

กำลังอัดของคอนกรีตผสมเส้นใย หลังการเผาไหม้

วรเชษฐ์ ป้อมเชียงใหม่

อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สมิตร ส่งพิริยะกิจ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปิติ สุคนธสุขกุล

รองศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปัจจุบัน มีอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับอาคารชั้นบ่อยครั้ง เช่นการเกิดเพลิงไหม้ เมื่ออาคารคอนกรีตเสริมเหล็กได้รับเพลิงไหม้จะสูญเสียกำลังทั้งในส่วนตัวคอนกรีตเอง ตลอดจนแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กเสริมและคอนกรีต ปัญหาจากเกิดเพลิงไหม้ก็คือความสงสัยที่ว่าอาคารที่เกิดเพลิงไหม้นั้น ยังแข็งแรงพอที่จะให้ผู้ที่อยู่ในอาคารมีเวลาที่จะหลบหนีก่อนที่อาคารจะถล่ม รวมไปถึงจนถึงตัวอาคารนั้นปลอดภัยพอที่จะเข้าไปสำรวจความเสียหาย หรือสามารถใช้งานต่อไปได้หรือไม่หลังจากเพลิงสงบ

เมื่อคอนกรีตได้รับอุณหภูมิสูงจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปดังนี้

1) ค่ากำลังอัดจะลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น อันเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่เป็นส่วนประกอบของอนุภาคซีเมนต์ไฮเดรต ระเหยออกไป เมื่อปริมาณน้ำระเหย

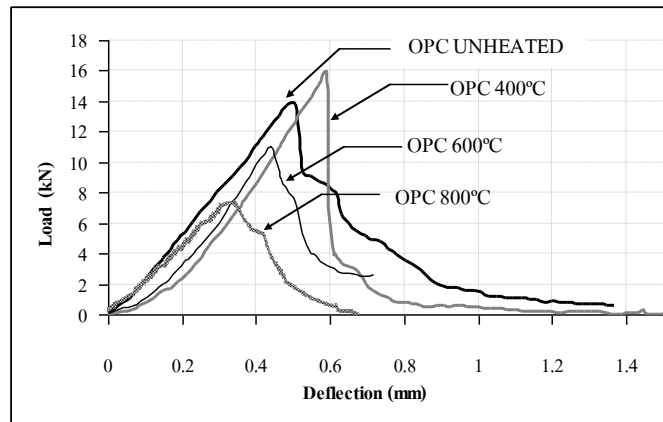
ออกไปเรื่อยๆ ทำให้เกิดการหดตัวของชั้น CSH จนเกิดการแตกร้าวเล็กๆ เพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป

2) มีการขยายตัวของทราย และหินก่อให้เกิดแรงดึงในคอนกรีตจนเกิดรอยร้าว เมื่อแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเพสต์และมวลรวมลดน้อยลงจึงเกิดช่องว่างเล็กๆ ขึ้นมากมาย มีผลทำให้ค่ากำลังอัดลดลงอย่างมาก

ถึงแม้ว่าคอนกรีตจะมีคุณสมบัติที่ดีต่อการทนไฟ กล่าวคือมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างน้อย มีกำลังอัดและกำลังดัดที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก หรือกลับเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิเผาไหม้ ไม่สูงมาก ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 1 คอนกรีตก็มีจุดด้อยตรงที่เป็นวัสดุเปราะ มีความสามารถในการรับแรงดึงต่ำ เมื่อเหล็กกลางของพื้นถูกเพลิงเผาไหม้จนหลุดล่อนออก เช่นในรูปที่ 2 พื้นก็จะสูญเสียกำลังดัดไปอย่างรวดเร็ว การทุเลาการวิบัติเนื่องจากการสูญเสียกำลังดัดนี้ อาจแก้ไขด้วยการเพิ่มความเหนียวให้คอนกรีตโดยการผสมเส้นใยในเนื้อคอนกรีต เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงดัดให้แก่คอนกรีตเมื่อเหล็กเสริมหลักหลุดล่อนเสียหายไปแล้ว

ตารางที่ 1 กำลังอัดของคอนกรีตปกติเมื่อถูกเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง

อุณหภูมิเผา	กำลังอัดเฉลี่ย (กก/ซม ²)	ความหนาแน่นเฉลี่ย (ตัน/ม ³)
Room Temp.	02.53	.425
400°C	39.31	.405
600°C	09.26	.391
800°C	39.39	.321



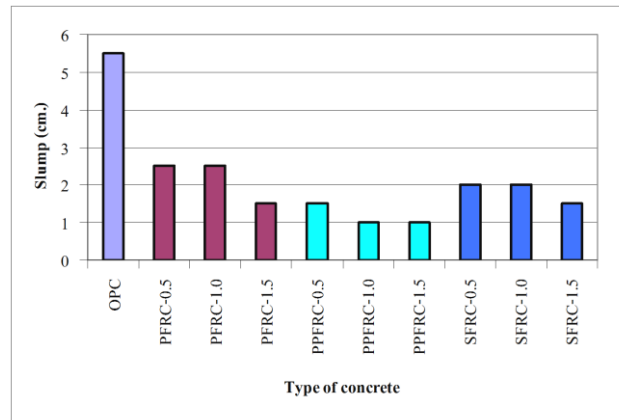
รูปที่ 1 กำลังค้ำของคอนกรีตปกติ (OPC) หลังการเผาไหม้จำลองตามมาตรฐาน ISO/TR 834



รูปที่ 2 คอนกรีตถูกไฟไหม้จนกระทั่งกระเทาะหลุดออกจากพื้น เหล็กเส้นหลุด ห้อย ไม่คงสภาพเป็นโครงสร้างคอมโพสิต

ในการทดลองออกแบบคอนกรีตให้มี $w/c = 0.43$ และมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน เท่ากับ 1 : 2.4 : 2.9 โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้เส้นใยเหล็ก (SFRC) พลาสติกเส้นใย โพลีพรอพิลีน (PFRC) และเส้นใยพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนผสมกับโพลีพรอพิลีน (PPFRC) ในอัตราส่วนร้อยละ 0.5, 1 และ 1.5 ก็พบปัญหาเรื่องความสามารถในการเทได้ที่ต่ำลงอย่างมาก

ดังแสดงในรูปที่ 3 และนับเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการลำเลียง และการทำให้แน่น ของคอนกรีตประเภทนี้ ซึ่งควรใช้งานด้วยความระมัดระวัง

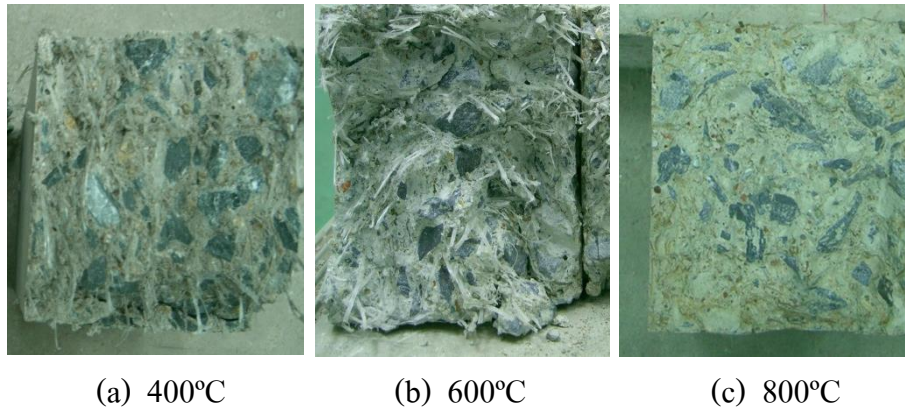


รูปที่ 3 ค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยต่างชนิดในอัตราส่วนต่างๆ กัน

พฤติกรรมการรับแรงดัดหลังการเผาของคอนกรีตผสมเส้นใย

เส้นใยพลาสติกจำพวกโพลีพรอพิลีน (PFRC) หรือ โพลีเอทิลีนผสมกับโพลีพรอพิลีน (PPFRC) มีข้อจำกัดในการใช้งานในสภาวะอุณหภูมิสูง กล่าวคือ จะอ่อนตัวมากหรือละลายเป็นของเหลวชนิดเปลี่ยนรูปร่างได้ เมื่อได้รับความร้อน แต่เมื่อเย็นตัวก็จะกลับมาแข็งตัวได้อีก แต่เมื่ออุณหภูมิของเส้นใยสูงเกิน 190°C พลาสติกจำพวกนี้ก็จะระเหิดหายไป ส่วนเส้นใยเหล็กมีจุดหลอมเหลวที่สูงกว่ามาก แต่จะอ่อนและสูญเสียกำลังอย่างมากเมื่อโดนความร้อนสูง

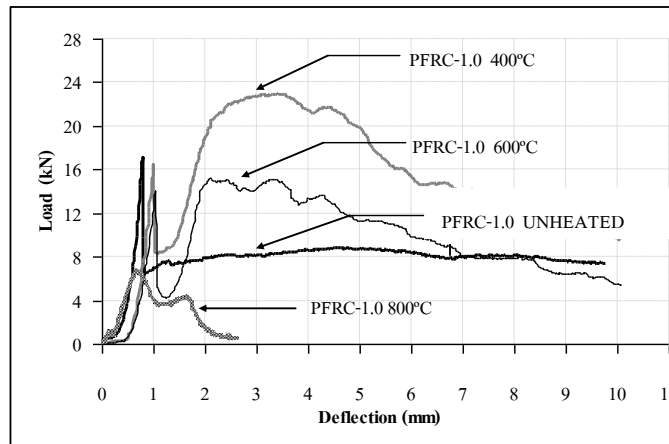
เนื่องจากคอนกรีตมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ การแพร่กระจายความร้อนที่ไหลผ่านเนื้อคอนกรีตจึงเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้เส้นใยบางส่วนอาจจะได้รับอุณหภูมิสูงและต่ำไม่เท่ากัน เส้นใยพลาสติกที่ถูกความร้อนมากเกิน 190°C จะระเหิดหายไป อย่างไรก็ตามผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่ความร้อนระดับ 400°C - 600°C อุณหภูมิภายในของชิ้นตัวอย่างยังไม่เกิน 190°C เนื่องจากยังพบเส้นใยในตัวอย่างอยู่ แต่ที่อุณหภูมิเผาไหม้ 800°C พบว่าเส้นใยพลาสติกระเหิดหายไปทั้งหมด ส่วนเส้นใยเหล็กยังคงอยู่ในสภาพเดิมแม้อุณหภูมิเผาไหม้จะสูงถึง 800°C ก็ตาม รูปที่ 4 แสดงภาพถ่ายตัวอย่างชิ้นงานที่ผ่านการเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่างๆ



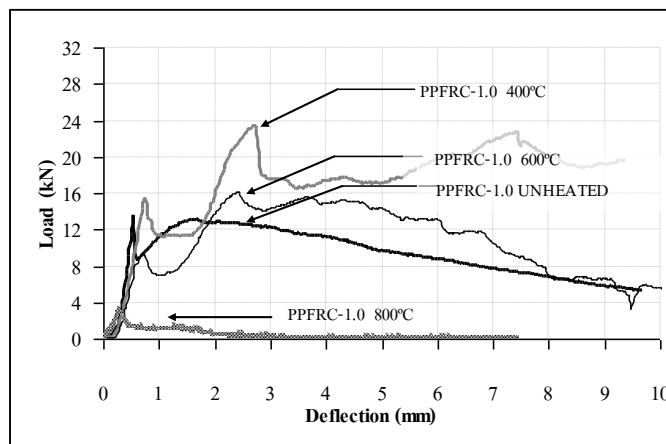
รูปที่ 4 คอนกรีตผสมเส้นใย PPFRC = 1.5% ภายหลังจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิ
ต่างๆ กัน

จากรูปที่ 5 (a) และ (b) แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยจำพวกพลาสติกสามารถรับกำลังดัดได้ดี และสามารถ “รับแรงดัดครั้งที่สอง” ได้หลังจากคอนกรีตแตกร้าว ถึงแม้ว่าชิ้นงานจะถูกไฟไหม้ถึงอุณหภูมิ 600°C ก็ตาม แต่เมื่อคอนกรีตต้องผจญเพลิงถึง 800°C การทดลองพบว่า เส้นใยพลาสติกไม่อยู่ในสภาพที่สามารถรับกำลังได้

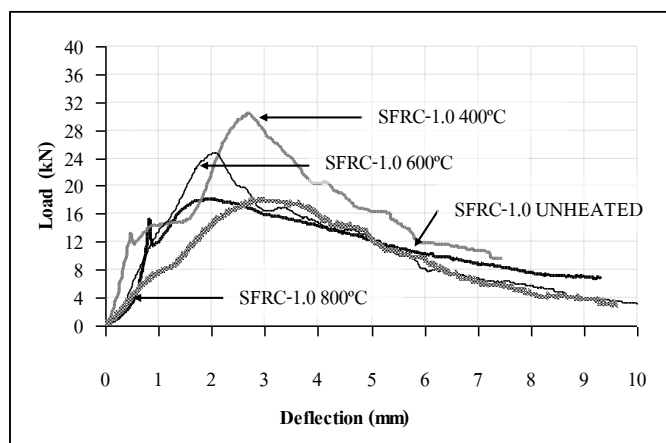
อย่างไรก็ตามสำหรับคอนกรีตที่ผสมเส้นใยเหล็ก (รูปที่ 5(c)) การทดลองแสดงให้เห็นถึงความเหนียวของชิ้นทดสอบ ที่ยังคงประสิทธิภาพที่ดีถึงแม้ว่าระดับการเผาไหม้จะสูงถึง 800°C ก็ตาม กำลังดัดยังคงเท่ากับกำลังดัดครั้งที่สองของคอนกรีตที่ไม่ผ่านการเผาไหม้ แต่พฤติกรรมของการดัดแตกต่างกัน น่าสังเกตว่าเราไม่พบสัญญาณที่แสดงถึงที่แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตแตกร้าวก่อน แล้วเส้นใยเหล็กก็จะทำงานที่อุณหภูมิที่สูงขนาดนี้ ซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตขยาย หรือหด และแตกร้าวก่อนแล้วตั้งแต่โดนเผา เส้นใยเหล็กจึงรับกำลังดัดตั้งแต่ต้นนั่นเอง



(a) PFRC-1.0



(b) PPFRC-1.0



(c) SFRC-1.0

รูปที่ 5 กำลังคัดของคอนกรีตผสมเส้นใยชนิดต่างๆ ภายหลังจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่างกัน

สรุป

บทสรุปนั้นแสนง่ายครับ คืออย่าปล่อยให้อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น โดนเผา ถ้าโดนเผาก็ควรรีบดับ อย่าให้อุณหภูมิสูง ถ้ากังวลใจจะดับได้ช้าหนีได้ยากก็อาจใช้เส้นใยเหล็กเป็นส่วนผสมในคอนกรีต หนีไปจากนี้ แล้วยังดับไฟไม่ได้..... ก็ตัวใครตัวมัน แล้วยกันครับ!

บรรณานุกรม

1. A. Lau and M. Anson, 2006. "Effect of high temperatures on high performance steel fibre reinforced concrete," Cement and Concrete Research, Vol. 36, pp. 1698-1707.
2. P. Sukontasukkul, W. Pomchiengpin, and S. Songpiriyakij, 2010, "Post-crack (or post-peak) flexural response and toughness of fiber reinforced concrete after exposure to high temperature," Construction and Building Materials, Vol. 24, No. 10, pp. 1967-1974.