

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(ฉบับที่ 35 มีนาคม 2012)

บทความตีพิมพ์ร่วมกันระหว่างสหพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทยและสมาคมก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่งประเทศไทย

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

เพื่อช่วยให้ผู้อ่านชาวไทยสามารถที่จะเข้าใจบทความได้ง่ายขึ้น ได้มีการจัดแปลบทความภาคภาษาไทย และแนบท้ายกับฉบับภาษาอังกฤษ สำหรับรูปภาพ ไดอะแกรมและตาราง ได้มีการจัดแปลเป็นภาษาไทยเพียงส่วนหัวเรื่อง ผู้อ่านสามารถอ้างอิงกับฉบับภาษาอังกฤษสำหรับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ถ้าผู้อ่านต้องการทราบศัพท์บรรยายหรือ รายละเอียดทางด้านเทคนิค โปรดอ้างอิงกับบทความภาษาอังกฤษ เช่นเดียวกัน

ฉบับที่ 35 มีนาคม 2012: เนื้อหา

ฉบับพิเศษ

สมาคมก่อสร้างโครงสร้างเหล็กของญี่ปุ่น (Japanese Society of Steel Construction)

รางวัลจากท่านประธาน JSSC ปี 2011

พิพิธภัณฑสถาน โยโกะ	1
พิพิธภัณฑสถาน เมืองนาโกยา	2
วิธีการเคลื่อนโครงสร้างหลังคาขนาดใหญ่สำหรับอาคารสนามบิน	3
การใช้โครงสร้างเหล็กในการปรับปรุงความสวยงามให้แก่อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	4
รางวัลงานวิจัย ปี 2010	5
หัวข้อพิเศษ: แผ่นดินไหว Great East Japan Earthquake	
ความเสียหายแก่โครงสร้าง และการบูรณะซ่อมแซมและ การก่อสร้างโครงสร้างขึ้นใหม่	7
สะพานไฮเวย์	8
สะพานทางด่วนยกระดับ	9
สะพานทางรถไฟ	10
โครงสร้างท่าเรือ	11
อาคารโครงสร้างเหล็ก	12
ระบบโครงสร้างอาคารแบบใหม่ที่นำวัสดุโครงสร้างชนิดใหม่มาใช้	15
การประชุมสัมมนาและงานด้านต่างประเทศ	
การประชุมสัมมนาของ JSSC ปี 2011	17
การมอบรางวัล	18
สาสน์ถึงผู้อ่าน	ปกหลัง

ฉบับภาษาไทย: ©The Japan Iron and Steel Federation 2012
The Japan Iron and Steel Federation

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

โทรศัพท์ : 81-3-3669-4815

โทรสาร: 81-3-3667-0245

ที่อยู่อีเมล: sunpou@jjsf.or.jp

เว็บไซต์: <http://www.jjsf.or.jp>

รางวัลจากท่านประธาน JSSC ปี 2011

(หน้าที่ 1)

พิพิธภัณฑ์โฮกิ

ผู้ได้รับรางวัล: บ.นิกเกน เซ็ทโก จำกัด และ บ. โอบายาชิ

สิ่งที่มีความโดดเด่นสำหรับโครงสร้างของอาคารพิพิธภัณฑ์โฮกิก็คือโครงสร้างแผ่นเหล็กประกอบรูปกล่องที่มีความยาว 100 เมตรซึ่งกินพื้นที่เป็น 1 โชนของพิพิธภัณฑ์ ส่วนโครงสร้างรูปกล่องนี้มีจุดรองรับ 2 จุด มีระดับลอยอยู่เหนือโครงสร้างส่วนล่าง และยื่นออกเป็นระยะ 30 เมตรที่ปลายด้านหนึ่ง (รูปภาพที่ 1) ระบบโครงสร้างชนิดนี้แสดงถึงแนวทางการออกแบบด้านสถาปัตยกรรมที่ว่า “ลอยอยู่ท่ามกลางป่าและธรรมชาติ”

คานประกอบรูปกล่องนี้มีรูปแบบที่ยื่นออกทางด้านหนึ่ง และมีรูปทรงหน้าตัดที่ประกอบไปด้วยผนัง 2 ด้าน และพื้น 2 ชั้น (พื้น 1 ชั้น และหลังคา 1 ชั้น) ผนังด้านนอกของคานรูปกล่องนี้มีรูปร่างโค้งเล็กน้อย (รูปภาพที่ 2 และ 3) รูปทรงที่เป็นส่วนโค้งภายนอกนี้มีการทาบทับด้วยผนังภายในที่ยังทำหน้าที่เป็นผนังสำหรับแสดงผลงานอีกด้วย เนื่องจากส่วนโครงสร้างที่ทาบทับกันนี้เป็นตำแหน่งของบันได จึงต้องมีการเผื่อระยะทาบให้เพียงพอทั้งในส่วนหน้าและส่วนหลังของบันได เพราะฉะนั้น กำลังต้านทานของโครงสร้างจึงมาจากผนังภายในและภายนอกอาคารเป็นหลัก

พื้นผิวในแนวนอนทั้ง 2 ด้าน (พื้นและหลังคา) รวมทั้งผนัง 2 ด้านของคานรูปกล่องประกอบกันเป็นโครงสร้างแผ่นเหล็กประกอบที่มีเหล็กรูปพรรณ (H250) และเหล็กไลท์เกท (C250) แผ่นเหล็กที่มีการเคลือบผิวได้นำมาใช้เพื่อให้เป็นพื้นผิวตกแต่งสำหรับกำแพงภายนอก กำแพงแสดงผลงานและเพดาน รูเล็ก ๆ จำนวนมากได้เจาะไว้ในแผ่นเหล็กเพดาน สำหรับไฟ LED และช่องแอร์ สายไฟและท่อต่าง ๆ ก็ออกแบบให้วิ่งผ่านโครงสร้างแผ่นเหล็กประกอบนี้ รูปภาพได้นำมาแขวนไว้กับผนังแสดงผลงานโดยใช้แม่เหล็ก (อ้างอิงกับรูปภาพที่ 4 และ 5) แผ่นเหล็กนี้เป็นทั้งโครงสร้าง เป็นทั้งการออกแบบ เหมาะสมกับการใช้งาน และให้ความสวยงามทางด้านสถาปัตยกรรม

คุณสมบัติทางด้านโครงสร้างของแผ่นเหล็กประกอบนี้ได้มีการตรวจสอบโดยวิธีการทดสอบการเชื่อมอูดรู การยึดรั้งที่รอบแผ่น

เหล็ก และการรับแรงเฉือนแบบวงจักร นอกจากนี้ คุณสมบัติการรับน้ำหนักของโครงสร้างที่เป็นแบบคานยื่นนี้ ได้รับการตรวจสอบโดยวิธีการทดสอบกำลังรับน้ำหนักจริง เนื่องจากพิพิธภัณฑ์นี้ถือเป็นโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมที่ไม่ธรรมดา ข้อมูลทั้ง 3 มิติของอาคารจึงได้มีการแบ่งปันกันระหว่างกลุ่มทำงานต่าง ๆ ระหว่างการประกอบชิ้นส่วนและการประกอบติดตั้งหน้างาน เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าได้นำมาใช้เพื่อให้ได้ความเที่ยงตรงที่สูงที่สุดสำหรับการเชื่อมหน้างาน การตัดตรงของชิ้นส่วน และการประกอบติดตั้ง ยิ่งไปกว่านั้น สิ่งที่เกิดจากการทำงานคือโครงการนี้ทำให้กลุ่มผู้ทำงานต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ที่ได้จากงานก่อสร้างด้วยกัน พิพิธภัณฑ์โฮกิเป็นอาคารโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ อีกทั้งมีข้อจำกัดเรื่องน้ำหนัก และรูปแบบการใช้ ที่มีเพียงผลิตภัณฑ์เหล็กเท่านั้นที่สามารถทำได้

รูปภาพที่ 1 ภายนอกภายนอกของโครงสร้างแผ่นเหล็กประกอบรูปกล่อง

รูปภาพที่ 2 โครงสร้างแบบคานยื่น

รูปภาพที่ 3 การก่อสร้างหน้างาน

รูปภาพที่ 4 ภาพแสดงภายในของโครงสร้างแผ่นเหล็กประกอบรูปกล่อง

รูปภาพที่ 5 การก่อสร้างโครงสร้างแผ่นเหล็กประกอบรูปกล่อง

(หน้าที่ 2)

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เมืองนาโกยา

ผู้ได้รับรางวัล: บ.นิกเกน เซ็ทโก จำกัด และ บ. ทาเกนากะ

สิ่งที่มีความโดดเด่นของโครงสร้างสำหรับอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เมืองนาโกยาก็คือโครงสร้างรูปทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกประมาณ 40 เมตร ที่ซึ่งเป็นที่ตั้งของหอดูดาวระดับโลก โครงสร้างรูปทรงกลมนี้ตั้งอยู่ระหว่างอาคารด้านทิศตะวันออกและอาคารด้านทิศตะวันตก โดยที่มีรูปทรงแทบจะอยู่ในแนวระนาบทางตั้ง เนื่องจากโครงสร้างรูปทรงกลมนี้มิได้มีการรองรับโดยเสา จึงทำให้โครงสร้างดูเหมือนลอยตัวอยู่ (รูปภาพที่ 1)

โครงสร้างรูปทรงกลมประกอบไปด้วยโครงสร้างครึ่งวงกลม ส่วนบน และครึ่งวงกลมส่วนล่างเมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนในการก่อสร้าง โครงสร้างครึ่งวงกลมส่วนบนเป็นส่วนเดิมของหอดูดาว และเพื่อที่จะทำให้ทั้งโครงสร้างทรงกลมดูเหมือนลอยอยู่ โครงสร้างครึ่งวงกลมส่วนล่างได้รับการออกแบบให้รองรับ โครงสร้างทรงกลมที่มีน้ำหนักมากถึง 40,000 กิโลนิวตัน (อ้างอิง กับรูปที่ 1 และรูปภาพที่ 2)

ในการก่อสร้างโครงสร้างครึ่งวงกลมส่วนล่าง โครงสร้างรูปโค้ง เพื่อรองรับน้ำหนักในแนวดิ่งได้ติดตั้งไว้ในตำแหน่งระนาบรูปตัว X ซึ่งเชื่อมต่อเสารองรับในอาคารทางด้านทิศตะวันออกและทิศ ตะวันตก และส่วนแกนของรูปทรงกลม (รูปที่ 2) น้ำหนักของ โครงสร้างถูกรองรับโดยการติดตั้งโครงถักในส่วนของแผ่นเปลือก ภายใต้น และบนพื้นของโครงสร้างรูปทรงกลม

ในการก่อสร้างโครงสร้างครึ่งวงกลมส่วนบน โครงสร้างโครงถัก แบบประกอบซึ่งใช้ระบบโครงถักและท่อเหล็กร่วมกัน ได้ถูก นำมาใช้เพื่อผ่อนคลายภาระน้ำหนักบรรทุกที่วางอยู่บนครึ่งวงกลม ส่วนล่าง และยังเป็นภาระลดน้ำหนักของทั้งโครงสร้างรูปทรงกลม ด้วย

โครงสร้างต้านทานแรงดัดแบบช่วงเดียว (ระยะช่วงเสา ประมาณ 20 เมตร) ได้นำมาใช้เพื่อให้ได้อาคารที่มีพื้นที่โล่ง เพราะความแข็งในแนวนอนของโครงต้านทานแรงดัดแบบช่วง เดียวค่อนข้างต่ำ จึงจำเป็นที่จะเพิ่มความแข็งและกำลังต้านทาน โดยการเติมคอนกรีตเข้าไปในเสาเหล็กแบบท่อกลวง และโดยการ ใช้โครงค้ำยันเหล็กและวัสดุ viscous damper

แผนการก่อสร้างกำหนดให้อาคารในด้านทิศตะวันออกและทิศ ตะวันตกมีการก่อสร้างขึ้นก่อน ตามด้วยโครงสร้างทรงกลมนี้ ใน การก่อสร้างโครงสร้างรูปทรงกลม โครงสร้างครึ่งวงกลมส่วนล่าง ได้ถูกรองรับชั่วคราวโดยเสาน้ำจันทน์จำนวน 31 ต้น และหลังจาก การก่อสร้างเสร็จสิ้นสำหรับโครงสร้างรูปทรงกลมส่วนล่าง โครงสร้างนี้จะถูกลดระดับเข้าไปยังจุดที่กำหนดโดยใช้แจ็ค โครงสร้างรูปทรงกลมนี้เป็นโครงถักชนิดปิด และจึงจำเป็นที่จะต้อง มีความแข็งแรงสำหรับขั้นตอนการผลิตและประกอบติดตั้ง โครงสร้าง เพื่อให้ได้ตั้งนี้ จึงต้องมีการจัดเตรียมขั้นตอนการทำงาน หลายอย่างเพื่อให้ได้โครงสร้างที่มีความถูกต้อง – ขั้นตอนการ

ประกอบชิ้นส่วนชั่วคราว การควบคุมความเที่ยงตรงของการ ประกอบติดตั้งหน้างาน และ งานวัดระดับความเค้นที่เกิดขึ้นใน ชิ้นส่วน

รูปที่ 1 รูปร่างหน้าตัดของพิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์เมืองนาโกยา

รูปที่ 2 โครงสร้างครึ่งวงกลมส่วนล่าง

รูปภาพที่ 1 โครงสร้างรูปทรงกลมที่เป็นที่ตั้งของหอดูดาว

รูปภาพที่ 2 ภาพแสดงพิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์เมืองนาโกยา

(หน้าที่ 3)

วิธีการเลื่อนโครงสร้างหลังคาขนาดใหญ่สำหรับอาคาร สนามบิน

ผู้ได้รับรางวัล: บ. คาจิม่า

โครงสร้างหลังคาขนาดใหญ่ได้ถูกติดตั้งเหนือพื้นที่ลอบบี้ เช็คอินของอาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศซึ่งได้เปิดใช้เมื่อเดือน ตุลาคม 2010 ที่สนามบินระหว่างประเทศโตเกียว (ฮาเนดะ) โครงสร้างหลังคามีหน้าตัดเป็นรูปโค้งคั่นฐานซึ่งคล้ายคลึงกับด้าน ลาดส่วนล่างของภูเขาไฟฟูจิ

โครงสร้างหลังคาขนาดใหญ่นี้เป็นโครงสร้างช่วงยาวประเภท โครงถักเหล็ก 3 มิติ (69x162 เมตร) ซึ่งเป็นโครงถักเชื่อมต่อกัน 10 โครงและวางอยู่บนหัวเสาที่มีตำแหน่งห่างกัน 60 เมตร วิธีการ เลื่อนโครงสร้างได้นำมาใช้ในพื้นที่หลังคา 16,000 ตารางเมตร จากพื้นที่ทั้งสิ้นของหลังคา 18,000 ตารางเมตร ยกเว้นหลังคา หนึ่งช่วงเสาทางทิศเหนือและส่วนที่อยู่เหนือทางเข้าชานชาลาของ รถไฟ

สำหรับวิธีการเลื่อนโครงสร้างหลังคานี้ แต่ละโครงถัก 3 มิติ (9x92 เมตร) จะถูกเลื่อนเป็นระยะทาง 18 เมตรบนคานารางรถไฟ ชั่วคราวที่วางอยู่บนหัวเสาโดยการใช้น้ำมันไฮดรอลิก ซึ่งวางอยู่บน หัวของเสารองรับโครงถัก โครงถักที่ทำการเลื่อนเข้าตำแหน่งจะ นำไปเชื่อมต่อกับโครงถักที่ติดกัน เนื่องจากการเลื่อนครั้งสุดท้าย เป็นการเลื่อนโครงถักที่เชื่อมต่อกันแล้วรวม 9 แถวซึ่งมีน้ำหนักรวม ประมาณ 5,000 ตัน หลังคาจะถูกเลื่อนโดยการไต่กลุ่มลวดอัดแรง

จำนวน 2 เส้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง 28.6) ซึ่งตั้งอยู่บนแต่ละหัวเสา และแฉกขนาด 50 ต้น 2 ตัว แฉกสามารถเคลื่อนหลังคาที่มีน้ำหนักมากนี้ได้โดยอาศัยสโตรคที่มีชุดรับแรงปฏิกิริยาองรับไว้ 2 ช่วงเสา (L = 36 เมตร) ตำแหน่งของสโตรคและการใสน้ำหนักของแฉกแต่ละตัวได้กำหนดไว้โดยระบบควบคุมอัตโนมัติอาศัยกล่องควบคุมแบบ CPU ที่สร้างขึ้น

หลังคาขนาดใหญ่นี้ได้ก่อสร้างเสร็จสิ้นตามกำหนดการ เป็นเพราะงานเลื่อนโครงสร้างหลังคาที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ซึ่งวิธีการนี้ไม่เคยใช้กับการก่อสร้างอาคารมาก่อน ความสำเร็จครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กที่มีช่วงยาว เราหวังว่าองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการทำงานในโครงการนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานจริงในงานก่อสร้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

รูปภาพที่ 1 ภาพแสดงหลังคาขนาดใหญ่ของอาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ

รูปภาพที่ 2 การเลื่อนโครงสร้างหลังคาครั้งที่ 5

รูปภาพที่ 3 การเลื่อนโครงสร้างหลังคาครั้งที่ 7

รูปที่ 1 รูปตัดของอาคารผู้โดยสารระหว่างประเทศ

(หน้าที่ 4)

การใช้โครงสร้างเหล็กในการปรับปรุงความสวยงามให้แก่อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

ผู้ได้รับรางวัล: บ. ทาเกนากะ

ตลาดของงานก่อสร้างอาคารในปัจจุบันต้องประสบกับประเด็นที่ต้องคำนึงถึงใหม่ ๆ เช่น จำนวนที่ลดลงของงานก่อสร้างอาคารใหม่ เนื่องจากการลดลงของประชากรและสังคมผู้สูงอายุ และความต้องการในการพัฒนาของสังคมให้มีปริมาณคาร์บอนที่ต่ำ การปรับปรุงความสามารถในการป้องกันภัยพิบัติ และการเสริมกำลังโครงสร้างในการต้านทานแรงแผ่นดินไหว เมื่อพิจารณาถึงสิ่งเหล่านี้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการที่อาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันจะสามารถนำไปใช้งานในอนาคตอย่างดี มีคุณค่า ในงานบูรณะ

ซ่อมแซมอาคารเก่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการป้องกันแรงแผ่นดินไหว ในปัจจุบันนี้ มีเพียงแต่เป็นการปรับปรุงกำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวเท่านั้น แต่โครงสร้างที่ปรับปรุงแล้วสามารถเพิ่มคุณค่าให้แก่อาคารเช่น การปรับปรุงความสวยงามของอาคารด้วยเช่นกัน

ในการเสริมกำลังป้องกันแรงแผ่นดินไหวทั่วไป เนื่องจากกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กหรือโครงค้ำยันเหล็กมักจะติดตั้งอยู่ที่ด้านนอกหรือ ผนังด้านในของอาคาร การเสริมกำลังนี้มักจะทำให้เกิดข้อจำกัดแก่อาคารทั้งระหว่างการทำงานเสริมความแข็งแรงหรือหลังจากงานเสริมความแข็งแรงได้เสร็จสิ้นลงแล้ว การเสริมกำลังจากด้านนอกของอาคาร (เปลือกด้านนอกสุด) เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะรักษารูปแบบ ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร ซึ่งยังเป็นวิธีการให้อาคารยังสามารถใช้งานต่อไปได้ และสามารถที่จะมีความยืดหยุ่นสำหรับการใช้งานในอนาคต

แนวความคิดในการบูรณะซ่อมแซมโครงสร้างหลาย ๆ อย่างได้นำมาใช้งานจริงซึ่งตอบสนองของความต้องการที่จะปรับปรุงรูปลักษณะของการออกแบบ ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น หรือแม้กระทั่งลดระยะเวลาการก่อสร้าง ความพยายามเหล่านี้กระทำได้โดยการนำข้อดีต่าง ๆ ของเหล็กมาใช้ เกี่ยวกับ น้ำหนัก ความแข็งแรง และกำลังต้านทาน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ศักยภาพของเหล็กมาใช้ในด้าน ความบางของหน้าตัด น้ำหนักที่เบาในการขนย้าย และการประกอบขึ้นส่วนในโรงงานก่อนประกอบจริงหน้างาน ตัวอย่างการใช้งาน 3 ตัวอย่างได้แสดงไว้ในที่นี้

ตัวอย่างที่ 1: อาคารโรงพยาบาลแห่งหนึ่งได้มีการดัดแปลงให้เป็นศูนย์ส่งเสริมสุขภาพ กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กภายในอาคารได้ถูกรื้อถอนออก และโครงสร้างแบบโครงถักเหล็กได้ถูกออกแบบและติดตั้งไว้บนส่วนตกแต่งเปลือกนอกของอาคาร (façade) ซึ่งให้คุณค่ากับอาคารหลายข้อเช่น ความกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม มีพื้นที่วางอุปกรณ์ได้ ระยะเวลาที่สั้นเพิ่มขึ้น เพิ่มพื้นที่สีเขียว และเพิ่มพื้นที่ขายคาแก่อาคาร

ตัวอย่างที่ 2: อาคารโรงเรียนคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 4 ชั้นได้รับการบูรณะปรับปรุงให้เป็นอาคารที่สวยงามสูง 8 ชั้น วิธีการวางโครงสร้างแบบใหม่ได้นำมาใช้เพื่อเพิ่มพื้นที่จำนวน 3 ชั้นเหนือระดับหลังคาและให้เป็นระบบโครงสร้างแบบแยกฐาน (Base-Isolation

System) ที่กลางอาคาร โดยมีจุดมุ่งหมายให้ปรับปรุงอาคารโรงเรียนเก่าให้เป็นอาคารใหม่ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของทั้งโรงเรียนและอาคารสาธารณะของท้องถิ่น

ตัวอย่างที่ 3: อาคารห้างสรรพสินค้าคอนกรีตเสริมเหล็กได้ทำการเสริมกำลังเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว โดยการใส่ระบบกำแพงหล่อสำเร็จรูป 3 เหลี่ยม ที่คั่นเคยกับชาวเมืองให้ได้รูปร่างการออกแบบที่ต้องการ อาคารได้ทำการบูรณะปรับปรุงโดยใช้โครงสร้างเหล็กรูป 3 เหลี่ยมเป็นหลัก ตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างที่ดีในกรณีที่ต้องการให้อาคารมีกำลังรับน้ำหนักที่สูงขึ้นและในขณะเดียวกันความสวยงามก็ได้รับการปรับปรุงเช่นกัน ซึ่งเป็นการใช้กำลังการรับน้ำหนักของเหล็กอย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวอย่างที่ 1 การปรับปรุงอาคารโดยใช้โครงถักเหล็ก

ตัวอย่างที่ 2 วิธีการขยายอาคารในทางตั้งโดยใช้พื้นฐานของ Base Isolation

ตัวอย่างที่ 3 วิธีการปรับปรุงซ่อมแซมอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้โครงเหล็กรูปสามเหลี่ยม



รางวัลงานวิทยานิพนธ์ 2011

(หน้าที่ 5)

งานศึกษาวิจัยเชิงทดลองในหัวข้อพฤติกรรมทางกลศาสตร์ของรอยต่อแบบแรงเสียดทานของสลักเกลียวกำลังสูงประเภทหลายแฉกกับแผ่นเหล็กหนา

ผู้ได้รับรางวัล: ทากาชิ ยามาคุชิ, ศาสตราจารย์มหาวิทยาลัยโอซาก้าซิติและผู้ร่วมวิจัย 3 ท่าน

ในแวดวงการก่อสร้างสะพานเหล็ก ได้พบเห็นตัวอย่างในการนำแผ่นเหล็กชนิดที่มีความหนาเกินกว่า 75 มิลลิเมตรเข้ามาใช้งานกันมากขึ้นเพื่อให้ได้โครงสร้างที่ตอบสนองของความต้อการได้ดีขึ้น ถึงแม้ว่ายังมีได้มีการรับรองการใช้งานของรอยต่อประเภทนี้ในงานศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การเลื่อนไถล (slip factor) โดยกำหนดจำนวนแฉกของสลักเกลียวและ

อัตราส่วนระหว่าง ค่ากำลังที่เกิดการเลื่อนไถลต่อค่ากำลังคราก β ของรอยต่อเป็นค่าพารามิเตอร์ในการศึกษา ดังเช่นถ้ารอยต่อที่มีแผ่นเหล็กความหนา 75 มิลลิเมตรที่ใช้สลักเกลียวกำลังสูงประเภท M24 ก็สามารจจำลองโมเดลให้ใช้แผ่นเหล็กหนา 50 มิลลิเมตรที่ใช้สลักเกลียวกำลังสูงประเภท M16 เพื่อใช้ในการทดลองได้ (รูปภาพที่ 1)

สิ่งที่พบจากการทดสอบมีดังนี้: .ในรอยต่อที่ใช้สลักเกลียวจำนวน 4 แฉก การเลื่อนไถลในรอยต่อเกือบจะเคลื่อนที่ไปด้วยพร้อม ๆ กันทั้งหมด ในทางตรงกันข้าม รอยต่อที่ใช้สลักเกลียวจำนวน 12 แฉก ลักษณะการเลื่อนไถลเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้น แต่จะเป็นในลักษณะที่เกิดจากด้านนอกสุดก่อนแล้วจึงเข้ามาด้านในเช่นเดียวกันนี้ ดังที่แสดงในรูปที่ 1(a) เมื่อจำนวนของแฉกสลักเกลียวมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การเลื่อนไถลนี้ลดลง ในรอยต่อที่มีค่า β สูง ที่ซึ่งเกิดการครากในรอยต่อขึ้นก่อน อัตราการลดลงของแรงในแนวแกนของสลักเกลียวที่อยู่แฉกนอกมีค่ามาก และอัตราการลดลงของสัมประสิทธิ์การเลื่อนไถลเนื่องจากการเพิ่มจำนวนแฉกก็มีค่ามากเช่นกัน นอกจากนี้ ดังที่แสดงในรูปที่ 1(b) และ 1(c) จากการที่พบการลดลงของแรงในแนวแกนของสลักเกลียวในช่วงเริ่มเกิดการเลื่อนไถล จึงสรุปได้ว่าการเลื่อนไถลขนาดใหญ่ จะเกิดเมื่อค่าอัตราการลดลงของแรงในแนวแกนสำหรับสลักเกลียวที่อยู่ตรงกลาง ซึ่งเป็นกลุ่มสลักเกลียวสุดท้ายที่จะเกิดการลดลงของแรงในแนวแกน เกินกว่าประมาณ 8%

รูปภาพที่ 1 แสดงภาพการจัดเตรียมการทดลอง

รูปที่ 1 ผลการทดลอง

- ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแฉกของสลักเกลียวกับค่าอัตราการลดลงของสัมประสิทธิ์การเลื่อนไถล
- ค่าที่เปลี่ยนแปลงในแรงในแนวแกนของสลักเกลียว M16-12-0.72
- ค่าที่เปลี่ยนแปลงในแรงในแนวแกนของสลักเกลียว M16-12-1.3

(หน้าที 5)

ผลของลักษณะการเชื่อมที่มีต่อพลังงานของ Charpy ในโซนที่ได้รับผลกระทบจากการเชื่อมในเหล็กที่มีความเหนียวต่ำ

ผู้ได้รับรางวัล: โยชิอิโร ซากิโน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยโอซากา

ในงานวิจัยสำหรับเหล็กที่มีความเหนียว (toughness) ต่ำมาก ๆ เนื้อเหล็กในโซนที่ได้รับผลกระทบเนื่องจากความร้อนจากการเชื่อม (Heat Affected Zone, HAZ) ได้ถูกจำลองเพื่อการวิเคราะห์โดยวิธีการสมมติให้โครงสร้างระดับไมโคร (microstructure) มีรูปแบบที่สม่ำเสมอ โดยมีคุณสมบัติของวัสดุที่ไม่เปลี่ยนแปลง เฉกเช่นเดียวกับเนื้อเหล็กในโซนอื่น ซึ่งวัดตามผลที่ได้จากการทดสอบคุณสมบัติของความเหนียวโดยวิธี Charpy Impact Test วัฏจักรของความร้อนในการเชื่อมหลาย ๆ ครั้งในการทดสอบนี้ได้จำลองโดยใช้การวิเคราะห์วิธีการนำความร้อนชนิดที่เปลี่ยนแปลงได้ (unsteady-heat-conduction analysis) ในทิศทาง 3 มิติ จากข้อมูลเหล่านี้ ได้มีการศึกษาถึงลักษณะการเชื่อมซึ่งพลังงานของ Charpy ของเหล็กแบบความเหนียวต่ำมีค่าสูงขึ้น

ผลของการศึกษาแสดงว่า ในกรณีที่มีการเชื่อมเป็นแบบรอบเดียวในเหล็กที่มีความเหนียวต่ำ พลังงานของ Charpy เพิ่มขึ้นใน FGHAZ และ ICHAZ แต่ยังมีค่าที่ต่ำใน CGHAZ อย่างไรก็ตาม เมื่อเหล็กที่มีความเหนียวต่ำนี้รับความร้อนแบบวัฏจักรซึ่งอุณหภูมิขึ้นถึง 880 องศาเซลเซียส หลังจากที่ถูกอุณหภูมิความร้อนที่มากที่สุดจากการสะสมความร้อนใน bond line ขึ้นถึง 1,350 องศาเซลเซียสในการเชื่อมแบบหลาย ๆ รอบ พลังงาน Charpy สำหรับเหล็กที่มีความเหนียวต่ำมีค่าสูงขึ้นอย่างมากถึง 70J หรือมากกว่า (ที่ 0 องศาเซลเซียส)

ดังที่ได้เห็น งานวิจัยแสดงไว้อย่างชัดเจนว่าไม่ใช่เพียงแต่กรณีที่มีการเชื่อมลดพลังงานของ Charpy แต่ยังเป็นไปได้ว่าพลังงานของ Charpy นี้สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยวิธีการควบคุมความร้อนของชิ้นงานและการควบคุมการเย็นตัวของเหล็ก

รูปที่ 1 เส้นกราฟแสดงค่า Charpy สำหรับเหล็กความเหนียวต่ำ

รูปที่ 2 ผลของอุณหภูมิหลังจากที่ความร้อนถึงระดับสูงที่สุด

(a) วัฏจักรความร้อนจากการเชื่อมสมมติ

(b) ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่สูงที่สุดในการเชื่อมรอบสุดท้ายและพลังงานแบบ Charpy

(หน้าที 6)

งานวิจัยคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของรอยต่อสลักเกลียวกำลังสูงที่แผ่นเอวของคานกับรอยต่อปลายสุดของคานแบบผสม

ผู้ได้รับรางวัล: ยูโกะ ซาโต บ. นิปปอนสตีล และ ชูมิกิน เมทัลโปรดักส์ จำกัด

เมื่อใช้วิธีการต่อเหล็กที่ปลายสุดของคานในการก่อสร้างโครงสร้างอาคารเหล็ก วิธีการต่อรอยต่อปลายสุดของคานแบบผสมได้ถูกนำมาใช้ ตัวอย่างเช่น แผ่นเอวของคานใช้รอยต่อแบบสลักเกลียวกำลังสูง และแผ่นปีกของคานใช้วิธีการเชื่อมหน้างาน จนกระทั่งปัจจุบัน คุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของรอยต่อแบบแรงเสียดทานที่ใช้สลักเกลียวกำลังสูงในส่วนของแผ่นเอวของคาน ยังไม่ได้มีการกำหนดอย่างชัดเจน งานวิจัยได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ: ให้เข้าใจถึงคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของรอยต่อสลักเกลียวกำลังสูงของแผ่นเอวคานที่มีการเชื่อมต่อกับรอยต่อที่ปลายคานแบบผสม เพราะเหตุนี้โมเดลวิเคราะห์แบบไฟไนต์อีลิเมนต์ แบบอีลาสโต-พลาสติก ได้ถูกนำมาใช้โดยที่อัตราส่วนของความกว้างต่อความหนาในเสาเหล็กและการเรียงตัวของสลักเกลียวกำลังสูงเป็นตัวแปรพารามิเตอร์ในการศึกษา

สิ่งที่พบจากผลการวิเคราะห์ศึกษาก็คือ เมื่ออัตราส่วนระหว่างความกว้างกับความหนาในเสามีค่าต่ำและจำนวนของสลักเกลียวที่ใช้มีค่าสูงขึ้น โมเมนต์การดัดที่จะเกิดในที่รอยต่อแผ่นเอวของคานจะมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าทึ่งที่ว่าอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาของเสา และการจัดเรียงสลักเกลียวมีผลต่อคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของรอยต่อสลักเกลียวกำลังสูงที่แผ่นเอวของคาน ในขณะที่เกิดการเลื่อนไถลและกำลังครากสูงสุดเกิดขึ้น การกระจายความเค้นในสลักเกลียวกำลังสูงต่าง ๆ ได้นำมาเปรียบเทียบกันและศึกษาความแตกต่างของความเค้นนี้ตามค่าอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาของเสา และการ

จัดเรียงตัวของสลักเกลียว

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในแผ่นเอวของคาน และเหล็กฉาก

รูปที่ 2 B62-Dt22: ค่าการกระจายความเค้นของรอยต่อสลักเกลียวกำลังสูงที่แผ่นเอวของคานในขณะเวลาที่เกิดการเลื่อนไถล

รูปที่ 3 B62-Dt22: ค่าการกระจายความเค้นของรอยต่อสลักเกลียวกำลังสูงที่แผ่นเอวของคานในขณะเวลาที่เกิดกำลังครากสูงสุด

รูปที่ 4 ลักษณะของความเค้นในรอยต่อสลักเกลียวกำลังสูงที่แผ่นเอวของคาน ซึ่งสมมติวิธีการในการออกแบบปัจจุบัน

(หน้าที่ 6)

ผลของตัวแปรพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับกลไกการวิบัติของแผงพานลที่มีรอยต่อคานกับเสาไม่สมำเสมอในโครงสร้างเหล็ก

ผู้ได้รับรางวัล: ชูชุมุ คูวาฮารา ผู้ช่วยศาสตราจารย์มหาวิทยาลัยโอซากา

โดยทั่วไป แผงพานลของรอยต่อระหว่างคานกับเสาแบบมาตรฐานจะเป็นลักษณะที่คานทางด้านขวาและด้านซ้ายที่เชื่อมต่อกับเสามีความลึกคานและมีตำแหน่งของปีกคานเดียวกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อกำหนดในการใช้งานและการตั้งเป้าในการลดน้ำหนักของโครงเหล็ก รอยต่อได้นำมาใช้โดยที่คานที่อยู่สองฝั่งของคานมีความลึกคานและตำแหน่งของปีกคานที่แตกต่างกัน (รูปที่ 1) แผงพานลเหล่านี้เรียกว่าแผงพานลแบบไม่สมำเสมอ ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 2 แผงพานลเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงกลไกการวิบัติหลายรูปแบบ

ในบทความนี้ สูตรการคำนวณได้คิดค้นขึ้นมาซึ่งสามารถคำนวณกำลังครากระหว่างการเกิดกลไกการวิบัติหลากหลายได้ตามวิธีการวิเคราะห์โครงสร้างแบบอิลาสติก และในขณะเดียวกันได้มีการตรวจสอบโดยใช้วิธีการคำนวณจากตัวแปรพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อหาลำดับครากของแผงพานล ผลจากการวิจัยที่ได้

สามารถบ่งชี้ถึงกลไกการวิบัติที่สามารถที่จะวิเคราะห์ได้ในขั้นตอนการออกแบบขึ้นอยู่กับรูปทรงของเสาและแผงพานล

รูปที่ 1 แผงพานลแบบไม่สมำเสมอ

รูปที่ 2 กลไกการวิบัติหลายประเภทของแผงพานลแบบไม่สมำเสมอ



บทความฉบับพิเศษ

แผ่นดินไหว Great East Japan Earthquake – ความเสียหายต่อโครงสร้างสะพาน อาคาร และโครงสร้างอื่น ๆ และวิธีการบูรณะซ่อมแซมและการก่อสร้างขึ้นใหม่

(หน้าที่ 7)

โดย มาซัทซึกุ นาโก

ประธานคณะกรรมการด้านต่างประเทศ สมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่งประเทศไทย

เมื่อเวลา 14:46 ของวันที่ 11 มีนาคม 2011 ได้เกิดแผ่นดินไหว Great East Japan (ขนาด 9.0) ขึ้น ซึ่งแผ่นดินไหวนี้เป็นเหตุให้เกิดการสั่นไหวและคลื่นสึนามิที่เป็นเหตุให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง รัฐบาลญี่ปุ่นได้ตั้งชื่อแผ่นดินไหวนี้ว่า Great East Japan Earthquake หรือ แผ่นดินไหวปี 2011 นอกชายฝั่งแปซิฟิกของโตโฮกุ ตามข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้เมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2011 มีผู้สูญเสียชีวิต 15,836 ราย ในขณะที่ผู้หายสาบสูญ 3,650 ราย แผ่นดินไหวที่เกิดนี้ ความเสียหายเนื่องจากคลื่นสึนามิมีความรุนแรงกว่าความเสียหายที่มีผลจากการสั่นไหวเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวเป็นชนิดที่เกิดที่แผ่นเปลือกโลกใต้มหาสมุทรที่มีขนาดความรุนแรง 6 (จากขนาดรุนแรงที่สุด 7 ตามสเกลความรุนแรงของแผ่นดินไหวของอุตุนิยมวิทยาญี่ปุ่น) และขนาด magnitude 9 ซึ่งเป็นขนาดที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่พบในญี่ปุ่น ศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ที่ตำแหน่ง 130 กิโลเมตรนอกชายฝั่งโต

โยกที่ความลึก 24 กิโลเมตร บริเวณที่เกิดรอยเลื่อนครอบคลุมพื้นที่กว้างใหญ่ (มีระยะ 500 กิโลเมตรจากทางด้านทิศเหนือไปยังทิศใต้ และ 200 กิโลเมตรจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกนอกชายฝั่งแปซิฟิกจากพื้นที่ซานริกุไปจนถึงเขตอิบารากิ) และทำให้เกิดเหตุการณ์ความเสียหายรุนแรง 3 เหตุการณ์ใหญ่ ๆ ที่ตามลำดับ (รูปที่ 1)

ค่าความเร่งที่มากที่สุดที่วัดได้คือ 2,933 gal (ที่คุริฮาระ เขตมียากิ) และค่าความเร่งที่มีค่ามากกว่า 2,000 gal นี้ยังตรวจพบได้ที่จุดอื่น ๆ 19 จุด รูปที่ 2 แสดงค่าการตอบสนองของความเร่งแบบ (spectral acceleration response) ของแผ่นดินไหวปัจจุบัน ในขณะที่การสั่นไหวค่อนข้างจะรุนแรงมาก แต่โครงสร้างที่ตรวจพบได้รับความเสียหายเนื่องจากการสั่นไหวนี้ค่อนข้างน้อย เหตุผลสำคัญประการหนึ่งก็คือแผ่นดินไหวครั้งนี้มีช่วง spectral acceleration ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ในช่วงคาบการสั่นธรรมชาติที่สั้นระหว่าง 0.3 – 0.5 วินาที เมื่อเทียบกับคาบการสั่นธรรมชาติของอาคารและโครงสร้างสาธารณูปโภคทั่วไปส่วนใหญ่

อีกเหตุผลหนึ่งที่เกิดความเสียหายในโครงสร้างน้อยก็คือการที่ได้มีการเสริมกำลังเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหวใหญ่ ๆ ที่ได้มีการกระทำกันภายหลังการเกิดแผ่นดินไหว Great Hanshin (1995) แผ่นดินไหวครั้งนี้ยังมีลักษณะเฉพาะคือระยะเวลาการสั่นที่ยาวนาน และช่วงการสั่นไหวของคาบการสั่นแบบยาว ที่มีระยะเวลากว่า 20 วินาที

สิ่งที่เด่นชัดของแผ่นดินไหว Great East Japan นี้ก็คือความเสียหายอย่างรุนแรงที่เกิดเนื่องจากคลื่นสึนามิ คลื่นที่มีความสูงมากกว่า 16 เมตรไม่เพียงแต่จะก่อให้เกิดความเสียหายวิบัติแก่อาคารเท่านั้น รายงานผู้เสียชีวิตจากการจมน้ำมีจำนวนประมาณ 95 % ของผู้เสียชีวิตทั้งหมด นอกจากนี้ ยังได้รับรายงานต่อมาว่า ความสูงของคลื่นสึนามิสะสมสูงสุดที่เกิดขึ้นวัดได้ถึง 39 เมตร รูปภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างของความเสียหายที่เกิดจากคลื่นสึนามิ และรูปภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างของการแปรสภาพของดินเป็นดินเหลวซึ่งเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ดินถมตามชายฝั่งที่หันหน้าเข้าหาอ่าวโตเกียว (อ้างอิงกับรูปภาพที่ 1 และ 2)

บทความพิเศษเกี่ยวกับแผ่นดินไหว Great East Japan ต่อไปนี้จะกล่าวถึงความเสียหายเนื่องจากผลของแรงแผ่นดินไหว

และความพยายามในการบูรณะซ่อมแซม/ การก่อสร้างขึ้นใหม่ในด้านการก่อสร้างโครงสร้างดังนี้

- สะพานไฮเวย์
- สะพานทางด่วนยกระดับ
- สะพานทางรถไฟ
- โครงสร้างท่าเรือ
- อาคารโครงสร้างเหล็ก

ในท้ายที่สุด เป็นบทความเกี่ยวกับงานบูรณะซ่อมแซมและการก่อสร้างสำหรับอาคารที่ใช้โครงสร้างระบบใหม่

- อาคารที่ใช้ระบบโครงสร้างชนิดใหม่อาศัยวัสดุก่อสร้างแบบใหม่

รูปที่ 1 แผนที่ศูนย์กลางของแผ่นดินไหว

รูปที่ 2 การเปรียบเทียบค่าการตอบสนองของความเร่งแบบ spectral

รูปภาพที่ 1 ความเสียหายจากคลื่นสึนามิ

รูปภาพที่ 2 สภาพดินเหลว

(หน้าที่ 8)

สะพานไฮเวย์

โดย ทากาชิ ทามาโกชิ

สถาบันการจัดการที่ดินและสาธารณูปโภคแห่งชาติ

กระทรวงที่ดิน สาธารณูปโภค การคมนาคมและการท่องเที่ยว

ภัยพิบัติแผ่นดินไหว Great East Japan ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงซึ่งสะพานไฮเวย์ที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ชายฝั่งหรือสะพานข้ามแม่น้ำได้ถูกตัดออกไปโดยคลื่นสึนามิ (รูปภาพที่ 1) แต่ในพื้นที่ที่คลื่นสึนามิได้มีหลักฐานว่ามีความสูงเกินกว่าโครงสร้างด้านบนของสะพาน สะพานจำนวนมากเหล่านี้มิได้ถูกตัดออกไป นอกจากนี้ยังได้พบกรณีที่ดินบดอัดที่อยู่ติดเชื่อมต่อกับชั้นส่วนสะพานถูกคลื่นสึนามิตัดออกไปแทน ในขณะที่โครงสร้างสะพานยังสามารถคงอยู่กับที่ได้ (รูปภาพที่ 2) ในปัจจุบัน การสำรวจและงานวิจัยถึงกลไกที่ทำให้เกิดความเสียหายแก่สะพาน

เนื่องจากคลื่นสึนามิได้กระทำอย่างต่อเนื่องและหลายแขนง

ในกรณีที่มีความเสียหายมีต้นเหตุมาเนื่องจากการสั่นไหวจากแผ่นดินไหว ไม่พบการยืนยันของความเสียหายถึงชีวิตที่มีมาจากการวิบัติของโครงสร้างในสะพานที่ได้ก่อสร้างสอดคล้องกับมาตรฐานการออกแบบตาม “ข้อกำหนดสำหรับสะพานไฮเวย์” (จัดทำหลังจากปี 1996 หลังจากที่เกิดแผ่นดินไหว Great Hanshin ขึ้นในปี 1995) หรือในสะพานที่ได้มีการปรับปรุงเสริมกำลังตามมาตรฐานดังกล่าว ในทางตรงกันข้าม ในสะพานที่มีได้มีการเสริมกำลังตามมาตรฐาน ความเสียหายประเภทดังเช่น การโก่งเดาะและการแตกหักของโครงสร้างด้านบนได้ถูกตรวจพบเช่นเดียวกันกับความเสียหายแก่ตอม่อสะพานและส่วนรองรับแรงแบกทานสะพาน (รูปภาพที่ 3) ดังที่ได้พบเห็นในภายหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นมาก่อน นอกจากนี้แม้กระทั่งกรณีที่มีความเสียหายแก่โครงสร้างสะพานมีเพียงเล็กน้อย แต่ก็ตรวจพบตัวอย่างของระดับพื้นการจราจรที่แตกต่างเนื่องจากการจมลงของดินถมบริเวณ abutment ของสะพาน ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในการทำให้การจราจรกลับมาใช้งานได้ดังเดิม

ในแผ่นดินไหวครั้งนี้ พบว่าการแปรสภาพเป็นดินเหลวได้เกิดขึ้นในพื้นที่ที่กว้างใหญ่ตามเข็มนาฬิกา และสร้างความเสียหายแก่บ้านเรือนที่อยู่อาศัย อย่างไรก็ตาม สำหรับสะพานไฮเวย์ไม่พบความเสียหายที่เด่นชัดเนื่องจากการแปรสภาพของดินเป็นดินเหลวในสะพานที่สร้างตามมาตรฐานการออกแบบที่ได้มีขึ้นหลังจากการนำข้อกำหนดการออกแบบป้องกันแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวในปี 1971 มาใช้ ซึ่งมีส่วนที่กำหนดการป้องกันการเกิดดินเหลว ในขณะเดียวกัน ได้พบความเสียหายเกิดขึ้นในสะพานที่ออกแบบตามมาตรฐานเทคนิคที่ออกมาก่อนปี 1971

ทันทีหลังจากการเกิดแผ่นดินไหว ได้มีความพยายามที่จะเคลียร์เส้นทางคมนาคมอย่างฉุกเฉินโดยซ่อมแซมระดับการจราจรที่แตกต่างกันและก่อสร้างดินคันทางที่วิบัติ เคลื่อนย้ายเศษขยะและสิ่งกีดขวาง และใช้สะพานแบบประกอบสำเร็จฉุกเฉิน (รูปภาพที่ 4) สะพานชั่วคราวถูกสร้างขึ้นบนส่วนโครงสร้างสะพานที่ถูกตัดออกไป และงานก่อสร้างปรับปรุงสะพานอย่างฉุกเฉินได้

กระทำบนสะพานที่ได้รับความเสียหาย ในปัจจุบัน เครือข่ายไฮเวย์หลักเกือบจะคืนสู่สภาพปกติแล้วโดยทั้งหมด ยกเว้นในพื้นที่ที่อยู่ใกล้คลื่นสึนามิ และอยู่ในระยะที่คลื่นใหญ่ซัดถึง งานศึกษาและงานอื่น ๆ ที่มีเป้าหมายเพื่อการทำคืนสู่สภาพเดิมอย่างถาวรจะได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่

รูปภาพที่ 1 โครงสร้างส่วนบนของสะพานถูกตัดออกไป

รูปภาพที่ 2 ดินถมถูกตัดออกทั้งทางด้านหน้าและด้านหลังของสะพาน

รูปภาพที่ 3 ความเสียหายของโครงค้ำยันด้านข้างส่วนบนของสะพาน Langer Arch

รูปภาพที่ 4 สะพานประกอบสำเร็จแบบฉุกเฉิน

(หน้าที่ 9)

สะพานทางด่วนแบบยกกระดาน

โดย คาซุโอะ คาเนดะ

บริษัทอิสต์นิปปอนเอ็กเพรสเวย์ จำกัด

เมื่อเวลา 14:46 น. วันที่ 11 มีนาคม 2011 แผ่นดินไหว Great East Jpn ขนาด M9 แผ่นดินไหวที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่เคยพบในญี่ปุ่น เกิดขึ้นในชายฝั่งซานริกุ การสั่นสะเทือนอย่างแรงจากแผ่นดินไหวสามารถรู้สึกได้เป็นวงกว้างตั้งแต่โตโฮกุถึงคันโตะ ในคูริฮาระ เขตมียากิ แผ่นดินไหวสเกลความรุนแรงอ่านได้ 7 (ค่าที่มากที่สุดตามสเกลความรุนแรงของแรงแผ่นดินไหวตามที่กำหนดโดยหน่วยงานอุตุนิยมวิทยา ญี่ปุ่น) การสั่นสะเทือนเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวอย่างรุนแรงสามารถวัดได้ในทางด่วนหลาย ๆ เส้น: ค่าที่มากที่สุดคือ 6.3 ที่ส่วนทางแยกมิโตะ - มินามิ ของทางด่วนคิตา - คันโตะ ในขณะที่ค่าความรุนแรง 6.2 ถูกบันทึกไว้ที่ทางแยกโทวาและอิซุมิ ของทางด่วนโตโฮกุ และทางแยกเซ็นได - ฮิกาชิของทางด่วนเซ็นได - โตบุ

รูปที่ 1 แสดงค่าการตอบสนองของความเร่งแบบ spectral เนื่องจากแผ่นดินไหว Great East Japan ที่ได้มีการบันทึกไว้บริเวณใกล้กันกับสะพานยกกระดานเซ็นได - โตบุ ของทางด่วนเซ็นได - โตบุ ที่ทางแยกเซ็นได - ฮิกาชิและ เคนเน็ท เซ็นได ซึ่งขนาด

ความรุนแรง 6.2 สามารถวัดได้ ค่าการตอบสนองความถี่แบบ spectral มีขนาดเกือบจะเท่ากันกับค่ามาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบสำหรับค่าแรงแผ่นดินไหวระดับ 2 (ชนิดที่ 2) ที่คาบการสั่นธรรมชาติใกล้เคียงกับ 1 วินาที ในขณะที่เดียวกัน สำหรับค่าการสั่นไหวที่วัดได้บนทางด่วน ค่าการตอบสนองความถี่แบบ spectral ที่สูงสุดจะอยู่ในช่วงคาบการสั่นธรรมชาติที่สั้น (ประมาณ 0.2 ถึง 0.5 วินาที) ในหลาย ๆ จุด สิ่งที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นความเสียหายและการแก้ไขแบบฉุกเฉินสำหรับสะพานยกระดับเซ็นได - โตะ ซึ่งได้รับความเสียหายมีลักษณะเช่นเดียวกันกับสะพานโครงสร้างเหล็ก

สะพานยกระดับเซ็นได - โตะ ที่ตั้งอยู่ระหว่างทางแยกเซ็นได - ฮิกาชิ และ เซ็นได - โคคิตะ เป็นสะพานยกระดับแบบต่อเนื่องที่มีความยาวทั้งสิ้น 4,390 เมตรซึ่งเปิดใช้งานเมื่อปี 2001 พื้นที่ของสะพานที่ตรวจพบความเสียหายมากที่สุดประกอบไปด้วย 2 ส่วน - สะพานประเภทคานต่อเนื่อง 4 ช่วง (P52 - P56) และสะพานประเภทคานตัวต่อต่อเนื่อง 2 ช่วง (P56 - P58) สำหรับสภาพของจุดรองรับของชิ้นส่วนสะพานเหล่านี้ ในกรณีของการสั่นไหวจากแรงแผ่นดินไหวระดับที่ 2 จุดรองรับแบบยึดหยุ่นได้ถูกนำมาใช้ทั้งในแกนตามยาวและตั้งฉากในตอม่อสะพานทุกจุด และ ตัวป้องกันรอยต่อ (joint protector) (ระดับที่ 1) ก็ได้มีการติดตั้งไว้ในแกนตั้งฉากกับสะพาน

รูปที่ 1-2 แสดงความเสียหายแก่สะพานยกระดับเซ็นได - โตะ แผ่นดินไหวก่อให้เกิดการแตกหักของแผ่นยางรองรับคานที่ตอม่อ P52 และ P56 ในส่วนของหน้าตัดคานกับคาน และต่อมา เกิดการแตกหักและการเสียรูปของตัวป้องกันรอยต่อของตอม่อสะพานแทบทั้งหมด การเสียรูปของโครงสร้างสะพานส่วนบนสามารถตรวจวัดได้ - ค่าการเบี่ยงเบนจากแนวเดิม 15 เซนติเมตรในทิศทางตั้งฉากกับแกนของสะพานสำหรับตอม่อ P52 และประมาณ 50 เซนติเมตรในทิศทางตั้งฉากกับแกนสะพาน และประมาณ 40 เซนติเมตรในแนวระดับสำหรับตอม่อ P56 จากข้อมูลนี้ เชื่อว่าค่าการเสียรูปได้มีค่าเกินกว่าค่าพิสัยของการแตกหักของแผ่นยางรองรับชิ้นส่วนสะพาน นอกจากนี้ ยังได้พบร่องรอยการกระทบกันของเครื่องมือที่ใช้ในการขยายตัวในทิศทางตั้งฉากกับแกนสะพาน เพราะว่าความสูงของแผ่นยางรองรับคาน

รูปกล่องมากกว่าความสูงของแผ่นยางรองรับคานรูปตัวไอ และเพราะว่าระดับความสามารถในการเคลื่อนตัวของแผ่นยางรองรับคานรูปกล่องในทิศทางตั้งฉากกับแกนสะพานมีค่าสูง จึงส่งผลให้ค่าการเคลื่อนตัวของคานรูปตัวไอจึงเกิดขึ้นเนื่องจากคานรูปกล่องและส่งผลให้แผ่นยางรองรับชิ้นส่วนสะพานเกิดการแตกหักเพราะว่าได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการวิบัติในสะพานในทิศทางตามยาวของสะพานที่หน้าตัดระหว่างคานกับคาน สะพานจึงไม่เกิดการวิบัติ

หลังจากการเกิดแผ่นดินไหว ได้มีการติดตั้งที่รองรับชั่วคราวและแผ่นเหล็กเสริมกำลังในทางตั้งได้ถูกนำมาเชื่อมเพื่อเสริมกำลังคานรองรับสะพานและต่อมาได้มีการติดตั้งจัดทำนั่งร้านชั่วคราวขึ้น หลังจากนั้น คานรองรับสะพานจึงถูกยึดให้ตรงและวางกลับเข้าไปยังตำแหน่งดั้งเดิมโดยใช้แจ็คสำหรับที่รองรับ (รูปภาพที่ 4) และต่อมา แผ่นยางรองรับคานสะพานตามทีออกแบบไว้ดั้งเดิมได้ถูกผลิตและนำมาติดตั้งใหม่ ด้วยวิธีการนี้ งานติดตั้งและก่อสร้างขึ้นใหม่แบบฉุกเฉินสำหรับสะพานยกระดับเซ็นได - โตะจึงแล้วเสร็จได้ การออกแบบที่กระทำโดยการหาสาเหตุของการแตกหักในแผ่นยางได้มีการวางแผนไว้เพื่อที่จะนำไปใช้ในการฟื้นฟูสะพานอย่างเต็มรูปแบบ

ในสะพานยกระดับเซ็นได - โตะ ความเสียหายได้เกิดขึ้นในแผ่นยางรองรับชิ้นส่วนสะพานชนิดที่กระจายแรงแผ่นดินไหวในแนวนอน ความเสียหายประเภทนี้มิได้พบในโตโยนาชิ เพราะเหตุนี้จึงได้มีการตั้งคณะกรรมการเพื่อศึกษาตรวจสอบเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของความเสียหายนี้ กลุ่มคณะทำงานจะทำการวิเคราะห์จำลองโมเดลโดยใช้การวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ใน 3 มิติ โดยใช้คลื่นจากข้อมูลสถานที่ และตรวจสอบความสามารถในการยึดตัวของแผ่นยางรองรับชิ้นส่วนสะพาน และคุณภาพของวัสดุที่ใช้ หลังจากการศึกษาได้เสร็จสิ้นลงแล้ว สาเหตุของการแตกหักและผลของการศึกษาอื่น ๆ จะได้แจ้งให้ทราบต่อไป

รูปที่ 1 การตอบสนองความถี่แบบ spectral

รูปภาพที่ 1 ความเสียหายของแผ่นยางรองรับ (P56)

รูปภาพที่ 2 การเคลื่อนตัวของโครงสร้างภายหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว (P56)

รูปภาพที่ 3 การติดตั้งที่รองรับคานสะพานชั่วคราว

รูปภาพที่ 4 ที่รองรับแบบชั่วคราว

(หน้าที่ 10)

สะพานรางรถไฟ

โดย ชินชิโร โนซาวา

บ. อีสต์เจแปนเรลเวย์

แผ่นดินไหว Great East Japan เมื่อเดือนมีนาคม 2011 ได้ก่อให้เกิดความเสียหายแก่รางรถไฟและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เป็นบริเวณกว้าง

ในเส้นทางสายตะวันออกพิเศษโตโฮกุ ชินกันเซน ได้เกิดการอุบัติเหตุของโครงสร้างเสาไฟฟ้า และสะพานรางรถไฟยกระดับแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก และความเสียหายประเภทอื่น ๆ ตามระยะทางกว่า 500 กิโลเมตรตั้งแต่สถานีรถไฟโอมิยาไปจนถึงสถานีอิวาเตะ-นุมางาอู รูปภาพที่ 1 แสดงภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นแก่หมุดรองรับสะพานของสะพานคาเคียวอน ซึ่ง เป็นสะพานประเภทคานประกอบมีความยาว 73 เมตรซึ่งอยู่ที่สถานีรถไฟเซ็นได ตัวหมุดรองรับเกิดการแตกหักจากตรงกลาง ระหว่างงานซ่อมแซมแก้ไขหมุดรองรับสะพานก็ยังใช้งานตามสภาพที่เป็นอยู่ โดยที่ตัวคานและแผ่นรองรับสะพานมีการเคลื่อนกลับสู่ตำแหน่งเดิม โดยที่มีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อจำกัดการเคลื่อนตัวให้เป็นไปในทิศทางเดียวคือตามแกนยาวของสะพาน ในขณะที่อาฟเตอร์ช็อคขนาดใหญ่ได้เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 7 เมษายน เส้นทางโตโฮกุ ชินกันเซนทั้งสายได้กลับมาใช้งานได้ใหม่เมื่อวันที่ 29 เมษายน เป็นเวลา 49 วันหลังจากที่แผ่นดินไหว Great East Japan ได้เกิดขึ้น

เส้นทางรถไฟที่มีอยู่ยังได้รับความเสียหายอย่างใหญ่หลวงในพื้นที่ระหว่างย่านโตโฮกุกับคันโตะ รูปภาพที่ 2 แสดงการเลื่อนไถลออกของชิ้นส่วนคานบนสะพานข้ามทางแยกไดอิชิ - กิวชู ที่ตั้งอยู่ที่สถานีคาชิม่า จิงกู ในเส้นทางสายคาชิม่า สะพานถูกติดตั้งโดยทำมุมแหลมประมาณ 60 องศา กับส่วนของคานแผ่นเหล็กประกอบที่เป็นโครงถักส่วนผิวบนหน้าตัด ในขณะที่พบว่าการหมุนออกของชิ้นส่วนที่ตรวจพบอาจจะเป็นผลเนื่องมาจากค่าการสั่นไหวในแนวนอนของคานที่ทำมุมแหลมนี้ การที่มีการก่อสร้างบ่

มีการเผื่อการขยายตัวในคานเป็นการป้องกันสะพานมิให้เกิดการวิบัติ เส้นทางรถไฟเกือบทั้งหมด ยกเว้นที่อยู่ในพื้นที่ที่เกิดความเสียหายจากคลื่นสึนามิ สามารถเปิดใช้งานได้ปลายเดือนเมษายน 2011

คลื่นสึนามิทำความเสียหายให้กับรางรถไฟและโครงสร้างอื่น ๆ อย่างมาก แต่สะพานโอสามากาวาที่อยู่ในเส้นทางฮาชิโนฮิได้รับความเสียหายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยส่วนที่เป็นคานแผ่นเหล็กประกอบ 10 เมตร จำนวน 4 ตัวได้ถูกคลื่นสึนามิซัดออกไป (รูปภาพที่ 3) จึงได้มีการตัดสินใจว่าสะพานสามารถนำมาใช้ต่อไปได้โดยที่ต้องทำการบูรณะซ่อมแซมบางส่วน ในขณะที่องค์อาคารบางส่วนต้องมีการเปลี่ยนแปลงใหม่ แต่การคงของโครงสร้างคานส่วนมากได้รับการแก้ไขโดยวิธีการทางความร้อน และคานสะพานได้รับการติดตั้งขึ้นใหม่ในตำแหน่งเดิมเมื่อเดือนธันวาคม 2011 (รูปภาพที่ 4)

เส้นทางสายฮาชิโนฮิได้กำหนดไว้ให้เปิดดำเนินการได้ในช่วงฤดูใบไม้ผลิของปี 2012 แผนการดำเนินงานรวมไปถึงงานบูรณะซ่อมแซมเส้นทางรถไฟที่ได้ผลกระทบเสียหายจากคลื่นสึนามิในพื้นที่อื่น ๆ ภายใต้แผนการฟื้นฟูร่วมกันซึ่งรวมไปถึงการสร้างเมืองใหม่ที่วางแผนไว้โดยรัฐบาลส่วนกลางและท้องถิ่น

รูปภาพที่ 1 ความเสียหายของหมุดรองรับสะพานและการเลื่อนไถลออกของคานรองรับสะพาน (สถานีรถไฟเซ็นได, โตโฮกุ ชินกัน เซ็น)

รูปภาพที่ 2 การเลื่อนออกของคานรองรับสะพานแบบเป็นมุม (สถานีคาชิม่า จิงกู เส้นทางสายคาชิม่า)

รูปภาพที่ 3 คานรองรับสะพานที่ถูกซัดออกเนื่องจากคลื่นสึนามิ (สะพานโอสามากาวา เส้นทางสายฮาชิโนฮิ)

รูปภาพที่ 4 การประกอบติดตั้งของคานรองรับสะพานที่ได้ซ่อมแซมแล้ว (สะพานโอสามากาวา เส้นทางสายฮาชิโนฮิ)

(หน้าที 11)

โครงสร้างท่าเรือและโรงจอดเรือ

โดย มิตรชยาชู อิวานามิ

สถาบันการวิจัยท่าเรือและท่าอากาศยาน

เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2011 แผ่นดินไหวใต้ทะเลระดับ M9, Great East Japan ได้เกิดขึ้นโดยที่มีศูนย์กลางแผ่นดินไหวในมหาสมุทรแปซิฟิก นอกชายฝั่งพื้นที่โตโฮกุ ภายหลังจากการเกิดแผ่นดินไหว คลื่นสึนามิขนาดใหญ่ที่ไม่เคยมีมาก่อนได้ซัดเข้ามาตามพื้นที่ชายฝั่งของญี่ปุ่นทางด้านทิศตะวันออก ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวง ในโครงสร้างท่าเรือและโครงสร้างประกอบอื่น ๆ ความเสียหาย การวิบัติ การเคลื่อนตัวและความเสียหายอื่น ๆ ได้เกิดขึ้นในคันป้องกันคลื่น ตอม่อ เขื่อนและโครงสร้างอื่น ๆ เป็นพื้นที่บริเวณกว้าง ที่ครอบคลุมตั้งแต่เขตเอโอโมริ จนถึงเขตชิบา

ลักษณะเฉพาะของแผ่นดินไหวครั้งนี้ก็คือ: การสั่นไหวที่รุนแรงมาก ดังที่สามารถตรวจสอบได้จากระดับความเร่งที่มีค่ามากที่สุดที่เคยบันทึกไว้ในข้อมูลแผ่นดินไหวสำหรับพื้นที่ท่าเรือ และการสั่นไหวที่กินระยะเวลานาน นอกจากนี้เพราะว่าคลื่นสึนามิที่ซัดเข้ามายังชายฝั่งมีขนาดใหญ่กว่า ขนาดที่ได้มีการออกแบบไว้สำหรับโครงสร้างป้องกันภัยพิบัติ โครงสร้างวิศวกรรมโยธา และโครงสร้างอาคาร รวมไปถึงท่าเรือ จึงทำให้เกิดความเสียหายอย่างมาก (อ้างอิงกับรูปที่ 1 และรูปภาพที่ 1)

ลักษณะความเสียหายเฉพาะ ที่ได้พบในโครงสร้างหลักของท่าเรือหลังจากการเกิดแผ่นดินไหวก็คือความเสียหายของรอยต่อที่ล็อกกันไว้ของผนังเข็มพืดในเขื่อนประเภทเข็มผนังพืด ซึ่งส่งผลให้เกิดการวิบัติของผนังเขื่อน (รูปภาพที่ 2 และ 3) สาเหตุของการวิบัติได้คาดการณ์ว่าจะมาจากแรงลอยตัวและแรงดันน้ำซึ่งกระทำบนส่วนที่ได้รับความเสียหาย โดยแรงจากแผ่นดินไหวที่เกิดในเข็มผนังพืดและพื้นถนน ความเสียหายนี้สามารถจำแนกได้ว่าเป็นความเสียหายแบบทั่วไปที่เกิดจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

ในแผ่นดินไหวครั้งนี้ ไม่เพียงแต่คันป้องกันคลื่นที่มีอยู่ที่ท่าเรือฮาชิโนอิ คูจิ มิยาโกะ และโซมา จะได้รับความเสียหายจากคลื่นสึ

นามิ แต่คันป้องกันคลื่นที่ตั้งอยู่บนปากของท่าเรือคามาคิชิและโอฟูนาโตะที่ใช้ป้องกันความเสียหายจากคลื่นสึนามิ ก็ได้รับความเสียหายอย่างใหญ่หลวงเช่นกัน (รูปภาพที่ 3)

เพื่อที่จะให้ชีวิตผู้คนและทรัพย์สินปลอดภัยจากคลื่นสึนามิขนาดใหญ่ งานที่จะต้องกระทำต่อไปในอนาคตก็คือการปรับปรุงคันป้องกันคลื่น ผนังป้องกันคลื่นทะเล และอุปกรณ์ป้องกันภัยพิบัติอื่น ๆ ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างของความสามารถของโครงสร้างเพื่อป้องกันภัยพิบัติเทียบกับค่าการออกแบบป้องกันคลื่นสึนามิ จากข้อมูลตามตาราง สำหรับคลื่นสึนามิระดับที่ 1 โครงสร้างป้องกันภัยพิบัติต้องสามารถป้องกันชีวิตผู้คนและทรัพย์สิน และสามารถป้องกันความเสียหายทางโครงสร้างทั้งหมดสำหรับคลื่นสึนามิระดับ 2 เช่นแผ่นดินไหวที่เกิดในครั้งนี้นี้ โครงสร้างจะต้องสามารถป้องกันชีวิตผู้คน และป้องกันความเสียหายในโครงสร้างที่จะเป็นอันตรายได้ และจะต้องมีความแข็งแกร่งเพียงพอที่จะป้องกันความเสียหายในขั้นต่อมา ยิ่งไปกว่านั้น สำหรับคลื่นสึนามิระดับ 2 นอกเหนือจะต้องปรับปรุงโครงสร้างแล้ว ยังจะต้องมีมาตรการอื่น เช่น การจัดเตรียมพื้นที่สำหรับหลบภัย เส้นทางหนี และเพิ่มระบบเตือนภัยให้มากขึ้น

รูปที่ 1 ผลของการสำรวจความสูงของคลื่นสึนามิ

รูปภาพที่ 1 เรือที่วิ่งขึ้นไปอยู่บนผนังเขื่อน

รูปภาพที่ 2 การวิบัติของผนังเขื่อนชนิดผนังเข็มพืด

รูปภาพที่ 3 การวิบัติของคันป้องกันคลื่นที่ใช้ป้องกันคลื่นสึนามิ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างของข้อกำหนดความแข็งแรงของโครงสร้างเพื่อป้องกันคลื่นสึนามิตามการออกแบบ

(หน้าที่ 12 – 14)

อาคารโครงสร้างเหล็ก

โดย ไอซาโอ นิชิยามา

สถาบันการจัดการที่ดินและสาธารณูปโภคแห่งชาติ

กระทรวงที่ดิน สาธารณูปโภค การคมนาคมและการ
ท่องเที่ยว

แผ่นดินไหวรุนแรงในระดับที่ไม่เคยเกิดมาก่อน

แผ่นดินไหว Great East Japan (magnitude 9.0) ซึ่งได้เกิดเมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2011 นับเป็นแผ่นดินไหวที่ใหญ่ที่สุดที่เคยพบในญี่ปุ่น ศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ใต้มหาสมุทรแปซิฟิก นอกชายฝั่งซานริกุ แผ่นดินไหวที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แผ่นดินไหวปี 2011 นอกชายฝั่งแปซิฟิกของโตโฮกุ เกิดขึ้นที่เส้นขอบเขตระหว่างแผ่นเปลือกโลกอเมริกาเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่โตโฮกุและแผ่นเปลือกโลกแปซิฟิก ซึ่งมุดลงใต้แผ่นเปลือกโลกอเมริกาเหนือ ซึ่งนับจนถึงเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2011 มีจำนวนผู้เสียชีวิตมีมากกว่า 15,000 คน และจำนวนบ้านเรือนและอาคารอื่น ๆ ที่พังทลายอย่างสิ้นเชิงประมาณ 120,000 หลัง

ตามโมเดลของศูนย์กลางแผ่นดินไหว (รูปที่ 1) โดยสถาบันวิจัยด้านอุตุนิยมวิทยาของญี่ปุ่น พื้นที่ศูนย์กลางแผ่นดินไหวได้ขยายตามทางยาวเป็นระยะทาง 450 กิโลเมตรในทางทิศใต้-ทิศเหนือ และ 150 กิโลเมตรในทางทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก นอกชายฝั่งเขตอิวาเตะ มียากิ ฟูกูชิมะ และอิบารากิ ความรุนแรงของแผ่นดินไหวระดับ 6 (จากระดับสูงสุด 7 สำหรับระดับสเกลความรุนแรงของอุตุนิยมวิทยาญี่ปุ่น) ได้ถูกบันทึกไว้ตลอดพื้นที่เป็นบริเวณกว้างใหญ่ในเขตเหล่านี้

สำหรับในหัวข้ออาคารโครงสร้างเหล็ก บทความนี้กล่าวโดยรวมถึง ความเสียหายเนื่องจากการสั่นไหวของพื้นดินและคลื่นสึนามิ ที่เกิดจากการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว และอธิบายถึงความพยายามต่าง ๆ ในการทำการฟื้นฟู บูรณะซ่อมแซมโครงสร้างขึ้นใหม่

รูปที่ 1 โมเดลของศูนย์กลางแผ่นดินไหวสำหรับแผ่นดินไหว Great East Japan จัดทำโดย สถาบันวิจัยอุตุนิยมวิทยาแห่งญี่ปุ่น

ภาพรวมความเสียหายแก่อาคารโครงสร้างเหล็ก

● ความเสียหายเนื่องจากการสั่นไหว

การสำรวจด้วยสายตาในอาคารโครงสร้างเหล็กที่อยู่ในเมืองเซ็นได เขตมียากิ ซึ่งอยู่ใกล้กับศูนย์กลางแผ่นดินไหวแทบจะไม่พบความเสียหายที่รุนแรงเช่น การวิบัติของโครงสร้าง แต่พบความเสียหายเล็กน้อยเช่น การร่วงหล่นขององค์อาคารที่ไม่ใช่โครงสร้าง (รูปภาพที่ 1) ความเสียหายแก่โครงสร้างอาคารเองจะเป็นลักษณะความเสียหายปกติทั่วไป เช่น การหลุดแตกออกของฐานเสา และการโก่งเดาะและแตกหักของโครงค้ำยัน ในขณะที่ลักษณะของการแตกหักแบบเปราะจะเป็นที่ทราบกันดีว่าจะเกิดในบริเวณส่วนแนวเอวปลายคานสำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กระหว่างการเกิดแผ่นดินไหว Great Hanshin ในปี 1995 (รูปภาพที่ 2) นั้นแทบไม่ได้รับรายงานของความเสียหายเช่นนั้นในการเกิดแผ่นดินไหวครั้งนี้เลย

การสำรวจด้วยสายตาเพื่อค้นหาความเสียหายในอาคารโครงสร้างเหล็กได้กระทำในโรงยิมเนเซียมของโรงเรียนจำนวน 65 แห่งของเขตอิบารากิ เพราะว่า 1) โรงยิมเนเซียมเป็นอาคารสาธารณะซึ่งสามารถทำการเข้าตรวจสอบภายในได้ 2) โรงยิมเนเซียมเป็นโครงสร้างชนิดเดียวกันกับอาคารโรงงานและโกดังสินค้า และ 3) ค่าความรุนแรงของการสั่นไหวในเขตอิบารากิแทบจะเท่ากับที่วัดได้ในเขตมียากิ ความเสียหายที่เกิดขึ้นในรอยต่อระหว่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กกับโครงหลังคาเหล็ก (ส่วนที่รับแรงแบกทาน) จะมีลักษณะคล้าย ๆ กันทั่วไป (รูปภาพที่ 3) สำหรับองค์อาคารที่มีชิ้นส่วนโครงสร้างที่มีการร่วงหล่นดังที่ตรวจพบในเซ็นได จะพบความเสียหายจากเพดานเป็นส่วนใหญ่ในโรงยิมเนเซียม (รูปภาพที่ 4) นอกจากนี้ ชนิดของความเสียหายที่พบเห็นทั่วคือ การโก่งเดาะของโครงค้ำยันในแนวดิ่ง และการแตกหักของรอยต่อ การโก่งตัว โกงเดาะ และแตกหักของโครงค้ำยันในแนวนอนที่ติดตั้งอยู่บนหลังคา และการแตกหักของเปลือกคอนกรีตที่ฐานเสา

ปัจจัยหลายประการอาจจะเกี่ยวข้องกับความเสียหาย แต่เหตุผลหลักน่าจะเป็น 2 ประการนี้ก็คือ แรงกระทำที่จุดที่

เกิดเนื่องจากการสั่นไหวที่มีองค์ประกอบเป็นคาบการสั่นสั้น ๆ เป็นส่วนใหญ่ ที่กระทำต่อรอยต่อระหว่างองค์อาคารต่าง ๆ และ ขนาดแรงแผ่นดินไหวที่ใหญ่ซึ่งส่งผลให้เกิดการสั่นไหวอย่างซ้ำ ๆ เป็นช่วงระยะเวลายาวนาน

ในแผ่นดินไหว Great East Japan อาคารสูงในโอซากา ซึ่งมีระยะทาง 700 กิโลเมตรจากศูนย์กลางแผ่นดินไหว ยังคงสั่นไหวเป็นเวลา 10 นาทีหรือมากกว่านั้นภายหลังแผ่นดินไหวเนื่องมาจากผลของเรโซแนนซ์ (รูปที่ 2) ปัญหาชนิดเดียวกันเกี่ยวกับการสั่นไหวที่มีระยะเวลานานสามารถสังเกตพบได้ในสถานที่อื่น ๆ เช่นเดียวกัน สถาบันการจัดการที่ดินและสาธารณูปโภคแห่งชาติ ร่วมกับกระทรวงที่ดิน สาธารณูปโภค การคมนาคม และการท่องเที่ยวได้เสนอแนวทางการรับมือแรงแผ่นดินไหวที่มีการสั่นไหวเป็นระยะเวลานานแก่สาธารณะ เนื่องจากแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้น สถาบันกำลังทำการตรวจสอบวิธีการศึกษานี้และจัดทำให้เป็นมาตรการการรับมือแผ่นดินไหวเช่นนี้ที่มีประสิทธิภาพโดยเร็วที่สุด

สมมติว่าเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ที่แองซานไก ได้มีการพูดคุยกันว่าส่วนประกอบของแรงสั่นไหวที่ยาวนานนี้จะมีการขยายให้มากขึ้นโดยส่วนแอ่งของพื้นที่ เพราะเหตุนี้ จึงจำเป็นที่จะต้องจัดทำมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากสิ่งดังกล่าว คาบการสั่นธรรมชาติสำหรับอาคารสูงที่ได้ออกแบบไว้คือ 5.3 วินาที แต่อาคารเกิดเรโซแนนซ์เนื่องจากแรงสั่นไหวที่มีคาบการสั่นหลักที่ 7.0 วินาที ดังนั้นจึงเปิดเผยให้เห็นปัญหาเกี่ยวกับการวางโมเดลสำหรับการวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหวในอาคาร

รูปที่ 2 การตอบสนองของอาคารสูงโครงสร้างเหล็กในโอซากาต่อการสั่นไหวที่เป็นระยะเวลานานเนื่องจากแผ่นดินไหว Great East Japan

รูปภาพที่ 1 การร่วมน้ำหนักขององค์อาคารที่ไม่ใช่โครงสร้าง

รูปภาพที่ 2 ตัวอย่างของการแตกหักที่ปลายคานในส่วนปีกคานซึ่งเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในแผ่นดินไหว Great Hanshin

รูปภาพที่ 3 ความเสียหายต่อจุดรองรับแรงแบกทาน

รูปภาพที่ 4 การร่วมน้ำหนักของเพดาน

● ความเสียหายเนื่องจากคลื่นสึนามิ

สำหรับผลของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำจากคลื่นสึนามิที่มีต่ออาคารคือแรงดันคลื่น แรงจากการพัดพา แรงลอยตัว และแรงกระทำของวัสดุ ในแผ่นดินไหว Great East Japan แรงดันคลื่นสึนามิสามารถแปลงเป็นแรงกระทำที่ส่งผลให้เกิดกลไกการครากของโครงสร้างผนังคอนกรีตเสริมเหล็กดังที่แสดงไว้ (รูปภาพที่ 5) และทำให้เกิดการแตกหักในรอยเชื่อมที่ฐานเสาของอาคารโครงสร้างเหล็ก (รูปภาพที่ 6) การพัดพาเนื่องจากการไหลของคลื่นสึนามิได้พัดพาดินออกบริเวณฐานราก ส่งผลให้เกิดการเอียงตัวของอาคาร (รูปภาพที่ 7) ในทางตรงกันข้ามกับอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก อาคารโครงสร้างเหล็กที่องค์อาคารด้านนอกสุดเกิดแตกหักตั้งแต่ช่วงแรก ยากที่จะเกิดการสะสมของอากาศภายในอาคาร และจึงยากที่จะเกิดการหมุนคว่ำซึ่งเป็นสาเหตุมาจากแรงที่กระทำร่วมกับแรงลอยตัว (รูปภาพที่ 8) การกระทำชนกันของวัสดุลอยน้ำกับอาคารสามารถสังเกตได้จากการเสียรูปที่คงอยู่ในเสาเหล็ก (รูปที่ 9)

คู่มือสำหรับอาคารเพื่อความปลอดภัยจากคลื่นสึนามิ ที่จัดทำโดยสำนักงานของรัฐบาลได้กำหนดค่าแรงดันคลื่นสึนามิ (รูปที่ 3) ในคู่มือ เส้นกราฟความดันได้แสดงไว้ซึ่งแรงดันน้ำแบบสถิตมีค่าเป็น 3 เท่าของความลึกที่ออกแบบสำหรับระดับน้ำท่วม และให้กระทำเพียงด้านเดียวของอาคาร โดยจากการตรวจสอบอาคารที่เสียหายจากคลื่นสึนามิโดยแผ่นดินไหวครั้งล่าสุดนี้ ค่าที่ได้อยู่ที่ประมาณ 0.6 ถึง 1 เท่า (รูปที่ 4) สิ่งนี้จะเป็นมาจากการก่อสร้างค้ำป้องกันคลื่น และแม้กระทั่งในกรณีที่ค้ำป้องกันคลื่นนี้มีความเสียหายพังลงบางส่วน มันก็ยังคงสามารถลดความเร็วในการไหลของคลื่นสึนามิได้

สำหรับคู่มือใหม่ที่ได้มีการเพิ่มเติมบางส่วน ถึงแม้ในกรณีที่ผลกระทบของค้ำป้องกันคลื่นดังที่กล่าวมาแล้วอาจจะช่วยเหลือโครงสร้างให้รับแรงน้อยลง แต่ต้องใช้ค่า 2 เท่าของความลึกระดับน้ำท่วมจึงจะถือว่ามีการเผื่อน้ำหนักบรรทุกไว้ที่เพียงพอ ค่านี้ได้ถูกเสนอให้ใช้โดยพิจารณาถึงความไม่แน่นอนจากผลการจำลองคลื่นสึนามิที่สะสมความสูงขึ้นซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนที่ของความ

อันตรายจากคลื่น (แผนที่ที่สมมติความลึกของระดับน้ำท่วม) เพราะเหตุนี้ การปรับปรุงในเทคโนโลยีการคำนวณเป็นสิ่งที่จะต้องจะกระทำอย่างยิ่ง

รูปที่ 3 วิธีการคำนวณแรงดันคลื่นสึนามิที่กำหนดในคู่มือจากสำนักงานรัฐบาล

รูปที่ 4 ค่าตัวเลขที่กำหนดชี้แจงผลนำหน้าบรรทุกของคลื่นสึนามิ โดยการคำนวณกลับจากการสำรวจข้อมูลหน้างาน

รูปภาพที่ 5 กลไกของการควากในโครงสร้างกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก

รูปภาพที่ 6 การแตกหักในรอยเชื่อมที่ฐานเสา

รูปภาพที่ 7 การเอียงตัวของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเนื่องจากการพัดพาของคลื่น

รูปภาพที่ 8 การหมุนคว่ำของโครงสร้างอาคารเหล็กเนื่องจากการลอยตัว

รูปภาพที่ 9 ความเสียหายเนื่องจากการชนกันของวัสดุที่ลอยน้ำ

การฟื้นฟู บูรณะซ่อมแซม และการก่อสร้างขึ้นใหม่

พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติคลื่นสึนามิที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหว Great East Japan จะเคยประสบเหตุการณ์คลื่นสึนามิดังเช่น เม็กซิโก - ฮาวาย และไชวอ - ฮาวายมาก่อน ดังนั้นบทเรียนที่ได้รับจากความเสียหายจากคลื่นสึนามิเหล่านี้ควรที่จะนำมาใช้ในโครงการฟื้นฟู บูรณะซ่อมแซมและก่อสร้างขึ้นใหม่ ดังที่ได้กระทำอยู่ในปัจจุบัน และวิธีการที่จะเคลื่อนย้ายเมืองและหมู่บ้านไปยังระดับพื้นที่ที่มีอยู่อย่างมากมาย อย่างไรก็ตาม วิศวกรควรที่จะมีบทบาทในการพิจารณาถึงการในพื้นที่ว่างเหล่านี้ถึงแม้พื้นที่นั้นมีความเสี่ยงต่อคลื่น ซึ่งในรายละเอียดวิธีการหนึ่งก็คือยกระดับตอม่อให้สูงสำหรับชั้นล่างอาคารเพื่อหลีกเลี่ยงแรงดันคลื่นสึนามิให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ อีกวิธีหนึ่งก็คือเพิ่มการรองรับอาคารด้วยเสาเข็มให้มากขึ้น เพื่อป้องกันการหมุนคว่ำเนื่องจากการพัดพาดินของคลื่น วิธีการเหล่านี้และอื่น ๆ จะทำให้สามารถสร้างโครงสร้างอาคารที่มีความสามารถต้านทานแรงสึนามิได้อย่างเพียงพอในพื้นที่ที่คลื่นกระทำ

ข้อเสนอทางด้านกฎหมายที่จะสร้างพื้นที่สำหรับป้องกันภัยจากคลื่นสึนามิได้รับการตัดสินใจที่ประชุมรัฐบาลเมื่อปลายเดือนตุลาคม 2011 นอกจากนี้ ความพยายามในการฟื้นฟูและก่อสร้างขึ้นใหม่ได้มีการขับเคลื่อนไปอย่างรวดเร็ว เป็นสิ่งที่หวังไว้ว่าการสนับสนุนและการตอบรับกับการผลักดันนี้จะเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องไม่เพียงแต่ในด้านการก่อสร้าง แต่รวมไปถึงงานในด้านอื่นเช่นกัน

(หน้า 15 - 16)

อาคารโครงสร้างระบบใหม่ที่นำวัสดุโครงสร้างแบบใหม่มาใช้

- ข้อเสนอที่จะใช้อาคารเหล่านี้สำหรับการฟื้นฟู บูรณะซ่อมแซมและก่อสร้างขึ้นใหม่
- สมาคมเทคโนโลยีสำหรับที่อยู่อาศัยในเมืองชนิดใหม่
สหพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งญี่ปุ่น
สมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่งญี่ปุ่น

อาคารที่ใช้ระบบโครงสร้างชนิดใหม่และใช้วัสดุโครงสร้างแบบใหม่เป็นสิ่งที่ได้จากโครงการวิจัยและพัฒนาร่วมกันระหว่างภาครัฐและเอกชนซึ่งได้เริ่มตั้งแต่ปี 2004 ถึง 2008 โครงการนี้ได้มีการคิดค้นร่วมกันระหว่างผู้ผลิตเหล็กของญี่ปุ่นและผู้รับเหมาก่อสร้าง โดยการสนับสนุนของสำนักงานรัฐบาล กระทรวงเศรษฐกิจ การค้าและอุตสาหกรรม และกระทรวงที่ดิน สาธารณูปโภค การคมนาคมและการท่องเที่ยว เป้าหมายแรกของโครงการก็คือพัฒนา “ผลิตภัณฑ์เหล็กชนิดใหม่ที่มีกำลังเป็น 2 เท่าของผลิตภัณฑ์เหล็กชนิดปกติ” ขั้นตอนต่อมาคือการเข้าครอบครองบริษัทเพื่อเป็นฐานผลิต เพื่อให้ได้โครงสร้างที่มีอายุใช้งานยาวนานซึ่งผลิตจากอาคารที่ใช้ระบบโครงสร้างชนิดใหม่โดยใช้วัสดุโครงสร้างแบบใหม่ และมีลักษณะเด่นเฉพาะ 3 ประการคือ ความสามารถในการตอบสนองต่อการใช้งานที่แตกต่างกันได้ภายในอาคาร ความยืดหยุ่นที่มากกว่าในการแก้ไขโครงสร้างภายในหลังจากก่อสร้างเสร็จจึ้นแล้ว และการนำชิ้นส่วนของอาคารกลับมาใช้ได้ (อ้างอิงกับรูปที่ 1)

ความต้านทานต่อการสั่นไหวจากแรงแผ่นดินไหวที่ตีขึ้น

สิ่งที่ต้องการมากที่สุดเป็นสิ่งแรกสำหรับอาคารเพื่อให้ได้อายุการใช้งานที่ยาวนาน คือความสามารถในการต้านทานต่อแรงแผ่นดินไหวที่สูง ข้อกำหนด 3 ข้อหลักได้นำมาใช้กำหนดในการพัฒนาอาคารระบบโครงสร้างใหม่ที่ใช้วัสดุโครงสร้างแบบใหม่นี้

- สเกลระดับที่มากที่สุดของแผ่นดินไหวที่สามารถเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาใช้งานของอาคารคือ 7 (ระดับสูงสุดของสเกลระดับความรุนแรงตามอูคูนิยามิวิทยาของญี่ปุ่น)
- อาคารจะต้องอยู่ในช่วงอิลาสติกตลอดการสั่นไหวจากแผ่นดินไหว
- อาคารจะต้องสามารถใช้งานต่อไปได้ภายหลังจากที่เกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ขึ้น

ข้อกำหนดในปัจจุบันที่ใช้ในอาคารสำหรับความต้านทานแรงสั่นไหวจากแผ่นดินไหวกำหนดให้อาคารทั่วไปสามารถเกิดการเสียรูปแบบพลาสติกได้ระหว่างที่เกิดแผ่นดินไหวในกรณีที่ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวมากกว่า 5 ขึ้นไป แต่อาคารต้องไม่เกิดการวิบัติ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับระดับความต้านทานแรงแผ่นดินไหวที่ต้องการแล้ว ทำให้สามารถเข้าใจได้ถึงระดับความต้านทานแรงแผ่นดินไหวที่มีการวางเป่ากำหนดไว้สำหรับอาคารโครงสร้างระบบใหม่นี้ (อ้างอิงกับรูปที่ 2)

เหล็กกำลังสูงประเภทใหม่

เมื่อปัจจัยสนับสนุนด้านเงินทุนมีอยู่มาก จะไม่เป็นการยากลำบากที่จะทำการผลิต “เหล็กที่มีกำลังเป็น 2 เท่าของเหล็กทั่วไป” อย่างไรก็ตาม ในโครงการปัจจุบัน เป้าหมายก็คือ เหล็กที่มีกำลังเป็น 2 เท่าในขณะที่ยังคงสามารถรักษาการแข่งขันในตลาดไว้ได้ เพราะเหตุนี้ จึงได้มีการตัดสินใจให้เพิ่มเติมโลหะที่หาได้ยากและส่วนประกอบโลหะผสม และจัดชั้นตอนหรือปรับชั้นตอน การทำการชุบเย็นและอบร้อน เหล็กกำลังสูงชนิดใหม่ที่ได้ตามเป่าที่กำหนดไว้ได้พัฒนาขึ้นมาในโครงการนี้โดยการนำวิธี TMCP มาใช้ (ขั้นตอนการควบคุมอุณหภูมิ – กลศาสตร์) ซึ่งปัจจุบันเป็นเทคโนโลยีที่ล้ำหน้าที่สุดสำหรับการรีดแผ่นเหล็ก (รูปที่ 3) วิธีการ TMCP เป็นขั้นตอนที่เป็นการประหยัดพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเหล็กกำลังสูงชนิดนี้สามารถลดน้ำหนักอาคาร

และสามารถสร้างโครงสร้างอาคารได้โดยลดระดับการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศได้

อาคารที่ใช้ระบบโครงสร้างใหม่โดยนำวัสดุโครงสร้างแบบใหม่เข้ามาใช้

อาคารที่ใช้ระบบโครงสร้างใหม่นี้จะมีความสามารถต้านทานความเสียหาย มีช่วงเวลากการใช้งานที่ยาวนาน รองรับการใช้งานภายในอาคารได้หลายอย่างที่แตกต่างกัน และ ยอมให้มีการเพิ่มเติมหรือรื้อถอนองค์อาคารโครงสร้างอย่างอิสระ อาคารเหล่านี้มีแนวความคิดการออกแบบที่แตกต่างกับอาคารแบบทั่วไปในการที่จะสร้างสรรคอาคารในเมืองที่มีการผนวกระบบโครงสร้างสาธารณูปโภคเข้ามาใช้ร่วมในการออกแบบด้วย (รูปที่ 4)

คลื่นสึนามิขนาดใหญ่ที่เกิดจากการสั่นไหวของแผ่นดินไหว Great East Japan ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงต่อท่าเรือตกลาเป็นจำนวนมาก เช่นเดียวกับพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ในเมือง ในบริเวณพื้นที่ด้านชายฝั่งตะวันออกจากโตโฮกุ ถึงคันโตะ ความเสียหายไม่เพียงแต่พบในอาคารเท่านั้น แต่ยังพบในสาธารณูปโภคที่มีการติดตั้งเพื่อรองรับโครงสร้างอาคาร เช่น พื้นดิน ถนน น้ำ และท่อระบายน้ำ ระบบท่อแก๊ส และไฟฟ้า นอกเหนือไปจากระบบเครือข่ายการสื่อสาร

ในการแก้ไขปัญหายุทธพิบัติที่เกิดขึ้น ซึ่งนับเป็นภาวะสถานการณ์ฉุกเฉินระดับชาติ ความคาดหวังในการฟื้นฟู บูรณะ ซ่อมแซม และการก่อสร้างขึ้นใหม่มีค่อนข้างสูง ซึ่งต้องใช้ความร่วมมือกันอย่างมากระหว่างหน่วยงานของรัฐ และเอกชนในการพัฒนาอาคารที่ใช้ระบบโครงสร้างแบบใหม่ อาคารเหล่านี้สามารถทำให้เกิดข้อดีในงานก่อสร้างอาคารขึ้นใหม่ดังนี้

- อาคารประกอบไปด้วยเสาขนาดบางที่มีความแข็งแรงผลิตขึ้นจากเหล็กที่มีกำลังเป็น 2 เท่าของเหล็กปกติ โครงสร้างสามารถรองรับป้องกันแรงของคลื่นสึนามิในชั้นล่าง ๆ และยังสามารถเผื่อพื้นที่ที่ปลอดภัยทางด้านบนของอาคาร
- ในทางตรงกันข้ามกับการก่อสร้างอาคารทั่วไปที่จะเริ่มหลังจากการก่อสร้างสาธารณูปโภคของเมือง และต้องถื่น ระบบอาคารโครงสร้างแบบใหม่สามารถที่จะให้

มีการก่อสร้างอาคารให้แล้วเสร็จในเวลารวดเร็วกว่าและสามารถเสร็จสิ้นงานก่อสร้างในเวลาเดียวกันกับการก่อสร้างสาธารณูปโภค

- อาคารโครงสร้างระบบใหม่สามารถทำให้มีการปรับปรุงในรายละเอียดแบบเป็นขั้น ๆ ได้ตามความต้องการ โดยเริ่มจากการตอบสนองของความต้องการของอาคารอย่างเร่งด่วนฉุกเฉิน และหลังจากนั้น สามารถเปลี่ยนแปลงการใช้งานด้านภายในเพื่อให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง (อ้างอิงกับรูปที่ 5-7)

นอกจากที่ต้องสามารถต้านทานระดับแผ่นดินไหวระดับ 7 โดยที่โครงสร้างยังอยู่ในช่วงอิลาสติก อาคารที่มีโครงสร้างระบบใหม่นี้ได้วัสดุโครงสร้างชนิดใหม่ที่ดีกว่าอาคารอื่น ๆ ในแง่ของความต้านทานต่อคลื่นสึนามิ ระบบโครงสร้างใหม่นี้ยังเป็นโครงสร้างที่เหมาะสมกับงานก่อสร้างดัดแปลงใหม่ซึ่งตอบสนองต่อความเสียหายเนื่องจากแผ่นดินไหว Great East Japan ครั้งนี้ เรามีความหวังที่จะนำเสนอในข้อดีที่ได้จากการพัฒนาระบบโครงสร้างอาคารใหม่ที่ใช้วัสดุโครงสร้างแบบใหม่นี้เพื่อพิจารณาต่อไป

รูปที่ 1 เมืองซึ่งพัฒนาขึ้นโดยใช้อาคารระบบโครงสร้างใหม่

รูปที่ 2 ความต้านทานแรงสั่นไหวจากแผ่นดินไหวของอาคารระบบโครงสร้างใหม่

รูปที่ 3 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการพัฒนาวัสดุเหล็กกำลังสูงขึ้นใหม่

รูปที่ 4 หน้าที่ของอาคารระบบโครงสร้างใหม่ในการก่อสร้างเมืองใหม่

รูปที่ 5 โมเดลต้นแบบสำหรับศูนย์การกระจายสินค้า

รูปที่ 6 โมเดลต้นแบบสำหรับศูนย์อำนวยความสะดวกท้องถิ่น

รูปที่ 7 โมเดลต้นแบบสำหรับพื้นที่เมืองที่มีประชากรหนาแน่น

การประชุมสัมมนาและงานด้านต่างประเทศ

(หน้าที 17)

การประชุมสัมมนาประจำปี 2011 ของ JSSC ในหัวข้อการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

สมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กของญี่ปุ่น (JSSC) มีการจัดงานประจำปีทุกปีคือ "งานประชุมสัมมนา JSSC ในหัวข้อการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก" มาตั้งแต่ปี 2004 จุดมุ่งหมายของการจัดงานก็เพื่อที่จะให้งานนี้เป็นช่องทางที่จะแสดงผลของการดำเนินงานร่วมกันของคณะกรรมการ JSSC ในฝ่ายต่าง ๆ และกลุ่มนักวิจัย และเพื่อที่จะให้เป็นสถานที่แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันระหว่างสมาชิกและผู้อื่นที่เกี่ยวข้องกับวงการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก เพื่อที่จะให้งานประชุมสัมมนาได้รับผลที่ดีที่สุด จึงมีการศึกษาและวางแผนร่วมกันระหว่างคณะกรรมการประชาสัมพันธ์งานและคณะกรรมการดำเนินงานประชุม

งานประชุมสัมมนา JSSC ในหัวข้อการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กได้ถูกจัดขึ้นเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2011 ในโตเกียว งานประชุมสัมมนานี้มีกิจกรรมหลายประเภทโดยเป็นความร่วมมือกันระหว่างสมาชิก JSSC และคณะกรรมการ และองค์กรที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ งานประชุมสัมมนานี้ประกอบไปด้วยงานบรรยายทางวิชาการพิเศษ ช่วงของเหล็กสแตนเลส ช่วงของรายงานความเคลื่อนไหวล่าสุดของ ISO/TC167 ช่วงงานวิศวกรรม ช่วงมอบรางวัล JSSC และช่วงการบรรยายของผู้ได้รับรางวัล และช่วงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

งานโครงสร้างและบทความที่ได้รับการชนะเลิศได้รับการประชาสัมพันธ์ไว้ที่บอร์ดแสดงผลงาน นอกจากนี้ยังมีการแสดงไว้ที่จุดที่ผู้คนมาก โดยใช้อุปกรณ์มือถือ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมประชุมสามารถเห็นผลงานได้มากที่สุด

ในการที่จะทำให้งานการประชุมสัมมนานี้มีความน่าสนใจมากขึ้น และเพื่อเพิ่มจำนวนผู้ที่เข้าร่วมงาน จัดหมายประชาสัมพันธ์ นอกจากจะถูกจัดส่งให้แก่กรรมการต่าง ๆ แล้ว ยังได้จัดส่งผ่านอีเมลล์ด้วย เพราะเหตุนี้ผู้สมัครเข้าร่วมงานมีประมาณ 350 ท่าน และผู้เข้าร่วมงาน 2 วันมีจำนวนประมาณ 1,000 คน งานประชุมสัมมนานี้ นับว่าเป็นสถานที่แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้ทำ



งานวิจัยและวิศวกรที่ทำงานในด้านการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก และรวบรวมข้อมูลล่าสุดที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

การประชุมสัมมนาของ JSSC ประจำปี 2012 ในหัวข้อการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กได้กำหนดไว้ในวันที่ 15 และ 16 พฤศจิกายน 2012

(รูปภาพ)

การกล่าวต้อนรับโดยประธาน JSSC โคอิชิ ทากานาชิ

การมอบรางวัลจากประธาน JSSC

การพบปะสังสรรค์

การบรรยายบทความพิเศษ

(ตาราง)

โปรแกรมของการประชุมสัมมนา

(หน้าที่ 18)

รางวัลใหญ่ของ AIJ 2011 แก่ศาสตราจารย์กิตติคุณ โคอิชิ ทากานาชิ

ศาสตราจารย์กิตติคุณโคอิชิ ทากานาชิแห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว (ประธานสมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่งญี่ปุ่น) ได้รับรางวัลใหญ่ของ AIJ (สถาบันสถาปัตยกรรมแห่งญี่ปุ่น) ประจำปี 2011

รางวัลนี้เป็นรางวัลที่มีเกียรติอย่างสูงสุดที่มอบให้โดยสถาบันสถาปัตยกรรมแห่งญี่ปุ่น และมอบให้แก่สมาชิกที่ความสำเร็จของเขามีผลให้เกิดการพัฒนา และความก้าวหน้าสำหรับวิชาชีพสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมโครงสร้าง ผลงานความสำเร็จของศาสตราจารย์โคอิชิมีอยู่มากมายซึ่งรวมถึง – การริเริ่มงานวิจัยทางด้านการออกแบบโดยวิธีพลาสติก การออกแบบโครงสร้างด้านทานแรงแผ่นดินไหวและการออกแบบโดยวิธี limit-state สำหรับโครงสร้างเหล็กในญี่ปุ่น และความร่วมมือและชื่อเสียงกับนานาชาติในผลงานและการนำไปใช้สำหรับมาตรฐานและข้อกำหนดเกี่ยวกับโครงสร้างเหล็ก ความสำเร็จเหล่านี้เป็นผลให้เขาได้รับเลือกสำหรับรางวัลใหญ่ของ AIJ2011

(รูปภาพ)

ดร.ทากานาชิ (ขวา) รับรางวัลของ AIJ2011

เหรียญรางวัลฟาสเลอร์ ชานจาก CTBUH แก่ศาสตราจารย์ อากิรา วาดะ

ศาสตราจารย์กิตติคุณอากิรา วาดะแห่งสถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียวได้รับรางวัลเหรียญรางวัลฟาสเลอร์ ชาน สำหรับผลงานความสำเร็จตลอดชีวิตการทำงานของท่านจาก CTBUH ประจำปี 2011

รางวัลนี้ได้จัดตั้งขึ้นเมื่อปี 2004 เพื่อเป็นการให้เกียรติและระลึกถึงผลงานความสำเร็จของ ดร.ฟาสเลอร์ ชาน ผู้ออกแบบโครงสร้างอาคารสูงเป็นจำนวนมากโดยใช้แนวความคิดในการออกแบบแนวทางใหม่ ดังเช่นอาคารจอห์น แอนคอกในเมืองชิคาโก ดร.วาดะได้ทำงานทางวิจัยอย่างกว้างขวางในด้านของเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมแผ่นดินไหว เช่นเดียวกันกับการนำผลของงานเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในงานจริง ผลงานเหล่านี้มีผลต่อการพัฒนาการออกแบบโครงสร้างด้านทานแรงแผ่นดินไหวสำหรับอาคารสูง ไม่เพียงแต่ในญี่ปุ่นเท่านั้น แต่ในต่างประเทศอีกด้วย ชื่อเสียงในต่างประเทศจากความสำเร็จเหล่านี้ส่งผลให้เขาได้รับเลือกสำหรับรางวัล

(รูปภาพ)

ดร.วาดะ (ซ้าย) รับเหรียญรางวัลฟาสเลอร์ ชาน จาก CTBUH การบรรยายโดย ดร.วาดะเพื่อเป็นเกียรติในการรับรางวัล

เหรียญรางวัลโรเบิร์ต เอช สแกนแลนแก่ศาสตราจารย์โยโซ พุจิโน

ศาสตราจารย์ โยโซ พุจิโนแห่งมหาวิทยาลัยโตเกียวได้รับเหรียญรางวัลโรเบิร์ต เอช สแกนแลนจากสมาคมวิศวกรโยธาแห่งสหรัฐอเมริกา (ASCE)

เหรียญรางวัลสแกนแลนได้ริเริ่มขึ้นเมื่อปี 2002 โดยสถาบันวิศวกรรมกลศาสตร์ของ ASCE เพื่อให้เกียรติแก่ผลงานและการอุทิศตนของศาสตราจารย์โรเบิร์ต เอช สแกนแลนในงานด้าน

วิศวกรรมกลศาสตร์ รางวัลนี้นับเป็นรางวัลที่ทรงเกียรติที่มอบให้ แต่ผู้ที่ได้รับความสำเร็จอย่างโดดเด่นและมีชื่อเสียงอย่าง กว่างขวางสำหรับงานทางด้านวิศวกรรมกลศาสตร์ ทั้งในด้าน ทฤษฎีและภาคปฏิบัติ สำหรับศาสตร์ทางด้าน กลศาสตร์ โครงสร้าง วิศวกรรมแรงลม หรือ แอโรไดนามิค นอกจากนี้รางวัลนี้ ยังไม่จำกัดเงื่อนไขของผู้ได้รับรางวัล ที่จะต้องเป็นสมาชิกของ ASCE หรือ มีสัญชาติใด ผู้ที่เคยได้รับรางวัลซึ่งเป็นชาวญี่ปุ่นคือ ศาสตราจารย์กิตติคุณ มาซารุ มัตซุโมโต แห่งมหาวิทยาลัยเกียวโต และ ศาสตราจารย์ มาซาโนบุ ชิโนซูกะ แห่งมหาวิทยาลัย แคลิฟอร์เนีย

เหรียญรางวัลนี้ได้มอบให้เพื่อเป็นรางวัลแต่ผลงานของ ศาสตราจารย์ฟูจิโน สำหรับงานด้านพลศาสตร์ แรงลม การ ประเมินกำลังของสะพาน และ เทคโนโลยีการควบคุมแบบ แอค ทีฟ/ แพสซีฟ คอนโทรลในสะพาน

(รูปภาพ)

เหรียญรางวัลโรเบิร์ต สแกนแลน

ดร.ฟูจิโน (ตรงกลาง) รับเหรียญรางวัล

ดร. สแกนแลนและภรรยา กับ ดร.ฟูจิโน



(ปกหลัง)

สาส์นถึงผู้อ่าน

โดย มาซัทซึกุ นาไก

ประธานคณะกรรมการด้านต่างประเทศ JSSC

(ศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยนาไกอะแห่งเทคโนโลยี)

ในฐานะตัวแทนของสมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่ง ญี่ปุ่น (JSSC) ผมขอเริ่มโดยแสดงความเสียใจอย่างที่สุดกับ ผู้เคราะห์ร้ายจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว Great Japan Earthquake ในโอกาสนี้ เราได้ตั้งปณิธานที่จะพยายามอย่างที่สุด ในการสร้างขึ้นมาใหม่อีกครั้งและให้การสนับสนุน ทำงานอย่าง ใกล้ชิดกับผู้ที่ทำงานอยู่ในแวดวงการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กใน

ญี่ปุ่น นอกจากนี้ เราขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับ ความช่วยเหลืออย่างจริงใจจากนานาประเทศมา ณ ที่นี้ด้วย

เริ่มตั้งแต่ฉบับที่ 26 ของวารสาร Steel Construction Today & Tomorrow คณะกรรมการด้านต่างประเทศของ JSSC ได้เริ่ม เข้ามาดูแลบทความของวารสารที่กำหนดไว้ 3 ฉบับต่อปี นับตั้งแต่ แรกเริ่ม JSSC ได้ประชาสัมพันธ์ การพัฒนางานสำรวจ วิจัยและ เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กและเพื่อ ปรับปรุงเทคโนโลยีการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก ในขณะเดียวกัน JSSC ยังให้ความร่วมมือกับหน่วยงานองค์กรต่าง ๆ ใน ต่างประเทศอย่างสม่ำเสมอ

ภายหลังจากการผนวก JSSC เข้ากับสมาคมก่อสร้างเหล็ก สเตนเลสแห่งญี่ปุ่นในปี 2010 งานของ JSSC ได้ขยายออกไปมิได้ มีเพียงแต่เหล็กคาร์บอนเท่านั้นแต่ยังรวมไปถึงเหล็กสเตนเลสที่ ป้องกันการผุกร่อนได้อย่างสูงอีกด้วย หลังจากนั้น เราตั้งใจที่จะ ถ่ายทอดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กในด้านต่าง ๆ ที่กว้างขึ้นไปทั่วโลก

เช่นเดียวกันกับฉบับที่ 32 ในฉบับปัจจุบัน ฉบับที่ 35 เริ่มด้วย การประกาศผลผู้ได้รับรางวัลจากท่านประธาน JSSC และรางวัล วิทยานิพนธ์ ประจำปี 2011 บทความพิเศษกล่าวถึงแผ่นดินไหว Great East Japan ซึ่งในรายละเอียดก็คือการกล่าวถึง ความเสียหายต่อโครงสร้างอาคารเนื่องจากการสั่นไหวของแผ่นดินไหว อาฟเตอร์ช็อค และคลื่นสึนามิ และงานที่กระทำต่อมาในการ บูรณะซ่อมแซมและงานก่อสร้างขึ้นใหม่ หัวข้อสำคัญอื่น ๆ รวมไปถึง การนำเสนอรางวัล – รางวัลใหญ่ของ AIJ 2011 แก่ประธาน JSSC โคอิชิ ทากานาชิ เหรียญรางวัลฟาซเลอร์ ชานจาก CTBUH แก่ศาสตราจารย์อากิรา วาดะ และเหรียญรางวัลโรเบิร์ต สแกน แลนแก่ศาสตราจารย์โยโซ ฟูจิโน – และรายละเอียดของการ ประชุมสัมมนา JSSC ประจำปี 2011 ในหัวข้อการก่อสร้าง โครงสร้างเหล็ก ซึ่งจัดประจำทุกปีจากการสนับสนุนของสมาชิก JSSC กรรมการ และองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

คณะกรรมการด้านต่างประเทศ นอกจากนี้มีหน้าที่รับผิดชอบ เกี่ยวกับจัดทำข้อกำหนดของการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กให้เป็น มาตรฐานสากล ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางด้าน เทคนิค และการติดต่อกับองค์กรต่างประเทศ การทำงานของเรา

สิ่งหนึ่งที่สำคัญก็คือเราทำหน้าที่แจ้งผู้อ่านให้ทราบถึงการทำงานของ JSSC แนวโน้มในการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก และเทคโนโลยี และการพัฒนาเทคโนโลยีที่นำไปใช้ในขั้นตอนการวางแผน การออกแบบ และการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กในญี่ปุ่นผ่าน “ฉบับพิเศษของสมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่งญี่ปุ่น” ซึ่งมีการตีพิมพ์เป็นฉบับหนึ่งในสามฉบับประจำปีของวารสาร Steel Construction Today & Tomorrow

ถ้าคุณปรารถนาที่จะได้รับข้อมูลในรายละเอียดมากขึ้นเกี่ยวกับบทความหรือ ต้องการได้รับข้อมูลเกี่ยวกับเทคนิคที่มีอยู่ในฉบับนี้ โปรดติดต่อสมาชิก JSSC ฮิโรชิ ซูกิตานิ (h.sugitani@jssc.or.jp)