

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(ฉบับที่ 32 – เดือน มีนาคม 2011)

งานเผยแพร่ร่วมกันของ สมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย
และสมาคมโครงสร้างเหล็กแห่งประเทศไทย

ฉบับภาษาไทย

หนังสือ Steel Construction Today & Tomorrow ฉบับภาษาอังกฤษได้รับการตีพิมพ์ปีละสามครั้ง และเผยแพร่ไปทั่วโลกให้แก่ผู้บริหารและองค์กรอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องหรือสนใจวัตถุประสงค์หลักของการเผยแพร่คือการนำเสนอมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับงานโครงสร้างเหล็ก ยกตัวอย่างเช่น โครงการก่อสร้างในรูปแบบใหม่ ๆ เทคโนโลยีขั้นสูง สำหรับการก่อสร้างและการเลือกใช้วัสดุ รวมไปถึงข่าวสารในแวดวงงานก่อสร้างอาคารและงานวิศวกรรมโยธา

เพื่อให้ผู้อ่านชาวไทยเข้าใจบทความในนิตยสารฉบับนี้ได้ง่ายขึ้น เราจึงได้จัดทำฉบับภาษาไทยที่มีเฉพาะส่วนของตัวหนังสือแนบเอาไว้กับฉบับภาษาอังกฤษ ส่วนภาพถ่าย ภาพตัวอย่างประกอบและตาราง จะถูกนำมาแสดงไว้ในฉบับภาษาไทยเฉพาะที่เป็นชื่อหรือคำบรรยาย เพราะฉะนั้นในการอ่านควรอ้างอิงถึงเนื้อหาของหนังสือฉบับภาษาอังกฤษควบคู่กันไป นอกจากนี้เมื่อต้องการข้อความหรือคำศัพท์ทางเทคนิคที่ถูกต้อง หรือต้องการรายละเอียดทางเทคนิคเพิ่มเติม กรุณาอ้างอิงถึงหนังสือฉบับภาษาอังกฤษ ด้วยเช่นกัน

ฉบับที่ 32 – เดือน มีนาคม 2011 : สารบัญ

หัวข้อพิเศษ : งานโครงสร้างเหล็กกับสังคมชาวญี่ปุ่น

JSSC President Prizes 2010

การพัฒนาและการนำวิธีการรีดลอนอาคารแบบใหม่มาใช้ “ วิธี Jack-Down “ สำหรับอาคารสูง _____ 1
โครงสร้างแผ่นพื้นไร้คาน (Flat Plate) ที่รองรับโดยการใส่เสาเหล็กกลม และ แป้นเหล็กหัวเสา (Capital) _____ 2
เหล็กกำลังสูงสำหรับงานสะพาน _____ 3
รันเวย์ D สนามบินนานาชาติ ฮานเดะ _____ 4

รางวัลวิทยานิพนธ์ 2010

พฤติกรรมการรับแรงเฉือนจากแรงดัดของคานช่วงสั้นก่อนเกิดการครากแบบแรงเฉือน _____ 5

ผลการทดลองเรื่องแรงยกตัวจากแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในโครงสร้างอาคารชั้นเดียวที่มีลักษณะไม่สมมาตร _____ 5

การซ่อมแซมรอยเชื่อมของเหล็กเสริมกำลังแนวตั้งโดยการเจาะรูชนิดครึ่งวงกลม _____ 6

การวิเคราะห์พฤติกรรมของรอยแตกจากความล้าตามความลึกของวัสดุสำหรับโครงสร้างใน 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม XFEM _____ 6

โครงสร้างเหล็กแบบประกอบและรางรถไฟ

สะพานโครงสร้างแบบประกอบเหล็ก-คอนกรีต _____ 7

โครงสร้างอาคารสถานีฮิวากาชิ _____ 11

โครงสร้างอาคารสถานีโคชิ _____ 13

การรับมอบรางวัล Anton Tedesko Medal

การรับมอบรางวัล Anton Tedesko Medal _____ 17

การประชุมงานเหล็กโครงสร้างแห่งแปซิฟิก ครั้งที่ 9th _____ 17

การประชุมและสัมมนา JSSC _____ 18

สาส์นถึงผู้อ่าน _____ ปกหลัง

การพัฒนาและการนำวิธีการรื้อถอนอาคารแบบใหม่มาใช้ “วิธี Jack-Down” สำหรับอาคารสูง

รางวัลชนะเลิศ : บริษัท คาจิม่า

การรื้อถอนอาคารสูงนั้น ในขั้นตอนการทำงานปกติจะเริ่มต้นจากการรื้อถอนโครงสร้างชั้นบน แล้วจึงทำงานรื้อถอนไล่ลงมาอย่างชั้นล่าง สำหรับวิธีการรื้อถอนอาคารที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ “วิธี jack-down” จะมีการติดตั้งแม่แรงภายใต้เสาชั้นที่ 1 และการรื้อถอนอาคารเริ่มจากชั้นล่างสุด แล้วทำงานรื้อถอนขึ้นไปยังชั้นบน โดยที่เสาของแต่ละชั้นจะถูกตัดออกก่อน และมีการทยอยทำการตัดพื้นแต่ละชั้นออกมา เพื่อให้เกิดความปลอดภัยจากการสั่นสะเทือนระหว่างการรื้อถอนอาคาร อีกทั้งจะทำการติดตั้งโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในส่วนกำแพงส่วนแกน “core wall” และโครงสร้างเหล็กแบบโครงข้อแข็งกระจายน้ำหนัก “load transfer frame” ขึ้นมาใหม่ภายในอาคาร

วิธีการรื้อถอนอาคารแบบใหม่นี้ได้มีการนำมาใช้ในการรื้อถอนอาคารสำนักงานสูง 20 ชั้นหลังหนึ่ง ผลที่ได้สามารถยืนยันถึงข้อดีในการนำวิธีการนี้มาใช้งานได้ดังต่อไปนี้

- พื้นที่ของอาคารที่ทำการรื้อถอนจะถูกหุ้มด้วยผนังชั่วคราวอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดมลภาวะของเสียงและฝุ่นที่น้อย
- การรื้อถอนเกิดขึ้นที่พื้นชั้นล่างเท่านั้น ซึ่งช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ข้างเคียง
- ขยะและเศษสิ่งของที่เหลือจากการรื้อถอนสามารถขนย้ายและแยกได้โดยง่ายเพื่อนำมาใช้หมุนเวียนใหม่ให้เกิดประโยชน์ได้
- อัตราการนำวัสดุมาใช้หมุนเวียนใหม่เพิ่มขึ้นเป็น 93 % เทียบกับ 55 % เมื่อรื้อถอนอาคารโดยใช้วิธีทั่วไป
- อัตราการนำวัสดุมาใช้หมุนเวียนใหม่เมื่อรวมส่วนของโครงสร้างอาคารเท่ากับ 99 %
- สามารถควบคุมเรื่องความปลอดภัยสำหรับการทำงานในที่สูงและจากวัสดุตกหล่นได้ดีขึ้น
- เวลาและแรงงานที่จะต้องใช้สำหรับการขนย้ายวัสดุที่รื้อถอนออกโดยการใช้น้ำทาวเวอร์เครน (tower crane) จะลดลง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

ราคาค่ารื้อถอนสำหรับวิธีการรื้อถอนแบบใหม่นี้ สูงกว่าวิธี

ทั่วไปประมาณ 5 – 10 % แต่ระยะเวลาในการทำงานรื้อถอนจะลดลงประมาณ 15 % ด้วยวิธีการรื้อถอนแบบใหม่นี้ งานรื้อถอนจะกินเวลาสั้นลง ทำให้อาคารที่จะก่อสร้างใหม่นี้สามารถเริ่มก่อสร้างได้เร็วขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ได้เปรียบทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับทั้งกระบวนการรื้อถอนจนถึงงานก่อสร้างอาคาร

ถึงแม้อาคารที่จะทำการรื้อถอนเป็นอาคารเหล็ก สูงเพียง 20 ชั้น แต่ก็ได้มีการศึกษาอย่างละเอียดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานและลดราคาค่ารื้อถอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการรื้อถอนโดยวิธี “jack-down” สำหรับอาคารที่สูงกว่าในอนาคต

รูปถ่ายที่ 1 การรื้อถอนอาคารสำนักงานสูง 20 ชั้น

รูปที่ 1 การเปรียบเทียบวิธีการรื้อถอนอาคารสำหรับวิธีทั่วไปและวิธีการรื้อถอนแบบใหม่

รูปที่ 2 กำแพงส่วนแกน (core wall) และ โครงข้อแข็งกระจายน้ำหนัก (load transfer frame)



โครงสร้างแผ่นพื้นไร้คาน (Flat Plate) ที่รองรับโดยการใส่เสาเหล็กกลม และ แป้นเหล็กหัวเสา (Capital)

รางวัลชนะเลิศ : บริษัท ทาเคนากะ และ บริษัท นิปปอน สตีล

โดยทั่วไป ผู้ออกแบบอาคารและเจ้าของงานมักจะไม่ชอบเสาขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ๆ หรือ โครงสร้างใดๆ ที่มีส่วนที่ยื่นออกมาข้างใต้พื้นโครงสร้าง ดังนั้น บริษัท ทาเคนากะ และนิปปอนสตีล จึงได้ร่วมกันเสนอวิธีการก่อสร้างโครงข้อแข็งรับน้ำหนักแบบใหม่ : โครงข้อแข็งแบบแผ่นพื้นไร้คาน ซึ่งใช้เหล็กกลมเป็นโครงสร้างเสา เพื่อที่จะลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาให้น้อยที่สุดและแป้นเหล็กหัวเสาซึ่งฝังตัวอยู่ในพื้นโครงสร้าง (รูปที่ 1)

วิธีการทำโครงข้อแข็งรับน้ำหนักแบบใหม่นี้ถือว่าเป็นวิธีการใหม่เพื่อเพิ่มพื้นที่ว่างภายในอาคาร ทำให้อาคารมีความโปร่งมากขึ้น วิธีการนี้ได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย อย่างน้อย 40 ตัวอย่างในการก่อสร้างอาคารขนาดและชนิดที่แตกต่างกัน (รูปภาพที่ 1)

ในการพัฒนาระบบโครงสร้างแบบใหม่นี้ จำเป็นจะต้องนำเทคโนโลยี 3 ชนิดที่จำเป็นในการก่อสร้างโครงสร้างประเภทนี้มาใช้ดังนี้

เสาเหล็กกลมที่ขนาดเล็กมาก

เสาที่มีขนาดเล็กที่สุดในการนำไปใช้งานคือเหล็กกลม(Steel bar) เพื่อที่จะใช้เสาเหล็กกลมเหล่านี้ได้อย่างสะดวกและถูกต้อง บ.นิปปอลสตีลได้นำวัสดุที่มีการรับรองเมื่อ เดือนมกราคม 2006 สำหรับเหล็กเส้นกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่เพื่อเป็นโครงสร้างอาคารมาใช้ ซึ่งน่าจะมีการแก้ไขในกฎหมายมาตรฐานให้แน่นอนมากยิ่งขึ้นสำหรับอาคารของญี่ปุ่นหลังจากปี 2006

การเชื่อมต่อเสาเหล็กกลมหน้างานที่จุดต่อระหว่างเสากับเสา

ในการนำโครงสร้างนี้มาใช้สำหรับการก่อสร้างโครงข้อแข็งสูงหลาย ๆ ชั้น งานสำคัญที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ก็คือการเชื่อมต่อที่หน้างานของจุดต่อระหว่างเสากับเสา

สำหรับจุดเชื่อมต่อนั้น เนื่องจากวัสดุผิวหน้าโครงสร้างที่นำมาใช้ไม่ได้มีการป้องกันไฟ การเชื่อมต่อจะต้องอยู่ในตำแหน่งระดับภายในแผ่นพื้นโครงสร้างเพื่อที่จะไม่ให้จุดดังกล่าวอยู่ภายนอกส่วนปกคลุม

สำหรับวิธีการเชื่อมต่อนั้น มีอยู่หลายวิธีการ เช่นรอยต่อโดยการเชื่อมแบบหลอมลึกบางส่วน (partial penetration weld) การเชื่อมต่อแบบรับแรงแบกทานที่รองรับทรงกลมและไม่มีการเชื่อม (weld-free spherical-support bearing) และการใช้สลักเกลียวกำลังสูงเชื่อมต่อกับแผ่นปีก (รูปที่ 2)

แป้นหัวเสาเหล็กที่ฝังอยู่ในแผ่นพื้น

แป้นหัวเสาเหล็กที่มีการฝังอยู่ในแผ่นพื้นเป็นวิธีการพื้นฐานอย่างหนึ่งสำหรับการจัดทำโครงสร้างลักษณะนี้ คุณสมบัติของโครงสร้างนี้ในเชิงพลศาสตร์และกลศาสตร์สามารถตรวจสอบได้โดยการทดสอบการรับน้ำหนักของโครงสร้างในแนวนอนและแนวตั้ง ทั้งการศึกษาวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ถึงวิธีการและข้อกำหนดในการออกแบบ นอกจากนี้ วิธีการติดตั้งแป้นหัวเสาเหล็กเพื่อรับแรงนี้ยังได้ผ่านการตรวจสอบทางด้านเทคนิค (GBRC performance appraisal No. 09-03) จากสถาบันที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับอาคารของญี่ปุ่นมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการนำโครงสร้างชนิดนี้ไปประยุกต์ใช้และเผยแพร่

รูปที่ 1 แผ่นพื้นไร้คานที่รองรับโดยการใส่เสาเหล็กกลมและแป้นหัวเสา

รูปที่ 2 ตัวอย่างของรอยต่อที่ฝังอยู่ภายในแผ่นพื้น

รูปภาพที่ 1 ตัวอย่างของการนำไปใช้ในอาคารที่มีขนาดและประเภทการใช้ที่แตกต่างกัน

รูปภาพที่ 2 ตัวอย่างของแป้นหัวเสา (เชื่อมต่อน้ำงาน)



(หน้า 3)

การพัฒนาและการนำมาใช้ในงานก่อสร้างสำหรับ เหล็กประเภท BHS: (High Performance Steel) สำหรับโครงสร้างสะพาน

เหล็กประเภท BHS (Bridge High-Performance Steel) เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติทางด้านกำลัง ความเหนียว ความสามารถในการเชื่อม ความง่ายในการทำงาน ความต้านทานต่อสภาพแวดล้อม และคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เหมาะสมในการใช้งานกับโครงสร้างสะพาน เหล็ก BHS นี้ได้มีการปรับปรุงคุณสมบัติให้เหนือกว่าเหล็กโครงสร้างทั่วไป ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ได้มีการปรับปรุงจนถึงระดับที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานกับโครงสร้างสะพาน

ความล้ำหน้าในระบบเทคโนโลยีการควบคุมอุณหภูมิ-คุณสมบัติทางกล (thermo-mechanical control process, TMCP) ทำให้สามารถควบคุมในระดับที่ละเอียดขึ้นสำหรับโครงสร้างระดับไมโคร (microstructure) ของผลิตภัณฑ์เหล็กโครงสร้าง ซึ่งนับเป็นการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์เหล็กเหล่านี้ วิธีการควบคุมแบบ TMCP นี้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการเชื่อมให้กับวัสดุ เนื่องจากการปรับปริมาณคาร์บอนเทียบเท่า (carbon equivalent) ซึ่งเป็นการปรับองค์ประกอบที่ไม่ทำให้เกิดรอยแตกได้ง่าย การลดจำนวนสิ่งเจือปน และการปรับปรุงคุณสมบัติทางกลของวัสดุในทิศทางตามความหนาและความกว้างของวัสดุให้อยู่ในระดับเหมาะสม นอกเหนือไปจากการปรับปรุงคุณสมบัติทางกลเช่นกำลังและความเหนียวที่สูงขึ้น การนำผลิตภัณฑ์เหล็กที่มีการปรับปรุงโครงสร้างมาใช้ จะส่งผลให้เหล็กมีคุณสมบัติที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพยายามที่จะพัฒนาและนำผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มาใช้ให้มากขึ้น

แนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เหล็ก BHS

ได้มีแนวความคิด 2 แบบในการพัฒนาเหล็ก BHS

- พัฒนาเหล็ก high-performance ตามแนวการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเหล็กในญี่ปุ่น เพื่อให้ได้เหล็กที่มีกำลัง ความเหนียวและความสามารถในการเชื่อมที่ดีขึ้น

โดยการใช้เทคโนโลยีการควบคุมล่าสุดของ TMCP เพื่อให้ได้โครงสร้างในระดับ microstructure ที่มีขนาดละเอียดยิ่งขึ้น

- การพัฒนาเหล็กโครงสร้างโดยการส่งเสริมการใช้เหล็ก high-performance ให้มากที่สุด ซึ่งจะทำให้เกิดผลดีในเชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับการออกแบบและการก่อสร้างสะพาน และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ

ความก้าวหน้าสำหรับผลิตภัณฑ์เหล็กก่อสร้างสะพานสามารถสังเกตได้จากเหล็กที่มีผลึกวัสดุที่ละเอียดขึ้นใน microstructure (รูปที่ 1) เหล็ก BHS ล่าสุดใช้เทคโนโลยีการควบคุมการรีด และการปล่อยให้อ่อนตัวของอุณหภูมิเพื่อให้ได้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมทั้งด้านความสามารถในการเชื่อม กำลัง และความเหนียว

เป้าหมายในการพัฒนาวัสดุเหล็ก BHS

ในการพัฒนาวัสดุเหล็ก BHS สิ่งที่เกิดขึ้นก็คือโครงสร้างสะพานเหล็กสามารถสร้างได้โดยใช้น้ำหนักวัสดุเหล็กที่น้อยกว่าและมีประสิทธิภาพที่มากกว่าเมื่อการออกแบบใช้ผลิตภัณฑ์เหล็ก BHS นี้ เนื่องจากเหล็กประเภทนี้มีกำลังที่สูงกว่าและมีความสามารถในการเชื่อมที่ดีกว่า เมื่อเทียบกับเหล็กผลิตภัณฑ์ SM (JIS) และในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนของค้ำอาคารสะพานโดยเหล็กชนิดนี้ยังเป็นไปได้ง่ายกว่า เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมชิ้นส่วนประกอบที่ดีขึ้น

การนำเหล็ก BHS ไปใช้ในทางปฏิบัติ

เนื่องจากเหล็กชนิดนี้มีข้อดีในด้านประสิทธิภาพในการผลิต และคุณสมบัติขององค์อาคาร (ความสามารถในการเชื่อม ความง่ายในการทำงาน ฯลฯ) ในกรณีที่ได้มีการออกแบบให้ใช้คุณสมบัติของกำลังที่สูงของเหล็ก BHS ได้มากที่สุด จะทำให้ได้สะพานเหล็กที่มีรูปแบบใหม่และมีความประหยัดในการก่อสร้างสำหรับสะพาน Tokyo Gate ซึ่งอยู่ระหว่างการก่อสร้าง ได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้เพื่อให้ได้ผลงานออกแบบที่ประหยัด เช่นรอยต่อที่เชื่อมเต็มสำหรับสะพานโครงถักเหล็กแบบต่อเนื่อง ซึ่งใช้การออกแบบโดยเลือกใช้วัสดุเหล็ก BHS และแนวทางการออกแบบ LRFD

รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างผลึกสำหรับผลิตภัณฑ์เหล็กสะพาน

รูปภาพที่ 1 การเชื่อมหน้างานสำหรับรอยต่อโครงถักที่ใช้เหล็ก BHS

รูปภาพที่ 2 การติดตั้งชิ้นส่วนของส่วนล่างของโครงถักที่เป็นรอยต่อแบบเชื่อมเต็ม

รูปภาพที่ 3 รูปสเก็ตช์ของสะพาน Tokyo Gate

ตารางที่ 1 การพัฒนาของวัสดุเหล็ก BHS (Bridge High-performance Steel)



(หน้า 4)

รันเวย์ดี ที่สนามบินฮาเนดะ การก่อสร้างโครงสร้างรันเวย์โดยใช้ ระบบ Steel Jacket เป็นแห่งแรกของโลก

รันเวย์ดี (D-Runway) เป็นรันเวย์ดีที่สี่ของสนามบินในเมืองโตเกียว (สนามบินฮาเนดะ) ซึ่งมีการก่อสร้างในพื้นที่กลางทะเลยื่นออกจากพื้นที่สนามบินปัจจุบัน เนื่องจากพื้นที่ 1 ใน 3 ของรันเวย์ตั้งอยู่บนปากแม่น้ำทามะ รันเวย์ดี จึงได้มีการออกแบบให้เป็นโครงสร้างแบบผสม (hybrid structure) ส่วนที่ถมทะเลและส่วนที่อยู่บนโครงสร้างตอม่อ (pier structure) โดยโครงสร้างจะต้องไม่มีผลกระทบต่อการไหลของแม่น้ำ โครงสร้างตอม่อเป็นแบบ Steel jacket ซึ่งนับว่าเป็นการใช้โครงสร้างประเภทนี้ครั้งแรก สำหรับโครงสร้างพื้นสนามบิน

เนื่องจากชิ้นส่วนของโครงสร้างตอม่อครอบคลุมพื้นที่กว้างใหญ่ถึงประมาณ 520,000 ตารางเมตร ในการก่อสร้างจึงต้องมีข้อกำหนดในการทำงานมาก ทั้งด้านการผลิตและการติดตั้ง jacket จำนวนมากถึง 198 ชิ้น (รวมน้ำหนักเหล็กประมาณ 260,000 ตัน) และ เสาค้ำเหล็กแบบท้อ จำนวน 1,165 ตัน (รวมน้ำหนักเหล็กประมาณ 90,000 ตัน) ในช่วงเวลาอันค่อนข้างสั้นโดยมีการกำหนดความคงทนของโครงสร้างให้มีอายุการใช้งาน 100 ปี มีการออกแบบให้โครงสร้างไม่กระทบต่อการไหลของแม่น้ำ และออกแบบให้โครงสร้างมีกำลังต้านทานต่อความล้มเนื่องจากแรงกระแทกจากการขึ้นลงของเครื่องบิน อย่างไรก็ตามถึงจะมีข้อจำกัดในการทำงานเหล่านี้ การก่อสร้างรันเวย์ดังกล่าวก็สามารถสร้างให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 3 ปีครึ่ง

โครงสร้างตอม่อแบบ jacket มีลักษณะเฉพาะดังนี้

- Jacket ประกอบไปด้วย ส่วนบนที่เป็นชิ้นส่วนคานเหล็ก (girder) และส่วนล่างที่เป็นโครงถัก (truss) โครงถักนี้ถูกออกแบบให้ส่วนองค์อาคารยึดทแยง (diagonal member) ไม่ปรากฏในส่วนที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเล ซึ่งการจัดโครงสร้างเช่นนี้ ไม่กระทบต่อการไหลของแม่น้ำ

ลดผลกระทบของอุณหภูมิที่ต่างกันของโครงสร้าง ส่วนล่างและส่วนบนต่อการยืด-หดและทำให้โครงสร้าง สามารถมีความต่อเนื่องสำหรับโครงสร้างที่มี พื้นที่หน้าตัดขนาดใหญ่มากขึ้น

- ในการที่จะต้องให้โครงสร้างมีกำลังต้านทานความล้าใน ขนาดที่จะสามารถรองรับการขึ้น-ลง ของเครื่องบิน จำนวน 12 ล้านเที่ยว และเป็นเวลาที่กำหนด 100 ปี การวิเคราะห์โครงสร้างนี้ได้ใช้วิธีไฟไนท์อีลิเมนต์ (FEM Analysis) ร่วมกับวิธีการออกแบบทั่วไปเพื่อตรวจสอบ ระดับความล้าในหน้าตัดส่วนต่าง ๆ นอกเหนือจากนี้ ยัง มีการนำเสนอวิธีใหม่อีก 2 วิธีในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนของค้ำคาน คือ การปรับปรุงกำลังต้านทานความล้าของ รอยเชื่อมโดยวิธี ultrasonic impact treatment (UIT) และวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (non-destructive inspection) โดยวิธี ultrasonic automatic flaw detection (AUT)
- ได้มีการนำระบบใหม่ในการป้องกันการผุกร่อนของ ผลิตภัณฑ์เหล็กมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้าน LCC และการบำรุงรักษา การใช้วัสดุปิดชิ้นส่วนด้านบนของ คานเหล็กด้วยแผ่นเหล็กไทเทเนียม การควบคุม ความชื้นโดยระบบการลดความชื้นในอากาศ และการ ปกปิดโครงสร้างในส่วนเหนือคานและพื้นที่ซึ่งเปียกชื้น โดยการใช้เหล็กกล้าไร้สนิม ซึ่งมีความสามารถต้านทาน การกัดกร่อนของน้ำทะเล

รูปที่ 1 โครงสร้างทั้งหมดของรันเวย์ ดี

รูปที่ 2 โครงสร้าง jacket

รูปที่ 3 การประกอบของส่วน jacket บน และ jacket ล่าง

รูปที่ 4 การก่อสร้างส่วนต่อม่อ

รูปที่ 5 รูปแสดงต่อม่อแบบ jacket



(หน้า 5)

การศึกษาพฤติกรรมรับแรงเฉือนจากแรงดัด (flexural shear) ของคานช่วงสั้น ก่อนเกิดการครากแบบแรงเฉือน (shear yielding)

รางวัลชนะเลิศ : ยาซุฮิโกะ ฮาราดะ

หลังจากการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ในฮันชิน ในปี 1995 สิ่งสำคัญในเชิงวิศวกรรมสิ่งหนึ่งก็คือการป้องกันการเกิดการแตกหักแบบเปราะ (brittle fracture) และการเพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก (plastic deformation) ในรอยเชื่อมส่วนปลายคาน (beam end weld) ของเสาเหล็กเชื่อมจตุรัสและ รอยต่อของคานรูปตัว H วิธีการแก้ไขปัญหานี้วิธีหนึ่งก็คือการใช้ แผ่นปีกที่ขยายใหญ่ (haunched flange) ซึ่งมีการขยายส่วนของแผ่นปีกคานให้ใหญ่ขึ้น เพื่อเป็นการลดขนาดความเค้นในรอยเชื่อม อย่างไรก็ตาม สำหรับคานที่มีขนาดช่วงเล็กเมื่อเทียบกับความลึก มันเป็นการยากในการออกแบบที่จะทำให้เกิดการครากแบบแรงดัดสำหรับคานก่อนที่จะมีการแตกหักของรอยต่อที่ส่วนปลายคาน ถึงแม้จะใช้การขยายความกว้างแล้วก็ตาม สิ่งนี้ถือเป็นอุปสรรคใหญ่ในการออกแบบเพื่อป้องกันการแตกหักที่ปลายคาน

เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ผู้แต่งบทความและคณะได้เสนอวิธีการในการออกแบบวิธีใหม่เพื่อป้องกันการแตกหักของส่วนปลายคาน ซึ่งทำให้คานมีการครากโดยแรงเฉือนในแผ่นเอวก่อนหน้าที่จะมีการครากโดยแรงดัดของคาน เพื่อเป็นการลดความเค้นในส่วนของรอยเชื่อมที่ปลายคาน ดังนั้น จึงมีการทดสอบคานโดยใช้วิธีการให้น้ำหนักแบบ cyclic loading โดยที่ได้กำหนดให้ตัวอย่างการทดสอบเป็นคานที่มีการครากโดยแรงเฉือนก่อนและมีการเชื่อมปิดปลายคาน โดยมีจุดมุ่งหมายให้การทดสอบเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบวิธีใหม่สำหรับป้องกันการแตกหักของส่วนปลายคาน

รูปที่ 1 ตัวอย่างของคานที่ในขั้นสุดท้ายที่มีการครากโดยแรงเฉือนก่อน (ตัวอย่างการทดสอบที่ F-1)

รูปที่ 2 ตัวอย่างของความสัมพันธ์ระหว่าง cyclic loading และการเคลื่อนตัวของคานที่มีการครากโดยแรงเฉือนก่อนหน้านี (ตัวอย่างการทดสอบที่ F-1)

(หน้า 5)

การศึกษาเกี่ยวกับการซ่อมแซมรอยเชื่อมของเหล็กเสริมกำลังแนวตั้ง (vertical stiffener) โดยการเจาะรู (notch) ชนิดครึ่งวงกลมบน orthotropic deck

รางวัลชนะเลิศ : โยชิฮิโกะ ทากาดะ และ ทีมงานอีก 3 ท่านจาก บริษัท Hanshin Expressway จำกัด

สำหรับรอยแตกเนื่องจากความล้าที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนของ orthotropic deck รอยแตกในส่วนของรอยเชื่อมพอก (fillet weld) ของแผ่นพื้น deck และแผ่นเหล็กเสริมกำลังแนวตั้ง ในส่วนของคานหลัก จะมีสาเหตุจากความเข้มข้นของความเค้น (concentration of stress) ที่เกิดจากการจำกัดการเคลื่อนตัวของแผ่นเหล็กเสริมกำลังแนวตั้ง บทความนี้เสนอผลของการศึกษาในวิธีการซ่อมแซมในรอยเชื่อมของเหล็กเสริมกำลังแนวตั้งโดยการเจาะรูชนิดครึ่งวงกลม เพื่อลดขนาดความเข้มข้นของความเค้นในรอยเชื่อมนี้ (รูปที่ 1)

ในการวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีไฟไนท์อีลิเมนต์ สามารถสังเกตได้ว่าระดับความเค้นสามารถลดลงได้โดยทำการเจาะรูครึ่งวงกลมขนาดประมาณ 1/2 ของขนาดขอบแนวเชื่อม (toe) บน deck และขนาดประมาณ 1/3 ของขนาดขอบแนวเชื่อม (toe) ของเหล็กเสริมกำลังในแนวตั้ง

การทดสอบความล้าของวัสดุได้แสดงผลของการล้าของรอยแตกในวัสดุมีอัตราซ้ำลงจนเกือบคงที่หลังจากที่ได้มีการทำการเจาะรูแล้ว ในกรณีนี้ที่รูเจาะนี้ได้นำมาใช้เพื่อหยุดรอยแตกประเภทที่มีการลามเข้าไปใน deck ผลของการเจาะรูแสดงให้เห็นว่าไม่มีการล้าของรอยแตกอีกเลย ความเค้นที่วัดได้บน orthotropic deck จะถูกลดลงถึงประมาณ 40 % ในด้านของ deck และประมาณ 30 % ที่ด้านของเหล็กเสริมกำลังแนวตั้ง หลังจากที่มีการทำการเจาะ

การศึกษาในปัจจุบันได้พบว่าขนาดความเค้นในรอยเชื่อมได้ลดลงเมื่อได้มีการจัดทำรูเจาะ เพื่อเพิ่มความทนทานต่อความล้าของวัสดุ และในขณะเดียวกัน การล้าของรอยแตกที่เกิดขึ้นสามารถระงับได้

รูปที่ 1 การทำรูเจาะแบบครึ่งวงกลม

รูปที่ 2 การเกิดรอยแตกและกำลังต้านทานความล้าเพื่อป้องกันการแตกหักของวัสดุ



(หน้า 6)

การศึกษาผลการทดลองเรื่องแรงยกตัวจากแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวในโครงสร้างอาคารชั้นเดียวที่มีลักษณะไม่สมมาตร

รางวัลชนะเลิศ : ทาดาชิ อิชิฮาระและทีมงานอีก 2 ท่าน

ผู้เขียนบทความได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของแรงยกตัวกับการลดแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวในโครงสร้าง โดยการ

ทดสอบ shaking table เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของแรงเยื้องศูนย์กับการลดผลของแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ซึ่งยังไม่ได้มีการศึกษาไว้อย่างชัดเจน

การจัดเตรียมชิ้นส่วนในการทดสอบ สิ่งที่จะต้องพิจารณาที่สำคัญมี 3 จุดใหญ่ ๆ ดังนี้ (รูปที่ 1)

- การจัดเตรียมการทดลองให้ได้ตามสมมติฐานที่ว่าพื้นจะต้องเป็นพื้นแข็ง (rigid) ในระนาบการสั่นสะเทือน
- การทำให้เสามีความแข็งและกำลังต้านทานการชนหรือแรงกระแทกในขณะทดลองกระแทก
- ผลการทดลองจะต้องไม่มีผลกระทบจากการลดขนาดชิ้นส่วนทดสอบและมีคาบการสั่นสะเทือนธรรมชาติที่ถูกต้อง

ชิ้นส่วนในการทดสอบประกอบไปด้วยเสาที่แข็งตัวมีขนาดใหญ่ และคานที่อ่อนตัวได้ (flexible) ลักษณะเป็นโครงสร้างวงเดียวแบบชั้นเดียว ซึ่งรองรับด้วยเสา 4 ต้น

ชิ้นส่วนทดสอบ 2 ชนิดที่นำมาทดสอบ คือ โมเดลแบบไม่มีการเยื้องศูนย์ (N) และโมเดลที่มีการเยื้องศูนย์แกนเดียวในด้านสั้น (E) อัตราส่วนของการเยื้องศูนย์สำหรับโมเดล E มีค่าเท่ากับ 0.48 ซึ่งค่อนข้างสูง คาบการสั่นธรรมชาติในด้านสั้น เป็น 0.45 วินาที สำหรับโมเดล N และ 0.54 วินาที สำหรับโมเดล E

รูปที่ 2 แสดงค่าการตอบสนองที่มากที่สุด ซึ่งมีการตั้งไว้ให้เป็นค่าเฉลี่ยของ story drift, R_m (normalized โดยการคูณค่า ω^2) ของโครงข้อแข็งในด้านสั้น บนแกน x ผลการศึกษาแสดงอย่างชัดเจนว่าค่าเฉลี่ยของแรงเฉือนเกือบจะมีค่าเท่ากัน ไม่ว่าโมเดลจะเป็นแบบเยื้องศูนย์หรือไม่เยื้องศูนย์ และไม่ขึ้นกับชนิดของคลื่นการสั่นสะเทือน และแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนยักตัวนั้นสามารถลดการเพิ่มของมุมการบิดของโครงสร้างไม่ให้เกินขอบเขตในระดับหนึ่งได้

รูปที่ 1 ชิ้นส่วนทดสอบ

รูปที่ 2 ค่าการตอบสนองที่มากที่สุดเทียบกับค่าเฉลี่ยของมุม story drift R_m

(หน้า 6)

การวิเคราะห์พฤติกรรมของรอยแตกจากความล้าตามความลึกของวัสดุสำหรับโครงสร้างใน 3 มิติโดยโปรแกรม XFEM

รางวัลชนะเลิศ : คาซูกิ ชิบานูมะ และทีมงานอีก 4 ท่าน

ความเสียหายของรอยแตกจากความล้าจำนวนมากได้ตรวจพบในสะพานที่มีอายุมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาสาเหตุของความเสียหายเหล่านี้ เพื่อกำหนดวิธีการบำรุงรักษาสะพานเหล่านี้ การจำลองทางคณิตศาสตร์ถึงพฤติกรรมกระจายตัวของรอยแตกจากความล้าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาเหล่านี้

รอยแตกสามารถที่จะจำลองแยกออกจาก โครงร่าง (mesh) ตามแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนต์ ได้โดยการใช้วิธีปรับปรุงเพิ่มเติมจากโปรแกรมไฟไนท์อีลิเมนต์ (XFEM) ในการศึกษานี้ได้มีการพัฒนา code เพิ่มเติมในโปรแกรมไฟไนท์อีลิเมนต์ให้มีความง่ายและมีประสิทธิภาพในการจำลองการขยายตัวของรอยแตกโดยการใช้วิธีของ PU-XFEM เข้ามาช่วยใช้ในซอฟต์แวร์ โปรแกรมไฟไนท์อีลิเมนต์ทั่วไป วิธี PU-XFEM เป็นการปรับแก้สมการใน XFEM เพื่อแก้ปัญหาความไม่สมบูรณ์ในโปรแกรม XFEM ในรุ่นแรก นอกจากนี้ได้มีการตรวจสอบ code โดยการจำลองการขยายตัวของรอยแตกจากความล้าของคานขวางในสะพานรูปแบบ I-Girder และชิ้นส่วนพื้น Deck โดยการใช้ bulb rib ผลของการจำลองรอยแตกจากความล้าได้แสดงผลที่สอดคล้องกันเป็นอย่างดีกับผลจากการทดสอบ

รูปที่ 1 การจำลองรอยแตกใน PU-XFEM

รูปที่ 2 การเปรียบเทียบผลของแนวการขยายตัวของรอยแตกระหว่างการจำลองทางคณิตศาสตร์และการทดสอบ



(หน้า 7-10)

โครงสร้างเหล็กแบบประกอบและรางรถไฟ

การก่อสร้างทางรถไฟในญี่ปุ่น

ทางรถไฟในญี่ปุ่นมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 20,000 กิโลเมตรและอยู่ในการกำกับดูแลของ 6 บริษัทรถไฟขนส่งผู้โดยสาร และอีก 1 บริษัทขนส่งสินค้า ซึ่งเป็นบริษัทเอกชน และแยกออกมาจากรัฐบาล การรถไฟแห่งประเทศไทย ญี่ปุ่น Japan National Railways ในปี 1987 ทางรถไฟประมาณ 2,200 กิโลเมตรเป็นชุมสายเส้นทางของรถไฟเพื่อรับส่งผู้โดยสารด้วยความเร็วสูง (high-speed) ซึ่งเรียกว่า ชินกันเซน (shinkansen) ซึ่งชินกันเซนเป็นระบบรถไฟที่ก้าวหน้าทันสมัยเมื่อเทียบกับระบบทางรถไฟปกติซึ่งเป็นระบบรางที่แคบ โดยชินกันเซนได้พัฒนาระบบรางและระบบการควบคุมสัญญาณแบบใหม่ รางรถไฟระยะ

515 กิโลเมตรแรกของชินกันเซนได้เปิดใช้งานในปี 1964 ซึ่งเป็นปีที่จัดโอลิมปิกในโตเกียว และถือว่าเป็นรางรถไฟสายความเร็วสูงแห่งแรกในโลก ตั้งแต่มีการเปิดใช้รถไฟสายนี้ขึ้นมา ได้มีการก่อสร้างทางรถไฟความเร็วสูงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งทุกวันนี้

ญี่ปุ่นมีประชากร 120 ล้านคนอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่ค่อนข้างเล็ก (1/25 ของสหรัฐอเมริกา) เพราะเหตุนี้ การก่อสร้างชินกันเซนมักพบอุปสรรคทางด้านพื้นที่ก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงสะพานข้ามแม่น้ำ ถนนและทางรถไฟ จนสามารถสรุปได้ว่าประเภทของสะพานรองรับชินกันเซนนั้นจะขึ้นอยู่กับวิธีการก่อสร้างสะพานเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นจึงมีโอกาสมากที่จะต้องเลือกใช้โครงสร้างสะพานเป็นแบบสะพานเหล็กเนื่องจากคุณสมบัติความสามารถในการติดตั้งของโครงสร้างชนิดนี้

ในบทความนี้ได้มีการหยิบยกตัวอย่าง 2 ตัวอย่างมากกล่าวถึง บทความแรกคือสะพานมัทสึบาระ ซึ่งเป็นตัวอย่างของสะพานที่เป็นโครงสร้างประกอบระหว่างเหล็ก – คอนกรีต ซึ่งก่อสร้างภายใต้สภาพที่ยากแก่การประกอบติดตั้ง บทความที่ 2 เป็นบทความเกี่ยวกับสถานี ฮิวกาสึ (Hyugashi) และโคชิ (Kochi) ซึ่งเป็นตัวอย่างของอาคารสถานีรถไฟซึ่งมีการก่อสร้างปรับปรุงใหม่โดยใช้โครงสร้างประกอบระหว่าง เหล็ก – ไม้ (สถานีทั้งสองเป็นสถานีสำหรับรถไฟแบบทั่วไป)

สะพานโครงสร้างแบบประกอบ เหล็ก – คอนกรีต สำหรับรางรถไฟความเร็วสูง

สะพานมัทสึบาระ – การประกอบติดตั้งภายใต้สภาพการทำงานที่ยากลำบาก

โดย คาโอรุ มิตซึกิ , ผู้อำนวยการโครงการพิเศษ, ฝ่ายเทคโนโลยีและออกแบบ , งานก่อสร้างสะพาน , ผู้ดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการขนส่ง

โครงการชินกันเซนในญี่ปุ่น

ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว การก่อสร้างทางรถไฟชินกันเซนในญี่ปุ่นได้สร้างโดยการขยายออกจากส่วนที่มีอยู่แล้ว เส้นทางรถไฟของโครงการชินกันเซนได้แสดงไว้ในรูปที่ 1a เส้นสีแดงแสดงการก่อสร้างเส้นทางล่าสุด เส้นทางของการขยายของ โตโฮกุชินกันเซนเพื่อเชื่อมต่อไปยังภาคเหนือของญี่ปุ่นได้แล้วเสร็จในธันวาคม 2010 และเส้นทางของการขยาย กิวชูชินกันเซน ไปยังภาคใต้ของญี่ปุ่น วางไว้ในเดือนมีนาคม 2011 การเปิดใช้เส้นทางของเส้นทางใหม่เหล่านี้จะทำให้ส่วนต่าง ๆ ทางภาคเหนือของ

เกาะฮอนชู ไปยังพื้นที่ทางใต้ของเกาะกิวชู มีการติดต่อกันด้วย เส้นทางรถไฟความเร็วสูง และการเดินทางภายในญี่ปุ่นจะมีความ สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น (เกาะฮอกไกโดจะเชื่อมต่อโดยระบบ ชินกัน เซนในปี 2015)

ในการก่อสร้างเส้นทางชินกันเซนนี้ มักจะมีการเลือกใช้ สะพานเหล็กในสถานที่ก่อสร้างที่มีความยากลำบากในการ ประกอบติดตั้ง บทความนี้ได้เน้นไปที่สะพานมัทสึบาระซึ่งการ ประกอบติดตั้งโครงสร้างเป็นไปด้วยความยากลำบากที่สุดสำหรับ การก่อสร้างสะพานทั้งหมดของสายชินกันเซน

สะพานมัทสึบาระ

• ตำแหน่งและรูปแบบของโครงสร้าง

สะพานมัทสึบาระได้ก่อสร้างภายใต้สภาพที่ยากลำบากที่สุด แห่งหนึ่งสำหรับโครงการก่อสร้างสะพานสาย กิวชูชินกันเซน เนื่องจากข้อจำกัดของสภาพพื้นที่และเวลาในการก่อสร้าง รูปที่ 1b แสดงเส้นทางสายกิวชูชินกันเซน ซึ่งตั้งเป้าไว้สำหรับการเปิด ใช้งานในเดือนมีนาคม 2011 สะพานมัทสึบาระได้มีการก่อสร้าง ใกล้กับสถานีใหญ่ของเส้นทางรถไฟปกติแห่งหนึ่ง

รูปที่ 2a แสดงภาพถ่ายทางอากาศของสะพาน เส้นทางใหม่ นี้จะเชื่อมต่อไปยังพื้นที่ดาวนทาวน์ของเมืองคูรูเมะ ซึ่งมีประชากร มากกว่า 300,000 คน บนพื้นที่ประมาณ 200 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ก่อสร้างอยู่ระหว่างพื้นที่เขตอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และ พื้นที่เขตที่อยู่อาศัยอย่างหนาแน่น ดังนั้น ระบบสาธารณูปโภค เส้นทางสายใหม่จึงจำเป็นต้องมีการก่อสร้างในพื้นที่แคบๆ ด้านบนและด้านข้างเส้นทางรถไฟที่ใช้งานอยู่ นอกจากนี้สถานที่ ก่อสร้างมีพื้นที่ในการทำงานค่อนข้างจำกัดมาก เนื่องจากมี อาคารและสิ่งปลูกสร้างหนาแน่นและเบียดใกล้รางรถไฟเดิมที่มี อยู่มากเกินไป เพราะเหตุนี้สะพานโครงสร้างประกอบเหล็ก- คอนกรีตและตอม่อเหล็กแบบ portal frame ได้ถูกนำมาใช้เป็น โครงสร้างหลักสำหรับสะพานมัทสึบาระ ดังที่แสดงในรูปที่ 2b

• โครงสร้างของสะพานมัทสึบาระ

รูปที่ 2c แสดงภาพรวมของโครงสร้างสะพานมัทสึบาระ โครงสร้างของสะพานนี้ประกอบไปด้วย ชิ้นส่วนของ โครงสร้าง ประกอบระหว่างเหล็ก – คอนกรีต แบบ box girder ซึ่งมีความ ยาวทั้งสิ้น 1,243 เมตร ซึ่งนับว่าเป็นสะพานที่ยาวที่สุดสำหรับ สะพานรถไฟข้ามทาง แยกในญี่ปุ่น ส่วน โครงสร้าง superstructure ประกอบไปด้วย box girder แบบช่วงเดียว 1 ตัว แบบต่อเนื่อง 3 ช่วง จำนวน 4 ตัว และแบบต่อเนื่อง 4 ช่วงจำนวน

2 ตัว box girder แบบช่วงเดียวเป็นโครงสร้างแบบกล่องเดี่ยว ที่มี ความสูงของแผ่นเอว 3.5 เมตร และความยาว 85 เมตรข้ามถนน ด้านล่าง สำหรับ box girder ส่วนที่ต่อเนื่องอื่น ๆ ประกอบไปด้วย โครงสร้างแบบกล่อง 2 ตัววิ่งคู่ขนานกันโดยมีความสูงของแผ่นเอว 2.8 เมตรและความยาวช่วงคาน 60 เมตร โครงสร้าง substructure รองรับ superstructure ประกอบไปด้วยตอม่อแบบ portal frame ที่มีระยะระหว่างช่วงเสา 25 เมตรในส่วนที่คร่อม เหนือรางรถไฟเก่าและ ตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็กอีก 6 ตัวสำหรับ ส่วนอื่น ๆ

• ข้อจำกัดเกี่ยวกับพื้นที่และเวลา

การก่อสร้าง superstructure ของสะพานมัทสึบาระจะต้องมี การประกอบติดตั้งชิ้นส่วนเหนือเส้นทางรถไฟที่มีอยู่ เส้นทางรถไฟ นี้มีการใช้งานอย่างหนาแน่น ซึ่งมีการเดินรถกว่า 340 เที่ยวในแต่ละ วัน ในพื้นที่จำกัดเช่นนี้ จะต้องมีทั้งการทำงานประกอบติดตั้ง คานและตอม่อรวมทั้งการเตรียมงานที่เกี่ยวข้องกับการประกอบ ชิ้นส่วน superstructure ยิ่งไปกว่านั้น งานประกอบติดตั้งที่ ด้านบนระดับเหนือเส้นทางรถไฟปัจจุบันถูกกำหนดให้ทำงานได้ ภายในเวลา 200 นาทีเท่านั้นในแต่ละคืน ในสภาวะเช่นนี้ การ รักษาเวลาและการจัดการหน้างานเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะว่า ระยะเวลาในการทำงานไม่สามารถจะเลื่อนออกไปได้ และความ ผิดพลาดหรืออุบัติเหตุเล็ก ๆ จะมีผลต่อการเดินรถบนเส้นทาง รถไฟที่มีอยู่

• วิธีการ balancing rotation สำหรับคานขวางของ ตอม่อ portal frame

สำหรับการประกอบติดตั้งคานขวางในตอม่อแบบ portal frame ไม่มีพื้นที่มากพอสำหรับการทำงานข้าง ๆ รางรถไฟที่มีอยู่ ด้วยวิธีการทำงานประกอบติดตั้งโครงสร้างตามปกติ เช่นการใช้วิธี ประกอบติดตั้งแบบใช้เครนที่งอออก (crane-bent) วิธีการ ประกอบติดตั้งแบบการยกชิ้นส่วนเดี่ยวใหญ่ ๆ (large block) ก็ แทะจะเป็นไปไม่ได้เพราะว่าวิธีการนี้ต้องการใช้ทางที่กว้าง เพื่อที่จะใช้เป็นเส้นทางเข้า-ออกสถานที่ก่อสร้างสำหรับเครน ขนาดใหญ่ ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีข้อกำหนดให้งานประกอบติดตั้ง ในช่วงกลางคืนมีระยะเวลาการทำงานที่สั้น ดังที่ได้กล่าวไว้

วิธีการ balancing rotation เป็นวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ สำหรับงานก่อสร้าง ซึ่งทำให้สามารถประกอบติดตั้งโครงสร้าง คานขวางได้ในสภาวะข้างต้น รูปที่ 3 แสดงแผนภาพการทำวิธี balancing rotation คานขวางจะต้องมีการประกอบในทิศทาง

ขนานกับเส้นทางรถไฟเดิมก่อนทำงาน

รูปที่ 4 แสดงอุปกรณ์สำหรับหมุนโครงสร้าง หลังจากการเชื่อมต่อนานขวางด้วยอุปกรณ์ถ่วงน้ำหนัก (counterweight) คานขวางจะได้รับการรองรับจากที่ขึ้นส่วนรองรับ pivot shoes ดังที่แสดงในรูปที่ 4(a) แล้วคานขวางจึงจะถูกหมุนในแนวอนบนเสาโดยใช้อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับหมุนโครงสร้าง ซึ่งการหมุนในพื้นที่แคบ ๆ ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กควบคู่กันกับ clevis jacks ซึ่งบังคับให้แรงอยู่ในทิศทางการหมุนโดยใช้แรงปฏิกิริยาของเครื่องมือ hydro-clamp ดังที่แสดงในรูปที่ 4(b) การติดตั้ง clevis jack 2 ซึ่งสมมาตรกัน สามารถทำให้การควบคุมกระทำได้โดยใช้แรงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

หลังจากการหมุนขึ้นส่วนโครงสร้างแล้ว คานขวางจะถูกเชื่อมต่อกับเสาในอีกด้านหนึ่งของรางรถไฟ รอยต่อของโครงข้อแข็งบนตอม่อสามารถนำมายึดติดกันโดยวิธีการเชื่อม แต่รอยต่อแบบสลักเกลียวได้นำมาใช้สำหรับรอยต่อของคานขวางด้านที่ต้องมีการหมุน เพื่อลดระยะเวลาการทำงานเหนือระดับรางรถไฟ

รูปที่ 5(a) แสดงงานเชื่อมต่อนานขวาง

รูปที่ 5(b) แสดงงานหมุนโครงสร้าง การหมุนขึ้นส่วนคานขวางกินเวลาทั้งสิ้นเพียง 30 นาที

รูปที่ 3 วิธี balancing rotation

รูปที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหมุนโครงสร้าง

รูปที่ 5 การประกอบติดตั้งคานขวางบนตอม่อโครงข้อแข็ง

- **การประกอบติดตั้งโครงสร้างแบบ launching สำหรับ superstructure**

ดังที่กล่าวมานั้น สถานที่ก่อสร้างมีพื้นที่ทำงานไม่เพียงพอสำหรับการประกอบติดตั้ง superstructure โดยวิธี bent หรือ large crane วิธีการประกอบติดตั้งโครงสร้างแบบเคลื่อนย้ายทางข้างก็แทบเป็นไปไม่ได้เนื่องจากต้องใช้เวลาในการจัดเตรียมมาก และต้องมีพื้นที่ด้านข้างมากเพียงพอ ในกรณีนี้ วิธีการก่อสร้างแบบ launching ได้นำมาใช้สำหรับการประกอบติดตั้งคานหลัก

รูปที่ 6 แสดงวิธีการก่อสร้างประกอบติดตั้งสำหรับ superstructure เริ่มจากขึ้นส่วนโครงสร้างได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ยาว 595 เมตร และ ส่วน 648 เมตร แต่ละขึ้นส่วนของ superstructure จะทำการประกอบที่ลานสำหรับประกอบขึ้นส่วนซึ่งก็คือส่วนบนของ superstructure ที่ได้มีการก่อสร้างแล้วในช่วงกลางวัน คานที่ได้ประกอบเรียบร้อยแล้วจะนำไป

launching จากพื้นที่ซึ่งเป็นลานประกอบขึ้นส่วนนี้ในเวลา กลางคืน คานหลักจะยึดติดที่หน้างานโดยการเชื่อมโครงสร้าง เนื่องจากเหตุผลทางด้านพื้นที่ทำงาน การลดการใช้ปริมาณเหล็ก และความง่ายต่อการ launching

เพื่อที่จะให้การ launching เป็นไปอย่างต่อเนื่อง คานที่ประกอบไว้แล้วจะยึดติดกันโดยวิธีการทำรอยต่อแบบชั่วคราว (รูปที่ 7(c)) ให้เป็นขึ้นส่วนใหญ่ ๆ 2 ชั้น คานที่ประกอบไว้นี้จะถูกดันออกจากขึ้นส่วนทั้งสองไปยังกึ่งกลางของสะพานดังที่แสดงในรูปที่ 7(a) และ (b) ความยาวในการ launching ทั้งหมดนับว่ายาวที่สุดสำหรับสะพานทางรถไฟในญี่ปุ่นแบบ box-girder รวมถึงสะพานสำหรับรถวิ่ง รูปที่ 7(d) แสดงอุปกรณ์ในการ launching โดยใช้ caterpillar ซึ่งทำให้สามารถ launching ได้ในเวลา 120 นาทีเพื่อดันโครงสร้างแต่ละช่วงออกไป ซึ่ง girder ที่ใช้มีส่วนที่เป็นช่วงโค้งรัศมีถึง 5,000 เมตร แต่เป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์ในการควบคุมตำแหน่งการประกอบติดตั้งของ superstructure เพื่อที่จะให้งานที่ได้มีความปลอดภัยและถูกต้อง จึงจำเป็นจะต้องมีการสังเกตแรงที่ใช้ในการประกอบติดตั้ง ตำแหน่งและแรงปฏิกิริยาในระหว่างการทำงานก่อสร้างจริงตลอดเวลาและเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งในแต่ละขั้นตอนของการทำงาน หลังจากการประกอบติดตั้งแล้ว รอยต่อแบบชั่วคราวจะถูกตัดทิ้ง และ girder จะมีการ jack-down เข้าใน ที่ ตามที่แสดงในรูปที่ 7(e)

งานประกอบขึ้นส่วนจำเป็นต้องใช้เวลาประมาณ 1 เดือน สำหรับช่วงความยาว 1 ช่วงใน girder งาน launching ของ girder ใช้เวลา 1 คืนสำหรับช่วงคาน 1 ช่วง และ 21 คืนสำหรับทั้งหมด ระยะเวลาในการประกอบติดตั้งทั้งหมดใช้เวลา 14 เดือน

รูปที่ 6 การประกอบติดตั้งโดย launching สำหรับ superstructure

รูปที่ 7 การประกอบติดตั้งโดย launching สำหรับ superstructure

ความสำเร็จที่สมบูรณ์แบบของวิธีการติดตั้งแบบใหม่และโครงสร้างเหล็กประกอบ

ในงานก่อสร้างล่าสุดของทางรถไฟความเร็วสูง ชินกันเซน ส่วนที่เป็นปัญหาหลักในการออกแบบได้เปลี่ยนจากตัวโครงสร้างเองเป็นวิธีการประกอบติดตั้งเนื่องจากสภาพแวดล้อมในการทำงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยการนำวิธี balancing rotation และวิธี launching erection มาใช้ จึงสามารถทำให้งานก่อสร้าง

สะพานมีทศุบาระสำเร็จได้อย่างปลอดภัยและตรงตามแผนการก่อสร้างที่กำหนดไว้ โดยไม่ต้องหยุดการเดินรถตามเส้นทางรถไฟที่มีอยู่ เท้าที่ผ่านมา ยังไม่มีสะพานใดในญี่ปุ่นที่มีการก่อสร้างอย่างต่อเนื่องสำหรับขนาดความยาวเช่นสะพานดังกล่าวนี้ โดยเฉพาะในระดับด้านบนที่อยู่เหนือกว่าเส้นทางรถไฟที่ใช้งานอยู่ปกติ

การใช้รถไฟได้กลับมามีบทบาทสำคัญในยุคปัจจุบันซึ่งมีการรณรงค์เรื่องประหยัดการใช้พลังงานและความมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน ตั้งแต่เริ่มมีการใช้ชินกันเซ็นในปี 1964 หลายประเทศได้ก่อสร้างทางรถไฟความเร็วสูง ยังมีอีกหลายประเทศที่มีแผนที่จะก่อสร้างรถไฟความเร็วสูง ความต้องการสร้างสะพานในพื้นที่ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่นก็มีความเป็นไปได้สูง จึงเชื่อว่าประสบการณ์ในการทำงานก่อสร้างสะพานมีทศุบาระจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้วางแผนการก่อสร้างรถไฟได้เป็นจำนวนมาก

ทางผู้เขียนต้องการที่จะแนะนำให้เห็นถึงความสามารถในการใช้งานโครงสร้างเหล็กที่มีข้อดีในแง่มุมมองของการก่อสร้างรวมทั้งความคงทนถาวรอีกด้วย



(หน้า 11-12)

การออกแบบโครงสร้างอาคารสถานีอิทากาชิ

โดย มาโมรุ คาวากูชิ

ศาสตราจารย์กิตติคุณแห่งมหาวิทยาลัย Hosei

(ผู้แทนจาก Kawaguchi & Engineers)

วิธีการออกแบบแนวใหม่ 2 วิธีได้นำมาใช้สำหรับการออกแบบโครงสร้างสำหรับอาคารสถานีอิทากาชิในจังหวัดมิยาซากิ

วิธีแรกก็คือการใช้โครงสร้างประกอบระหว่างไม้และเหล็ก การนำระบบโครงสร้างประเภทนี้มาใช้สามารถทำให้เกิดการใช้ไม้ซีดาร์ญี่ปุ่น ผลิตผลในจังหวัดมิยาซากิ ซึ่งเป็นวัสดุโครงสร้างที่มีความสวยงาม อีกทั้งยังมีน้ำหนักค่อนข้างเบา มีกำลัง ความแข็งแรงและความทนทานที่เพียงพอสำหรับนำมาประกอบเป็นโครงสร้างหลังคาซึ่งสามารถปกคลุมพื้นที่ของสถานีได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้างของหลังคานี้จะไม่สามารถกระทำได้ ถ้าองค์อาคารที่ใช้เป็นเพียงวัสดุไม้ที่เชื่อมต่อโดยวัสดุประสาน (laminated wood) เท่านั้น

เทคโนโลยีอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้ในกรณีนี้ คือการเลือกใช้ของค้ออาคารแบบชิ้นส่วนประกอบจากวัสดุแผ่นบาง

(laminated member) ซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นส่วนบางๆหลายชิ้น ถึงแม้ว่ามีตัวอย่างของการใช้ของค้ออาคารแบบที่กล่าวมานี้มากมายในการประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างรูปโค้งที่เป็นชิ้นเดียวกันก็ตาม แต่การนำของค้ออาคารแบบนี้มาใช้แบบหลายชิ้นแยกกันนั้นนับถือว่าเป็นเทคโนโลยีแบบใหม่ซึ่งแทบจะไม่เคยพบการนำไปใช้มาก่อนทั้งในอาคารสถานีรถไฟหรืออาคารทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปของอาคารสถานี

เมืองอิทากาชิ ตั้งอยู่ทางเหนือของจังหวัดมิยาซากิ เป็นศูนย์กลางของการทำป่าไม้ในจังหวัด พื้นที่นี้มีอากาศที่อบอุ่น แต่ก็เป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็นพื้นที่ทางผ่านของพายุไต้ฝุ่น

ได้มีการศึกษาทางสถาปัตยกรรมและผังเมืองเกี่ยวกับอาคารสถานีรถไฟ ทางรถไฟยกระดับและอาคารในเมือง เพื่อให้ได้รูปแบบอาคารที่สะอาดตาและโครงสร้างอาคารที่มีน้ำหนักเบา ซึ่งมีคุณค่าแก่การเป็นสัญลักษณ์ของเมืองอิทากาชิและถือเป็นข้อกำหนดในการก่อสร้างอาคารสถานีอิทากาชิ ด้วยเหตุนี้ ได้มีการกำหนดว่าโครงสร้างของหลังคาอาคารสถานีจะต้องใช้โครงสร้างไม้ซึ่งมีขนาดช่วงประมาณ 17.2 เมตร และมีพื้นที่หลังคาทั้งสิ้น 2,000 ตารางเมตร ซึ่งสามารถครอบคลุมตลอดความยาว 110 เมตรของขบวนรถไฟสายด่วน (รูปที่ 1) นอกจากนี้ได้มีการจัดเตรียมทำหลังคากันสาด (canopy) ตลอดความยาวของอาคารสถานีทั้งสอง ข้าง ซึ่งมีความลึกประมาณ 7 – 11 เมตรและเชื่อมต่อไปยังทางรถไฟยกระดับ ในเชิงโครงสร้างหลังคา canopy นี้จะรองรับโดยเสาที่มีน้ำหนักเบาและเชื่อมต่อกับทางรถไฟยกระดับเพื่อที่จะให้ได้โครงสร้างที่ความเสถียรต่อแรงลมและแรงดันข้างเนื่องจากแผ่นดินไหว โครงสร้างหลังคา canopy ประกอบไปด้วยโครงหลังคาไม้ที่ยื่นออกไปบนโครงถักเหล็กและคานารูปตัว H ที่รองรับด้วยเสาเหล็กต่อจำนวน 2 แถว การออกแบบหลังคา canopy ให้สวยงามทำให้รูปทรงของอาคารในทางสถาปัตยกรรมมีความกลมกลืนกันตลอดอาคารสถานีทั้งหมด

รูปที่ 1 รูปตัดของอาคารสถานี อิทากาชิ

รูปภาพที่ 1 รูปถ่ายของอาคารสถานีอิทากาชิ

รูปภาพที่ 2 รูปถ่ายภายในของชานชาลา

ชนิดและรูปแบบของโครงสร้าง

เนื่องจากสถานีรถไฟอิทากาชิเป็นอาคารสถานีที่มีการปิดรอบตลอดทั้งอาคารและมีเสาอยู่ในตำแหน่งแถวนอกของทางรถไฟ

ยกระดับ จึงมีข้อจำกัดอื่น ๆ ตามมา เช่น พื้นที่ขอบบนกรอบสถานที่ก่อสร้างอาคารและพื้นที่ซึ่งถูกจำกัดจากเส้นทางรถไฟภายในอาคาร ในการที่จะก่อสร้างโครงสร้างประกอบระหว่างไม้ – เหล็กเพื่อให้ได้โครงสร้างในระดับความแข็งแรงและกำลังตามที่ต้องการเพื่อดำเนินงานแรงลมและแรงแผ่นดินไหวตามข้อจำกัดนี้ งานหลักก็คือการพิจารณาชนิดของโครงสร้างที่จะนำมาใช้

ได้มีการระดมความคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อพิจารณาประเภทของโครงสร้างและผลที่ได้คือ การนำโครงข้อแข็งแบบประกอบมาใช้ ซึ่งเป็นองค์อาคารแบบใช้วัสดุประกอบขึ้นจากแผ่นบางของไม้ซีดาร์ญี่ปุ่น ซึ่งเป็นผลผลิตของจังหวัดมิยาซากิ ซึ่งโครงข้อแข็งนี้ได้นำมาวางอยู่เหนือคานและมีการรองรับโดยเสาเหล็กรูปตัว H และองค์อาคารทแยงแบบท่อเหล็กสี่เหลี่ยม ระยะระหว่างแต่ละโครงขององค์อาคารแบบใช้วัสดุประกอบจากแผ่นบาง คือ 3 เมตร

ได้มีการจัดวางหลังคารูปทรงโค้งอย่างสวยงามที่ส่วนกลางของชั้นส่วนไม้ ในการออกแบบหลังคาเช่นนี้ ต้องใช้องค์อาคารรูปโค้ง (arch) เพราะเหตุนี้จึงมีความพยายามที่จะลดน้ำหนักบรรทุกในองค์อาคารของคานในแนวนอน (องค์อาคารรับแรงดัด) ที่ส่วนกลางของช่วงคานโดยการใช้ โครงสร้างรูปโค้งเป็นชั้นส่วนในการต้านทานแรงอัดเพื่อที่จะสามารถทำให้ตัวโครงที่จะก่อสร้างมีน้ำหนักเบาได้ ชั้นส่วนด้านล่างคานในแนวนอนได้สร้างขึ้นจากเสาเหล็กรูปตัว H (H-300 x 150 x 6.5 x 9) และองค์อาคารยึดทแยงแบบท่อเหล็ก (114.3 x 6.0) แผ่นผังโครงสร้างที่นำมาใช้มีโครงข้อแข็งค้ำยันที่เป็นเหล็กฉากวางอยู่ในทางขวางและโครงค้ำยันวางอยู่ตามเส้นแนวสัน (ridge) โดยการใช้องค์อาคารแบบใช้วัสดุประกอบจากแผ่นบางและตัวโครงสร้างโค้งรองรับโดยการใช้ องค์อาคารยึดทแยงแบบท่อใน 3 มิติพร้อมด้วย

ภายใต้น้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่งจะไม่เกิดขนาดแรงดัดที่มีค่าสูงมากเกินไปไม่ว่าส่วนใด ๆ ของโครงสร้าง เนื่องจากการนำโครงสร้างแบบโค้งที่เป็นไม้และระบบโครงสร้างค้ำยันโดยใช้เหล็กฉากมาใช้ดังที่กล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตาม น้ำหนักบรรทุกในแนวนอนที่เกิดจากแรงแผ่นดินไหวและแรงลมสามารถทำให้เกิดแรงดัดขนาดใหญ่ในโครงสร้างคานไม้ได้ (รูปที่ 2) เพื่อแก้ไขปัญหา จึงควรออกแบบคานให้มีรูปทรงที่มีความสามารถต้านทานการหมุนเมื่อเกิดแรงดัด

เพื่อที่จะสร้างส่วนโค้งต่าง ๆ ให้ประกอบเป็นคานโค้ง จึงจำเป็นต้องใช้องค์อาคารแบบใช้วัสดุประกอบจากแผ่นบาง วิธีการดังที่แสดงในรูปที่ 3 จึงนำมาใช้

- 1) ประกอบองค์อาคารรูปตัว s โดยใช้วิธีการตามปกติ
- 2) จัดเตรียมองค์อาคาร โดยการตัดออกเป็นเส้นตรง

เพื่อที่จะแบ่งชั้นส่วนเป็น 2 ชั้นส่วนเท่า ๆ กัน

3) ส่วนโครงสร้างด้านบนถูกนำมาติดภายใต้ส่วนโครงสร้างด้านล่าง และเพื่อที่จะให้วัสดุทั้งสองติดกัน จะใช้วัสดุประสานซึ่งนำมาใส่ที่ส่วนริมของส่วนโครงสร้างด้านบนและด้านล่าง แล้วจึงมีการตัดองค์อาคารนี้ที่ส่วนที่แคบที่สุด

4) องค์อาคารที่มีการตัดออกทั้งสองจะนำมาเชื่อมติดกันที่หน้างานที่จุดตัดออกเพื่อให้ได้ชั้นส่วนคานที่ต้องการ

องค์อาคารที่มีการประกอบขึ้นมานำไปส่งยังสถานที่ก่อสร้างและประกอบหน้างานโดยองค์อาคารแบบคานโค้งและตัวยึดค้ำ (strut) (รูปภาพที่ 3) องค์อาคารที่ได้เหล่านี้จะถูกยกขึ้นและนำไปเชื่อมต่อกับโครงข้อแข็งค้ำยันแบบเหล็กฉาก (รูปภาพที่ 4) การก่อสร้างโครงข้อแข็งของหลังคาอาคารสถานีได้ใช้วิธีนี้ทั้งสิ้น

รูปที่ 2 แรงดัดของคานที่เกิดจากแรงในแนวนอน

รูปที่ 3 แผ่นผังแสดงวิธีการประกอบองค์อาคารที่ใช้วัสดุประสานรูปโค้งที่หน้าตัดต่าง ๆ

รูปภาพที่ 3 การประกอบติดตั้งบนพื้นสำหรับคานที่ประกอบโดยวัสดุประสาน

รูปภาพที่ 4 การยกชั้นส่วนองค์อาคารแบบวัสดุประสาน

การทำโครงอาคารที่ใช้ประโยชน์จากการนำโครงสร้างแบบประกอบมาใช้

ความเข้าใจถึงวิธีการก่อสร้างโครงอาคารดังที่กล่าวมาแล้วสามารถทำให้เกิดองค์ความรู้ในการก่อสร้างโครงอาคารที่มีความแข็งแรงและกำลังต้านทานแรงในแนวดิ่งและแรงในแนวนอนทั้งสองทิศทางและในทิศทางของแนวสันอาคารได้

แทนที่จะวางข้อกำหนดมากมายและยุ่งยากในการก่อสร้างหลังคาอาคารสถานีที่ครอบคลุมตลอดพื้นที่ การศึกษาทำให้เข้าใจได้ว่าจะสามารถที่จะก่อสร้างโครงหลังคาที่สามารถตอบสนองความต้องการทางสถาปัตยกรรมและโครงสร้างโดยการใช้องค์อาคารแบบวัสดุประกอบแผ่นบางจากไม้ซีดาร์ซึ่งลำพังจะมีกำลังและความแข็งที่ต่ำได้ ความสำเร็จในการออกแบบนี้สามารถสรุปได้ว่าเกิดเนื่องจากการนำโครงสร้างแบบประกอบ ไม้ – เหล็กมาใช้ร่วมกันตามหลักการที่ว่า “ใช้วัสดุที่ถูกต้องในจุดที่ถูกต้อง”



การออกแบบโครงสร้างของอาคารสถานีโคชิ

โดย มาโมรุ คาวากูชิ

ศาสตราจารย์กิตติคุณแห่งมหาวิทยาลัย Hosei

(ผู้แทนจาก Kawaguchi & Engineers)

เมืองโคชิตั้งอยู่ในศูนย์กลางของจังหวัดโคชิและอยู่ท่ามกลางที่ตั้งของการทำป่าไม้ ที่ตั้งของเมืองนี้อยู่ในภูมิอากาศที่อบอุ่น แต่ก็ยังอยู่ในเส้นทางของพายุไต้ฝุ่นอีกด้วย ดังนั้นในการออกแบบโครงสร้างจึงมีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาเกี่ยวกับแรงลมที่กระทำ

พื้นฐานการออกแบบของอาคารสถานีโคชิมีรูปแบบเป็นโครงหลังคารูปโค้งขนาดใหญ่ซึ่งครอบคลุมเส้นทางเดินรถไฟยกระดับจากด้านใต้ไปยังส่วนบนของหลังคาทางเข้าในทิศเหนือ (โครงข้อแข็งแบบประกอบ เหล็ก – คอนกรีตเสริมเหล็ก) ซึ่งตั้งอยู่ในส่วนพลาซ่าของสถานีและแยกออกจากทางรถไฟยกระดับ การออกแบบโครงสร้างของอาคารได้พิจารณาการนำไม้ซีดาร์ญี่ปุ่นซึ่งเป็นผลผลิตของจังหวัดโคชิมาใช้ด้วย

หลังคาแกนสาด (canopy) ทางเข้า-ออกของสถานีทางทิศใต้เป็นโครงสร้างเหล็กที่มีความลึกถึง 13.5 เมตร ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของทางรถไฟยกระดับ หลังคา canopy ได้ถูกออกแบบให้เชื่อมต่อกับทางรถไฟยกระดับ เป็นผลให้โครงสร้างยกระดับต้องมีความมั่นคงพอเพื่อด้านทานแรงในแนวนอนที่อาจเกิดขึ้นได้จากแรงแผ่นดินไหวและแรงลม หลังคา canopy นี้จึงได้ถูกออกแบบให้มีการรองรับด้วยเสาขนาดเล็ก

รูปแบบของโครงสร้าง

หลังคาของอาคารสถานีโคชิเป็นรูปโค้งที่มีช่วงเสาคความยาว 39 เมตรและมีความยาวประมาณ 60 เมตร ส่วนยอดหลังคาสูงสุดอยู่ที่ 23.4 เมตร คอรัลบนของโครงถักซึ่งประกอบเป็นส่วนโค้งมีระยะห่างทุกๆ 4.5 เมตรและยกขึ้นจากหลังคาทางเข้า-ออกด้านทิศเหนือ เนื่องจากงานก่อสร้างจะต้องดำเนินไปโดยไม่มีการหยุดการเดินรถไฟในพื้นที่ซึ่งจะมีติดตั้งหลังคาด้านทิศใต้ ดังนั้นโครงสร้างอาคารที่ใช้จึงต้องเป็นแบบที่ขาโครงสร้างมีส่วนโค้งออกในด้านทิศใต้ โดยการติดตั้งจะไม่ต่อลงไปในส่วนพื้นดินแต่ยึดเข้าไปกับโครงสร้างยกระดับด้านบนที่รองรับทางรถไฟอยู่แทน

ในขณะเดียวกัน ในการที่จะทำให้มีระยะเว้นเพียงพอสำหรับการเดินรถไฟในด้านบน โครงสร้างหลังคาในด้านทิศใต้จะมีรูปร่างเป็นแบบงอเป็นมุม (dogleg) วางอยู่บนโครงสร้างยกระดับซึ่งทำให้หลังคามีลักษณะเป็นรูปโค้งแบบไม่สมมาตร (รูปที่ 1 และ

รูปภาพที่ 1) คอรัลล่างของโครงถักอยู่ระหว่างคอรัลบน 2 ชั้น และรวมเข้ากับส่วนปลายเพื่อเชื่อมต่อกับส่วนโค้งของคอรัลบน อย่างไรก็ตาม ในด้านทิศใต้ที่เป็นโครงสร้างยกระดับ จุดที่คอรัลล่างเชื่อมต่อกับคอรัลบนอยู่ใกล้กับจุดหักกลับของส่วนที่งอเป็นมุม (dogleg) เพื่อที่จะรักษาระยะเผื่อด้านบนของรถไฟ ในการที่จะให้โครงสร้างมีความแข็งแรงในการต้านทานแรงในแนวนอนทางด้านทิศตะวันออก – ตะวันตก ระบบโครงสร้างที่ใช้จะประกอบไปด้วย x-braces สำหรับช่วงเสาจำนวน 3 ช่วงใกล้ส่วนปลายทางทิศตะวันออก – ตะวันตก ของโครงสร้าง (รูปภาพที่ 2)

ความลึกที่มากที่สุดของส่วนโค้งในโครงสร้าง คือ 2.8 เมตร และส่วนคอรัลบนและคอรัลล่างประกอบในทิศทาง 3 มิติโดยใช้โครงถักตะแกรงเหล็ก (lattice) คอรัลบนประกอบไปด้วยไม้ซีดาร์ที่ประสานติดกัน ยกเว้นส่วนที่มีการงอเป็นมุม และส่วนคอรัลล่างและองค์อาคารยึดทแยงใช้ท่อเหล็ก

ระบบและลักษณะโครงสร้าง

โดยทั่วไปโครงสร้างไม้จะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าในการถ่ายแรงดึงและแรงดัดที่รอยต่อเมื่อเทียบกับการถ่ายแรงอัด เพราะเหตุนี้จึงมีการนำวิธีดังต่อไปนี้มาใช้ ตัวอย่างเช่น องค์อาคารไม้ซีดาร์ที่ใช้วัสดุประสาน (150x900 ในโครงสร้างแบบกำแพง 2 ชั้น) จะนำมาใช้สำหรับเป็นส่วนคอรัลบน ซึ่งรับแรงอัดเสียเป็นส่วนใหญ่ เหล็กรูปตัว H (H-800 x 250 x 16 x 25 หรือขนาดอื่น ๆ) จึงได้นำมาใช้เพื่อด้านทานแรงดัดขนาดหลายๆ ที่จุดรอบๆ ส่วนที่งอหักมุมในด้านปลายทิศใต้ของโครงหลังคาโค้ง และท่อเหล็ก (190.7 x 23 สำหรับเหล็กคอรัล; 114.3 x 15 หรือ 9 สำหรับองค์อาคารยึดทแยง) ได้นำมาใช้สำหรับคอรัลล่างและองค์อาคารยึดทแยงซึ่งมีการรับแรงดึงเป็นหลัก

ตามแนวทางนี้ โครงสร้างแบบประกอบ ไม้ – เหล็ก สามารถนำมาใช้ได้ตรงตามหลักการที่ว่า “ใช้วัสดุที่ถูกต้องในจุดที่ถูกต้อง” ที่ซึ่งมีการนำเหล็กมาจับคู่ใช้กับไม้เพื่อด้านทานแรงดึงที่มีค่าสูงและด้านทานแรงดัดขนาดใหญ่แทนที่จะใช้ไม้อย่างเดียว เนื่องจากไม้ไม่มีกำลังแข็งแรงอย่างเพียงพอ

ในอาคารสถานี เนื่องจากองค์อาคารยึดทแยงในแบบ 3 มิติทำหน้าที่เป็นทั้ง ค้ำยันกับหลังคาและ ค้ำยันด้านทานแรงแผ่นดินไหว แรงในแนวนอนที่เกิดขึ้นจากแรงลมและแรงแผ่นดินไหวนี้ สามารถส่งถ่ายไปยังโครงสร้างทางรถไฟยกระดับได้ทั้งในทิศทางด้านขวางและตามยาว

ในการที่จะส่งถ่ายแรงระหว่างส่วนคอรัลบนที่เป็นองค์อาคารไม้และองค์อาคารเหล็กอย่างสมบูรณ์ จะต้องมีการออกแบบ

รายละเอียดการต่อให้สามารถถ่ายแรงได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่แรงอัดเกิดขึ้นในส่วนขาโครงสร้างทางด้านเหนือของส่วนโครงหลังคาโค้งระหว่างการส่งถ่ายแรงทิศทางแนวดิ่ง ยังคงมีบางกรณีที่แรงดึงสามารถเกิดขึ้นได้ที่จุดนี้ระหว่างเกิดแรงแผ่นดินไหวและแรงลม จึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีการส่งถ่ายแรงที่เกิดขึ้นไปยังจุดสลักยึดที่ฐานของเสาอย่างปลอดภัย ในกรณีเช่นนี้ วิธีการยึดทั่วไปตามปกติจะใช้การใส่แผ่นเหล็กที่มีการเจาะรูเพื่อไว้หลายรูเข้าไปในชิ้นส่วนของไม้ โดยมีการใส่สลักเกลียว หมุดหรือแท่งเหล็กเข้าไปให้เรียบร้อย เพื่อส่งถ่ายแรงระหว่างองค์อาคารไม้และเหล็กผ่าน แรงเฉือนและแรงดัดของแท่งเหล็กที่ใส่เข้าไป

แต่ในอาคารสถานีโคชิ วิธีการดังกล่าวไม่ได้นำมาใช้ แต่ได้มีการนำวิธีการยึดแบบใหม่ ซึ่งมีการใช้แผ่นเหล็กหนาใส่เข้าไปในรูสี่เหลี่ยมที่ตัดเข้าไปยังชิ้นส่วนด้านล่างขององค์อาคารไม้ แผ่นเหล็กนี้ได้ถูกยึดติดโดยสลักเกลียวกับจุดสลักยึดที่สวมอยู่ด้านบนขององค์อาคารไม้ (รูปที่ 2, รูปภาพที่ 3) การยึดวัสดุเช่นนี้สามารถส่งผ่านแรงโดยให้เกิดแรงแบกทานในองค์อาคารไม้ที่พอเหมาะ

การยึดโครงสร้างไม้กับโครงถักตะแกรงเหล็กได้ใช้รายละเอียดการยึดที่มีแนวความคิดเดียวกันกับวิธีการที่ได้อธิบายข้างต้น ชิ้นส่วนยึดรูปกากบาทเป็นส่วนที่ยื่นออกมา จะถูกเชื่อมยึดกับแผ่นเหล็กที่มีการยึดติดกับโครงถักตะแกรงเหล็กซึ่งได้มีการตัดเผื่อรอยของชิ้นส่วนกากบาทภายในแผ่นไม้ด้านข้างทั้งสองด้าน แล้วจึงมีการประกบแผ่นไม้เข้าด้วยกันกับส่วนยื่นกากบาทนี้ แผ่นเหล็กได้ออกแบบให้เป็นรอยต่อรับแรงดึงกับองค์อาคารไม้แบบวัสดุประสานโดยการใช้สลักเกลียวในลักษณะเดียวกันกับส่วนที่ใช้สำหรับขาโครงสร้างด้านทิศเหนือดังที่ได้กล่าวข้างต้น (รูปที่ 3 รูปภาพที่ 4)

รูปที่ 2 การประกอบและรายละเอียดสำหรับส่วนขาของเสาโครงสร้างด้านทิศเหนือ

รูปภาพที่ 3 ส่วนขาของเสาโครงสร้างด้านทิศเหนือ

รูปที่ 3 การประกอบและรายละเอียดสำหรับรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนไม้ยึดด้วยวัสดุประสานกับโครงถักตะแกรงเหล็ก

รูปภาพที่ 4 รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนไม้ยึดด้วยวัสดุประสานกับโครงถักตะแกรงเหล็ก



(หน้า15-16)

การออกแบบรอยต่อสำหรับโครงสร้างประกอบเหล็ก-คอนกรีต

โดย โคอิชิ มินามิ ,ศาสตราจารย์แห่งมหาวิทยาลัยฟูกูยามา

โทชิยุกิ ฟูกูโมโต , กลุ่มงานโครงสร้างอาคาร,สถาบันวิจัยด้านเทคนิค คาจิม่า

เคนจิ นิชิอุมิ , สำนักพัฒนาเทคนิค , บริษัท นิปปอนสตีล

คู่มือการออกแบบสำหรับรอยต่อโครงสร้างประกอบ เหล็ก-คอนกรีต

โครงสร้างแบบประกอบซึ่งใช้วัสดุที่แตกต่างกัน หรือมีองค์อาคารและระบบโครงสร้างหลายประเภทประกอบกัน ตามหลักการที่ว่า “ใช้วัสดุที่ถูกต้องในจุดที่ถูกต้อง” เมื่อเทียบกับระบบโครงสร้างทั่วไป โครงสร้างแบบประกอบให้อิสระในการเลือกใช้มากกว่าทั้งขนาดโครงสร้าง ความปลอดภัย ความสามารถในการผลิต ข้อได้เปรียบทางด้านราคา พื้นที่ว่างใช้สอยและการจัดพื้นที่

เพราะว่าโครงสร้างแบบประกอบจำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อของวัสดุโครงสร้าง องค์อาคารและระบบโครงสร้างหลายชนิดประกอบเป็นโครงสร้าง จึงมีวิธีการเชื่อมต่อหลายวิธีด้วยกัน อย่างไรก็ตาม สำหรับการออกแบบโครงสร้างแบบประกอบ ไม่ได้มีการกำหนดวิธีออกแบบพื้นฐานไว้ เช่น การสร้างโมเดลจำลองการถ่ายความเค้น (stress transfer model) หรือการประเมินความสามารถของโครงสร้าง (structural performance assessment method) ดังนั้นในปัจจุบัน การตรวจสอบความปลอดภัยของโครงสร้างแบบประกอบนี้จึงเป็นการตรวจสอบกับผลการทดลองเป็นหลัก

ในการแก้ปัญหานี้ สมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กของญี่ปุ่น (Japanese Society of Steel Construction) ได้จัดตั้งคณะทำงานในการจัดทำคู่มือการออกแบบสำหรับรอยต่อโครงสร้างประกอบเหล็ก - คอนกรีต “Design Guidebook for Connections in Composite Structures” เพื่อที่จะเป็นแนวทางวิธีพื้นฐานเพื่อตรวจสอบความสามารถ (กำลังความสามารถในการเคลื่อนตัว การถ่ายความเค้น ฯลฯ) ของรอยต่อโครงสร้างที่ใช้ในโครงสร้างแบบประกอบของเหล็ก - คอนกรีตในเชิงวิศวกรรมการก่อสร้างอาคารและวิศวกรรมโยธาทั่วไป ในขั้นต้น กลุ่มทำงานได้ทำการกำหนดเทคโนโลยีและข้อกำหนดในการออกแบบที่ใช้และทำการตรวจสอบตัวเชื่อมต่อแรงเฉือน (shear connector) และวิธีในการตรวจสอบ

ความสามารถของโครงสร้างซึ่งเป็นที่รู้จักทั่วไปทั้ง 2 แบบ เพื่อหาว่าวิธีใดสามารถนำมาใช้กับรอยต่อโครงสร้างสำหรับโครงสร้างแบบประกอบได้ในอนาคต

บนพื้นฐานของการทำงานและผลที่ได้รับนี้ ทางกลุ่มทำงานได้ดีพิมพ์ “คู่มือการออกแบบสำหรับรอยต่อโครงสร้างประกอบ เหล็ก- คอนกรีต” ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วน : รอยต่อในโครงสร้างแบบประกอบ (ตัวเชื่อมต่อแรงเฉือน แรงยึดเหนี่ยว) ซึ่งแพร่หลายทั่วไปสำหรับการก่อสร้างอาคารและวิศวกรรมโยธาทั่วไป ; รอยต่อในโครงสร้างแบบประกอบที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร ; และรอยต่อในโครงสร้างแบบประกอบที่ใช้ในงานวิศวกรรมโยธาทั่วไป คู่มือนี้ได้แสดงขอบเขตของงานไว้ดังนี้

ส่วนที่ 1 รอยต่อในโครงสร้างแบบประกอบที่ใช้ทั่วไปในงานก่อสร้างอาคารและงานวิศวกรรมโยธาทั่วไป

ได้มีการนิยามและจัดประเภทโครงสร้างแบบประกอบ ซึ่งในที่นี้ โครงสร้างแบบประกอบได้ถูกจัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ โครงสร้างแบบประกอบและโครงสร้างผสม “โครงสร้างแบบประกอบ” ถือเป็นคำจำกัดความทั่วไปสำหรับโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยองค์อาคารแบบประกอบ และคำว่า องค์อาคารแบบประกอบหมายถึงองค์อาคารที่มีการใช้วัสดุต่างกันคือ อาทิเช่น เหล็กและคอนกรีต นำมาใช้งานร่วมกันที่หน้าตัดหนึ่งๆ ในทางตรงกันข้ามโครงสร้างแบบผสม หมายถึงโครงสร้างที่มีการใช้องค์อาคารต่างๆ กันเข้ามาเชื่อมต่อกันเป็นโครงสร้าง

เมื่อพิจารณารอยต่อที่รับแรงตามแนวยาวและแรงตามแนวขวางให้เป็นประเภทรอยต่อเดียวกันกับที่ใช้ในงานก่อสร้างและงานวิศวกรรมโยธาทั่วไป กลไกสำหรับการถ่ายแรงในรอยต่อที่รับแรงตามแนวยาวนี้ จะมีการส่งถ่ายแรงโดยใช้แรงแบกทานและแรงเสียดทานผ่านการใช้แรงจัด (lever force) และแบบที่ใช้ตัวเชื่อมต่อแรงเฉือน ซึ่งกลไกประเภทแรกใช้มากในงานก่อสร้างอาคารและประเภทหลังใช้ในงานวิศวกรรมโยธาทั่วไป เหตุผลสำคัญที่เกิดข้อแตกต่างเนื่องมาจากความต้านทานและการรับแรงของวัสดุขึ้นอยู่กับความแข็งขององค์อาคารเหล็กและสภาพการจำกัดตัว (confined) ขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งหมายถึงในโครงสร้างอาคารซึ่งมีส่วนประกอบของผนังหนาและมีแรงที่ใช้จำกัดตัวของคอนกรีตมาก กลไกแบบแรกจะเป็นตัวสำคัญ และสำหรับในงานวิศวกรรมโยธาที่มักเป็นชิ้นส่วนผนังแบบบางและมีการ แรงที่ใช้จำกัดตัวของคอนกรีตน้อย กลไกแบบหลังจะเป็นตัวกำหนดแทนที่

ในทางตรงกันข้าม วิธีการส่งถ่ายแรงในรอยต่อตามขวางกับ

แนวแรงจะจัดประเภทเป็นแบบที่มีการทำให้เกิดส่วนค้ำยัน (struct) ของแรงอัดในคอนกรีตและกำลังรับแรงแบกทานเมื่อมีแรงที่ใช้ในการจำกัดตัวของคอนกรีตที่มากพอและ ในแบบที่ใช้ข้อต่อแรงเฉือนและแบบที่ต้องมีเหล็กเสริมกำลังรับแรงเฉือน เมื่อมีแรงที่ใช้ในการจำกัดตัวของคอนกรีตที่ไม่เพียงพอ ซึ่งกลไกการถ่ายแรงประเภทแรกใช้มากในงานก่อสร้างอาคารและประเภทหลังใช้ในงานวิศวกรรมโยธา อย่างไรก็ตามเมื่อมีการขยายการใช้งานของโครงสร้างทั้งสองประเภท จึงควรมีการนำกลไกทางกลศาสตร์มากำหนดการใช้สำหรับรูปแบบทั้งสอง

นอกจากนี้ วิธีการออกแบบที่พิจารณาเกี่ยวกับ แรงยึดเหนี่ยว (แรงเสียดทานและข้อต่อแรงเฉือน) และแรงแบกทาน ซึ่งเป็นแรงพื้นฐานที่ส่งถ่ายที่รอยต่อ ได้นำมาใช้และการจัดเตรียมวิธีการออกแบบนี้เพื่อที่จะทราบถึงน้ำหนักแบกทานของข้อต่อแรงเฉือนโดยใช้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 2 รอยต่อในโครงสร้างแบบประกอบที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร

หัวข้อที่ระบุตามข้อกำหนดในการออกแบบที่จัดทำโดยสถาบันสถาปัตยกรรมในญี่ปุ่น ได้วางแนวทางให้สามารถใช้ผลจากการทดลอง การศึกษาและวิธีการวัด ประเมินความสามารถของโครงสร้างได้ รอยต่อที่อยู่ในข่ายข้อกำหนดนี้คือ วัสดุเหล็ก - คอนกรีตเสริมเหล็ก (SRC) โครงสร้างแบบประกอบท่อเหล็กและคอนกรีต และโครงสร้างแบบประกอบคอนกรีต - ท่อเหล็กกรอกด้วยคอนกรีต (CFT) คานแบบประกอบ และโครงสร้างผสมกันระหว่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กและคานเหล็ก

สำหรับรอยต่อของโครงสร้าง SRC ข้อมูลของรอยต่อระหว่างคานกับเสา (รูปที่ 1) ฐานเสา การต่อและแรงยึดเหนี่ยวสำหรับเหล็กเสริมคอนกรีตและชิ้นส่วนเหล็ก ได้มีการจัดเตรียมและตรวจสอบไว้แล้ว โครงสร้างแบบประกอบระหว่างท่อเหล็กและคอนกรีต (รูปที่ 2) โดยทั่วไปได้แบ่งแยกออกเป็น 3 ชนิดตามชนิดของเสาที่ใช้; เสาที่มีการเติมคอนกรีตเข้าไปภายใน ชนิดที่มีการหุ้มไว้ด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กภายนอกของท่อ และประเภท หุ้ม/เติมคอนกรีต โดยประเภทเสาที่มีการกรอกคอนกรีตเข้าไปเรียกว่า CFT และรอยต่อสำหรับคานกับเสาในชนิดที่มีการหุ้ม หรือหุ้ม/เติมคอนกรีตนั้นได้แสดงอยู่ในคู่มือ ซึ่งโครงสร้าง CFT ได้มีบทบาทในการใช้งานเพิ่มมากขึ้นในโครงสร้างอาคารสูงเนื่องจากคุณสมบัติที่ดีเยี่ยมและความประหยัดของโครงสร้าง ข้อมูลสำหรับรอยต่อคานกับเสา (รูปที่ 3) ฐานเสา รอยต่อ และการยึดเหนี่ยวสำหรับท่อเหล็กในโครงสร้าง CFT ได้มีการศึกษาไว้อย่าง

ละเอียด

สำหรับคานแบบประกอบ การออกแบบกลไกการถ่ายแรงในโครงสร้างได้ส่งผ่านรอยต่อของคานประกอบที่ซึ่งคานเหล็กและพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กได้ทำหน้าที่ร่วมกันผ่านตัวเชื่อมต่อแรงเฉือนเพื่อให้ได้คานรูปตัววี การออกแบบกลไกการถ่ายแรงได้นำมาพิจารณาเช่นเดียวกันสำหรับรอยต่อของคานเหล็กยาวซึ่งส่วนปลายคานทั้งสองเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือ SRC และ ส่วนกลางของคานเป็นโครงสร้างเหล็ก ข้อมูลได้รวบรวมเกี่ยวกับพฤติกรรมของโครงสร้างและการออกแบบสำหรับรอยต่อคานกับเสาในโครงสร้างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กกับคานเหล็ก(รูปที่ 4) ซึ่งมีการผสมผสานวัสดุโครงสร้างที่แตกต่างกันในลักษณะที่ว่า “ใช้วัสดุที่ถูกต้องในจุดที่ถูกต้อง” ก็ถูกนำมาใช้ในที่นี้ด้วย

ส่วนที่ 3: รอยต่อในโครงสร้างแบบประกอบที่ใช้ในงานวิศวกรรมโยธา

จากข้อกำหนดในการออกแบบสำหรับคานและเสาในโครงสร้างแบบประกอบในเชิงวิศวกรรมโยธา ได้มีการกำหนดไว้โดยสมาคมวิศวกรโยธาของญี่ปุ่น และองค์กรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง วิธีในการประเมินความสามารถของโครงสร้างตามผลการศึกษาใหม่ๆ และการนำไปใช้จริงของรอยต่อในโครงสร้างแบบประกอบ ได้มีการนำมาใช้เพิ่มมากขึ้น โครงสร้างที่ใช้แนวทางวิธีประเมินเช่นนี้คือ คานแบบประกอบ สะพานที่ใช้โครงสร้างผสม สะพานที่ใช้โครงข้อแข็งแบบประกอบ และฐานรากแบบประกอบ

สำหรับคานแบบประกอบ มี 2 ตัวอย่างได้แสดงไว้ สะพานโครงถักเหล็กแบบประกอบกับ PC และสะพาน PC ที่ใช้แผ่นเอวแบบลูกฟูก (corrugated) (รูปที่ 5) ซึ่งพื้น PC ได้นำมาใช้สำหรับพื้นส่วนบนและพื้นส่วนล่างและองค์อาคารแบบโครงถัก หรือแผ่นเหล็กแบบลูกฟูกนำมาใช้เป็นแผ่นเอว สะพานโครงสร้างแบบผสมได้กำหนดให้เทียบได้กับโครงสร้างสะพานในลักษณะสะพานขึง (cable-stayed bridge), extradosed bridge และ สะพานแบบคาน ซึ่งโครงสร้างเป็นแบบคานเหล็กและคานคอนกรีตได้นำมาเชื่อมต่อกันตามทิศทางความยาวของสะพาน สะพานที่ใช้โครงข้อแข็งแบบประกอบ(รูปที่ 6) ได้กำหนดให้เทียบได้กับโครงสร้างแบบผสมที่ซึ่งคานเหล็กและคานคอนกรีตเสริมเหล็กมีการเชื่อมต่ออย่างแข็งแรง ระบบฐานรากแบบประกอบได้กำหนดให้โครงสร้างฐานรากมีเสาเหล็กและฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กเชื่อมต่อกัน ชนิดของรอยต่อในสะพานเหล่านี้ได้มีการกำหนดไว้ในคู่มือ และวิธีการออกแบบสำหรับแต่ละประเภทของรอยต่อได้แสดงรายละเอียดไว้เช่นกัน

คู่มือ: พื้นฐานอย่างละเอียดสำหรับการออกแบบรอยต่อโครงสร้าง

คณะทำงานได้ศึกษาเทคโนโลยี ข้อกำหนดในการออกแบบและคู่มือที่มีอยู่ เพื่อที่จะใช้อ้างอิงกับรอยต่อโครงสร้างที่ใช้ในโครงสร้างแบบประกอบ ซึ่งผลการศึกษานี้ได้นำเข้าไปตีพิมพ์ในคู่มือการออกแบบสำหรับรอยต่อในโครงสร้างแบบประกอบระหว่างเหล็ก - คอนกรีต คู่มือการออกแบบนี้ยังไม่สามารถครอบคลุมถึงการออกแบบทุกๆ รอยต่อของโครงสร้างแบบประกอบทุกประเภท ซึ่งยังคงต้องมีการพัฒนาต่อไปในอนาคต อย่างไรก็ตาม พื้นฐานอย่างละเอียดสำหรับการออกแบบรอยต่อโครงสร้าง ได้ถูกนำเสนอในคู่มือนี้โดยแสดงขั้นตอนและการจัดเตรียมไว้อย่างละเอียด รวมทั้งตัวอย่างที่จะใช้ในอนาคตก็คด้วย

การพัฒนาในอนาคตสำหรับรอยต่อชนิดใหม่ที่ใช้ในโครงสร้างแบบประกอบนี้ จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาคู่มือการออกแบบโครงสร้างควบคู่กันไป เพื่อที่จะสามารถประเมินความสามารถของโครงสร้างเหล่านี้โดยไม่จำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อหาผลสรุปเช่นปัจจุบัน



งานและการประชุมสัมมนานานาชาติของ JSSC

(หน้า 17)

เหรียญเชิดชูเกียรติ อันthon ทาเดสโก มอบให้แก่ประธานทากานาชิ แห่ง JSSC

เหรียญเชิดชูเกียรติ อันthon ทาเดสโก เป็นรางวัลสำคัญที่มอบโดยสถาบัน IABSE (สถาบันนานาชาติสำหรับวิศวกรรมโครงสร้างและสะพาน) เพื่อเป็นการเผยแพร่ความสำเร็จของงานด้านวิศวกรรมโครงสร้าง รางวัลนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท : ด้านการส่งเสริมพัฒนาวิศวกรรมโครงสร้าง และด้านการปฏิบัติงานสำหรับนักวิจัย/วิศวกรรุ่นใหม่ที่ร่วมงานกับบริษัทต่างชาติที่มีผลงานโดดเด่น สำหรับ ดร.โคอิชิ ทากานาชิ ประธานของสมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กของญี่ปุ่น ได้รับมอบเหรียญเชิดชูเกียรตินี้เพื่อเป็นการสดุดี “การอุทิศตนเพื่อส่งเสริมงานด้านวิศวกรรมโครงสร้างและพัฒนาวิจัยรุ่นใหม่สำหรับงานด้านนี้”

ดร. ทากานาชิ ได้สอนนักศึกษาที่มหาวิทยาลัยโตเกียวและมหาวิทยาลัยชิบะ ซึ่งต่อมา นักศึกษาเหล่านี้ได้ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานเป็นจำนวนมาก ดร.ทากานาชิได้ศึกษาในด้านการออกแบบโครงสร้างแบบพลาสติก และการออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหว นักศึกษาจำนวนมากที่ได้ศึกษากับ ดร.ทากานาชิ จนจบการศึกษานั้นต่อมามี

บทบาทสำคัญในประเทศต่างๆ ทั่วโลก และผลงานการศึกษาของเขาเหล่านี้ได้มีผลให้เกิดการพัฒนางานโครงสร้างเหล็กไปทั่วโลก

ผลงานของ ดร.ทากานาชิสำหรับในด้านวิศวกรรมโครงสร้างมีอยู่เป็นจำนวนมาก ผลงานที่ผ่านมาเช่น รับหน้าที่เป็นประธานคณะกรรมการของวิศวกรรมโครงสร้างของสถาบันสถาปัตยกรรมของประเทศญี่ปุ่น เป็นเวลา 4 ปี และดำรงตำแหน่งเป็นประธานของคณะกรรมการประเมินอาคารสูงสำหรับศูนย์โครงสร้างอาคารสำหรับประเทศญี่ปุ่นเป็นเวลา 8 ปี และเป็นผู้ช่วยเหลือบุกเบิกในการจัดเตรียมและจัดตั้งระบบการวัดผลพิจารณาในขั้นตอนการได้รับใบประกอบวิชาชีพแห่งชาติ : สถาปนิกผู้ออกแบบโครงสร้างระดับที่หนึ่ง เมื่อไม่นานมานี้ เขาได้เป็นกำลังสำคัญในการจัดตั้งโครงการความร่วมมือระหว่างตัวแทนภาครัฐ ที่เรียกว่า ระบบโครงสร้างแบบใหม่จากนวัตกรรมวัสดุโครงสร้าง (สำหรับรายละเอียดให้อ้างอิงกับวารสารฉบับที่ 28 Steel Construction Today & Tomorrow) ผลงานของเขาได้มีการนำเสนอในรายงานของ IABSE

*ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง: ถึงแม้ว่าจะเกิดในประเทศเยอรมัน เขาได้ทำงานอยู่ในสหรัฐอเมริกา และได้ชื่อว่าเป็นบิดาของระบบโครงสร้างแบบคอนกรีตผิวเปลือกแบบบาง (thin-wall concrete shell)

(รูปภาพ) ดร. ทากานาชิได้รับเหรียญเชิดชูเกียรติจาก IABSE โดยตัวแทนจากสถาบันฯ นาย เคลาส์ เอช ออสเทนเฟลด์

การประชุมทางวิชาการสำหรับ งานโครงสร้างเหล็กภาคพื้นแปซิฟิก ครั้งที่ 9

การประชุมทางวิชาการสำหรับ งานโครงสร้างเหล็กภาคพื้นแปซิฟิก ครั้งที่ 9 (PSSC) เป็นการประชุมทางวิชาการนานาชาติเกี่ยวกับโครงสร้างเหล็ก ที่จัดตั้งโดยสมาชิก 10 ประเทศ : สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย แคนาดา จีน ซิลิ ญี่ปุ่น เกาหลี เม็กซิโก นิวซีแลนด์ และสิงคโปร์ ตั้งแต่ที่มีการจัดการประชุมทางวิชาการครั้งแรกในปี 1986 ก็ได้มีการจัดการประชุมอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3 ปี

การประชุมครั้งล่าสุดนับเป็นครั้งที่ 9 ที่ได้จัดกันมา ซึ่งสถานที่จัดคือเมืองปักกิ่ง ประเทศจีน เป็นเวลา 3 วันเริ่มตั้งแต่วันที่ 20 ตุลาคม 2010 ภายใต้การจัดการงานของสมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่งประเทศไทย ถึงแม้ว่าประเทศซิดีและ

เม็กซิโก มิได้เข้าร่วมในงานประชุมครั้งนี้ แต่สหราชอาณาจักร แอฟริกาใต้และฮ่องกงได้เข้าร่วมด้วย จำนวนทั้งสิ้นของผู้เข้าร่วมประชุมมีมากกว่า 600 คน และได้มีการนำเสนอเอกสารวิชาการทั้งสิ้นจำนวน 266 ฉบับ หัวข้อในการบรรยายและการนำเสนอผลงานวิชาการได้ครอบคลุมถึงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างสะพานและอาคาร : ด้านการออกแบบ การก่อสร้าง การประกอบติดตั้ง วัสดุก่อสร้าง การบำรุงรักษา และเทคโนโลยีใหม่ๆ ระหว่างการประชุมนี้ ได้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเทคโนโลยีใหม่ๆ จากสมาชิกประเทศต่างๆ ที่เข้าร่วมการประชุม ซึ่งก่อนที่จะมีการประชุมครั้งนี้ คณะกรรมการภาคพื้นแปซิฟิกของสมาคมเหล็กโครงสร้าง (PCSSA) ได้มีการหารือร่วมกันเพื่อกำหนดการประชุมครั้งต่อไป โดยผลสรุปจะจัดขึ้น ณ.ประเทศสิงคโปร์ในปี 2013

(รูปภาพ) ภาพบรรยากาศการประชุม

การประชุมสัมมนาทางวิชาการ ปี 2010 ของ JSSC เกี่ยวกับการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

สมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กของญี่ปุ่น (JSSC) ได้จัดงานประชุมสัมมนาทางวิชาการปี 2010 ในหัวข้อเกี่ยวกับการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กในวันที่ 18 และ 19 พฤศจิกายน 2010 ซึ่งได้รับความร่วมมือจากสมาชิกและองค์กรที่เกี่ยวข้อง

ในงานมีการประกาศผู้ได้รับรางวัลชนะเลิศจากประธาน JSSC และรางวัลงานวิจัย โดยที่มีผู้เข้าร่วมกว่า 500 คน การประชุมสัมมนาทางวิชาการนี้เป็นช่องทางในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้วิจัยและวิศวกรที่อยู่ในวงการโครงสร้างเหล็กพร้อมเป็นแห่งรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูล เหตุการณ์สำคัญ ๆ ได้แสดงไว้ดังนี้

ช่วงการบรรยาย: บทบาทที่มีความสำคัญยิ่งขึ้นของเหล็กสแตนเลส (stainless steel)

ความคงทนถาวรในระยะยาวของโครงสร้างนับเป็นลักษณะที่จำเป็นสำหรับโครงสร้างสาธารณูปโภค เนื่องจากเหล็กสแตนเลสมีคุณสมบัติในการต้านทานการกัดกร่อนที่ดี ซึ่งเป็นจุดที่น่าสนใจสำหรับวัสดุโครงสร้างที่ต้องการให้คงสภาพได้ในสภาวะแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนอย่างสูงหรือในสภาวะแวดล้อมที่มีการบำรุงรักษาเป็นไปได้อย่างหรือในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันมาก บัจจุบัน

เหล่านี้ได้นำไปสู่การนำวัสดุเหล็กสเตนเลสเข้ามาใช้สำหรับก่อสร้างโครงสร้างสาธารณูปโภค

ในช่วงการบรรยาย “บทบาทที่มีมากขึ้นของเหล็กสเตนเลส” คำจำกัดความ รูปแบบ และรูปแบบการใช้งานสำหรับเหล็กสเตนเลสได้เริ่มนำเสนอจากพื้นฐานทางด้านวัสดุ หลังจากนั้นเป็นตัวอย่างของการใช้งานสำหรับเหล็กสเตนเลสในโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน เหล็กเสริมกำลังแบบสเตนเลส ส่วนที่ใช้ตกแต่งภายนอกอาคาร และโครงสร้างอาคารเชิงวิศวกรรม ซึ่งทั้งหมดได้มีการนำเสนอในการประชุมสัมมนาครั้งนี้

ช่วงการบรรยายหัวข้อทางวิศวกรรม: เทคโนโลยีการยึดรอยต่อโดยใช้สลักเกลียวกำลังสูง

ได้มีการเสนอจุดประสงค์ของการจัดตั้งคณะทำงานเพื่อศึกษาเกี่ยวกับวิธีการยึดรอยต่อโดยใช้สลักเกลียวกำลังสูง หัวข้ออื่นๆ ที่ได้มีการกล่าวถึงคือประวัติการพัฒนาของเทคโนโลยีการยึดรอยต่อโดยใช้สลักเกลียวกำลังสูงและการนำไปใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีการยึดรอยต่อโดยใช้สลักเกลียวกำลังสูงในประเทศญี่ปุ่นโดยการอ้างอิงกับมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ ยังมีการสัมมนาเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้อง – สลักเกลียวกำลังสูงเป็นพิเศษ ค่าสัมประสิทธิ์การลื่นไถล (slip factor) ที่สูงขึ้น การถ่ายเทความร้อนที่ด้านหน้าของรูเจาะสลักเกลียว การพิจารณากำลังที่แตกหัก ฉีกขาด ในจุดต่างๆ ของรอยต่อ วิธีการยึดรอยต่อโดยใช้สลักเกลียวกำลังสูง ผลของแรงดึง ; การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงเสียดทาน / การเตรียมผิวหน้าวัสดุสำหรับแรงเสียดทาน สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานและวิธีการในการยึดรอยต่อโดยใช้สลักเกลียวกำลังสูง

PSSC 2010

สำหรับรายละเอียดอ้างอิงจาก “การประชุมทางวิชาการสำหรับงานโครงสร้างเหล็กภาคพื้นแปซิฟิก ครั้งที่ 9 (PSSC)” ในหน้าก่อนนี้

ช่วงวิชาการ

JSSC ได้ทำการตีพิมพ์เอกสารวิชาการของสมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กญี่ปุ่น เริ่มตั้งแต่ปี 1993 ในช่วงเวลาเดียวกันนั้น ได้มีการบรรยายทางวิชาการ โดยเรียกว่า ช่วงวิชาการ เพื่อเป็นเวทีในการเสนอบทความทางวิชาการและแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อมูล สำหรับนักวิจัย วิศวกร และนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มงานโครงสร้างเหล็ก

ช่วงการบรรยายนี้ นับเป็น ครั้งที่ 18 แล้วที่ได้จัดขึ้นและได้นำไปผนวกรวมอยู่ในการการบรรยายความรู้สำหรับปี 2010 และงานมอบรางวัลสำหรับบทความทางวิชาการ

การบรรยายพิเศษ : ความสำเร็จในการทดสอบการวิบัติโดยการสั่นสะเทือนสำหรับอาคารโครงสร้างเหล็กในขนาดเท่าโครงสร้างจริง

การบรรยายนี้ นำเสนอการวิบัติของโครงสร้างอาคารสูง 4 ชั้นขนาดเท่าของจริงด้วยการทดสอบที่ D-Defense ในลักษณะการทดสอบโครงสร้างแบบวิบัติโดยสิ้นเชิง การเสาะหาวิธีการทดสอบตามขั้นตอนในการตรวจสอบการสั่นไหว และวิธีการวัดค่าการตอบสนองในขั้นการจัดเตรียมการทดสอบ รวมถึงขั้นตอนการตัดสินใจในวันที่ทำการทดสอบ เป็นผลนำมาซึ่งความสำเร็จเป็นแห่งแรกในโลกที่มีการทดสอบให้อาคารขนาดเท่าจริงพังทลายโดยการใช้ shaking table ซึ่งถือเป็น “องค์ความรู้เฉพาะ” ซึ่งมีโอกาสจะหาได้จากสิ่งที่เขียนหรือปรากฏในรายงาน เพราะเหตุนี้ รองศาสตราจารย์ เตตสุ ยามาเดะ แห่งสถาบันเทคโนโลยีแห่งโตเกียวได้ทำการบรรยายเกี่ยวกับข้อมูลอ้างอิง เพื่อนำไปใช้สำหรับการทดสอบใหม่ๆ ที่เกี่ยวกับโครงสร้างเหล็กเพิ่มเติมจากการทดสอบข้างต้นด้วย



สาส์นถึงผู้อ่าน

เริ่มตั้งแต่ฉบับที่ 26 ของวารสาร Steel Construction Today & Tomorrow เป็นต้นไป คณะกรรมการฝ่ายต่างประเทศของสมาคมการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กของญี่ปุ่น (JSSC) ได้ทำหน้าที่เป็นผู้รับผิดชอบสำหรับแผนการ editorial ตั้งแต่เริ่มก่อตั้งขึ้นมา JSSC ได้ทำการสำรวจ ศึกษาทดลองและ พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อรองรับการขยายตัวของการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กและเพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีการก่อสร้างโครงสร้างเหล็กให้ดีขึ้น ในขณะเดียวกัน JSSC ได้ขยายความร่วมมือทางด้านต่างๆ กับองค์กรระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง

ภายหลังจากที่มีการผนวก JSSC เข้ากับสมาคมอาคารเหล็กสเตนเลส (Stainless Steel) ของญี่ปุ่นกันเมื่อเดือนเมษายน 2010 ขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับ JSSC ในเวลานั้นนอกจากเหล็กคาร์บอนแล้วยังรวมไปถึงเหล็กสเตนเลสที่มีความต้านทานการกัดกร่อนสูงด้วย ในอนาคต เรายังมีความต้องการที่จะถ่ายทอดข้อมูล

ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างเหล็กในด้านต่างๆ ให้ครอบคลุมทั่วโลก

เช่นเดียวกันกับวารสารฉบับที่ 29 วารสารฉบับปัจจุบัน ฉบับที่ 32 เริ่มต้นด้วยข่าวประกาศรางวัลจากประธาน JSSC และผู้ชนะเลิศบทความทางวิชาการ หัวข้อสำคัญอื่นๆ ในฉบับนี้ยังมีการออกแบบรอยต่อของโครงสร้างแบบประกอบ การมอบรางวัลเหรียญเชิดชูเกียรติ อินทอน ทาเดสโก แก่ประธาน JSSC คุณโคอิชิ ทากานาชิ และการประชุมเกี่ยวกับโครงสร้างเหล็กภาคพื้นแปซิฟิกสำหรับปี 2010 ซึ่งเป็นการประชุมระหว่างประเทศสมาชิกซึ่งมีการเข้าร่วมของตัวแทนจากภาคพื้นแปซิฟิก 10 ชาติ และ JSSC symposium 2010 สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก ซึ่งเป็นการประชุมที่จัดเป็นประจำทุกปี ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสมาชิก JSSC และองค์กรที่เกี่ยวข้องอีกเป็นจำนวนมาก

นอกจากนี้ ยังมีหัวข้อพิเศษเกี่ยวกับโครงสร้างรางรถไฟที่ก่อสร้างด้วยโครงสร้างแบบประกอบ เนื่องจากการตื่นตัวในด้านการปรับปรุงและการพัฒนาระบบโครงสร้างสาธารณูปโภคในประเทศต่าง ๆ แล้ว บทความนี้แสดงถึงสะพานทางรถไฟที่สร้างโดยระบบโครงสร้างแบบประกอบ เหล็ก - คอนกรีต และอาคารสถานีรถไฟที่สร้างโดยระบบโครงสร้างแบบประกอบ เหล็ก - ไม้ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เพิ่งสร้างแล้วเสร็จเป็นครั้งแรกในญี่ปุ่น

คณะกรรมการต่างประเทศ นอกจากจะทำงานที่เกี่ยวกับการสร้างมาตรฐานหรือ code ของโครงสร้างเหล็กให้มีความเป็นสากลแล้ว ยังส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลเทคโนโลยีและบุคลากรกับองค์กรต่างประเทศ ในสถานะที่เป็นตัวกลางหนึ่งของระบบนี้ เราหวังว่าเอกสารนี้จะสามารถแจ้งให้ผู้อ่านทราบถึงภารกิจของ JSSC แนวโน้มในอุตสาหกรรมก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก และเทคโนโลยีที่ใช้ รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบ และการก่อสร้างงานโครงสร้างเหล็กในประเทศญี่ปุ่น

ถ้าท่านต้องการที่จะได้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทความที่อยู่ในเล่มหรือต้องการข้อมูลเกี่ยวกับด้านเทคนิค โปรดติดต่อเจ้าหน้าที่ของ JSSC คุณฮิโรชิ สุกิตานิ (h.sugitani@jssc.or.jp)