

## สนิมที่เกิดขึ้นในคอนกรีตเสริมเหล็ก

ผศ.ดร. วันชัย ยอดสุดใจ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์

ปัญหาเหล็กเสริมเกิดสนิมเป็นปัญหาที่พบบ่อยมากในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ทำให้สูญเสียคุณสมบัติของคอนกรีตและเหล็กเสริม หรือจากการก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐาน ความเสียหายเนื่องจากการกัดกร่อนเป็นสนิมของเหล็กเสริมในโครงสร้างมีความสำคัญต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างเมื่อเหล็กเสริมในโครงสร้างเกิดการกัดกร่อนเป็นสนิมหน้าตัดของเหล็กเสริมจะลดลงจนกระทั่งอาจไม่เพียงพอ ต่อความปลอดภัยในการใช้งาน นอกจากนี้การเกิดสนิมยังทำให้เกิดการแตกร้าวและหลุดออกของคอนกรีตหุ้มภายนอก เนื่องจากปริมาตรที่เพิ่มขึ้นจากการเกิดสนิมและจะทำให้เกิดแรงดึงในเนื้อ คอนกรีตซึ่งทำให้คอนกรีตหุ้มที่มีความหนาน้อยนั้นเกิดการแตกร้าว เป็นผลทำให้เกิดความเสียหายกับโครงสร้างมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 คานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เกิดสนิมและทำให้เกิดการแตกร้าวและหลุดร่อนของคอนกรีต

แต่เราจะทราบได้อย่างไรว่าการเกิดสนิมมีผลกระทบต่อการรับแรงของโครงสร้างแค่ไหนบ้าง ซึ่งผลกระทบของสนิมของเหล็กเสริมที่มีต่อพฤติกรรมรับแรงของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กยังคงเป็นที่สนใจต่อนักวิจัยทั้งในต่างประเทศ ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำเสนอ ผลกระทบของการเกิดสนิมต่อพฤติกรรมรับแรงของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อให้ผู้อ่านจะได้มีแนวทางในการประเมินเบื้องต้น ของการรับแรงของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ประสบปัญหาการเกิดสนิม คณะทำงานของสมาคมวิศวกรโยธาแห่งประเทศไทยญี่ปุ่น (Japan Society of Civil Engineers (JSCE) Task Committee 331) ได้รายงานความสามารถในการต้านทานแรงดัด (Flexural Capacity) ความสามารถในการต้านทานแรงเฉือน (Shear Capacity) และความสามารถในการรับแรงกระทำแบบซ้ำๆ (Fatigue Capacity) ความเหนียว (Ductility) ของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่เกิดสนิม [1] รายงานระบุว่า ความสามารถในการต้านทานแรงดัดของคอนกรีตเสริมเหล็กลดลงเมื่อเหล็กเสริมเป็น สนิม แต่ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการลดลงของความสามารถในการต้านทานแรงดัดกับการ สูญเสียน้ำหนักของเหล็กเสริมมีความแตกต่างกันไปในแต่ละงานวิจัย ทั้งนี้มีสาเหตุมากจากการกระจายตัวของการเกิดสนิมในเหล็กเสริมที่ใช้ใน

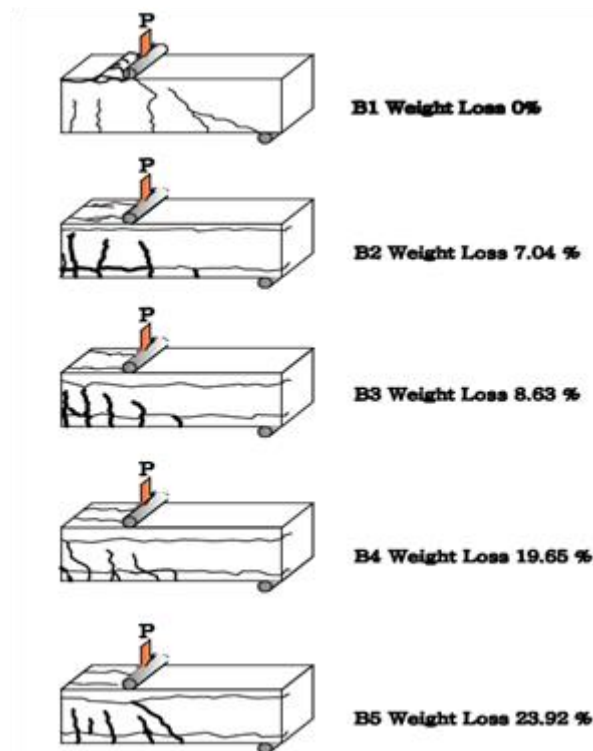
การทดลองของแต่ละงานวิจัยไม่เหมือนกันซึ่งมักจะกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอ ใน ส่วนของงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับเรื่องความสามารถในการรับแรงที่ลดลงของ โครงสร้างที่เกิดสนิมยังไม่มีผู้ศึกษามากนัก จากงานวิจัยของผู้เขียน [2] พบว่าเมื่อเปรียบเทียบ กำลังการรับแรงค้ำของคานที่เหล็กเสริมเกิดสนิมกับคาน ที่เหล็กเสริมไม่เกิดสนิม กำลังรับแรง ค้ำมีค่าลดลงดังแสดงในตารางที่ 1 นั่นคือลดลง 2.35 3.92 28.23 และ 38.57 เปอร์เซ็นต์สำหรับ คานที่เหล็กเสริมสูญเสียพื้นที่หน้าตัด 7.04 8.63 19.65 และ 23.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าการแอ่นตัวที่กลางคานและแรงประลัย

Beam No.	Weight Loss (%)	Mid Span Deflection. (mm.)	P Ultimate. (kN.)
B1	0	10	54.83
B2	7.04	9.5	53.54
B3	8.63	9.5	52.68
B4	19.65	8.5	39.35
B5	23.92	11.5	33.68

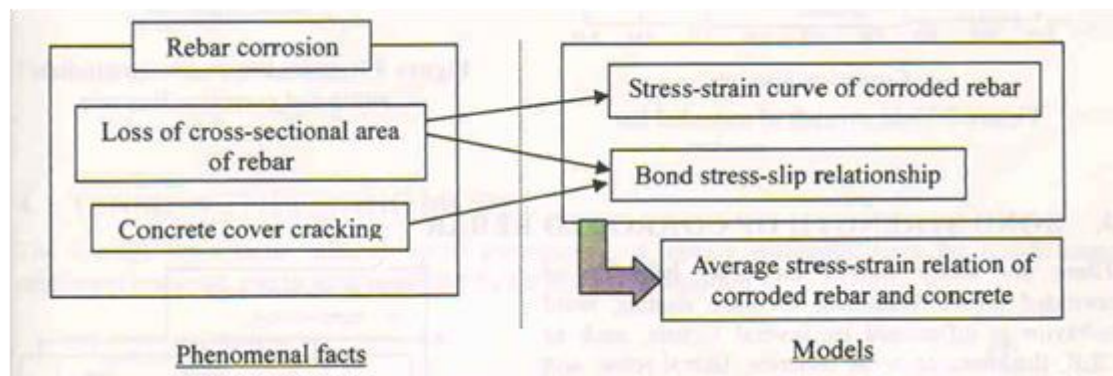
นอกจากนี้ยังพบว่า คานที่เหล็กเสริมเกิดสนิมเมื่อรับแรงค้ำจะเกิดรอยร้าวที่มีขนาด ความกว้าง มากกว่าคานที่เหล็กเสริมไม่เกิดสนิมหลังจากการทดสอบการรับแรงค้ำดังแสดงใน รูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าเมื่อคานคอนกรีตเสริมเหล็กรับน้ำหนักบรรทุก (P) ที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คาน B1 (คานที่เหล็กเสริมไม่เป็นสนิม) จะแอ่นตัวในลักษณะอีลาสติก และเกิดรอยร้าวกระจายทั่วช่วง คานเคลื่อนตัวสูงขึ้นและกระจายไปสู่ช่วงที่มี แรงเฉือน (Shear Span) เมื่อคอนกรีตเนื้อแกน สะเทินรับแรงอัดเพิ่มมากขึ้นคอนกรีตบริเวณดังกล่าวจะ แตกกระเทาะออกมา ส่วนคาน B2 B3

B4 และ B5 (คานที่เกิดสนิมในเหล็กเสริม) จะมีรอยร้าวขนานกับเหล็กรับแรงดึงและแรงอัด เนื่องจากแรงดันที่เกิดจากการขยายปริมาตรของเหล็กเสริม ขนาดความกว้าง ประมาณ 0.5 มม. สำหรับคาน B2 และ B3 และขนาดความกว้างประมาณ 1 มม. สำหรับคาน B4 และ B5 เมื่อคานรับแรงคด ลักษณะรอยร้าวเนื่องจากแรงคดจะมีลักษณะเช่นเดียวกับคานที่ไม่เกิดสนิมแต่ รอยร้าวของคานที่เกิดสนิมจะมีความกว้างมากกว่าคานที่เหล็กเสริมไม่เกิดสนิม เมื่อคอนกรีตเหนือแกนสะเทินรับแรงอัดจะเกิดรอยร้าวบนหลังคานขนานกับแนวเหล็ก เสริมรับแรงอัด



รูปที่ 2 ลักษณะรอยแตกร้าวหลังการทดสอบการรับแรงคดของคาน ใน ส่วนของการประเมินการรับแรงของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อเหล็กเสริม เกิดสนิม ด้วยการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองนั้น Asian Concrete Model Code 2001, Level 3 Document, Guidelines for Maintenance and Rehabilitation of Concrete Structures against Chloride Induced Deterioration [3] ได้นำเสนอแบบจำลองในการวิเคราะห์โครงสร้างคอนกรีต

เสริมเหล็กที่เป็นสนิมดัง แสดงในรูปที่ 3 ซึ่งได้แนะนำให้พิจารณาจากการสูญเสียพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริม และการหลุดออกของคอนกรีตหุ้ม



รูปที่ 3 แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างคอนกรีตที่เป็นสนิม

รูปที่ 3 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (Phenomenal Facts) และแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการรับน้ำหนักของโครงสร้าง (Models) ในกรณีแบบจำลองที่ให้เหล็กเสริมเป็น Linkage Elements แบบจำลองต้องการกราฟความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียด (Stress-strain Curve) และความสัมพันธ์ระหว่างกำลังยึดเหนี่ยวกับการลื่นไถล (Bond Stress-slip Relationship) ของเหล็กเสริมที่เกิดสนิมในการวิเคราะห์ ในขณะเดียวกันถ้าหากแบบจำลองที่ใช้เป็นหลักการ Average Stress-strain Concept แบบจำลองจะต้องการความสัมพันธ์เฉลี่ยของหน่วยแรงและความเครียด (Average stress-strain Relationship) ของเหล็กเสริมที่เป็นสนิมในการวิเคราะห์

จะเห็นได้ว่าเราสามารถที่จะ ประเมินการรับแรงของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เมื่อเหล็กเสริมเกิดสนิมได้ จาก ผลการทดลองของนักวิจัย หรือจากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นในการประเมินทั้งสองแบบนี้ ผู้ประเมินจะต้องเข้าใจว่าผลการทดลองและแบบจำลองที่นำมาใช้อาจจะมีข้อจำกัด ต่างๆ อยู่ อาทิเช่น ถ้าใช้ผลการวิจัยทดลองจากต่างประเทศในการประเมิน จะต้องเข้าใจว่าสภาวะสิ่งแวดล้อมและวัสดุซึ่งมีผลอย่างมากต่อการเกิดสนิมอาจ จะแตกต่างจากสภาวะแวดล้อมและวัสดุในประเทศไทย หรือการใช้ผลการทดลองวิจัยที่มีการเร่งการเกิดสนิมด้วยไฟฟ้า จะต้องเข้าใจว่าสภาวะการเกิดสนิมจริงกับการเกิดสนิมในห้องทดลองแตกต่างกัน ซึ่งอาจทำให้การประเมินมีความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นเราจะเห็นได้ว่า การศึกษาด้านนี้ยังคงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยเริ่ม ที่จะ มีปัญหาโครงสร้างคอนกรีตเสื่อมสภาพจากเหล็กเสริมเป็นสนิมมากยิ่งขึ้น แต่ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการประเมินกำลังของโครงสร้างยังมีอยู่อย่างจำกัดและ ไม่ครอบคลุม ดังนั้นผู้เขียนมีความคิดเห็นว่าการศึกษาลึกซึ้งในด้านนี้ เพื่อที่จะสามารถประเมินความสามารถในการรับแรงของโครงสร้างที่เสื่อมสภาพจาก การเกิดสนิมได้อย่างถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Report of research project on structural performance of deteriorated concrete structures by JSCE-331, Proceedings of the International Workshop on Life Cycle Management of Coastal Concrete Structures, Nagaoka, Japan, Nov. 2006, Edited by Yokota and Shimomura, pp. 151-170
- [2] ชัยพร เป้าแก้ว และวันชัย ยอดสุดใจ, พฤติกรรมการรับแรงดัดของคานคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อเหล็กเสริมเกิดการกัด กร่อน, เอกสารการประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ 3, ชลบุรี, 2550, น. STR-47 ถึง STR-52
- [3] Maintenance for chloride attack: Guidelines for maintenance and rehabilitation of concrete structures against chloride induce deterioration, Asian Concrete Model Code 2001, Level 3 Document; pp. 44-44