงอาคารเก่าเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

เป้าหมายหลักในการปรับปรุงอาคารเก่าให้มีความสามารถต้านทานดินไหวได้ดี เพียงพอเทียบเท่ากับอาคารที่สร้างขึ้นใหม่ตามมาตรฐานการออกแบบต้านทาน แผ่นดินไหววิธีใหม่คือ เพื่อเสริมให้อาคารเก่าที่ใช้งานอยู่นี้อยู่มีคุณค่าที่เพิ่มมากขึ้นแก่ ผู้ใช้อาคาร โดยสำหรับกรณีส่วนใหญ่แล้วอาคารที่สนใจ จะเป็นอาคารที่ก่อสร้างก่อนปี 1981 ซึ่งต้องการให้มีความสามารถต้านทานแผ่นดินไหวได้ดียิ่งกว่าอาคารที่ก่อสร้าง ตามตามมาตรฐานการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหววิธีใหม่ โดยวิธีการในปรับปรุง อาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวจะแบ่งเป็น 2 ระดับคือ:

- การเพิ่มกำลังให้กับตัวโครงสร้าง เช่น การติดตั้งผนังรับแรงเฉือนหรือโครงแกงแนง หรือโครงรอบนอกอาคารให้กับอาคารเก่า (รูปที่ 2a และ 2b)
- การกระจายแรงภายนอกไปสู่ส่วนต่างๆ ของอาคาร ประกอบไปด้วย 2 แนวทาง คือ การควบคุมการสั่นด้วยการใช้ อุปกรณ์หน่วง หรือ damper ติดตั้งเข้ากับอาคารเดิม (รูป 2c) และ การติดตั้งระบบแยกฐาน หรือ base isolator (รูป 2d)

วิธีการทั่วไปที่ใช้ในการเสริมกำลังและความแข็งแรงให้กับอาคารเหล็กคือการเสริม ขนาดหน้าตัดด้วยการใช้แผ่นเหล็ก เหล็กรูปพรรณ หรือแผ่นเสริมกำลัง (stiffener) และสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กก็มีการใช้เหล็กแผ่นหรือแผ่นคาร์บอนไฟเบอร์พัน รอบเสาอาคาร

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของจำนวนอาคารที่มีการนำระบบควบคุมการสั่น และระบบแยกฐานเข้ามาใช้ จะเห็นว่าได้มีการนำระบบควบคุมการสั่นเข้ามาใช้กับ อาคารสูงในประเทศญี่ปุ่นเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากนับตั้งแต่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว Great Hanshin ขึ้น ปริมาณสะสมของจำนวนอาคารที่นำระบบควบคุมการสั่นคำมาใช้ มีจำนวนถึงราว 1,000 อาคาร ในขณะที่ระบบแยกฐานได้มีการนำมาใช้กับอาคาร หลากหลายประเภทตั้งแต่อาคารของรัฐบาล อาคารสำนักงาน ไปจนถึงอาคารที่อยู่ อาศัย โดยปริมาณสะสมของจำนวนอาคารที่มีการนำระบบแยกผ่านเข้ามาใช้มีจำนวน สูงถึงราว 3,000 อาคารนับตั้งแต่มีการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว Great Hanshin ขึ้น

รูปที่ 2 วิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว รูปที่ 3 การใช้งานระบบควบคุมการสั่นและระบบแยกฐานที่เพิ่มขึ้นสำหรับงานอาคาร

มาตรการสำหรับภัยจากคลื่นยักษ์สึนามิและแผ่นดินไหวคาบยาว

เหตุการณ์แผ่นดินไหว Great East Japan ในปี 2011 ได้ก่อให้เกิดคลื่นยักส์สินามิ ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงในบริเวณโดยรอบพื้นที่โตโฮกุและคันโต มีผู้ สูญหายได้ผู้เสียชีวิตราวเกือบ 20,000 คนและอาคารกว่า 100,000 หลังได้ถูกทำลาย และถูกพัดลอยไปตามกระแสน้ำ อันเป็นการตอกย้ำถึงมหันตภัยจากคลื่นยักษ์สึนามิ

จากเหตุการณ์ภัยพิบัติดังกล่าว ส่งผลให้รัฐบาลท้องถิ่นหลายแห่งได้มีการวางแผน เตรียมมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการอพยพผู้คนในช่วงของการเกิดคลื่นยักษ์สีนามิขึ้น ได้ มีการตรวจสอบมาตรฐานการออกแบบ และได้มีการนำเสนอรูปแบบที่เหมาะสมของ อาคารเพื่อรองรับผู้อพยพจากคลื่นยักษ์สีนามิต่อไป

อีกกิจกรรมที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง นับจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว Great East Japan คือมาตรการในการรองรับการเกิดแผ่นดินไหวคาบยาว ซึ่งเป็นลักษณะ แผ่นดินไหวที่ส่งผลกระทบต่ออาคารสูงและอาคารที่มีระบบแยกฐานซึ่งมีครับการสั่น ธรรมชาติที่ยาวอันส่งผลต่อการสั้นไหวที่รุนแรงเป็นระยะเวลาอันยาวนาน ทั้งนี้ยังต้องมี การตรวจสอบและผลักดันมาตรการสนับสนุนเพิ่มเติมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเกิด

แผ่นดินไหวคาบยาวต่อไป

เพื่อเป็นการเพิ่มสมรรถนะของอาคารเก่า จึงได้มีการผลักดันมาตรการส่งเสริมให้ เกิดการปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวทางด้านการออกแบบต้านทานในเชิง ลึกและการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ โครงการรับลุงอาคารและสะพานจะมีการ นำเสนอในหน้าถัดไป

۲

การปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวด้วยการประยุกต์ใช้วิธีการออกแบบ รูปแบบใหม่ ตลอดจนการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยก็เป็นมาตรการที่ได้รับการสนับสนุน ให้ดำเนินการเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับอาคารเก่า โดยทั้งนี้ โครงการปรับปรุงอาคารและ สะพานก็ได้มีการนำเสนอในหน้าถัดๆ ไป

Table 1 Major Earthquakes and Enforcement of Building Standards in Japan

1968	Tokachi-oki Earthquake (M7.9, serious damages to RC structures)			
1971	Enforcement of the revised Building Standard Law (Severer restriction on column hoop reinforcement spacing)			
1978	Miyagiken-oki Earthquake (M7.4)			
1981	Enforcement of the revised Building Standard Law (New Seismic Design Code)			
1995	Great Hanshin Earthquake (M7.3, serious damages to buildings constructed before 1981, enforcement of New Seismic Design Code)			
	Enforcement of the Law for Promotion of Seismic Retrofit of Buildings			
2000	Enforcement of the revised Building Standard Law (Implementation of performance-based design methods)			
2003	Tokati-oki Earthquake (M8.0, oil tank damage by long-period earthquake motions)			
2011-	Great East Japan Earthquake & Tsunami (M9.0, serious damages to buildings by tsunamis, building response by long-period earthquake motions)			
	Amendment of the Law for Promotion of Seismic Retrofit of Buildings; Implementation of tsunami design; Study of long-period earthquake motions			





Fracture of brace joint

Fracture of column-beam connection

Photo 1 Damages of steel structural members in the Great Hanshin Earthquake



Photo 2 Relation between earthquake damages and seismic-resistant standards



Source: Architectural Institute of Japan

Fig. 2 Seismic Retrofitting Methods



Fig. 3 Increasing Adoption of Vibration-control and Base-isolation Buildings





(Page 8) การปรับปรุงอาคารต้านทานแผ่นดินไหว: อาคารพักอาศัยคาวาระมาจิ

การนำเสนอระบบต้านทานแผ่นดินไหวด้วยการใช้โครงควบคุม การตอบสนองขนาดใหญ่และการเชื่อมต่ออาคารสองอาคารเข้า ด้วยกัน

โดย ชิเกคาสุ ซูซูกิ และ ไดอิจิโร โอกาตะ จากบริษัท โอบายาชิ

จากผลการสำรวจ โดยรัฐบาลกรุงโตเกียวในช่วงเดือนสิงหาคม 2011 พบว่ามี อาคารพักอาศัยประเภทอพาร์ทเม้นท์ราว 25,000 หลังหรือประมาณ 18% ของจำนวน ทั้งหมด 133,000 อาคารที่ก่อสร้างตามมาตรฐานการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว ฉบับเก่า (ก่อนปี 1981) ซึ่งควรต้องมีการปรับปรุงให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหวที่มี ความรุนแรงเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ดีการปรับปรุงอาคารให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหว ได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่ไม่ง่ายดายนักเพราะต้องมีค่าใช้จ่ายที่สูงและปัจจัยจาก ขนาดพื้นที่ใช้สอยที่ไม่เหมาะสม แม้ว่าจะมีความต้องการยึดอายุการใช้งานของอาคาร ตลอดจนการจัดพื้นที่ใช้สอยให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมโดยรวม

การเชื่อมต่ออพาร์ตเม้นต์สองแห่งเข้าด้วยกัน

โครงการปรับปรุงอาคารพักอาศัยในเขตเทศบาลคาวาระมาจิ เมืองคาวาซากินั้น ได้มีการร่วมดำเนินการกับ Otani Associates โดยมีเป้าหมายหลักคือการสร้างความ กลมกลืนของอาคารเดิมกับโครงสร้างที่นำมาติดตั้งเพื่อเสริมสมรรถนะการต้านทาน แผ่นดินไหว และสร้างความสวยงามให้กับพื้นที่โดยรอบ

จากเป้าหมายหลักดังกล่าวจึงได้มีการติดตั้งโครงเสริมกำลังที่ทำจากโครงแกงแนง ควบคุมการสั่นไหวในทิศทางตามแนวยาวของอาคาร ตลอดจนการเชื่อมต่ออาคารสอง อาคารเข้าด้วยกันในทิศทางแนวขวาง ที่บริเวณโถงระหว่างอาคารสองแห่ง (ดูภาพที่ 1 และรูปที่ 1)

ซึ่งด้วยเหตุที่ระบบการด้านทานการสั่นไหวนี้ได้มีการติดตั้งภายนอก ณ บริเวณโถง อาคาร ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อระดับแสงสว่างและการระบายอากาศโดยรอบ และ ไม่ส่งผลต่อรูปลักษณ์และการใช้สอยอาคาร นอกจากนี้การจัดวางขึ้นส่วนในลักษณะที่ เป็นการเว้นช่วงระหว่างขั้น (skip arrangement) ส่งผลให้จำนวนขึ้นส่วนองค์อาคาร ที่มาเสริมกำลังรวมไปจนถึงจำนวน. ต่อระหว่างขึ้นส่วนองค์อาคารเหล่านี้ลดน้อยลง (ภาพที่ 2) และแม้ว่าการก่อสร้างเพื่อปรับปรุงให้อาคารสามารถต้านทานแผ่นดินไหวจะ ดำเนินการไป ผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของผู้พักอาศัยภายในอาคารก็ไม่ได้เกิดขึ้น มากนัก

พื้นที่ใช้สอยรวมที่น่าดึงดูด

เดิมทีพื้นที่บริเวณโถงระหว่างอาคารสองอาคารจะถูกนำมาใช้เป็นสถานที่วิ่งเล่น ของเด็กๆ โดยแม้ว่าบริเวณโถงจะถูกรายล้อมด้วยโครงเหล็กแต่ผู้พักอาศัยที่เดินผ่าน บริเวณโถงก็จะไม่รู้สึกอึดอัด และนอกจากนี้โครงเหล็กยังให้ความรู้สึกที่ตัดกับแผง คอนกรีตที่มีอยู่เดิม อันส่งผลทำให้พื้นที่บริเวณโถงงนี้แลดูทันสมัยมากยิ่งขึ้น (ภาพที่ 3)

รูปที่ 1 ผังอาคารพักอาศัยคาวาระมาจิ ภาพที่ 1 อาคารพักอาศัยคาวาระมาจิ ภายหลังจากการปรับปรุงเพื่อต้านทาน แผ่นดินไหว ภาพที่ 2 การจัดวางระบบควบคุมการสั่นไหวขนาดใหญ่ "แบบสับหว่าง" ภาพที่ 3 พื้นที่โถงระหว่างอาคารที่ดูล้ำสมัย

Fig. 1 Arrangement of Kawaramachi Housing









Photo 2 "Skip arrangement" of mega response-control frame



Photo 3 A kind of near-future space created between two housing buildings

(หน้า 9)

การปรับปรุงอาคารต้านภัยแผ่นดินไหว: อาคารโรงเรียนยากุโมะ กาคุเอ็น

วิธีการเสริมโครงสร้างทางขนานด้วยการใช้ลวดอัดแรง

โดย โทโมฟุมิ เซกิกุจิ และโมโตอากิ ฮิรูมะ บริษัทคาจิมะ

วิธีการเสริมโครงสร้างทางขนานทำงานอย่างไร

วิธีการเสริมโครงสร้างทางขนานเป็นวิธีการปรับปรุงเสริมกำลังอาคารเก่าเพื่อต้าน แผ่นดินไหว โดยจะมีการก่อสร้างระบบฐานรากและเสาคอนกรีตหล่อสำเร็จมาติดตั้ง ภายนอกอาคารเก่า และจะมีการติดตั้งรวดอาจแรงซึ่งจะถูกดึงให้แน่นและในท้ายที่สุด อาคารเก่าก็จะนำมาเชื่อมต่อกับระบบที่มีการติดตั้งใหม่นี้ (มีการเชื่อมระบบฐานราก ด้วยสลักสมอที่ต่อกับลวดอัดแรงผ่านรูที่เตรียมไว้ จากนั้นจึงทำการขันใส่แรงดึงให้ตึง)

ขนาดของแรงที่ดึงและลำดับของการใส่แรงให้กับลวดอัดแรงจะถูกคำนวณ วิเคราะห์อย่างเหมาะสมเป็นลำดับทั้งลวดอาจแรงทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของเสาคอนกรีต หล่อสำเร็จ โดยเมื่อเกิดแผ่นดินไหว ลวดอัดแรงจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ต้านทาน แผ่นดินไหวโดยแรงดึงของลวดอัดแรงที่อยู่ทางฝั่งหนึ่งจะเพิ่มขึ้นและอีกฝั่งหนึ่งจะลดลง อันเนื่องมาจากการเสียรูปในแนวระนาบของอาคาร (ดูรูปที่ 1)

แผนการปรับปรุงอาคารเรียนฝั่งตะวันออกของโรงเรียนยากุโมะ กาคุเอ็น

นอกเหนือจากการนำวิธีการเสริมโครงสร้างทางขนานเข้ามาใช้ (ในทิศทางตามแนว ยาวของอาคาร) แล้ว ยังได้มีการติดตั้งผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก เสริมให้กับผนังที่มีอยู่ เดิมและบางส่วนเป็นการปิดช่องเปิดของผนังเดิม เพื่อต้านทานแผ่นดินไหวเพิ่มเข้ามา อีกด้วย

ทั้งนี้การปรับปรุงอาคารของโรงเรียนยากุโมะ กาคุเอ็น ด้วยการนำวิธีการเสริม กำลังโครงสร้างทางขนานทางฝั่งทิศตะวันตกของอาคารเรียนฝั่งตะวันออก เป็นสิ่งที่ สะท้อนภาพลักษณ์ของการออกแบบปรับปรุงที่ดูทันสมัยไม่เทอะทะ (รูปที่ 2 และภาพ ที่ 1) โดยนอกจากนี้ผลกระทบจากการปรับปรุงอาคารยังส่งผลต่อห้องเรียนเพียง เล็กน้อย นักเรียนยังได้รับวิวทิวทัศน์จากห้องเรียนที่ดี การระบายอากาศที่ดี และแสง สว่างที่เข้าสู่ห้องเรียนที่มากเพียงพออีกด้วย

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งของการปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวแห่งนี้คือ การลดผลกระทบของผู้ใช้อาคารด้วยการลดการทำงานที่หน้างานให้สั้นที่สุด อันเป็น การควบคุมปริมาณเสียงและการสั่นไหวที่เกิดขึ้นในระหว่างการปรับปรุงอาคาร โดยใช้ เวลาในการปรับปรุงในช่วงที่โรงเรียนยากุโมะ กาคุเอ็น ปิดเทอมฤดูร้อน (เพียง 48 วัน)

ลักษณะทั่วไปของ อาคารเรียนฝั่งตะวันออก

จำนวนชั้น: 3 ชั้นเหนือพื้นดิน และชั้นเพนท์เอ้าส์อีก 1 ชั้น ขนาดพื้นที่รวม: 957.88 ตารางเมตร ชนิดของโครงสร้าง: โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ปีที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ: 1958

รูปที่ 1 หลักการของการปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวด้วยวิธีการเสริม โครงสร้างทางขนาน รูปที่ 2 รูปด้านและรูปตัดของการปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวด้วยวิธีการ เสริมโครงสร้างทางขนาน ภาพที่ 1 สภาพภายนอกของอาคารเรียนฝั่งตะวันออกการปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทาน แผ่นดินไหวด้วยวิธีการเสริมโครงสร้างทางขนาน

Fig. 1 Principle of Seismic Retrofitting by Means of Parallel Structural Method





Fig. 2 Elevation and Section of Seismic Retrofitting by Means of Parallel



Photo 1 Appearance of East School Building after seismic retrofitting by means of Parallel Structural Method

Outline of East School Building

No. of stories: 3 stories aboveground and 1 penthouse Total floor area: 957.88 m² Structural type: Reinforced-concrete structure Completion: 1958

(หน้า 10) การปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว: อาคารสถานีอาซากุสะ

การปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว ให้เกิดความ กลมกลืนระหว่างสมรรถนะการใช้งานและลักษณะของเปลือก อาคาร

โดย ฮิเดฮารุ อูชิบะ บริษัท ชิมิส์

การปรับปรุงสัญลักษณ์ของเมือง

อาคารสถานีโทบุ อาซากุซะ ได้รับการออกแบบโดย มิซาโอะ คุโนะ ซึ่งเป็นหัวหน้า งานของการก่อสร้างคนแรก ของกระทรวงการรางแห่งประเทศญี่ปุ่น โดยมีบริษัท ซิมิสึ กุมิ (ปัจจุบันคือ บริษัท ซิมิสึ) เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ในปี 1931 โดยได้ออกแบบให้มี ส่วนของพื้นที่ค้าขาย ในทุกชั้นของอาคารยกเว้นชั้นที่ 2 ซึ่งเป็นชานชลาของสถานีรถไฟ อาซากุซะ (ของ Tobu Railway) ตัวอาคารเป็นอาคารชานชลาสถานีรถไฟแบบเต็ม รูปแบบแห่งแรกในย่านคันโตะ

ในเดือนพฤษภาคม 2012 ซึ่งเป็นช่วงที่เป็นการเปิดตัว หอกระจายสัญญาณที่มี ชื่อเสียงระดับโลก ที่ชื่อ TOKYO SKYTREE® ก็ได้มีการวางแผนการปรับปรุงอาคาร ชานชลาสถานีควบคู่กันไป แต่อย่างไรก็ดีด้วยลักษณะการใช้งานอาคารที่เป็นอาคาร สถานีรถไฟซึ่งยากที่จะดำเนินการทุบทิ้งแล้วสร้างใหม่ แผนการปรับปรุงอย่างเต็ม รูปแบบได้มีการเสนอขึ้นมา เพื่อที่จะยึดอายุการใช้งานของอาคารให้สามารถต้านทาน แรงแผ่นดินไหวเท่านั้น แต่ยังเป็นการปรับปรุงลักษณะทางสถาปัตยกรรมเปลือกอาคาร โดยรอบอีกด้วย โดยอาคารสถานีแห่งเก่าจะได้รับการปรับปรุงเป็นอาคารเพื่อการค้าที่ ชื่อว่า EKIMISE (หรือ ร้านค้าสถานี) (ดูภาพที่ 1 ประกอบ)

กรอบการดำเนินการปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหยุดชะงักของการให้บริการทั้งในส่วนของอาคารสถานี และร้านค้า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการปรับรุงส่วนต่างๆ ด้วยความระมัดระวัง ให้เกิดความปลอดภัย การดำเนินงานบริเวณพื้นที่ชานชลาต้องมีการเตรียมแผนงาน อย่างละเอียดนาทีต่อนาที ส่วนโครงสร้างเหล็กที่นำมาเสริมกำลังก็ต้องมีการเตรียมการ ประกอบให้เป็นโครงจากโรงงานมาก่อน เพื่อให้การดำเนินงานต่างๆ ที่หน้างานน้อย ที่สุด โดยงานปรับปรุงโครงสร้างที่สำคัญมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้:

โครงค่ำยันโค้งชนิดล้อ (Wheel-type Arch Braces)

เป็นโครงค้ำยันที่ผลิตขึ้นให้มีความสอดคล้องกับการออกแบบของอาคารสถานีเดิม (ภาพที่ 2) โครงค้ำยันดังกล่าวนี้ได้ถูกนำเข้ามาใช้ไม่เฉพาะเพื่อเพิ่มความต้านทานจาก แผ่นดินไหวให้กับอาคารเท่านั้น แต่ยังเป็นส่วนที่เน้นย้ำถึงอาคารในเขตพื้นที่อาซากุสะ ซึ่งมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ในเชิงวัฒนธรรมแห่งหนึ่งของโตเกียว

ผนังแผ่นเหล็กรับแรงเฉือน (Steel Plate Shear Walls)

ผนังแผ่นเหล็กรับแรงเฉือน มีลักษณะเป็นแผ่นประกบที่อยู่ระหว่างอาคารเก่าและ องค์อาคารรอบนอกที่นำมาติดตั้งใหม่ซึ่งโดยการลดขนาดความหนาของผนังแผ่นเหล็ก จึงส่งผลให้ไม่เกิดผลกระทบตอดทัศนียภาพทั้งด้านในและด้านนอก (ภาพที่ 2)

• ระบบเส้นใยคาร์บอนพันรอบเสา (Carbon Fiber Wrapping of Columns)

ผนังรับแรงเฉือนและโครงค้ำยันไม่สามารถนำมาติดตั้งในบริเวณพื้นที่ชานชลาได้ ด้วยเหตุที่ในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ต้องการให้มีลักษณะที่โปร่งโล่งเพื่ออำนวยความ สะดวกให้กับผู้ใช้อาคารที่มีจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้วิธีการปรับปรุงเสริม กำลังให้กับเสาอาคารด้านใน โดยมิให้มีการเบียดบังพื้นที่ใช้สอย ดังนั้นจึงได้มีการใช้ วิธีการนำเส้นใยคาร์บอนมาพันรอบเสา เพื่อเพิ่มความสามารถในการต้านทาน แผ่นดินไหวของตัวอาคาร (ภาพที่ 3 และรูปที่ 1)

۲

แม้ว่าระยะเวลาในงานปรับปรุงโครงสร้างที่กำหนดไว้จะมีระยะเวลาที่สั้นเพียง 15.5 เดือน กอปรกับลักษณะของงานปรับปรุงอาคารสถานีรถไฟที่มีข้อจำกัดหลาย ประการ แต่การปรับปรุงเสริมกำลังให้กับอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวก็สำเร็จลุล่วง ไปด้วยดีด้วยการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ ท้ายที่สุด ต้องขอแสดงความขอบคุณ ต่อคณะวิศวะกรผู้วางแผนการก่อสร้างปรับปรุง และเจ้าของโครงการที่ให้ความ ตระหนักต่อภาพลักษณ์ของอาคารแห่งนี้ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของย่านอาซากุชะ

ภาพที่ 1 EKIMISE (หรือ ร้านค้าสถานี) ภายหลังจากการฟื้นฟูและปรับปรุงเพื่อ ต้านทานแผ่นดินไหว

ภาพที่ 2 โครงค้ำยันโค้งชนิดล้อ และผนังแผ่นเหล็กรับแรงเฉือน

รูปที่ 1 ระบบการปรับปรุงเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวที่นำมาใช้กับชั้น 2 ของชานชลา สถานี



Photo 1 EKIMISE (station square) after restoration and seismic retrofitting



Photo 2 Wheel-type arch brace and steel plate shear wall



Photo 3 Seismic retrofitting of platform columns by means of carbon fiber wrapping

Fig. 1 Seismic Retrofitting Methods Applied to 2nd-story Platform Floor



(หน้า 11)

การปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว: อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารชิโกกุ

การออกแบบเปลือกอาคาร ต้านทานแผ่นดินไหวเพื่อความ สวยงาม ด้วยวิธีที่เรียกว่า "T-grid"

โดย ทาเกโนบุ โคกะ บริษัท ไทเซ

อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารซิโกกุ เป็นอาคารสำนักงานที่ตั้งอยู่บริเวณแยกฮาริ มายะ-บาจิ อันอยู่บริเวณใจกลางเมืองโคจิ (ภาพที่ 1) การปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทาน แผ่นดินไหวในครั้งนี้ได้ดำเนินการตามการพยากรณ์เหตุการณ์แผ่นดินไหวนันไค ที่คาด ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต วัตถุประสงค์หลักในการดำเนินการปรับปรุงคือเพื่อป้องกันการ สูญเสียต่อชีวิตของพนักงานและผู้ใช้อาคาร ตลอดจนเป็นการป้องกันผลกระทบที่จะ เกิดขึ้นต่อการดำเนินการของธนาคารในช่วงของการเกิดแผ่นดินไหวนันไค การ ดำเนินการปรับปรุง ประกอบไปด้วยงาน 3 ส่วนคือ ส่วนของโครงสร้างอาคาร ส่วนของ ผนังอาคารภายนอก และส่วนของฝ้าเพดานในบริเวณธนาคาร

นอกเหนือจากการปรับปรุงเพื่อให้มั่นใจถึงความปลอดภัยขององค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวนี้ งานที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ การสร้างทัศนียภาพที่งดงามให้ปรากฏต่อ ผู้คนที่อยู่ในบริเวณอาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารชิโกกุ

แนวทางในการปรับรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

อาคารสำนักงานใหญ่แห่งนี้ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 1963 เป็นอาคารระบบ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ชั้นล่างที่อยู่ด้านหน้าถนนของอาคารเป็นพื้นที่ดำเนิน ธุรกิจของธนาคาร ซึ่งมีลักษณะเป็นโถงขนาดใหญ่สูงไปจนจรดฝ้าเพดานของพื้นชั้นที่ 2 โดยชั้นที่ 3 ถึงชั้นที่ 6 เป็นพื้นที่สำนักงาน ส่วนประกอบของอาคารที่ใช้ด้านทาน แผ่นดินไหวได้ถูกจัดวางดังแสดงในรูปที่ 1

ด้วยเหตุที่ ลักษณะพื้นที่ของอาคารมีรูปแบบที่ไม่สมมาตรตลอดจนองค์ประกอบ ต่างๆ ที่เป็นส่วนที่ใช้ต้านทานแผ่นดินไหวได้ถูกจัดวางอย่างไม่สมมาตรในส่วนแกนของ อาคาร ดังนั้นจึงเป็นที่เชื่อได้ว่าเมื่อเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่จะเกิดความเสียหายอย่าง รุนแรงจากการบิดตัวในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ด้านหน้าถนน ดังนั้นแล้วการปรับปรุงอาคาร เพื่อต้านทานแผ่นดินไหวจึงมีความจำเป็นที่จะออกแบบให้เกิดความสมดุลกับโครงสร้าง ที่ไม่สมมาตร นอกจากนี้แล้วการออกแบบยังต้องคำนึงถึงความสวยงามให้สอดคล้องกับ พื้นที่โดยรอบที่ติดกับถนน ในขณะที่ยังคงรักษาความโปร่งโล่งให้กับพื้นที่ชั้นล่างซึ่งเป็น ส่วนของพื้นที่ธนาคารอีกด้วย (ภาพที่ 2)

การออกแบบความสวยงามของเปลือกอาคาร

ด้วยพื้นที่รอบนอกของอาคารมีลักษณะทางสถาปัตยกรรมเป็นแบบญี่ปุ่น และเพื่อ ป้องกันการบิดตัวของอาคาร จึงได้มีการพัฒนารูปแบบการเสริมกำลังด้วยการใช้ผนังรับ แรงเฉือน (T-Grid) ที่ทำขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีรูปร่างลักษณะเป็นตารางหมากรุก ซึ่งเป็น สถาปัตยกรรมแบบญี่ปุ่นดั้งเดิมที่ได้มีการนำมาใช้กันทั่วไป โดยมีสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิด 50% ทำขึ้นจากเหล็กแผ่นหนา 25 มิลลิเมตร (ที่ตามแนวเส้นตารางหมากรุก) และ 16 มิลลิเมตร (ที่ช่องทึบของตารางหมากรุก) ติดตั้งทั้งหมด 5 จุดที่มุมของพื้นที่ชั้นล่าง

ตารางหมากรุกที่ออกแบบ มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้า ขนาด 400 × 600 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นสัดส่วนของขนาดช่องเปิดเดิมของอาคาร ความกว้างของเหล็กแผ่นที่ นำมาใช้เป็นแนวตั้งของผนังลายตารางหมากรุกมีขนาด 200 มิลลิเมตรในขณะที่ความ กว้างของเหล็กแผ่นในแนวนอนมีขนาด 175 มิลลิเมตร ทั้งหมดนี้ทำให้การออกแบบ โครงสร้างผนังรับแรงเฉือนลายตารางหมากรุกมีความสวยงามโดดเด่น และได้มีการ ติดตั้งผนังกระจกด้านนอกของผนังรับแรงเฉือนลายตารางหมากรุกเพื่อเน้นย้ำถึงความ เรียบง่ายแต่แข็งแรงของโครงสร้างดังกล่าว ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นถึงความใส่ใจใน รายละเอียดตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการออกแบบไปจนถึงการผลิตและการประกอบติดตั้ง (ดังภาพที่ 3)

การเสริมกำลังต้านทานแผ่นดินไหวประสิทธิภาพสูง

ได้มีการตรวจสอบความสามารถในการต้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาถึงกำลัง ของผนังรับแรงเฉือนลายตารางหมากรุกด้วยการวิเคราะห์แบบจำลองคอมพิวเตอร์ ผล การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงด้วยวิธีดังกล่าวนี้มีประสิทธิภาพ ให้ค่า /s ได้ ไม่น้อยกว่า 0.6

ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของอาคาร (ภายหลังจากการปรับปรุง)

- ภาพที่ 2 ลักษณะภายในของพื้นที่ธนาคาร (ภายหลังจากการปรับปรุง)
- ภาพที่ 3 รายละเอียดของระบบเปลือกอาคาร
- รูปที่ 1 การจัดวางองค์ประกอบของระบบต้านทานแผ่นดินไหว



Photo 1 Appearance of the building (after retrofitting)



Photo 2 Interior view of banking business space (after retrofitting)



Photo 3 Details of façade

Fig. 1 Arrangement of Seismic-resistant Elements



(หน้า 12) การปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว: อาคารซินจุกุโนมูระ

การใช้ ตัวหน่วงปรับมวลระบบคู่ หรือ "Dual TMD-NT" สำหรับ เป็นอุปกรณ์ต้านทานแผ่นดินไหวคาบยาว

โดย ฮิโรกิ นากายามะ และ เคอิ มูโตอุ บริษัท ทาเกนากะ

อาคารซินจุกุโนมูระ เป็นอาคารสูงระบบโครงสร้างเหล็ก ก่อสร้างขึ้นในปี 1978 มี ความสูงประมาณ 210 เมตรและมีขนาดพื้นที่ในแต่ละชั้นประมาณ 51 × 33 เมตร

การปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวในครั้งนี้ได้มีการนำ ตัวหน่วงปรับมวล (Tuned Mass Damper, TMD) รุ่นใหม่เข้ามาใช้จำนวน 2 ตัวในบริเวณห้องเครื่องที่ ชั้น 53 ซึ่งเป็นชั้นสูงที่สุดของอาคาร ด้วยเหตุที่ไม่ต้องการให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้ อาคารหรือต่อรูปลักษณ์ภายนอกของอาคาร (รูปที่ 1 และ 2 และภาพที่ 1)

นวัตกรรมญี่ปุ่น อุปกรณ์เหล็กถ่วงน้ำหนักควบคุมการสั่น ตัวหน่วงปรับมวล ระบบคู่ หรือ "Dual TMD-NT"

"Dual TMD-NT" มีลักษณะเป็นกล่องที่มีการนำเหล็กถ่วงน้ำหนักที่ใช้สำหรับการ ควบคุมการสั่นของอาคารมาติดตั้งไว้ภายใน การสั่นไหวของอาคารจะถูกควบคุมด้วย การปรับจูนอัตราส่วนความหน่วงของตัวหน่วงประมวลให้มีค่าสูง และนอกจากนี้ยังมี การติดตั้งรางเพื่อการเคลื่อนตัวในแนวระนาบ และรวมไปจนถึงแผ่นยางรองฐาน 2 ชั้น เข้ามาใช้ร่วมกัน (ดูรูปที่ 2)

ตัวหน่วงปรับมวลดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นก้อนมวลเหล็ก (ทำขึ้นจากเหล็กแผ่น เพื่อให้สามารถขนย้ายมาติดตั้งได้สะดวก) น้ำหนักรวมประมาณ 7,000 กิโลนิวตัน อัตราส่วนของน้ำหนักตัวหน่วงปรับมวลเทียบกับน้ำหนักของอาคารส่วนที่อยู่เหนือ พื้นดินมีค่าประมาณ 2.4% โดยอุปกรณ์ดังกล่าวนี้จะติดตั้งลงบนแผ่นยางรองฐาน 2 ชั้น จำนวน 4 ตัวและรางเพื่อการเคลื่อนตัว 2 ทิศทางจำนวน 4 ตัว

ความหน่วงที่ได้นี้จะขึ้นกับความเร็วของตัวหน่วงชนิดน้ำมัน (Oil type damper) ซึ่งด้วยการที่ได้ติดตั้งมวลเหล็กลงบนแผ่นยางสองชั้น และรางเพื่อการเคลื่อนตัว ก็จะ สามารถปรับเปลี่ยนคุณสมบัติความหน่วงไปตามลักษณะของการสั่นไหวที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เกิดการสั่นจากแรงลม ระบบแผ่นยาง 2 ชั้นที่รองรับก็จะอำนวย ให้เกิดการเคลื่อนที่ที่ไม่มากนัก แต่สำหรับในกรณีที่เกิดการเคลื่อนตัวที่มาก เช่นจาก การสั้นอันเนื่องจากแผ่นดินไหว การเคลื่อนที่ของมวลเล็กก็จะเคลื่อนตัวที่มาก เช่นจาก เคลื่อนตัว (รูปที่ 3) ระบบที่นำมาใช้นี้มีความเหมาะสม ต่อการควบคุมการสั่นไหวของ อาคาร ทั้งในระหว่างการเกิดลมพายุที่รุนแรง ตลอดจนการเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่

การลดขนาดการสั่นไหวและระยะเวลาการสั่นไหวของอาคาร

ด้วยการติดตั้ง "Dual TMD-NT" จะสามารถช่วยลดการสั่นไหวของอาคารอัน เนื่องมาจากแผ่นดินไหว ได้ราว 20 ถึง 30% และราว 40% สำหรับการสั่นไหวอัน เนื่องมาจากแรงลม

รูปที่ 1 ระดับ และตำแหน่งการติดตั้งระบบโครงสร้างตัวหน่วงปรับมวล

รูปที่ 2 รายละเอียดอุปกรณ์ตัวหน่วงปรับมวลระบบคู่ หรือ "Dual TMD-NT" รูปที่ 3 กลไกการควบคุม ด้วยการใช้รางเพื่อการเคลื่อนตัวในแนวระนาบ และแผ่นยาง รองฐาน 2 ชั้น

Fig. 1 Framing Elevation and Installation Location of Tune Mass Dampers





Photo 1 Appearance of "Dual TMD-NT"





Fig. 3 Two-step Response-control Mechanism by the Use of Double-layered Rubber and Linear Guide



(หน้า 13~14)

การปรับปรุงสะพานทางหลวงเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว: สะพานคาตาชินากาวะ

การใช้ระบบแยกฐานและระบบควบคุมการสั่นกับสะพานโครงถัก

โดย ซิวจิ คาชิโมโตะ บริษัท ฮิตาชิโซเซ็น

สะพานคาตาชินากาวะ เป็นสะพานโครงถักช่วงยาวซึ่งมีลักษณะทางโครงสร้างที่ ต่อเนื่องกันจำนวน 3 ช่วง โดยเป็นส่วนหนึ่งของแนวเส้นทางด่วนคาเน็ตสี ซึ่งได้มีการ เปิดใช้งานในปี 1985 ความยาวรวมของสะพานทั้งสิ้นอยู่ที่ 1,034 เมตร โดยช่วงที่ยาว ที่สุดยาวประมาณ 169 เมตร โครงสร้างสะพานที่เป็นโครงถักนี้อยู่ห่างกัน 16 เมตร ความสูงของโครงถักอยู่ที่ราว 14 ถึง 25 เมตร ความสูงของโครงสร้างเสาตอม่ออยู่ที่ราว 50 ถึง 70 เมตรไม่รวมถึงเสาร์ต่อม่อ P1 (ดูภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 สะพานโครงถักช่วงยาวคาตาชินากาวะ ส่วนหนึ่งของแนวเส้นทางด่วนคาเน็ตสึ

การปรับปรุงสะพานโครงถักช่วงยาวเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว

ได้มีการปรับปรุงโครงสร้างส่วนบนของสะพานโครงถักโดยอ้างอิงมาตรฐานการ ปรับปรุงโครงสร้างเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวฉบับล่าสุด โดยได้มีการนำระบบควบคุม การสั่นและระบบแยกฐาน (base isolation structure) เข้ามาใช้ทดแทนแผ่นรองรับ เดิม ตลอดจนการเสริมกำลังให้กับองค์อาคารโครงสร้างเพื่อรองรับต่อแรงแผ่นดินไหว อาจที่เกิดขึ้น

สำหรับเสาต่อม่อ P4 และ P5 ซึ่งเป็นเสาตอม่อที่ต้องรับสะพานช่วงยาวกว่าช่วง อื่น อันส่งผลทำให้เกิดแรงกดที่สูงมาก (สูงถึงราว 35,000 กิโลนิวตันต่อเสาต่อม่อต่อ แผ่นรองรับ) ดังนั้นจึงต้องมีการดำเนินการศึกษาในเชิงเทคนิค ถึงขนาดพื้นที่ที่ต้องใช้ใน การติดตั้งไฮดรอลิกส์แจ๊ค แนวทางในการปรับปรุงโครงถักหลัก ตลอดจนความเป็นไป ได้ในการขยายความกว้างของเสาตอม่อที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้งระบบแยกฐาน

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ควรต้องมีการปรับปรุงเสาตอม่อ P4 และ P5 ให้เกิด ความปลอดภัย แต่อย่างไรก็ดีการติดตั้งระบบแยกฐานจะสามารถทำได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นจึงได้มีการเสนอวิธีการปรับปรุงวิธีอื่นด้วยการใช้ตัวหน่วงควบคุมการสั่นจาก แผ่นดินไหวที่ตำแหน่งแผ่นรองรับและบริเวณโดยรอบ

รูปที่ 1 การติดตั้งตัวหน่วงแบบฝืด (หน้า 3 ถึง หน้า 6)

การใช้ตัวหน่วงแบบฝืด (friction damper)

สำหรับการใช้ตัวหน่วงควบคุมการสั่นเพื่อลดผลกระทบจากแรงแผ่นดินไหวนี้ สิ่ง สำคัญคือต้องพิจารณาถึงความสะดวกในการบำรุงรักษา ตลอดจนสมรรถนะของตัว หน่วงที่นำมาติดตั้ง โดยได้มีการเลือกตัวหน่วงแบบฝืด (ความสามารถในการหน่วงราว 2,600 ถึง 9,800 กิโลนิวตัน) ด้วยเหตุที่เป็นอุปกรณ์ที่สามารถบำรุงรักษาได้ง่าย ตลอดจนสามารถตรวจสอบได้ง่ายว่ามีสมรรถนะที่ดีอยู่หรือไม่ในระหว่างการเกิด แผ่นดินไหว เมื่อเทียบกับระบบค้ำยันควบคุมการโก่งเดาะ (buckling-restraint braces) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันทั่วไป ลักษณะที่สำคัญของตัวหน่วงแบบฝืดมีดังนี้:

- ตัวหน่วงแบบฝึดมีลักษณะที่ประกอบไปด้วยแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมและแผ่นฝึด (friction plate) ที่วางติดกัน ดังแสดงใน รูปที่ 2 ซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถสังเกตได้ ง่ายว่าเกิดการเสียรูประหว่างการเกิดแผ่นดินไหวหรือไม่
- ด้วยเหตุที่ตัวหน่วงเหล่านี้มีขนาดที่กระทัดรัด มีความยาวเพียง 3 เมตร เมื่อติดตั้งเข้า กับแผ่น gusset ด้านบน ก็สามารถตรวจสอบด้วยสายตาจากการยืน ณ ตำแหน่ง แนวทางเดินที่ใช้เป็นเส้นทางสำหรับการตรวจสอบ (ภาพที่ 2)

ตัวหน่วงแบบฝืดนี้เป็นอุปกรณ์ดั้งเดิมที่ถูกนำมาใช้กันทั่วไปกับโครงสร้างอาคาร เพื่อควบคุมการสั่น แต่ไม่ปรากฏการใช้งานกับโครงสร้างสะพานช่วงยาว ดังนั้นหลังจาก ที่ได้มีการตรวจสอบสมรรถนะของตัวหน่วงที่ต้องการโดยการวิเคราะห์ผลตอบสนอง จากการสั่นแบบประวัติเวลา (Time history dynamic response analysis) ของ สะพานคาตาชินากาวะอย่างรอบด้าน จึงเป็นที่มั่นใจได้ว่าการนำตัวหน่วงดังกล่าวนี้มา ใช้จะส่งผลให้สะพานแห่งนี้มีสมรรถนะที่ต้องการได้ (ตารางที่ 1) การปรับปรุงในมิติ อื่นๆ ที่ได้มีการดำเนินการคือการเพิ่มความสามารถในการต้านทานการกัดกร่อนให้กับ ตัวหน่วงที่ต้องนำมาใช้กับงานภายนอกอาคาร ทั้งหมดนี้จึงส่งผลต่อการใช้ตัวหน่วงแบบ ฝึดในการปรับรุงสะพานคาตาชินากาวะ

ตารางที่ 1 สมรรถนะที่ต้องการของตัวหน่วงแบบฝึด รูปที่ 2 ตัวหน่วงแบบฝึดและส่วนประกอบพื้นฐานของตัวหน่วง (แผ่นผิวคู่ที่มีความฝึด) ภาพที่ 2 การติดตั้งตัวหน่วงแบบฝึด ณ ตำแหน่งแผ่นเหล็กที่ใช้ต่อกับโครงค้ำยันป้องกัน การเคลื่อนที่ด้านข้าง

٠

จากที่ได้นำเสนอข้างต้นนอกเหนือจากการนำโครงสร้างแยกฐานเข้ามาใช้ในการ ทดแทนแผ่นรองรับโครงสร้างส่วนบนของสะพานแล้ว การใช้ตัวหน่วงควบคุมการสั่นยัง เป็นวิธีการปรับปรุงที่บำรุงรักษาได้ง่าย ส่งผลให้การปรับปรุงสะพาน คาตาชินากาวะซึ่ง เป็นสะพานโครงถักช่วงยาว ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีสอดคล้องกับมาตรฐานการ ต้านทานแผ่นดินไหวฉบับล่าสุด (ดังรูปที่ 3)



Photo 1 Katashinagawa Bridge, a long truss bridge, on the Kanetsu Expressway

Fig. 1 Installation of Friction Dampers (P3~P6)



Fig. 2 Friction Damper and Its Basic Components (double-surface friction)





Photo 2 Installation of friction damper in sway bracing gusset section

Table 1 Performance Requirements for Friction Dampers					
	Allowable deformation	Response velocity			
Friction damper for Katashinagawa Bridge	±120 mm	120 cm/s			
(Reference) Friction damper for buildings	±45 mm	40 cm/s			

Fig. 3 General Drawing of Katashinagawa Bridge



(หน้า 15~16) การปรับปรุงสะพานทางหลวงเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว: สะพานนิชิอิเกะ

การออกแบบปรับปรุงสะพานประเภท steel deck-type langer ด้วยการใช้ตัวหน่วงต้านแผ่นดินไหว

โดย ชูอุเฮอิ ยาซุโมโต้ บริษัททางด่วนเวสต์นิปปอน และ โทโมอากิ นากามูระ บริษัท โยโกกาวะ บริดจ์

สะพานนิชิอิเกะ ตั้งอยู่บนเส้นทางด่วนฮันวะ ซึ่งควบคุมดูแลโดยบริษัททางด่วน เวสต์นิปปอน สาขาคันไซ เป็นสะพานประเภท steel deck-type Langer ซึ่งผ่านการ ใช้งานมากว่า 40 ปี สะพานนิชิอิเกะ เป็นสะพานที่ข้ามแนวรอยเลื่อนเนโกโร ซึ่งเป็น ส่วนหนึ่งของ Median Tectonic Line นอกจากนั้นแล้ว บริเวณนี้ยังอยู่ห่างจากแนว ร่องนันไค ซึ่งมักจะเกิดแผ่นดินไหวระดับ 8 ที่เรียกว่าแผ่นดินไหวนันไคและแผ่นดินไหว โทนันไค ขึ้นทุกๆ 100 ถึง 150 ปี

สะพานนิชิอิเกะ ได้ถูกออกแบบตามมาตฐานการออกแบบสะพานโครงสร้างเหล็ก ตามเส้นทางหลวงของประเทศญี่ปุ่น ปี 1964 ซึ่งไม่ได้มีการพิจารณาถึงแผ่นดินไหว ขนาดใหญ่ ซึ่งเงื่อนไขการออกแบบจะแตกต่างจากมาตรฐานฉบับปัจจุบันค่อนข้างมาก

ด้วยเป้าหมายหลักของการออกแบบคือ ต้องการให้ขึ้นส่วนองค์อาคารของสะพาน ไม่เสียรูปถาวร (ยังคงอิลาสติก) เมื่อเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ จึงมีความจำเป็นต้องมี การนำตัวหน่วงลดแรงแผ่นดินไหวเข้ามาใช้ โดยได้ดำเนินการออกแบบปรับปรุงเพื่อ ต้านทานต่อแผ่นดินไหวให้กับสะพานนิชิอิเกะ ผ่านการวิเคราะห์ด้วยวิธีประวัติเวลา แบบไม่เชิงเส้น (nonlinear time history analysis) โดยมีรายละเอียดดังที่ได้แสดงใน บทความนี้

ภาพรวมของสะพานนิชิอิเกะ

สะพานนิชิอิเกะได้ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 1974 เป็นสะพานโครงสร้างเหล็กแบบ Langer มีช่วงคานโค้ง (arch) ยาว 75 เมตร โดยมีความสูงของ arch 14 เมตร รูปที่ 1 แสดงให้เห็นแบบโครงสร้างสะพาน โดยสะพานก่อสร้างบนชั้นดินประเภท 1 (ชั้นหิน) โดยสำหรับโครงสร้างส่วนล่าง A1 และ A2 คือตอม่อรูปตัว T กลับหัว และมีการใช้ ฐานรองที่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยสำหรับ P1 และ P2 เป็นตอม่อ รูป arch โดยมี ลักษณะฐานรองเป็นจุดหมุน

รูปที่ 1 แบบทั่วไปของสะพานนิชิอิเกะ

ผลการวิเคราะห์

รูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงผลการวิเคราะห์ในทิศทางตามแนวยาวของสะพาน ค่า ความเครียด (strain) ที่เกิดขึ้นที่คานเสริมกำลัง และที่เสา มีค่าเกินกว่าค่าความเครียด ที่จุดคราก (สูงสุด 19 Ey ณ ส่วนที่รับแรงอัด) และในทิศทางตั้งฉาก ความเครียดที่เกิด ขึ้นกับตัวค้ำยันทางด้านข้างของคานโค้ง (arch) และเสาที่ค้ำยันไม่ให้เกิดการเสียรูป ทางด้านข้าง มีค่าเกินกว่าค่าความเครียดที่จุดคราก (สูงสุด 19 Ey ณ ส่วนที่รับแรงอัด) การยกฐานรองทางขวาง ต้องใช้แรงยกสูงถึง 2,300 กิโลนิวตัน ณ จุดรองรับคานโค้ง (arch)

รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์

การคัดเลือกตัวหน่วงต้านแผ่นดินไหว

การวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงสมรรถนะในการต้านแผ่นดินไหวของสะพาน พบว่า องค์อาคารบางส่วนของโครงสร้างส่วนบนและฐานรอง มีหน่วยแรงดึงที่จุดครากไม่ เพียงพอ ทั้งนี้ได้มีการวิเคราะห์ผลตอบสนองจากแผ่นดินไหวอยู่ 2 กรณีดังแสดงใน ตารางที่ 1

กระบวนการที่แสดงดังตารางนี้ แสดงถึงการลดผลตอบสนองของสะพานทั้ง สะพานระหว่างการเกิดแผ่นดินไหว โดยการจำลองการใช้ตัวหน่วงลดผลกระทบจาก แผ่นดินไหวในรูปแบบต่างๆ (ดูรูปที่ 3 และ 4)

ตารางที่ 1 กรณีต่าง ๆ ในการปรับปรุงเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว รูปที่ 3 ภาพของตัวหน่วงแบบเฉือน รูปที่ 4 สรุปวิธีการในการปรับปรุงสะพานนิชิอิเกะ

การวิเคราะห์การปรับปรุงสะพานต้านแผ่นดินไหว

รูปที่ 5 และ ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบผลตอบสนองที่วิเคราะห์ ได้ ทั้งกรณีศึกษาที่ 1 และที่ 2

ในกรณีศึกษาที่ 1 (การติดตั้งแผ่นเหล็กที่โครงแนวขอบริมบริเวณยอดส่วนโค้ง และ โครงค้ำยันไมโก่งเดาะ) ในช่วงของการเกิดแผ่นดินไหวตามทิศทางตามยาวของสะพาน การตอบสนองจะมากที่ขอบคานโค้งและเสา และด้วยแผ่นปิดที่มีความหนาเพิ่มขึ้น ก็ ส่งผลให้เกิดผลตอบสนองที่มากขึ้น ซึ่งสะท้อนต่อไปยังปริมาณการเสริมกำลังที่เพิ่มขึ้น อันเป็นวิธีการที่ก่อให้เกิดปัญหาค่อนข้างมาก

สำหรับกรณีศึกษาที่ 2 (กรณีที่ 1 รวมกับการติดตัวหน่วงแบบหนืด) การติดตั้งตัว หน่วงแบบหนืดที่ตอม่อแถวสุดท้ายจะช่วยลดการเสียรูปในแนวแกนของทั้งสะพานได้ อันส่งผลทำให้ค่าการตอบสนองของขึ้นส่วนแต่ละขึ้นลดลง ปริมาณของการเสริมกำลัง โครงสร้างส่วนบนจะไม่สูงมากนัก ส่งผลให้พฤติกรรมขององค์อาคารส่วนต่างๆ ของ สะพาน มีค่าอยู่ในกรอบอิลาสติก (**O**_{max}/**O**_y<1.0) ในระหว่างการเกิดแผ่นดินไหวขนาด ใหญ่

รูปที่ 5 การเปรียบเทียบ Contour Figure ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคาบการสั่นธรรมชาติ

บทสรุป

ในช่วงที่ผ่านมา ด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีตัวหน่วงต้านแผ่นดินไหวที่มี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลิตภัณฑ์หลายประเภทได้ถูกนำมาใช้ในงานปฏิบัติจริง ใน กรณีนี้ผลตอบสนองของสะพานทั้งสะพานภายใต้การเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ สามารถลดทอนลงได้โดยการนำตัวหน่วงต้านแผ่นดินไหวเข้ามาใช และในท้ายที่สุดองค์ อาคารโครงสร้างส่วนบนของสะพานจะยังคงพฤติกรรมในช่วงอิลาสติก แต่อย่างไรก็ดี น้ำหนักรวมทั้งหมดของวัสดุเสริมกำลังก็มีค่าไม่น้อย ในอนาคตหากได้มีการกำหนด เงื่อนไขในการออกแบบใหม่ที่ยอมให้องค์อาคารบางส่วนมีพฤติกรรมที่เป็นพลาสติกได้ ก็อาจส่งผลให้การปรับปรุงสะพานเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวมีความประหยัดมากยิ่งขึ้น



Fig. 2 The Result of the Present State Analysis



Table 1 Case of Seismic Retrofit						
	Direction of countermeasure					
	Longitudinal direction	Transverse direction				
CASE1 (Model of placement of order)	Filled-spandrel of arch crown + Unbuckling brace	- Shear damper				
CASE2 (Model added viscous damper)	CASE1 + Viscous damper					

Fig. 3 Image of Shear Damper



Fig. 4 Summary of Retrofit Measures on Nishiike Bridge



Fig. 5 Actuation Mechanism of Shear Damper



Fig. 6 Situation of Frame Model Experimentation for Shear Damper



Fig. 7 Comparison of Contour Figure



(หน้า 17~18) **บทความพิเศษ: เหล็กกล้าไร้สนิม**

พัฒนาการของโลหะเชื่อมกำลังสูงสำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม

SUS304A

โดย คณะทำงานด้านงานเชื่อม คณะกรรมการงานมาตรฐานและเทคโนโลยีด้าน เหล็กกล้าไร้สนิม สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น

ความสามารถในการยึดตัวแบบพลาสติกเพื่อป้องกันภัยจากแผ่นดินไหว

ในงานก่อสร้างอาคารโครงสร้างเหล็ก จะมีองค์ประกอบขององค์อาคารส่วนต่างๆ ทั้งเสา คาน และข้อต่อโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 1 การต่อโครงสร้างระหว่างเสาและ คานที่นิยใช้ มักเป็นรูปแบบการเชื่อมชีมลึกเต็ม (full-penetration welding) เพื่อ ประสานองค์อาคารดังกล่าวให้เกิดความสมบูรณ์

สำหรับประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศที่มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวเกิดขึ้นมา ความถี่ใน การเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่มีค่อนข้างสูง และเมื่อเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ขึ้น ก็จะ ส่งผลให้เกิดแรงดึงขนาดใหญ่ที่รอยเชื่อม ซึ่งเพื่อลดปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น การก่อสร้าง ในประเทศญี่ปุ่นจึงใช้หลักการพิจารณาการออกแบบแบบพลาสติกโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ ปลายคานต่อเสา เพื่อรองรับต่อแรงแผ่นดินไหวขนาดใหญ่

หากให้ระบุเจาะจงลงไป การวิบัติของอาคารจากแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ เป็นสิ่งที่ ต้องออกแบบป้องกันมิให้เกิดขึ้นโดยการพิจารณาความสามารถในการยึดตัวแบบ พลาสติก (ความสามารถในการสลายพลังงานจากแผ่นดินไหว) ของผลิตภัณฑ์เหล็ก

การใช้แนวเชื่อมกำลังสูงกว่ากำลังวัสดุสำหรับการรองรับการยืดตัวที่ต้องการ

เพื่ออำนวยการยึดตัวแบบพลาสติกขององค์อาคารโครงสร้างเหล็ก มีความจำเป็น อย่างยิ่งที่ต้องพิจารณากำลังของโลหะฐานและของโลหะเชื่อม โดยพิจารณาถึงการใช้ แนวเชื่อมกำลังสูงกว่ากำลังวัสดุ ที่เรียกว่า overmatched weld joint (กำลังของวัสดุ ฐาน น้อยกว่า กำลังของโลหะเชื่อม)

สำหรับงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็กกล้าไร้สนิม (ภาพที่ 1) ผลิตภัณฑ์หลักๆ ที่ นำมาใช้คือ เหล็กกล้าไร้สนิเกรด SUS304A (เทียบเท่ากับเกรด ANSI Type 304) โดย นิยมใช้กับลวดเชื่อมแกนฟลักซ์ เกรด E308T แต่อย่างไรก็ดีหากเปรียบเทียบกำลังรับ แรงของ SUS304A และ E308T จะพบว่าเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด SUS304A จะมีค่าเกิน กว่า E308T ราว 50 MPa (รูปที่ 2) ด้วยเหตุดังกล่าว รอยเชื่อมจึงเป็นรอยเชื่อมที่กำลัง ต่ำกว่ากำลังวัสดุ (undermatched weld joint) อันอาจส่งผลให้เกิดการแตกร้าว ขึ้นกับวัสดุเชื่อมได้ ดังนั้นการนำลวดเชื่อมเกรด E308T จึงไม่เหมาะสมสำหรับการ นำมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการก่อสร้างที่ต้องรองรับการเสียรูปจากแผ่นดินไหว ขนาดใหญ่

รูปที่ 1 ประเภทการต่อโครงสร้างเสาและคาน ภาพที่ 1 ตัวอย่างของโครงสร้างเหล็กกล้าไร้สนิม รูปที่ 2 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงดึงระหว่างโลหะฐาน SUS304 และโลหะเชื่อม เกรด TS308C ในงานทั่วไป

พัฒนาการของลวดเชื่อมแกนฟลักซ์กำลังสูงกว่ากำลังวัสดุ เกรด TS308MoJ

จากประเด็นปัญหาดังกล่าว สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น (JSSC) ได้ ดำเนินการสำรวจผลกระทบจากองค์ประกอบหลักทางเคมีของวัสดุเชื่อมต่อกำลังรับ แรงดึง (รูปที่ 3) วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาลวดเชื่อมแกนฟลักซ์ กำลังสูง ให้มีประสิทธิภาพโดยเมื่อนำมาใช้ในงานเชื่อมโครงสร้างเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด SUS304A จะไม่เกิดการแตกร้าวที่รอยเชื่อม แต่จะเกิดกับโลหะฐานแทน

จากการสำรวจ พบว่าในกรณีที่ โลหะเชื่อมมีโครงสร้างระดับจุลภาคเป็นแบบ acicular-state ferrite structure (ดังรูปที่ 4) ซึ่งเกิดขึ้นจากการแปลงสภาพแข็งตัว แบบ F mode (เฟสเฟอร์ไรท์) จะได้ลวดเชื่อมที่มีกำลังตามต้องการ โดยไม่ลดทอน ความสามารถในการยืดตัวลงมาก (รูปที่ 5). หลังจากนั้นเป็นต้นมา JSSC ก็ได้ขอขึ้น ทะเบียนมาตรฐาน ลวดเชื่อมแกนฟลักซ์ เกรด TS308MoJ ให้เป็นมาตรฐาน อุตสาหกรรมประเทศญี่ปุ่น ซึ่งลวดเชื่อมเกรดดังกล่าวนี้อยู่ในข่ายที่ลวดเชื่อมเกรด AWS E304MoT จะถูกนำมาปรับคุณสมบัติทางเคมีให้มีเฟอร์ไรต์สูง

นอกจากนี้ เป็นที่ชัดเจนว่าองค์ประกอบของ TS308MoJ ส่งผลต่อการเปลี่ยน โครงสร้างวัสดุไปเป็น อัลฟ่าเฟส (**O**-phase) เมื่ออุณหภูมิสูง มีผลทำให้มีค่าความ เปราะลดต่ำลงกว่าโลหะเชื่อมประเภทเจืออัลลอยสูงและมีเฟอร์ไรท์สูง ดังเช่น TS309Mo และ TS2209

เพื่อเป็นการยืนยันถึงสมรรถนะของรอยเชื่อมวัสดุเกรด SUS304A ที่มีการนำลวด เชื่อมเกรด TS308MoJ เข้ามาใช้ ได้มีการทดสอบกำลังรับแรงดึง ผลการทดสอบพบว่า แม้ว่ากำลังของโลหะเชื่อมจะเกินกว่ากำลังของโลหะฐาน แต่ก็พบเห็นถึงลักษณะของ รอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นที่รอยเชื่อม ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมด้วยการใช้แบบจำลอง คณิตศาสตร์พบว่า หากค่าการยึดตัว (จากผลการทดสอบแรงดึง) ของโลหะฐานและ ของโลหะเชื่อมมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก เหตุการณ์ดังกล่าวจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้ นอกจากนั้นเหตุการณ์หรือรูปแบบความเสียหายดังกล่าวนี้จะเป็นผลมาจากขนาดของ ตัวอย่างทดสอบและความแตกต่างของกำลังรับแรงดึง ซึ่งการประเมินตำแหน่งของรอย แตกร้าวของรอยเชื่อมนั้นจะสัมพันธ์กับอัตราส่วนความกว้างต่อความหนารอยเชื่อม (width to thickness ratio) ที่มาก

ท้ายที่สุดนี้ สามารถสรุปได้ว่า รอยเชื่อมของเหล็กกล้าไร้สนิม เกรด SUS304A ที่มี การนำลวดเชื่อมเกรด TS308MoJ ที่มีกำลังสูงกว่าเข้ามาใช้ จะมีประสิทธิภาพและ เหมาะสมในทางปฏิบัติ

รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมี และกำลังรับแรงดึง รูปที่ 4 โครงสร้างระดับไมโครของ Acicular-state Ferrite รูปที่ 5 โลหะเชื่อมที่มีกำลังรับแรงที่เสถียรแต่ค่าการยืดตัวไม่ลดลงมากนัก



Photo 1 Examples of stainless steel structures

Fig. 1 Type of Column-Beam Connections Widely Applied

Fig. 2 Comparison of Tensile Strength between SUS304 Base Metal and TS308C Weld Metal in Practical Use





Ferrite Contents DeLong::>18FN WRC: 19.3FN

Scope: 14.4FN





(หน้า 18) การดำเนินการของสมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น

งานสัมมนาวิชาการด้านอาคารสูง ระหว่าง จีน - ญี่ปุ่น - เกาหลี ประจำปี 2016

งานสัมมนาวิชาการด้านอาคารสูง ระหว่าง จีน - ญี่ปุ่น - เกาหลี ประจำปี 2016 ได้จัดขึ้นในวันที่ 8 กรกฎาคม 2016 ที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว ที่ประเทศญี่ปุ่น โดยเป็นการร่วมกันจัดโดยคณะทำงานด้านโครงสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น CTBHU คณะกรรมการต่างประเทศของสมาคมโครงสร้างเหล็กแห่งประเทศญี่ปุ่น สถาบันวิจัย นวัตกรรมของสถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว เวทีแห่งนี้เป็นงานสัมมนาวิชาการระหว่าง ประเทศที่มุ่งหวังให้เป็นจุดเชื่อมโยงในด้านการปฏิบัติงาน ระหว่างสภาอาคารสูงและที่ อยู่อาศัยในเมือง (Council on Tall Buildings and Urban Habitat, CTBUH) และ วิศวกรโครงสร้างตลอดจนผู้ที่สนใจ ในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น โดยงานสัมมนา วิชาการประจำปี 2016 นี้ได้จัดขึ้นเป็นครั้งที่สามต่อเนื่องจากปี 2014 ที่เมืองเชี่ยงไฮ้ และปี 2015 ที่กรุงโซล

ในงานสัมมนาวิชาการประจำปี 2016 ที่กรุงโตเกียว ศาสตราจารย์คาซุฮิโกะ คาไซ จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว ได้ให้เกียรติเป็นผู้กล่าว keynote ภายใต้หัวข้อ "สมรรถนะของระบบป้องกันแผ่นดินไหวสำหรับอาคารสูงระฟ้า และรายละเอียด ประกอบ" โดยหลังจากนั้นก็ได้มีการนำเสนออีกเก้าหัวข้อโดยวิทยากรผู้เป็นตัวแทนจาก ประเทศต่างๆ ทั้งสามประเทศ

การนำเสนอจากประเทศจีนครอบคลุมถึงการออกแบบโครงสร้างอาคาร ไชน่าชัน ซึ่งมีความสูงถึง 500 เมตร ซึ่งได้มีระบบต้านทานแผ่นดินไหวทั้งระบบผนังรับแรงเฉือน ที่ได้มีการเสริมด้วยองค์อาคารโครงสร้างเหล็ก มีการนำเสนออีก 2 หัวข้อโดย ผู้เชี่ยวชาญจากประเทศเกาหลี ประกอบไปด้วยการก่อสร้างอาคารล้อตเต้เวิร์ลซึ่งมี ความสูงถึง 555 เมตร และอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 400 เมตรที่เมืองปู ชานโดยในส่วนของการนำเสนอโดยผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่นได้มีการแสดง โครงการตัวอย่างสองโครงการที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงอาคารเพื่อต้านทาน แผ่นดินไหวและการออกแบบโรงละครกินซ่า คาบูกิช่า (โรงละครคาบูกิ)

ในการนี้ได้มีวิศวกรนักวิจัยและนักศึกษากว่า 150 คนเข้าร่วมในงานสัมมนา วิชาการโดยได้มีการแลกเปลี่ยนทรรศนะอย่างต่อเนื่องตลอดวัน ในช่วงท้ายของงาน สัมมนาศาสตราจารย์เกียรติคุณ อากิระ วาดะ จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว (ประธาน CTBUH ของประเทศญี่ปุ่น) ได้เป็นผู้กล่าวคำขอบคุณ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทุก ท่านที่ได้มีส่วนร่วมกับความสำเร็จของการจัดสัมมนาวิชาการในปี 2016 นี้ และกล่าว นำถึงการจัดสัมมนาวิชาการในครั้งถัดไปที่กรุงปักกิ่งประเทศจีนในเดือนกันยายน 2017

ในวันที่ 7 กรกฎาคม ซึ่งเป็นวันก่อนการจัดสัมมนาวิชาการ ได้มีการจัดดูงานนอก สถานที่สำหรับสมาชิกของ CTBUH เพื่อร่วมสังเกตการณ์งานก่อสร้างอาคารสูงสองแห่ง ในกรุงโตเกียว โดยผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้แสดงความพึงพอใจอย่างมากต่อการศึกษาดูงาน เทคโนโลยีเพื่อต้านทานแผ่นดินไหวขั้นสูงตัวอย่างเช่นตัวหน่วงปรับมวลที่ได้ติดตั้งใน อาคารสูงสามชั้นติดกัน และการติดตั้งระบบแยกฐานที่ชั้น 25 ของอาคารสูง 40 ชั้น

Keynote โดยศาสตราจารย์คาซุฮิโกะ คาไซ จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว

วันดูงานนอกสถานที่ก่อนการสัมมนาวิชาการ



Keynote address by Professor Kazuhiko Kasai of Tokyo Institute of Technology



Technical tour at the day before the Forum

การจัดงานสัมมนาวิชาการด้านโครงสร้างเหล็กย่านแปซิฟิค (Pacific Structural Steel Conference, PSSC) ครั้งที่ 11

ในช่วงระหว่างวันที่ 30-31 ตุลาคม 2016 ได้มีการจัดงานสัมมนาวิชาการด้าน โครงสร้างเหล็กย่านแปซิฟิค (Pacific Structural Steel Conference, PSSC) ครั้งที่ 11 ที่อาคารคราวน์พลาซ่า เมืองเชี่ยงไฮ้ ประเทศจีน ด้วยการสนับสนุนของสมคม โครงสร้างเหล็กแห่งประเทศจีน โดยมีประเทศที่เข้าร่วมงานสัมมนามากมายหลาย ประเทศ ซึ่งรวมถึง 11 ประเทศที่เป็นสมาชิกสภาสมาคมเหล็กโครงสร้างแห่งภาคพื้นแป ซิฟิค (Pacific Council of Structural Steel Association, PCSSA) และ 18 ประเทศจากทวีปยุโรป โดนมีจำนวนวิทยานิพนธ์ที่ส่งเข้ามารวม 209 ฉบับ และมีผู้ นำเสนอรวม 123 ราย ซึ่งเป็นนำเสนอโดยชาวญี่ปุ่น จำนวน 30 หัวข้อ รวมถึงหัวข้อ 1-8 ที่นำเสนอในวารสารฉบับนี้

หัวข้อที่ได้มีการนำเสนอในงาน PSSC ครั้งที่ 11 แสดงดังรูปข้างล่าง โดยหากพิ จรณาหัวข้อที่ปรากฏ พบว่าหลายหัวข้อจะเกี่ยวข้องกับระบบการต่อโครงสร้าง และ พฤติกรรมขององค์อาคารโครงสร้าง โดยในงานสัมมนามีหัวข้อที่สำคัญ 11 หัวข้อได้ถูก นำเสนอโดยตัวแทนจากประเทศสมาชิก PCSSA 11 ประเทศโดยตัวแทนจากประเทศ ญี่ปุ่นได้นำเสนอในหัวข้อ "2016.4 แผ่นดินไหวคุมาโมโตะในประเทศญี่ปุ่นและความ เสียหายที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง" โดยโยโซะ ฟุจิโนะ ประธานสมาคมเหล็กก่อสร้างแห่ง ประเทศญี่ปุ่น

นับตั้งแต่งานสัมมนา PSSC ครั้งแรกในปี 1986 ที่ประเทศนิวซีแลนด์ ทุกๆ 3 ปี ประเทศสมาชิกจะสลับสับเปลี่ยนเป็นเจ้าภาพในการจัดกิจกรรม ซึ่งงานสัมมนาครั้ง ต่อไปจัดขึ้นในปี 2019 ที่ประเทศญี่ปุ่น โดยเป็นงานสัมมนาครั้งที่ 12 และเป็นครั้งแรก นับตั้งแต่ได้เป็นผู้จัดงานครั้งที่ 3 เมื่อ 27 ปีก่อนในปี 1992 ด้วยเหตุที่งานสัมมนาที่จะ จัดขึ้นนี้ จะเป็นกิจกกรมที่จัดก่อนมหกรรมโตเกียวโอลิมปิคเกมส์ 2020 จึงมีความ เป็นไปได้ว่า จะมีการจัดเยี่ยมชมการก่อสร้างสนามกีฬาและอาคารต่างๆ แห่งใหม่ๆ โดยรอบ ในท้ายที่สุด เราหวังว่าจะได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจากชาวญี่ปุ่น รุ่นใหม่ๆ ที่จะได้เข้ามาช่วยเตรียมการ งานสัมมนาวิชาการ PSSC ครั้งที่ 12 ในปี 2019 ที่ประเทศญี่ปุ่นนี้

พิธีการมอบธงผู้จัดงาน PSSC จากประเทศจีนให้กับประเทศญี่ปุ่น

หัวข้องานสัมมนาวิชาการด้านโครงสร้างเหล็กย่านแปซิฟิค (Pacific Structural Steel Conference, PSSC) ครั้งที่ 11 (จำนวนวิทยานิพนธ์ที่ส่ง: 209 ฉบับ)

สารจากประธานคณะกรรมการการต่างประเทศ

ฮิโรชิ คัทซีชิ ประธานคณะกรรมการการต่างประเทศ (อาจารย์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติโยโกฮามา)

สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น ได้ดำเนินกิจกรรมมากมาย ตั้งแต่การ สำรวจ การวิจัย และการพัฒนาเทคโนโลยี โดยมุ่งหวังให้เกิดการใช้โครงสร้างเหล็กที่ เพิ่มมากขึ้น และเกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการประสานความ ร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในประเทศต่างๆ ซึ่งด้วยวัตถุประสงค์หลักในการ เผยแพร่เทคโนโลยีด้านงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็กในประเทศญี่ปุ่น เพื่อสร้างตลาดใน ต่างประเทศ คณะกรรมการการต่างประเทศ สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น หรือ Japanese Society of Steel Construction (JSSC) จึงเป็นผู้จัดทำเนื้อหาต่างๆ ในนิตยสารฉบับที่ 50 นี้

นิตยสารฉบับที่ 50 ได้กล่าวถึง รางวัลผลงานที่เป็นเลิศและวิทยานิพนธ์ที่โดดเด่น ในด้านงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก เกณฑ์การส่งเสริมจากภาครัฐเพื่อสนับสนุนให้ ปรับปรุงโครงสร้างเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว การใช้งานระบบแยกฐาน เพื่อลดแรงจาก แผ่นดินไหว การจำแนกวิธีการปรับปรุงโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหว ตัวอย่างการ ปรับปรุงโครงสร้างอาคารและสะพานเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว ทั้งวิธีการเสริมกำลัง และการติดตั้งอุปกรณ์ลดผลกระทบประเภทต่างๆ และนอกจากนี้ในนิตยสารฉบับที่ 50 นี้ยังได้กล่าวถึงผลการวิจัยด้านการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมอีกด้วย

สำหรับกิจกรรมระหว่างประเทศในปี 2016 นั้น สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศ ญี่ปุ่นได้มีการจัดนิทรรศการด้านอาคารสูง โดยสภาอาคารสูงและที่อยู่อาศัยในเขต ชุมชน ที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียว ตลอดจนการสัมมนาวิชาการ ที่ชื่อ Pacific Structural Steel Conference (PSSC) ครั้งที่ 11 ที่เมืองเชี่ยงไฮ้ ประเทศจีน ในเดือน ตุลาคม โดยสำหรับงานสัมมนาครั้งที่ 12 สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น ใน ประเทศญี่ปุ่น ในปี 2019 ในการนี้ สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่นก็อยากจะ ขอเรียนเชิญผู้สนใจเข้าร่วมกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งในปีต่อมา กรุงโตเกียวจะมีการจัด มหกรรมโอลิมปิกขึ้น

ในท้ายที่สุดนี้ จึงอยากจะขอขอบพระคุณที่ท่านได้ให้ความสนใจกับกิจกรรมของ สมาคมเหล็กก่อสร้างแห่งประเทศญี่ปุ่น และอยากจะเรียนขอความเห็นจากท่านตามที่ ท่านจะสามารถให้ความอนุเคราะห์ได้ต่อไป



Delivery ceremony for PSSC flag from China to Japan

Proceedings at 11th Pacific Structural Steel Conference by Topic (Total number of theses submitted: 194)

Topic 1: High-rise Building and Space Structure (10) Topic 2: Bridge, Tower, Marine and Boiler (10) Topic 3: Composite Structure (16) Topic 4: Connection Behavior (35) Topic 5: Member Behavior (41) Topic 6: Analytical and Experimental Methods (39)



Hiroshi Katsuchi, Chairman, International Committee of JSSC (Professor, Yokohama National University)

