

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(ฉบับที่ 40 ประจำเดือนธันวาคม 2013)

บทความตีพิมพ์ร่วมกันระหว่างสหพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทยและสมาคมก่อสร้างโครงสร้าง
เหล็กแห่งประเทศไทย

Thai Version

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

เพื่อช่วยให้ผู้อ่านชาวไทยสามารถที่จะเข้าใจบทความได้ง่ายขึ้น ได้มีการจัดแปลบทความภาคภาษาไทย และแนบท้ายกับฉบับภาษาอังกฤษ สำหรับรูปภาพ ไดอะแกรมและตารางได้มีการจัดแปลเป็นภาษาไทยเพียงส่วนหัวเรื่อง ผู้อ่านสามารถอ้างอิงกับฉบับภาษาอังกฤษสำหรับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ถ้าผู้อ่านต้องการทราบศัพท์บรรยายหรือ รายละเอียดทางด้านเทคนิค โปรดอ้างอิงกับบทความภาษาอังกฤษ เช่นเดียวกัน

ฉบับที่ 40 ประจำเดือนธันวาคม 2013: สารบัญ

หัวข้อพิเศษ : เทคโนโลยีการป้องกันไฟ	
โครงสร้างอาคารและการต้านทานไฟ	1
การป้องกันไฟสำหรับโครงสร้างเหล็ก	4
การเผื่อสำหรับการต้านทานไฟในโครงสร้างเหล็ก	6
การสำรวจความเสียหายจากไฟในโครงสร้างเหล็ก	9
การออกแบบเพื่อต้านทานไฟสำหรับโครงสร้าง TOKYO SKYTREE	12
เหล็กต้านทานไฟ	15

เทคโนโลยีการใช้งานเหล็ก	
รายละเอียดพื้นฐานสำหรับการเชื่อมและการควบคุมการทำงานด้านการเชื่อม	17

การดำเนินงานล่าสุดของคณะกรรมการเกี่ยวกับการส่งเสริมตลาดต่างประเทศ _____ ปกหลัง

หมายเหตุ: หมายเลขหน้าอ้างอิงกับวารสารภาคภาษาอังกฤษ
ฉบับที่ 40

ฉบับภาษาไทย: ©The Japan Iron and Steel Federation 2013

The Japan Iron and Steel Federation
3-2-10 Nihonbashi-Kayabacho, Chuo-ku, Tokyo 103-0025,
Japan
โทรสาร: 81-3-3667-0245
โทรศัพท์ : 81-3-3669-4815
ที่อยู่อีเมล: sunpou@jjsf.or.jp
เว็บไซต์: <http://www.jjsf.or.jp>

(หน้าที่ 1 - 3)

โครงสร้างอาคารและการต้านทานไฟ – พัฒนาการของการออกแบบโครงสร้างต้านทานไฟในญี่ปุ่น – โดย มาโมรุ โคโน ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโครงสร้างและอค์คิภัย Tokyo University of Science

สาเหตุของการกำหนดบังคับการต้านทานไฟแก่โครงสร้างอาคาร

โอกาสการเกิดเพลิงไหม้ในอาคารมีไม่บ่อยนัก และอาคารส่วนใหญ่จะไม่ประสบกับเพลิงไหม้เลยตลอดช่วงอายุการใช้งาน อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าโอกาสที่จะเกิดเพลิงไหม้จะต่ำมาก แต่ถ้าเกิดขึ้นจริง ก็สามารถก่อให้เกิดความเสียหายไม่เพียงแต่ภายในพื้นที่อาคารเท่านั้น แต่รวมไปถึงบริเวณพื้นที่ภายนอกเช่นเดียวกัน ในการที่จะควบคุมความเสียหายจากเพลิงไหม้ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่อาคารต้องมีระดับความต้านทานไฟได้ตามที่กำหนด

ในปัจจุบัน อาคารจะต้องสามารถทำหน้าที่ระหว่างเกิดเพลิงไหม้ได้ดังต่อไปนี้:

- (f1) ผู้ใช้อาศัย (ผู้ที่อยู่ในอาคาร) สามารถที่จะอพยพออกจากอาคารได้อย่างปลอดภัย
- (f2) ถ้าผู้ใช้อาศัยบางคนไม่สามารถที่จะอพยพออกจากอาคารได้โดยตนเอง พนักงานดับเพลิงจะสามารถจะค้นพบและให้ความช่วยเหลืออพยพผู้คนออกมาได้
- (f3) ถึงแม้ว่าอาคารทั้งหมดหรือบางส่วนเกิดการวิบัติ การวิบัติของอาคารนี้จะต้องไม่ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่ออาคารข้างเคียง
- (f4) คลื่นความร้อนที่แผ่ออกไปทางช่องเปิดหรือส่วนของโครงสร้างภายในอาคารจะต้องไม่ก่อให้เกิดเปลวไฟที่สามารถลามไปยังอาคารข้างเคียงได้
- (f5) ที่ดินที่ผนวกเป็นส่วนหนึ่งของอาคารได้รับการปกป้องจากอค์คิภัย

เพื่อที่จะเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของโครงสร้างเหล่านี้ จึงได้มีการมีการต่าง ๆ นำมาใช้ – การป้องกันไฟ การควบคุมไฟให้อยู่ในพื้นที่จำกัด และการป้องกันความเสียหายและการวิบัติของอาคารเนื่องจากความร้อนจากเปลวไฟ ความสามารถในการ

ต้านทานไฟโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้: ความต้านทานต่อน้ำหนักบรรทุก (R) การเป็นฉนวนป้องกันไฟ (I) และความแข็งแรงสมบูรณ์ของโครงสร้าง (E) ในการที่จะควบคุมเพลิงให้อยู่ในพื้นที่จำกัดไว้ การเป็นฉนวน และความแข็งแรงสมบูรณ์ของโครงสร้างเป็นปัจจัยที่สำคัญ และในการป้องกันความเสียหายหรือการวิบัติของอาคาร ความสามารถในการต้านทานต่อน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวทำหน้าที่ที่สำคัญ ตัวอย่างเช่น ในการที่จะอพยพผู้คนภายในอาคารออกอย่างปลอดภัย ความมั่นคงปลอดภัยของอาคาร รวมไปถึงพื้นที่เส้นทางอพยพจะต้องมีการป้องกันให้ปลอดภัยจนกระทั่งการอพยพผู้คนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ นอกจากนี้ เพื่อเป็นการยับยั้งเชื้อไฟมิให้ลุกลามออกไปจากพื้นที่ที่ล้อมรอบไว้เพื่อกักขังไฟ (Fire Compartment) ความเป็นฉนวนของและความแข็งแรงสมบูรณ์ของโครงสร้างเป็นสิ่งที่จะต้องจำเป็นสำหรับโครงสร้างกำแพงและพื้น ซึ่งทำหน้าที่เป็นขอบเขตกันของพื้นที่ล้อมรอบเพื่อป้องกันไฟ

พัฒนาการของการออกแบบต้านทานไฟในญี่ปุ่น

งานออกแบบโครงสร้างที่มีการรวมส่วนของการต้านทานไฟในอาคารเรียกว่าเป็นการออกแบบต้านทานไฟ งานประเภทนี้ได้ถูกออกแบบจัดทำขึ้นเพื่อให้ได้คุณสมบัติของโครงสร้างทั้ง 3 ประเภทตามที่กล่าวถึง ในญี่ปุ่น กฎหมายมาตรฐานเกี่ยวกับอาคารได้มีการกำหนดขึ้นมาเมื่อปี 1950 หลังจากสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 2 ร่วมกับข้อกำหนดสำหรับอาคารอื่น ๆ ซึ่งกำหนดไว้ในการที่จะต้องออกแบบการต้านทานไฟสำหรับโครงสร้าง กฎหมายมาตรฐานของอาคารได้มีการแก้ไขหลายครั้ง และส่วนข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานไฟก่อนที่จะมีการแก้ไขในปี 2000 มีความแตกต่างอย่างมากกับกฎหมายที่ใช้ปัจจุบัน

ตามกฎหมายมาตรฐานของอาคาร ในกรณีนี้ที่ข้อกำหนดตามข้อ (f1) จนถึง (f5) นี้ไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้เนื่องจากเพลิงไหม้และผลที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์จะมีความรุนแรง อาคารควรจะมีการต้านทานไฟได้โดยมีหลักการพิจารณาเกี่ยวกับการใช้งานขนาด และตำแหน่งของอาคาร ก่อนที่จะมีการแก้ไขในปี 2000 ข้อกำหนดที่ใช้ทั่วไปคือห้องค้ออาคารโครงสร้างหลัก เช่น เสา คาน พื้น และกำแพง ประกอบไปด้วยองค์อาคารทนไฟโดยใช้วัสดุที่ไม่

เป็นเชื้อไฟ หรือระบุเพียงว่า องค์อาคารโครงสร้างหลักจะต้องประกอบไปด้วยองค์อาคารด้านทานไฟและองค์อาคารเหล่านี้จะต้องมีระยะเวลาด้านทานไฟดังที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 สำหรับชั้นส่วนโครงสร้างหลัก (นอกจากนั้น เป็นการกำหนดว่า พื้น ผนัง และหลังคาจะต้องมีระดับความเป็นฉนวนและความแข็งแรงที่เหมาะสม) วิธีการนี้เรียกว่าการออกแบบโดยให้สอดคล้องตามข้อกำหนด

ตารางที่ 1 ระยะเวลาด้านทานไฟที่ต้องการสำหรับการรองรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้าง

หลังจากที่มีการแก้ไขกฎหมายในปี 2000 กฎหมายมาตรฐานของอาคารยอมรับวิธีการออกแบบตามสมรรถนะ โดยในรายละเอียดแล้วเป็นการกำหนดว่า เมื่อเกิดเพลิงไหม้ตามที่สมมุติขึ้น โครงสร้างอาคารด้านทานไฟซึ่งประกอบไปด้วยชั้นส่วนโครงสร้างหลัก ซึ่งความสามารถด้านทานไฟของโครงสร้างยังคงอยู่ได้จนกระทั่งไฟได้ถูกดับลงแล้ว เพื่อเป็นวิธีการที่จะยืนยันถึงวิธีการตามแนวความคิดนี้ กฎหมายได้กำหนดถึงวิธีการในการตรวจสอบการด้านทานไฟไว้

ในขณะเดียวกัน กรณีในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีของการด้านทานไฟและวิธีในการตรวจสอบได้มีการพัฒนาขึ้นและนำมาใช้งานได้ แต่การด้านทานไฟไม่สามารถยืนยันได้โดยขั้นตอนการคำนวณที่กำหนดไว้ในกฎหมาย กระทรวงสาธารณสุขภาค ที่ดิน การคมนาคมและการท่องเที่ยวสามารถที่จะทำการอนุมัติการนำไปใช้งานของการด้านทานไฟ ตามผลของการประเมินระดับการด้านทานไฟที่ตรวจสอบโดยคณะกรรมการตรวจสอบ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้

ก่อนปี 2000 การออกแบบด้านทานไฟตามข้อกำหนดเท่านั้นไว้เท่านั้นที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้ได้ โดยมีข้อยกเว้นเพียงเล็กน้อย ในปัจจุบันนี้ วิศวกรสามารถที่จะนำวิธีการออกแบบตามสมรรถนะมาใช้แทนได้ เพิ่มเติมจากวิธีการออกแบบตามข้อกำหนด (อ้างอิงกับรูปที่ 1)

รูปที่ 1 การด้านทานไฟและกฎหมายมาตรฐานสำหรับอาคาร

ตัวอย่างของอาคารขนาดใหญ่ที่เกิดการวิบัติเนื่องจากการมิได้ออกแบบโครงสร้างให้ด้านทานไฟได้อย่างพอเพียง

ถึงแม้ว่าในอาคารที่ดูเหมือนจะอยู่ในสภาพดี แต่ถ้าการออกแบบการด้านทานไฟมิได้ออกแบบไว้เพียงพอ อาจเกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงแก่อาคารได้ ตัวอย่างของการออกแบบที่มีได้ออกแบบการด้านทานไฟไว้อย่างพอเพียง ได้แสดงไว้ ณ ที่นี้

เพลิงไหม้เกิดขึ้นในเวลาเที่ยงคืนของวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2005 (เวลาท้องถิ่น) ในอาคารสูง 32 ชั้น (อาคารวินด์เซอร์) ที่ก่อสร้างอยู่ที่ AZCA ตัวเมืองแมดริด เมืองหลวงของสเปน เพลิงไหม้ได้กระจายตัวไปอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านบนและทางด้านล่าง ครอบคลุมพื้นที่แทบจะทุกชั้น การวิบัติของโครงสร้างขนาดใหญ่ในส่วนชั้นตรงกลางอาคารและชั้นบนส่งผลให้ชั้นส่วน ผนังล้อมอาคาร องค์อาคารโครงสร้างและผนังกันห้องกระจายกลาดเคลื่อนอยู่ตามพื้นที่รอบอาคารด้านล่าง เพลิงไหม้ไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคาร แต่ยังส่งผลต่อสาธารณสุขไปคชของแมดริด ในการใช้งานเนื่องจากการปิดถนนในพื้นที่รอบศูนย์กลางทางธุรกิจและการระงับการเดินรถไฟใต้ดิน

รูปภาพที่ 1 แสดงให้เห็นภาพรวมของความเสียหายในช่วงปลายเดือนมีนาคม เป็นเวลา 1 เดือนครึ่งภายหลังการเกิดเพลิงไหม้ โครงสร้างของอาคาร เสา คาน พื้นและผนังรับแรงส่วนใหญ่เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ขณะที่เสาขอบนอกของอาคาร ส่วนท้ายของพื้นที่สำนักงานด้านกว้าง เป็นโครงสร้างเหล็ก โดยมีพื้นที่ technical สองชั้นในตำแหน่งช่วงกลางและช่วงล่างของอาคารถูกแบ่งตามโครงสร้างให้เป็นส่วนเดี่ยว (ความสูงถึงชั้นสามเหนือพื้นดิน) ส่วนกลาง (ชั้นสี่ถึงชั้น 16) และส่วนสูง (ชั้น 17 และสูงกว่านั้น) รูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงระดับความสูงของโครงสร้าง และรูปที่ 3 เป็นผังพื้นของชั้นที่ 17 จนถึงชั้นที่ 26 รวมไปถึงชั้นที่ 21 ที่เกิดเพลิงไหม้

อาคารวินด์เซอร์ได้ก่อสร้างเสร็จขึ้นเมื่อปี 1977 โดยออกแบบตามมาตรฐานการด้านทานไฟในเวลานั้น อย่างไรก็ตาม ดังที่แสดงในรูปภาพ ด้านนอกของส่วนอาคารสูงร่วมกันกับพื้นโครงสร้างก่อให้เกิดการวิบัติขนาดใหญ่ และในขณะเดียวกัน ในส่วนชั้นกลาง ๆ ของอาคารซึ่งประกบพื้นที่ชั้น Technical โดย

ทำลายลงทั้งหมดด้วยเพลิงไหม้ ในการออกแบบด้านทานไฟในปัจจุบัน แม้ว่าจะเกิดเพลิงไหม้ขึ้น เพลิงไหม้จะถูกห้อมล้อมให้อยู่ในพื้นที่กักกันไฟ ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการแพร่กระจายออกไปยังชั้นอื่น ๆ หลายชั้น และเสา พื้น และชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น ๆ จะไม่เกิดการวิบัติได้โดยง่าย

เพราะว่าอาคารวินด์เซอร์ได้ถูกออกแบบตามมาตรฐานกฎหมายอาคารในเวลานั้น การป้องกันไฟมิได้ถูกป้องกันไว้สำหรับเสาเหล็กในส่วนด้านนอกรอบ ๆ ของอาคาร นอกจากนี้ รอยต่อระหว่างพื้นและผนังด้านนอก ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำให้เป็นพื้นที่กักกันไฟระหว่างชั้น เป็นโครงสร้างที่ลามไฟง่าย และยอมให้เพลิงไหม้ลามออกไปนอกเหนือพื้นที่ (อ้างอิงกับรูปที่ 4) โดยวิธีการนี้ การออกแบบการต้านทานไฟที่เหมาะสมไม่ได้มีการนำไปใช้ในการออกแบบอาคารนี้ จึงเป็นเหตุให้เกิดไฟกระจายตัวทั่วทุกพื้นที่ในอาคาร และก่อให้เกิดการวิบัติขนาดใหญ่ แต่เพราะว่าเพลิงไหม้เกิดขึ้นในช่วงเที่ยงคืนในวันเสาร์ เวลาซึ่งมีผู้คนเล็กน้อยในอาคาร ถือว่าโชคดีที่ไม่มีใครเสียชีวิต

รูปที่ 2 ระดับของโครงสร้างในอาคารวินด์เซอร์

รูปที่ 3 ผนังทั่วไป (ชั้นบน) ของอาคารวินด์เซอร์

รูปที่ 4 หน้าตัดของพื้นที่รอบ ๆ ในอาคารวินด์เซอร์

รูปภาพที่ 1 ความเสียหายจากไฟในอาคารวินด์เซอร์ เวลาที่ 1 เดือนครึ่งภายหลังจากเกิดเพลิงไหม้

แนวโน้มสำหรับการพัฒนาต่อไปสำหรับการต้านทานไฟในอาคาร

ในบทความนี้ เราได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องให้โครงสร้างมีความสามารถในการต้านทานไฟในอาคาร การพัฒนาการออกแบบโครงสร้างด้านทานไฟในญี่ปุ่น และตัวอย่างหนึ่งของการวิบัติของโครงสร้างอาคารสูงที่มีผลสืบเนื่องมาจากการออกแบบการต้านทานไฟที่ไม่เหมาะสม ในการออกแบบเพื่อต้านทานไฟในอาคารซึ่งกำหนดให้ใช้ญี่ปุ่น เป้าหมายหลักในการที่ทำให้อาคารมีความปลอดภัยต่อไฟได้ อย่างไรก็ตาม ในการที่จะปรับปรุงความเหมาะสมสำหรับการออกแบบการต้านทานไฟและการนำไปใช้ จะต้องมีการพัฒนาและวิจัยในงานหลัก ๆ 5 ประเภทนี้:

- ความเข้าใจถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เหล็กชนิดต่าง ๆ ขณะที่มอดูลสูง
- การพัฒนาของการป้องกันไฟซึ่งมีการคำนึงถึงประสิทธิภาพ ความทนทาน และสภาวะแวดล้อมในการใช้งานจริง
- การใช้แปลนวางผังโครงสร้างซึ่งมีการเผื่อระดับการต้านทานไฟ
- การพัฒนาวิธีการทดสอบที่เป็นมาตรฐานซึ่งสามารถตรวจสอบสมรรถนะโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง
- การกำหนดกรอบแนวทางสังคมในการที่จะตรวจสอบความต้านทานไฟของอาคารทั้งหมด (วิศวกรและผู้ตรวจสอบ)



(หน้าที่ 4 - 5)

การป้องกันไฟสำหรับโครงสร้างเหล็ก

โดย ชิเกกิ ทาซากะ

ห้องทดสอบวิศวกรรมอัคคีภัย General Building Research Corporation of Japan

ขอบเขตของงานป้องกันไฟ

เนื่องจากการป้องกันไฟไม่ได้อยู่ในชิ้นส่วนของโครงสร้างเสาและคานเหล็ก จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มเติมงานป้องกันไฟเพื่อให้อาคารได้รับการป้องกันจากไฟ ในวิธีการป้องกันไฟที่มีการใช้กันอยู่คือวิธีฉีดย่น ทาเคลือบ พันวัสดุป้องกันไฟ และใช้แผ่นวัสดุติดเข้าไป ซึ่งมักจะอยู่ในรูปของวัสดุเคลือบติด หรือลักษณะวางทับกันเป็นชั้น ๆ

อย่างไรก็ตาม สำหรับหน้าตัดผนังด้านนอก จะไม่สามารถมีระยะเผื่อระหว่างผนังด้านนอกกับเสาหรือคาน ดังนั้นจึงจะไม่สามารถทำการป้องกันไฟในจุดสัมผัสต่าง ๆ โดยใช้เพียงวัสดุเคลือบชั้นเดียวหรือวัสดุที่ทาเคลือบเป็นชั้น ๆ เพื่อที่จะแก้ไขปัญหา จึงจำเป็นที่จะต้องให้ชิ้นส่วนของผนังภายนอกเป็นส่วนหนึ่งของระบบป้องกันไฟสำหรับเสาและคาน และสิ่งนี้เป็นผลให้เกิดการ

พัฒนาวิธีการแบบโครงสร้างผสมสำหรับการป้องกันไฟ

ในญี่ปุ่น เมื่อมีการกำหนดใช้วิธีการป้องกันไฟหนึ่ง ๆ สำหรับโครงสร้างป้องกันไฟ วิธีการป้องกันไฟที่กำหนดไว้จะต้องตอบสนองต่อระดับสมรรถนะที่กำหนดไว้ตามกฎหมายมาตรฐานของอาคาร วิธีการป้องกันไฟที่กำหนดไว้จะมีการทดสอบและตรวจสอบโดยองค์กรทำหน้าที่ตรวจสอบสมรรถนะ ได้รับการอนุมัติโดยกระทรวงเมื่อระบบป้องกันไฟตอบสนองตามสมรรถนะที่ได้กำหนดไว้

ระบบป้องกันไฟที่ได้รับการอนุมัติจากกระทรวงจะได้รับการเผยแพร่กับสาธารณชนที่เว็บไซต์ของกระทรวงสาธารณสุขภาคที่ดิน การคมนาคมและการท่องเที่ยว (MILT) ตารางที่ 1 แสดงจำนวนของอาคารที่ได้รับการอนุมัติ จากที่ได้รับการอนุมัติไปทั้งหมดนี้ ระบบป้องกันไฟแบบผสมมีจำนวนประมาณเกือบครึ่งหนึ่งที่เดียว นอกจากนี้ยังมีจำนวน 35 โครงการที่ได้รับการอนุมัติให้ใช้ระบบเคลือบสารโฟม intumescent ที่ใช้กับเสา และจำนวน 19 โครงการใช้กับคาน

ในญี่ปุ่น การพันฉนวนใยหินและการใช้แผ่นแคลเซียมซิลิเกตเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานป้องกันไฟ และการพันฉนวนใยหินและการใช้แผ่นคอนกรีตหล่อสำเร็จหรือแผ่น ALC ก็ได้ถูกนำมาใช้บ่อย ๆ ในงานป้องกันไฟแบบผสม

ตารางที่ 1 การอนุมัติโดยกระทรวงสำหรับงานป้องกันไฟสำหรับโครงสร้างเหล็ก

ชนิดของวัสดุงานป้องกันไฟ

การอนุมัติโดยกระทรวงโดย MILT จะถูกกำหนดคร่าว ๆ สำหรับงานป้องกันไฟ 2 ชนิด

- โครงสร้างป้องกันไฟที่ใช้วัสดุเคลือบหนึ่งชั้นหรือแบบหลายชั้นเพื่อเคลือบทั้งสี่ด้านของเสาและสามด้าน (ไม่รวมหน้าตัดด้านที่รองรับพื้น) ของคาน
- เสา — หน้าตัดด้านหนึ่งมีการป้องกันโดยผนังด้านนอกและหน้าตัดที่เหลือทั้งสามด้านด้วยวัสดุเคลือบหนึ่งชั้นหรือหลายชั้น; คาน — หน้าตัดด้านหนึ่งป้องกันด้วยผนังภายนอก และหน้าตัดที่เหลือทั้งสองด้านโดยวัสดุเคลือบ

หนึ่งชั้นหรือหลายชั้น (ไม่รวมหน้าตัดด้านที่รองรับพื้น) (อ้างอิงกับรูปที่ 1 และ 2)

ชนิดที่สองได้ถูกจัดประเภทให้เป็นโครงสร้างป้องกันไฟแบบผสม ที่ซึ่งผนังด้านนอกทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของการป้องกันไฟ รอบต่อของผนังภายนอกไปกับวัสดุป้องกันไฟได้ถูกเสริมความแข็งแรงโดยใช้วัสดุ Backing, Rib หรือ องค์กรอาคารเสริมความแข็งแรง เพื่อไม่ให้เกิดช่องว่างในโครงสร้าง

ประเภทของวัสดุป้องกันไฟ

วัสดุป้องกันไฟสามารถจัดประเภทได้ 4 ประเภท

• การพันสเปรย์และเคลือบผิว

ฉนวนใยหิน วัสดุยิบซั่ม และซีเมนต์ ถูกพันสเปรย์หรือเคลือบผิวในผลิตภัณฑ์เหล็ก วัสดุเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ขณะที่เปียก รูปภาพที่ 1 แสดงให้เห็นตัวอย่างการนำไปใช้สำหรับฉนวนใยหินที่พันสเปรย์เพื่อการป้องกันไฟ

• การพันรอบ

แผ่นสีกลาดฉนวนใยหิน แผ่นเส้นใยเซรามิกและแผ่นไฟเบอร์สังเคราะห์ได้นำมาใช้พันรอบผลิตภัณฑ์เหล็ก วัสดุเหล่านี้ได้นำมาใช้ในสภาพที่แห้งและยึดติดกับเหล็ก โดยใช้อุปกรณ์ยึดติด รูปภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างการใช้งานสำหรับการป้องกันไฟโดยใช้แผ่นไฟเบอร์สังเคราะห์

• การเข้าแบบโดยใช้วัสดุ

ชิ้นส่วนแผ่นบอร์ดเช่นแผ่นไฟเบอร์ผสมแคลเซียมซิลิเกต แผ่นยิบซั่มบอร์ดและแผ่นไม้ถูกติดไว้กับผลิตภัณฑ์เหล็ก วัสดุเหล่านี้จะถูกนำมาใช้งานในสภาพแห้งและมีการยึดติดโดยใช้ชิ้นส่วนสำหรับยึดติดหรือกาวยึดเกาะ รูปภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างการใช้งานของแผ่นไฟเบอร์ผสมแคลเซียมซิลิเกต

• การทาเคลือบโดย Intumescent

ผิวเคลือบด้านบนสุดและด้านล่างของวัสดุเคลือบผิวแบบโฟมถูกนำมาใช้โดยตรงใน Laminated State กับผลิตภัณฑ์เหล็ก รูปภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างการนำไปใช้ของสารเคลือบ Intumescent แบบโฟม



นอกจากวัสดุป้องกันไฟตามที่แสดงคือชิ้นส่วนแผ่นซีทขยายตัวตามอุณหภูมิและแผ่นอลูมิเนียมกันความชื้น นอกจากนี้ การป้องกันไฟที่มีวัสดุหลายอย่างผสมกันก็ยังมีใช้กันอยู่

รูปที่ 1 ตัวอย่างของโครงสร้างป้องกันไฟของเสาเหล็ก

รูปที่ 2 ตัวอย่างของโครงสร้างป้องกันไฟของคานเหล็ก

รูปภาพที่ 1 ตัวอย่างการนำไปใช้ของการป้องกันไฟโดยการพันสเปรย์ฉนวนใยหิน

รูปภาพที่ 2 ตัวอย่างการนำไปใช้ของการป้องกันไฟโดยการพันแผ่นไฟเบอร์สังเคราะห์

รูปภาพที่ 3 ตัวอย่างการนำไปใช้ของการป้องกันไฟโดยแผ่นไฟเบอร์ผสมแคลเซียมซิลิเกต

รูปภาพที่ 4 ตัวอย่างการนำไปใช้ของการป้องกันไฟโดยการเคลือบโฟมintumescent



(หน้าที่ 6 - 8)

การเผื่อสำหรับการต้านทานไฟสำหรับโครงสร้างเหล็ก

โดย เคนชิ อิเกดะ

ศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Tokyo University of Science

แนวความคิดของการเผื่อในโครงสร้างเหล็กระหว่างการเกิดเพลิงไหม้

การวิเคราะห์ถึงการเผื่อสำหรับโครงสร้างระหว่างการเกิดเพลิงไหม้มีความแตกต่างจากวิธีการเผื่อที่ใช้ในโครงสร้างเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิปกติ และดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบแรงภายนอกที่กระทำระหว่างการเกิดเพลิงไหม้และการเปลี่ยนแปลงของกำลังชิ้นส่วนโครงสร้างที่เกิดจากแรงภายนอกเหล่านี้

ปัจจัยแรกที่จะต้องนำมาพิจารณาในการตรวจสอบแรงภายนอกที่กระทำต่อโครงสร้างก็คือไฟจะก่อตัวมาจากส่วนหนึ่งของอาคาร รูปที่ 1 แสดงความแตกต่างของแรงภายนอกที่ใช้ในการออกแบบต้านทานไฟและการออกแบบป้องกันแรงแผ่นดินไหว

น้ำหนักบรรทุกทุกตามแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำในแนวตั้งตลอดความสูงของโครงสร้างอาคารและระหว่างการเกิดแผ่นดินไหวพื้นดินสั่นสะเทือนและพลังงานของการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวนี้ไม่เพียงแต่กระทำต่อฐานรากเท่านั้นแต่ยังส่งผลไปยังโครงสร้างอาคารทั้งหมดเช่นกัน ในทางตรงกันข้าม เพราะเหตุนี้โดยทั่วไปเพลิงไหม้จะก่อตัวที่ส่วนหนึ่งของอาคารเท่านั้นและมีการดับไฟก่อนที่จะขยายตัวไปยังโครงสร้างอาคารทั้งหมด น้ำหนักบรรทุกทุกเนื่องจากอุณหภูมิที่เกิดจากเพลิงไหม้จะกระทำต่ออาคารเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น เพราะเหตุนี้อุณหภูมิของชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้จะสูงขึ้น แต่ชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารในส่วนที่มีได้สัมผัสกับไฟจะไม่ได้รับผลกระทบ

อีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณาคือคุณสมบัติของกำลังวัสดุของชิ้นส่วนโครงสร้างระหว่างการเกิดเพลิงไหม้ เมื่ออุณหภูมิของชิ้นส่วนโครงสร้างเพิ่มขึ้นเนื่องจากความร้อน ไม่เพียงแต่จะเกิดการสูญเสียกำลังและความแข็งแรงเท่านั้น แต่โครงสร้างยังเกิดการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิอีกด้วย รูปที่ 2 แสดงภาพรวมของพฤติกรรมของโครงสร้างอาคารระหว่างการเกิดเพลิงไหม้ โครงสร้างอาคารเกิดการเสียรูปเนื่องจากการขยายตัวที่เกิดในองค์อาคารในช่วงแรกของการเกิดเพลิงไหม้ ในขณะที่เสามีความยาวประมาณความสูงระหว่างชั้น ความยาวของคานที่ใช้ประกอบโครงสร้างจะมีค่ามากกว่าหลายเท่า โดยทั่วไปการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิของคานจะมีค่าสูงระหว่างการเกิดเพลิงไหม้ การขยายตัวของคานจะเกิดในแนวแกนของคาน แต่การต้านทานจากโครงสร้างเสาจะช่วยจำกัดการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมินี้ และยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงต้านทานแรงดัดที่ปลายคาน ส่งผลให้เกิดการเสียรูปจากแรงดัดในคาน เพราะเหตุนี้ ปัจจัยสำคัญอันหนึ่งในการพิจารณาความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างระหว่างการเกิดเพลิงไหม้ก็คือความยาวของคานทั้งหมดที่ใช้ในระดับความสูงหนึ่ง ๆ เพราะเหตุที่ว่าคานมีการสูญเสียความแข็งแรงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง คานเหล่านี้จะเริ่มเสียรูปเนื่องจากแรงในแนวตั้ง ในขณะเดียวกัน เสาจะเกิดการเสียกำลังเนื่องจากผลของความร้อนจากเพลิงไหม้

รูปที่ 1 ความแตกต่างระหว่างแรงภายนอกที่เกิดจากการออกแบบ

ด้านทานไฟและการออกแบบด้านทานแรงแผ่นดินไหว

รูปที่ 2 พฤติกรรมของโครงสร้างอาคารระหว่างการเกิดเพลิงไหม้

ในขั้นตอนนี้ ในโครงสร้างอาคารปกติ ถึงแม้ว่าองค์อาคารกลุ่มหนึ่งในส่วนที่เกิดเพลิงไหม้จะเกิดการสูญเสียกำลังก็ตาม แต่องค์อาคารรอบนอกที่อยู่นอกเหนือจากพื้นที่ดังกล่าวยังคงมีกำลังเช่นเดิมและสามารถที่จะกระจายความเค้นออกไปใหม่และป้องกันการเกิดการวิบัติของทั้งโครงสร้างได้ รูปที่ 3 แสดงการกระจายใหม่ของความเค้นนี้ ในโครงสร้างที่แสดงในรูป ถึงแม้ว่าเพลิงไหม้เกิดขึ้นในชั้นล่าง ๆ และก่อให้เกิดความสูญเสียของกำลังในเสา แรงในแนวแกนที่อยู่ในเสาเหล่านี้เกิดจากการยึดโครงสร้างกับพื้นด้านบนผ่านการกระจายตัวใหม่ของความเค้น ซึ่งเป็นการป้องกันโครงสร้างจากการวิบัติ ในกรณีซึ่งเสาและคานมีการยึดต่อกันอย่างแข็งแรง ความเค้นก็สามารถกระจายถ่ายสู่ออกอย่างสะดวก นอกจากนี้ ในกรณีที่คานหลายตัวได้ถูกติดตั้งในชั้นบนและมีส่วนที่เหลือเพื่อให้สำหรับกำลังรับแรงดัดทั้งหมดในคานเหล่านี้ ความเสี่ยงต่อการวิบัติของโครงสร้างจะลดลงได้เป็นอย่างมาก

รูปที่ 3 ภาพของการกระจายตัวขึ้นใหม่ของความเค้นในโครงสร้าง

เพราะว่าการทนไฟเป็นข้อบังคับสำหรับการก่อสร้างอาคารในญี่ปุ่น รอยต่อโครงสร้างแบบ Rigid ได้นำมาใช้สำหรับรอยต่อในคาน – เสา นอกจากนี้เพื่อที่จะเป็นการต้านทานแรงด้านข้างที่เกิดจากแผ่นดินไหว เสาและคานจะเผื่อไว้ให้มีกำลังสูงกว่าที่จะต้องต้านทานแรงในแนวตั้ง โดยทั่วไปแล้ว มักจะเกิดเหตุการณ์เพลิงไหม้ภายหลังจากการเกิดแผ่นดินไหว แต่ระหว่างการเกิดแผ่นดินไหว เพลิงไหม้รุนแรงที่อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อความแข็งแรงของโครงสร้างจะไม่เกิดขึ้น ในทางตรงกันข้าม เมื่อเพลิงไหม้ระดับรุนแรงเกิดขึ้นที่อาจมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง มีความน่าจะเป็นที่ต่ำมากว่าจะเกิดแผ่นดินไหวขึ้นในเวลานั้น เพราะเหตุนี้กำลังขององค์อาคารที่เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับแรงแผ่นดินไหวทำหน้าที่ในการยกระดับอัตราส่วนปลอดภัยสำหรับการป้องกันการวิบัติของโครงสร้างในช่วงการเกิดเพลิงไหม้ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า

อาคารที่มีการก่อสร้างด้วยการป้องกันแรงแผ่นดินไหวที่รุนแรงกว่ามีความสามารถในการต้านทานไฟได้ดีกว่า และจึงมีอัตราเผื่อในการต้านทานไฟของโครงสร้างได้ดียิ่งขึ้น

การออกแบบด้านทานไฟโดยพิจารณาสมรรถนะของโครงสร้างเป็นวิธีที่ใช้กันโดยพิจารณาถึงการกระจายตัวใหม่ของความเค้นในโครงสร้างระหว่างการเกิดเพลิงไหม้ ในกรณีเช่นนี้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องพิจารณาการต้านทานไฟโดยพิจารณาถึงไม่เพียงแต่สภาพทำสุดของไฟ แต่การเกิดของไฟเช่นเดียวกัน ในการก่อสร้างอาคารภายหลังนี้ รูปแบบโครงสร้างมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการจัดเตรียมผังโครงสร้างที่พิจารณาถึงสภาพการเสีรูปของโครงสร้างขณะเกิดเพลิงไหม้ อีกด้วย

ตัวอย่างของการออกแบบด้านทานไฟที่มีการพิจารณาถึงการเผื่อไว้

รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างของการออกแบบด้านทานไฟซึ่งใช้ประโยชน์ของการเผื่อในโครงสร้างไว้อย่างเต็มที่ อาคารประกอบไปด้วยโครงสร้างขนาดใหญ่ซึ่งใช้เสาแนวทแยงที่ส่วนด้านนอกของอาคาร การสูญเสียกำลังในองค์อาคารด้านข้างเช่นคาน จะนำไปสู่การวิบัติและการยุบลงมาของพื้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการป้องกันไฟให้กับองค์อาคารเหล่านี้ เพื่อที่จะให้องค์อาคารสามารถคงอยู่ได้ในช่วงเกิดเพลิงไหม้ ถึงแม้ว่าองค์อาคารในแนวตั้งเช่นเสาจะสูญเสียกำลังแล้ว ความเค้นที่เกิดอยู่ในเสาเหล่านี้สามารถที่จะกระจายตัวออกไปใหม่ยังเสาแนวทแยงที่ประกบกับโครงสร้างขนาดใหญ่ได้

รูปที่ 4 สภาพของโครงสร้างขณะที่ส่วนหนึ่งขององค์อาคารสูญเสียกำลังเนื่องจากเพลิงไหม้ (ตัวชี้บ่งคือการเพิ่มของค่าขยายการเสีรูปของโครงสร้าง)

ตัวอย่างในการออกแบบนี้ยอมให้มีการยกเว้นการป้องกันไฟในเสาบางต้นโดยการตรวจสอบและยืนยันการกระจายตัวใหม่ของความเค้น การตรวจสอบนี้ นอกเหนือจากการศึกษาการเกิดตัวของไฟ ยืนยันถึงสภาพของความเค้น 2 ชนิด: ความเค้นในโครงสร้างรอบนอกที่เกิดจากการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิในเสา

และความเค้นที่เกิดจากการสูญเสียกำลังในเสา ระบบการออกแบบด้านทานไฟดึงที่ใช้ในกรณีของโครงสร้างขนาดใหญ่สามารถนำมาใช้ได้มากขึ้นบ่อยขึ้น เพราะว่าเป็นการสะดวกสำหรับเสาที่จะกระจายความเค้นไปยังเสาที่ตั้งในแนวทแยงที่มีความกำลังรับน้ำหนักสูงได้

ขั้นตอนเพื่อเพิ่มระดับการเผื่อในโครงสร้างระหว่างการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร

สำหรับอาคารทั่วไป การออกแบบด้านทานไฟใน “ระดับชั้นส่วน” ได้ถูกนำมาใช้ในขณะที่ยังมีการด้านทานไฟของโครงสร้างทั้งหมดระหว่างการเกิดเพลิงไหม้ได้ถูกทำให้ปลอดภัยโดยการใช้ความสามารถด้านทานไฟขององค์อาคารในอาคาร การใช้การออกแบบด้านทานไฟเช่นนั้นให้หลักประกันสำหรับการด้านทานไฟของโครงสร้างในอาคารทั่วไประหว่างการเกิดเพลิงไหม้ อย่างไรก็ตาม ในขณะที่กำลังของชั้นส่วนโครงสร้างระหว่างการเกิดเพลิงไหม้สามารถตรวจสอบได้ ยังมีกรณีที่อาคารเกิดการวิบัติทั้งอาคารที่มีสาเหตุเริ่มต้นจากการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิในองค์อาคารของอาคารที่อยู่ติดกัน – เช่นเดียวกันกับอาคาร WTC7 ที่ World Trade Center ในการออกแบบโครงสร้างของอาคารโครงสร้างเหล็ก จำเป็นที่จะออกแบบผังโครงสร้างที่มองไปถึงระดับการเผื่อในโครงสร้างระหว่างการเกิดเพลิงไหม้



(หน้าที่ 9 - 11)

การสำรวจความเสียหายจากไฟในโครงสร้างเหล็ก

โดย เค็นชิ อิเกดะ

ศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Tokyo University of Science

แนวความคิดของการสำรวจความเสียหายจากเพลิงไหม้

เพลิงไหม้สร้างความเสียหายเป็นจุด ๆ แก่อาคารเนื่องจากความร้อนของเปลวเพลิง เพราะว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้อยู่ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร ทำให้อาคารเหล่านี้จะสามารถนำมาใช้งานได้ใหม่อีกครั้งหนึ่งเป็นส่วนใหญ่ ในการที่จะทำการ

เปิดใช้อาคารนี้ขึ้นใหม่ จึงจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงระดับความเสียหายจากเพลิงไหม้ และสามารถยืนยันตรวจสอบได้ว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้อยู่ในระดับยอมรับได้ในการนำอาคารนี้กลับมาใช้ใหม่

ผู้ทำหน้าที่ตรวจสอบความเสียหายจากเพลิงไหม้จะทำการตรวจสอบระดับความเสียหายจากเพลิงไหม้และนำเสนอวิธีการตามแง่มุมทางวิศวกรรมถึงการซ่อมแซมและการเสริมความแข็งแรงที่จำเป็นในการทำให้อาคารที่เสียหายนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สมรรถนะของอาคารที่วางเป้าไว้สำหรับการแก้ไขซ่อมแซมได้ถูกตัดสินโดยเจ้าของอาคาร และ/หรือผู้หน้าที่จัดการอาคาร และผู้ใช้อาคาร

ถ้าอาคารนั้นจะต้องมีการบูรณะซ่อมแซมถึงระดับการใช้งานดั้งเดิม จะต้องมีการตกลงกันในช่วงระยะเวลาทำสัญญาว่าจะต้องให้เป็นเช่นนั้น ในทางตรงกันข้าม ในกรณีที่อยู่ใช้งานของอาคารมีอายุที่น้อยลงแล้วและอาคารมีกำหนดที่จะต้องทำการก่อสร้างใหม่ในอนาคตอันใกล้ ก็เป็นตามความเหมาะสมที่สามารถกำหนดให้สมรรถนะของอาคารอยู่ในระดับที่ใช้งานได้เพียงไม่กี่เดือนเท่านั้น ในกรณีส่วนใหญ่ ระดับสมรรถนะที่ตกลงกันจะอยู่ในระดับเท่ากับก่อนการเกิดเพลิงไหม้ โดยที่เป้าหมายหลักอยู่ที่สมรรถนะที่มีการวางเป้าเอาไว้ สถาปนิกสถาปนิกของญี่ปุ่นได้จัดเตรียม “คู่มือในการตรวจสอบความเสียหายจากเพลิงไหม้และการซ่อมแซม และวิธีการเสริมกำลังและข้อคิดเห็น (ฉบับร่าง)”

ขั้นตอนการทำการสำรวจความเสียหายจากเพลิงไหม้

รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการทำงานของการทำงานการสำรวจความเสียหายจากเพลิงไหม้ไปจนถึงงานซ่อมแซม/เสริมกำลังโครงสร้างการสำรวจความเสียหายจากเพลิงไหม้ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วนดังนี้

- ขั้นตอนการเตรียมการตรวจสอบ: การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอาคารที่เสียหายจากแบบและข้อมูลเกี่ยวกับเพลิงไหม้จากหนังสือพิมพ์และสื่ออื่น ๆ ก่อนที่จะทำการเข้าตรวจสอบสถานที่เกิดเพลิงไหม้
- การสำรวจเบื้องต้น: การสำรวจในสถานที่ด้วยการเดินดูสำรวจสำหรับสภาพของเพลิงไหม้

- การสำรวจชั้นสูง: การทำการทดสอบในชั้นส่วนของค
อาคารจากอาคารที่เสียหาย ถ้าจำเป็น

จากผลการสำรวจ ระดับความเสียหายจากเพลิงไหม้ได้รับการ
ตรวจสอบ และหลังจากนั้น แผนในการซ่อมแซม และการเสริม
ความแข็งแรงได้จัดเตรียมขึ้น จากผลการตรวจสอบความเสียหาย
จากเพลิงไหม้ ที่ชั้นตอนนี้ จะมีการตกลงกันถึงระดับสมรรถนะของ
โครงสร้างที่วางเป้าหมายไว้ วิธีการในการบูรณะซ่อมแซมจะถูก
เลือกใช้ และมีการวางระบบงานซ่อมแซมและเสริมความแข็งแรง
สำหรับโครงสร้าง

รูปที่ 2 และ 3 แสดงให้เห็นขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ในการ
ตัดสินใจระดับของความเสียหายจากเพลิงไหม้ในอาคารโครงสร้าง
เหล็ก ในกรณีของการสำรวจอาคารโครงสร้างเหล็ก ไม่เพียงแต่
การลดกำลังวัสดุเนื่องจากความร้อนของเพลิงไหม้ แต่ยังรวมไปถึง
การเสียรูปของโครงสร้างเนื่องจากการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิ
ที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้อาคารชั้นใหม่ ด้วยเหตุนี้ การ
ประมาณระดับอุณหภูมิของโครงสร้างเหล็กระหว่างการเกิดเพลิง
ไหม้และการวัดการเสียรูปของอาคารเหล่านี้ถือว่าเป็นงานที่
สำคัญในการสำรวจความเสียหายจากเพลิงไหม้ในปัจจุบัน

การประมาณระดับอุณหภูมิขณะเกิดเพลิงไหม้ในองค์อาคาร
โครงสร้างเหล็กได้กระทำขึ้นเพื่อที่จะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง
คุณสมบัติของวัสดุในองค์อาคารที่วางเป้าหมายในการกลับมาใช้ใหม่
การเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของผลิตภัณฑ์เหล็ก
กำลังสูงและสลักเกลียวกำลังสูง ซึ่งมีการเพิ่มกำลังวัสดุให้สูงขึ้นใน
ขั้นตอนการผลิต เกิดขึ้นที่ระดับอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำ แม้กระทั่ง
ชั้นส่วนของอาคารเหล็กที่แทบจะไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงจาก
ความร้อนจากเพลิงไหม้ อาจเกิดการเสียรูปขนาดใหญ่ได้
เนื่องจากผลกระทบจากการขยายตัวจากอุณหภูมิของชั้นส่วนของค
อาคารอื่น ๆ สำหรับอาคารโครงสร้างเหล็ก อุณหภูมิที่เกิดระหว่าง
เพลิงไหม้และการเสียรูปขององค์อาคารจะถูกสำรวจไว้เพื่อ
ตรวจสอบระดับความเสียหายจากเพลิงไหม้

รูปที่ 1 ชั้นตอนจากการสำรวจเพลิงไหม้ไปจนถึงงานซ่อมแซม/
เสริมความแข็งแรง

รูปที่ 2 ชั้นตอนของงานในการซ่อมแซมและเสริมความแข็งแรง

ตามอุณหภูมิขณะเพลิงไหม้ตามการประมาณการ
รูปที่ 3 ชั้นตอนของงานซ่อมแซมและเสริมความแข็งแรงตามระดับ
การเสียรูปของโครงสร้าง



(หน้าที่ 12 - 14)

การออกแบบเพื่อต้านทานไฟสำหรับ TOKYO SKYTREE

โดย โตโมยูกิ โซเมยา

แผนกออกแบบโครงสร้าง บ. นิกเกน เซกไก จำกัด

TOKYO SKYTREE เป็นอาคารหอคอยสำหรับการกระจาย
เสียง ซึ่งเปิดใช้งานเมื่อเดือนพฤษภาคม 2012 ในโตเกียว อาคารมี
ส่วนสูงที่สุดที่ 634 เมตรและทำหน้าที่หลักเป็นทั้งอาคารกระจาย
เสียงและหอชมวิว ตามข้อกำหนดในกฎหมายมาตรฐานเกี่ยวกับ
อาคาร อาคารหอคอยถูกจัดประเภทเป็นอาคารที่อยู่ในโครงสร้าง
(รูปที่ 1) โครงสร้างทั้งหมดประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นอาคารเดี่ยวซึ่ง
เป็นพื้นที่พาณิชย์กรรมและส่วนที่เป็นหอคอยส่วนตรงกลางของหอ
ชมวิว

รูปที่ 1 อาคารถูกจัดประเภทเป็นอาคารในโครงสร้างและส่วน
หอคอยและอาคารเดี่ยว ใน TOKYO SKYTREE

เมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้นในอาคาร สิ่งสำคัญเป็นอันดับแรกคือผู้คน
สามารถอพยพออกจากอาคารได้อย่างปลอดภัย ข้อที่ดั่งค่านึง
ต่อมาคือเพลิงไหม้ที่อาจลามขึ้นมาให้เกิดการวิบัติของโครงสร้าง
ขึ้นอยู่กับขนาดและตำแหน่งของอาคาร ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของ
การออกแบบต้านทานไฟที่จะป้องกันการเกิดเหตุวิบัติของอาคาร
เช่นนี้

ในการออกแบบการต้านทานไฟ เป็นสิ่งสำคัญที่จะคำนึงถึง
ปัจจัยของความน่าจะเป็นของการลามไฟ ไฟซึ่งมีผลกระทบต่อ
อาคารได้ถูกจัดประเภทตามตำแหน่งการเกิดภายในหรือภายนอก
อาคาร ในการออกแบบ TOKYO SKYTREE ทั้งการเกิดเหตุเพลิง
ไหม้ภายในและภายนอกอาคารได้ถูกสมมุติขึ้นไว้ และวิธีการ
ป้องกันไฟที่เหมาะสมรวมทั้งวิธีมาตรการอื่น ๆ ได้ถูกจัดเตรียมขึ้น

เพื่อป้องกันไม่ให้โครงสร้างสูญเสียการแข็งแรงเมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้น

การออกแบบต้านทานไฟในสภาพที่แยกว่ากำหนดในกฎหมายสำหรับอาคาร TOKYO SKYTREE

การออกแบบการต้านทานไฟที่นำมาใช้สำหรับอาคารถือว่ามีความปลอดภัยเพียงพอสำหรับเพลิงไหม้สมมุติที่อาจเกิดขึ้นตามข้อกำหนดทางกฎหมาย นอกจากนี้ เพราะความสำคัญและขนาดความใหญ่ของอาคาร สมมุติฐานของเพลิงไหม้ในการออกแบบต้านทานไฟต้องเตรียมไว้มากเกินกว่าระดับที่กำหนดไว้ตามกฎหมาย ซึ่งถือว่าโครงสร้างนี้ได้มีการจัดเตรียมออกแบบไว้ในกรณีสภาพที่แย่มากที่สุดไว้

สมมุติฐานหนึ่งซึ่งถือว่ามีมากกว่าระดับปกติเกี่ยวกับเพลิงไหม้ที่เกิดในเมือง เพลิงไหม้ที่เกิดในเมืองได้ถูกสมมุติให้มีการลุกลามรอบพื้นที่รอบ ๆ อาคาร ดังที่กล่าวถึงต่อไปการออกแบบต้านทานไฟที่ใช้ใน TOKYO SKYTREE จะต้องไม่ทำให้เกิดปัญหาทางด้านโครงสร้างที่จะตกอยู่ในสภาพชั้นวิกฤติเช่นนั้น

ส่วนของโครงสร้างที่ถือว่าไม่ค่อยปลอดภัยใน TOKYO SKYTREE ก็คือ “พื้นกระจก” ที่ติดตั้งบนคานฟ้า tembo (จุดชมวิว) ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถมองลอดลงมาได้ ถ้าพื้นกระจกเกิดตกลงมาระหว่างเพลิงไหม้ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่รอบ ๆ ได้ ในการที่จะป้องกันอุบัติเหตุดังกล่าว การทดสอบการต้านทานไฟได้ถูกจัดทำขึ้นโดยการให้ความร้อนต่อโมเดลพื้นกระจกขนาดเท่าของจริงในตู้อบไฟเพื่อตรวจสอบว่าสามารถที่จะทนไฟได้หรือไม่ ผลการทดสอบรับรองว่าจะไม่เกิดปัญหา ดังที่แสดงในด้านล่าง

การตรวจสอบการต้านทานไฟของชิ้นส่วนอาคารระหว่างการเกิดไฟ

สิ่งแรกที่ต้องกระทำเมื่อพิจารณาไฟที่เกิดในเมืองก็คือการประเมินระดับการไม่ติดไฟของอาคารในพื้นที่ที่วางไว้และ จากผลการประเมินที่ได้ดังกล่าว ทำการประเมินระดับความเข้มของไฟที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณรอบ ๆ อาคาร ความเร็วลมและปัจจัยอื่น ๆ ได้นำมาใช้เพื่อคำนวณระดับความร้อนในโครงสร้างในจุดที่

เกิดเพลิงไหม้ และมีการตรวจสอบความมั่นคงของโครงสร้างตามอุณหภูมิที่คำนวณไว้ให้สามารถตรวจสอบได้ รูปที่ 2 แสดงโมเดลที่ใช้ในการคำนวณอุณหภูมิที่ร้อนขึ้นที่เกิดจากเพลิงไหม้ที่สมมุติไว้และตัวอย่างในการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง รูปที่ 3 แสดงวิธีการในการตรวจสอบความมั่นคงของโครงสร้างในโครงสร้างทาวเวอร์ต่อเพลิงไหม้ที่สมมุติขึ้น แม้จะมีการสมมุติไฟที่เกิดในเมือง องค์อาคารที่วิเคราะห์ยังคงอยู่ภายใต้จุดวิกฤติ ซึ่งเป็นที่เชื่อว่าการความมั่นคงของโครงสร้างของส่วนทาวเวอร์ยังอยู่ในสภาพใช้ได้

รูปที่ 2 โมเดลเพื่อการคำนวณอุณหภูมิที่สูงขึ้นเนื่องจากไฟที่สมมุติขึ้นและตัวอย่างในการวิเคราะห์คำนวณ (ความเร็วลม 0.5 เมตร/วินาที)

รูปที่ 3 การตรวจสอบความมั่นคงของโครงสร้างกับไฟที่สมมุติขึ้น (แนวทางเกี่ยวกับการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิ และรูปภาพในการคำนวณระดับการเคลื่อนตัวระหว่างชิ้น)

วิธีการสำหรับการทดสอบการต้านทานไฟสำหรับพื้นกระจก

รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งและรูปแสดงหน้าตัดของพื้นกระจก ส่วนล่างของพื้นใช้สำหรับการใช้งานภายนอก และส่วนบนของพื้นใช้สำหรับการใช้งานภายใน ในกรณีฉุกเฉินจากเพลิงไหม้ หน้าตัดส่วนบนของพื้นจะสัมผัสไฟโดยตรง การทดสอบการต้านทานไฟได้กระทำโดยการใส่ชิ้นส่วนโมเดลขนาดเท่าของจริงของพื้นกระจกที่ใช้ภายในอาคารเข้าไปในตู้อบไฟ รูปภาพที่ 1 แสดงชิ้นส่วนทดสอบ สำหรับวิธีการทดสอบนั้น การทดสอบโดยการให้น้ำหนักบรรทุกและความร้อนได้นำมาใช้โดยที่ชิ้นส่วนทดสอบถูกทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีน้ำหนักบรรทุกกดลงบนชิ้นส่วน ในขณะเดียวกันองค์อาคารตัวอย่างรูปทรงกระบอกตามที่แสดงในรูปที่ 1 จำนวน 5 ชิ้นส่วนเป็น

รูปภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างทดสอบภายในอุณหภูมิที่สูง ในขณะที่ช่วงเวลาที่กำหนดสำหรับเพลิงไหม้ในอาคารสมมุติไว้ที่ 36 นาที ช่วงเวลาที่ให้ความร้อนเป็นเวลา 1 ชั่วโมงตามมาตรฐานได้ถูกนำมาใช้ในการทดสอบ รูปภาพที่ 3 และ 4 แสดงถึงชิ้นส่วนทดสอบภายหลังจากการให้ความร้อน ถึงแม้ในการทดสอบการรับน้ำหนักในสภาพที่มีความร้อนซึ่งมีระยะเวลาให้ความร้อนนานกว่า

สมมติฐานของไฟที่เกิดในอาคาร รอยแตกเกิดขึ้นเพียงชั้น 2 ชั้น ด้านบนของแผ่นลามิเนต 4 ชั้นที่ใช้ทดสอบ เป็นการยืนยันว่าพื้น กระงกมีความแข็งแรงปลอดภัยเพียงพอระหว่างการเกิดเพลิงไหม้

รูปที่ 4 ตำแหน่งของพื้นกระงกและชิ้นส่วนทดสอบที่สมมุติ

รูปภาพที่ 1 ชิ้นส่วนทดสอบ

รูปภาพที่ 2 ชิ้นส่วนทดสอบภายใต้ความร้อน (จากหน้าต่างของ ตู้อบไฟที่ใช้ทดสอบ)

รูปภาพที่ 3 ชิ้นส่วนทดสอบหลังจากการให้ความร้อน

รูปภาพที่ 2 หลังการให้ความร้อน (ชั้น 2 ชั้นด้านบนถูกตัดออกเพื่อยืนยันว่าไม่มีรอยแตกในชั้นที่ 3 ของแผ่นกระงกลามิเนต)



(หน้าที่ 15 - 16)

เหล็กต้านทานไฟ

โดย คณะกรรมการป้องกันและต้านทานไฟ สมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

กฎหมายตามมาตรฐานอาคารของญี่ปุ่นได้กำหนดให้อาคารพิเศษ (อาคารอพาร์ทเมนต์ โรงแรม และอาคารอื่น ๆ เช่นเดียวกัน) ซึ่งมีการใช้งานโดยผู้คนจำนวนมากและอาคารอยู่ในเขตเมืองควรจะมีการก่อสร้างให้โครงสร้างมีความต้านทานไฟ ในโครงสร้างต้านทานไฟ มีข้อกำหนดว่าเสา คาน และหน้าตัดโครงสร้างที่สำคัญอื่น ๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดโครงสร้างต้านทานไฟ หรือการต้านทานไฟของโครงสร้างเหล่านี้สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการคำนวณ

วิธีการหนึ่งเพื่อที่จะให้ได้ตามข้อกำหนดด้านการต้านทานไฟ ในขั้นตอนแรกก็คือมีการป้องกันไฟให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เหล็กระหว่างการเกิดเพลิงไหม้ไม่ให้เพิ่มขึ้นตาม เพราะอุณหภูมิของไฟอยู่ที่ประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องทำการป้องกันไฟกับเหล็กที่มีหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนสามารถทนอุณหภูมิได้จนถึง 350 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ด้วยเหล็กประเภททนไฟ (FR) จะต้อง

สามารถทนความร้อนได้ถึง 600 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นการลดการใช้วัสดุฉนวนกันไฟได้อย่างมาก นอกจากนี้ ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้และการออกแบบโครงสร้างอาคารระหว่างการเกิดเพลิงไหม้สามารถทำให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เหล็กอยู่ต่ำกว่า 600 องศาเซลเซียส เหล็ก FR สามารถนำมาใช้ได้โดยมีต้นทุนการป้องกันไฟ ดังนั้น การใช้เหล็ก FR สามารถลดค่าก่อสร้างได้ ลดระยะเวลาก่อสร้าง และช่วยให้ลดพื้นที่ภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

คุณสมบัติในสถานะอุณหภูมิสูงที่ดีเยี่ยมของเหล็ก FR

ความต้านทานอุณหภูมิที่สูงของเหล็ก FR ได้ถูกปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นโดยการเติมองค์ประกอบอัลลอยด์ที่เหมาะสมเข้าไปเช่น Mo, Nb และ Cr และโดยการควบคุมสภาพความร้อนในการผลิต กำลังครากที่อุณหภูมิสูงของเหล็ก FR ได้ถูกปรับปรุงขึ้นโดยวิธีการเร่งการเกิดและการเสริมการกระจายตัวของคาร์บอนไนโตรเจน และการเสริมให้เกิดกระบวนการหลอมละลายให้เป็นเนื้อเดียวกันของวัสดุอัลลอยด์ คุณสมบัติหลักของเหล็ก FR คือ:

- กำลังวัสดุที่อุณหภูมิสูงที่ดีเยี่ยม และกำลังครากที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส (0.2 % ออฟเซต) มีค่ามากกว่า 2/3 ของค่าที่กำหนดไว้ที่อุณหภูมิห้อง
- คุณสมบัติของอุณหภูมิห้องสอดคล้องกันกับค่าที่กำหนดไว้ในผลิตภัณฑ์เหล็กโครงสร้างหลายชนิด
- คุณสมบัติความสามารถในการเชื่อมมีค่าเช่นเดียวกันหรือดีกว่าเหล็กทั่วไป

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่กำหนดคุณสมบัติที่อุณหภูมิสูงของผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าคือ ASTM A1077 (ข้อกำหนดมาตรฐานของเหล็กโครงสร้างที่มีกำลังครากที่อุณหภูมิสูงที่มีการปรับปรุงขึ้นสำหรับใช้ในอาคาร) ที่ออกมาเมื่อเมษายน 2012 มาตรฐานนี้ต้องการการยืนยันจากผู้ผลิตเหล็กต่าง ๆ ว่าสามารถผลิตเหล็กที่สอดคล้องกับมาตรฐานนี้ได้

คุณสมบัติทางกลศาสตร์ของเหล็ก FR

รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบกำลังครากที่อุณหภูมิสูงระหว่างเหล็ก FR และเหล็กทั่วไป ในขณะที่กำลังครากของเหล็กทั่วไป

ลดลงที่อุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซลเซียสของเสาเซลเซียสไปที่ประมาณ 2/3 กับค่าที่ได้ที่อุณหภูมิห้อง ค่ากำลังครากของเหล็ก FR คงอยู่ที่ประมาณ 2/3 หรือสูงกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิสูงขึ้นกว่า 600 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติที่อุณหภูมิสูงที่ต่ำกว่าของเหล็ก FR เมื่อเทียบกับเหล็กทั่วไป รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบถึงการแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิของค่ายังก์โมดูลัสที่อุณหภูมิสูงของเหล็ก FR และเหล็กทั่วไป การลดลงของค่าโมดูลัสที่อุณหภูมิ 550 – 700 องศาเซลเซียสในเหล็ก FR มีค่าน้อยกว่าในเหล็กทั่วไป

รูปที่ 1 ค่าที่แปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิของกำลังครากที่อุณหภูมิสูง
รูปที่ 2 ค่าที่แปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิของยังก์โมดูลัสที่อุณหภูมิสูง

คุณสมบัติขององค์อาคารสำหรับเหล็ก FR

การทดสอบการรับน้ำหนักที่อุณหภูมิสูงได้กระทำขึ้นเพื่อยืนยันถึงคุณสมบัติที่อุณหภูมิสูงของเหล็ก FR เมื่อทำหน้าที่เป็นเสา คาน และองค์อาคารอื่น ๆ

วิธีการทดสอบที่นำมาใช้คือการทดสอบการรับน้ำหนักสำหรับเสาที่กำหนดไว้ใน ISO834 การทดสอบได้กระทำขึ้นโดยใช้ตู้เผาทดสอบขนาดใหญ่สำหรับเสาที่สถาบันวิจัยด้านอาคารของกระทรวงสาธารณสุขที่โคก ที่ดิน การคมนาคมและการท่องเที่ยว ตัวอย่างทดสอบชิ้นส่วนเหล็ก FR เป็นเหล็ก H-300×300×10×15 ที่มีความยาว 3.5 เมตร (รูปที่ 3) การป้องกันไฟแบบพันรอบได้นำมาใช้ในตัวอย่างทดสอบ ในขณะที่เดียวกัน อีกตัวอย่างทดสอบหนึ่งซึ่งเป็นเหล็กปกติในขนาดมิติเดียวกันได้ถูกทดสอบเพื่อเปรียบเทียบด้านคุณสมบัติวัสดุ รูปที่ 4 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงระยะเวลาการให้ความร้อนและอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เหล็ก ช่วงเวลาจนถึงจุดวิกฤติของเสาเหล็ก FR ซึ่งการวิกฤติเกิดขึ้นมีค่าสูงกว่า เป็นสิ่งที่เข้าใจได้ว่าแม้ว่าจะนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนโครงสร้าง เหล็ก FR แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติที่อุณหภูมิมะดับสูงกว่าที่ต่ำกว่าเหล็กทั่วไป

รูปที่ 3 กรอบของการทดสอบการทนไฟ

รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้ความร้อนและ

อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เหล็ก

การเชื่อมต่อวัสดุสำหรับเหล็ก FR

ในการเชื่อมต่อองค์อาคารโครงสร้างที่ทำจากเหล็ก FR วัสดุเชื่อมได้ถูกจัดเตรียมเป็นพิเศษเพื่อที่จะให้ได้กำลังรับน้ำหนักที่อุณหภูมิสูงสำหรับรอยเชื่อม ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกันหรือดีกว่าวัสดุโลหะพื้นฐาน คุณสมบัติของรอยต่อจากการเชื่อมที่ใช้โดยใช้วัสดุเชื่อมสำหรับเหล็ก FR เช่นเดียวกันหรือดีกว่าเหล็กทั่วไป และกำลังรับแรงดึงที่อุณหภูมิสูงของรอยต่อจากการเชื่อมก็ยังคงเช่นเดียวกันหรือดีกว่าวัสดุโลหะพื้นฐาน

นอกจากนี้ ในสลักเกลียวกำลังสูงที่ใช้เชื่อมต่อนั้นส่วนโครงสร้างสำคัญที่ใช้เหล็ก FR สลักเกลียวกำลังสูงที่ใช้สำหรับเหล็ก FR ได้ถูกออกแบบเพื่อให้ได้กำลังครากที่อุณหภูมิสูงสำหรับรอยต่อสลักเกลียวที่มีค่าเดียวกันหรือสูงกว่าองค์อาคาร สลักเกลียวแบบ Torshear, สลักเกลียวกำลังสูง, สลักเกลียว Hexagonal แบบกำลังสูง และสลักเกลียวซุกกันสนิม สามารถนำมาใช้ได้กับเหล็ก FR และสามารถนำมาใช้ในการเชื่อมต่อแบบสลักเกลียวเช่นเดียวกันกับเหล็กปกติ รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างของผลทดสอบแรงดึงของวัสดุโลหะพื้นฐานที่ใช้ในสลักเกลียวกำลังสูง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าสลักเกลียวกำลังสูงสำหรับเหล็ก FR มีระดับการต้านทานไฟถึงที่ 600 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 เท่าของสลักเกลียวกำลังสูงเหล็กปกติ

รูปที่ 5 ผลของการทดสอบแรงดึงสำหรับวัสดุสลักเกลียวกำลังสูง



(หน้าที่ 17 - 18)

เทคโนโลยีการใช้งานเหล็ก

รายละเอียดพื้นฐานสำหรับการเชื่อมและการควบคุมการทำงานด้านการเชื่อม

----การเชื่อมหน้างาน----

โดย ทาดาโอะ นากาโกมิ

ศาสตราจารย์ คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยชินชู

ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่อยู่บ่อย ๆ การ

ออกแบบเพื่อป้องกันแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวเป็นสิ่งสำคัญมาก ที่ผ่านมามีได้เกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติที่รอยเชื่อมเป็นจุดเริ่มต้นของการแตกหักในชิ้นส่วนซึ่งส่งผลให้เกิดการวิบัติของโครงสร้างเหล็กได้ ในวารสารฉบับที่ 37 (เดือนธันวาคม 2012) รายละเอียดทั่วไปสำหรับรอยเชื่อมและการควบคุมรอยเชื่อมในโครงสร้างอาคารและข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะด้านพลศาสตร์ที่สำคัญของรอยเชื่อมได้มีการกล่าวถึงไว้ วารสารฉบับปัจจุบันนำเสนอบทความเกี่ยวกับการเชื่อมหน้างาน โดยเน้นไปที่ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานเชื่อมที่หน้างานและวิธีการในการตรวจสอบที่เหมาะสม

การเชื่อมหน้างาน

ในการเชื่อมสำหรับโครงสร้างเหล็ก ได้มี 2 วิธีการที่ใช้ – การเชื่อมในโรงงาน (วิธีเชื่อมแบบ Non-Scalloped) และการเชื่อมที่หน้างาน (วิธีเชื่อมแบบ Scalloped) ในญี่ปุ่น การเชื่อมในโรงงานได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนใหญ่ รูปที่ 1 และ 2 แสดงตัวอย่างของการเชื่อมทั้งในโรงงานและหน้างาน ในวิธีเชื่อมแบบ Scalloped การจัดเตรียม Groove ที่เอียงเข้าด้านในสามารถทำให้การเชื่อมสามารถกระทำได้ที่สถานที่ก่อสร้างหรือในโรงงาน และโลหะเสริมด้านหลังจะถูกติดไว้ด้านหลังของชิ้นส่วน ในทางตรงกันข้าม ในวิธีการแบบ Non-Scalloped มีการจัดเตรียม Groove อยู่เอียงไปทางด้านนอก ซึ่งหมายความว่า การเชื่อมสามารถที่จะเชื่อมที่หน้างานได้ อย่างไรก็ตาม ในวิธีการนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้ที่หน่วยงานก่อสร้าง นอกจากนี้ วิธีการนี้ โลหะเสริมด้านหลังมีการติดไว้ด้านหลังของชิ้นส่วน

ในการก่อสร้างโครงสร้างขนาดยักษ์ ซึ่งยากที่จะใช้วิธีการเชื่อมแบบ Non-Scalloped ซึ่งจะต้องมีการขนส่งชิ้นส่วนโครงสร้างที่ถูกเชื่อมในโรงงานมาที่หน่วยงานก่อสร้าง วิธีการเชื่อมแบบ scalloped ได้ถูกนำมาใช้เพราะว่าสามารถที่จะเชื่อมที่หน้างานได้ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่อาคารโครงสร้างเหล็กต้องรองรับแรงภายนอกขนาดใหญ่ เช่นแรงแผ่นดินไหว กำลังและความสามารถด้าน deformation ของวิธีการเชื่อมแบบ Scalloped ซึ่งก่อให้เกิดตำหนิในหน้าตัด (Scalloped) ที่แผ่น web มีค่าต่ำกว่าวิธีการเชื่อมในโรงงานแบบ Non-Scalloped มากเพราะการเกิดความเค้นที่มีค่าสูงในจุดปลายของ Scalloped

วิธีการในการปรับปรุงความสามารถด้าน Deformation

ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ในวิธีการเชื่อมหน้างาน กำลังและความสามารถด้าน Deformation ของรอยเชื่อมมีค่าลดลง เพราะฉะนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องสามารถมีวิธีการวัดค่าเหล่านี้เพื่อปรับปรุงความสามารถด้าน Deformation 3 วิธี โดยมีการทดสอบเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการวัดค่าเหล่านี้ รูปที่ 3 แสดงรูปร่างและการติดตั้งของชิ้นส่วนทดสอบ ตารางที่ 1 แสดงผลของการทดสอบ และรูปที่ 4, 5 และ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและการเคลื่อนตัวของ Scalloped

- **วิธีการเจาะปีกเหล็กรูปพรรณ**

วิธีการนี้ต้องการกระจายความเค้นในรอยเชื่อมเสา-คานไปยังรูที่เจาะไว้ในปีกคานเพื่อที่จะลดความเค้นที่ปลายคาน รูปที่ 7 แสดงรูปร่างของปีกที่เจาะรูและรูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าการเคลื่อนตัว

- **การขยายความกว้างของปีกคานโดยการใช้ Haunch**

วิธีการนี้ต้องการไม่เพียงแต่ลดความเค้นที่เกิดที่ปลายคานโดยวิธีการขยายพื้นที่ปีกที่ได้โดยการขยายความกว้างของรอยต่อคาน แต่ยังเคลื่อนย้ายตำแหน่งของความเค้นสูงสุดไปยังเหล็กปลายคาน รูปที่ 9 แสดง Haunch และรูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและค่าการเคลื่อนตัว

- **วิธีการใช้ Reinforcement Bead กับ ส่วนปลายของ scallop**

เพื่อที่จะปรับปรุงคุณสมบัติด้าน Deformation วิธีการนี้มีจุดหมายเพื่อลดระดับความเข้มของความเค้นโดยการเสริม bead ที่ส่วนปลายของ scallop ซึ่งเป็นจุดที่เริ่มเกิดรอยแตกในการเชื่อมแบบ Non-Scalloped รูปที่ 11 แสดง Reinforcement Bead และรูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและ Displacement ในขณะเดียวกัน ขนาดของตัวอย่างทดสอบมีค่าเท่ากับที่ใช้ในทั้ง 2 วิธีที่กล่าวถึงข้างต้น แต่วิธีการทดสอบมีความแตกต่างจากวิธีการทั้ง 2 วิธีใช้

และการทดสอบแบบแรงดัด 3 จุดได้นำมาใช้

วิธีการคำนวณ η_s

รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ทั่วไปของ $P-\delta$ ในองค์อาคาร โครงสร้างเหล็กในสภาวะแรงดัดแบบวิงจักร เส้นโค้งบ่งบอกให้เห็นถึงรูปแบบของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำซึ่งมีค่าเกินกว่ากำลังสูงสุดที่แสดงโดยชิ้นส่วนของอาคารเหล็ก เพราะว่ามีผลการวิจัย แสดงไว้ว่าพื้นที่ที่เมื่อนำเส้นโค้งมาต่อกันทั้งหมดแล้วเหมือนกันกับ เส้นโค้ง $P-\delta$ ขององค์อาคารที่อยู่ภายใต้น้ำหนักบรรทุกประเภท ทางเดียว เส้นโค้ง Skeleton สามารถทำหน้าที่ในการตรวจสอบค่า ความสามารถของ Deformation ขององค์อาคารภายในแรง ภายนอกเช่นน้ำหนักบรรทุกจากแผ่นดินไหว เนื่องจากเป็นตัวชี้บ่ง ความสามารถด้าน Deformation ขององค์อาคาร ค่าตัวคูณขยาย η_s ของ Plastic Deformation ที่สะสมได้นำมาใช้โดยที่นำมาจาก การหารค่าที่เป็น 2 เท่าของ elastic Limit Distortion Energy (W_s) ของพลังงานที่รองรับมาโดยใช้เส้น Skelton Curve โดย $(cP_p \times c\delta_p)$.

การเพิ่มความสามารถด้าน deformation ในการเชื่อมหน้า งาน

ดังที่แสดงในตารางที่ 1 ผลของการทดสอบแสดงว่าในขณะ ที่ค่าความสามารถด้าน Deformation ของการเชื่อมหน้างาน ตามปกติมีค่าต่ำ 1~4 ค่าความสามารถด้าน Deformation ของ วิธีการเชื่อมหน้างานตามวิธีการดัดที่กล่าวถึงว่าเพียงพอ 7~12 นอกจากนี้ ยังเป็นที่เข้าใจได้ว่าในขณะที่ยังค่าความสามารถด้าน deformation ของวิธีการเชื่อมในโรงงานด้วยวิธี Non-Scallop เป็น 6.9 วิธีการเชื่อมแบบ Scallop ที่หน้างานสามารถทำให้ได้ค่า ความสามารถด้าน Deformation เช่นเดียวกันหรือดีกว่าวิธีการ เชื่อมในโรงงานแบบ Non-Scallop โดยใช้วิธีการตามที่น่าเสนอไว้ ข้างต้น

รูปที่ 1 การเชื่อมในโรงงานแบบ Non-Scallop

รูปที่ 2 การเชื่อมที่หน้างาน

รูปที่ 3 ขนาดรูปทรงของตัวอย่างทดสอบและการติดตั้ง

รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก – การเคลื่อนตัวของ

การเชื่อมที่หน้างานแบบ Scallop

รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก – การเคลื่อนตัวของ

การเชื่อมที่หน้างานแบบ Scallop

รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก – การเคลื่อนตัวของ

การเชื่อมที่หน้างานแบบ Scallop

รูปที่ 7 ปีกเหล็กรูปพรรณที่เจาะรู

รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก – การเคลื่อนตัวในปีก ที่เจาะรู

รูปที่ 9 Haunch

รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก- Displacement ของ Haunch

รูปที่ 11 Reinforcement Bead

รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุก- Displacement ของ Reinforcement Bead

รูปที่ 13 การคำนวณ Skeleton Curve

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบ



(ปกหลัง)

การทำงานของ JISF

การทำงานของกรมการในด้านการส่งเสริมการตลาด ต่างประเทศ

คณะกรรมการด้านการส่งเสริมการตลาดต่างประเทศของ สมาคมเหล็กและเหล็กกล้าแห่งญี่ปุ่น (JISF) ได้ทำการส่งเสริม กิจกรรมหลายอย่างเพื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์เหล็กแบบ high-performance และเทคโนโลยีการนำไปใช้งานของเหล็กชนิด นี้ดังที่ใช้อยู่ปัจจุบันในญี่ปุ่น เป้าหมายหลักเพื่อที่จะเพิ่มการใช้ โครงสร้างเหล็กให้มากขึ้นในต่างประเทศ ผลงานของคณะทำงานมี ดังต่อไปนี้

การสำรวจตลาดในกัมพูชา

คณะกรรมการได้เดินทางไปกัมพูชา 3 ครั้งเพื่อทำการสำรวจ ตลาดเกี่ยวกับสภาพทางเศรษฐกิจ งานก่อสร้างสาธารณูปโภค งานสืบเนื่องในการที่จะสนับสนุนการใช้โครงสร้างเหล็ก และงาน อื่น ๆ ที่ JISF ต้องทำในประเทศนี้ ในปี 2012 งานประชุมเกี่ยวกับ เทคโนโลยีใหม่ ๆ สำหรับโครงสร้างเหล็กจะจัดให้มีขึ้นในกรุง

พนมเปญ โดย JISF ร่วมกันกับกระทรวงสาธารณสุขโลกและการคมนาคมของกัมพูชาและ สถาบันเทคโนโลยีแห่งกัมพูชา และการสนับสนุนของสถานทูตญี่ปุ่นในกัมพูชา มีวิศวกรจำนวนกว่า 200 ท่านจากส่วนราชการ สถานศึกษา และส่วนเอกชนที่เข้าร่วมในงานสัมมนาครั้งนี้ ซึ่งนับว่าประสบความสำเร็จอย่างดี งานประชุมนี้ได้รับการตอบรับจากผู้เข้าร่วมงานอย่างดี และจากข้อมูลจากการสำรวจ มากกว่า 90 % ของผู้เข้าร่วมงานหวังว่าจะเข้าร่วมงานครั้งหน้าอีก

การสำรวจตลาดในเมียนมาร์

คณะกรรมการได้เยี่ยมตลาดเมียนมาร์อีกครั้งหลังจากปี 2012 ซึ่งได้ทำการเข้าพบตัวแทนทางราชการ 6 หน่วยงาน ไม่เพียงแต่ในนครย่างกุ้งแต่ในเมืองนาบิโดอีกด้วย เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดและข้อมูล ตัวแทนจากทางราชการเหล่านี้มีความคาดหวังเป็นอย่างสูงสำหรับงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับโครงสร้างเหล็กที่จะกระจายแพร่หลายออกไปโดย JISF คณะกรรมการวางแผนไว้ว่าจะจัดทำ การสำรวจเกี่ยวกับการแพร่หลายของโครงสร้างเหล็กในอนาคตนี้ อีกด้วย

(captions)

งานประชุมทางวิชาการในหัวข้อเทคโนโลยีใหม่ ๆ สำหรับการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กเมื่อเดือนธันวาคม 2012 เป็นครั้งแรกในเมืองพนมเปญ

- การบรรยายวิชาการ
- การบรรยายวิชาการโดยผู้อำนวยการ ดร. OM Romny ของ ITC
- แขกผู้มีเกียรติ

งานประชุมแลกเปลี่ยนในเมียนมาร์ (จากซ้ายไปขวา)

งานประชุมที่กระทรวงการก่อสร้าง กระทรวงการคมนาคมทางรถไฟและ กระทรวงการคมนาคม