

■ ณัฐพล ทองขาว นักศึกษาปริญญาโท
ดร.วันชัย ยอดสุดใจ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การซ่อมแซมรอยแตกร้าว ของคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อลดการเกิดสนิมโดยวิธี Electrodeposition

การเกิดสนิมในเหล็กเสริม เป็นหนึ่งในความเสียหายหลักที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งผลกระทบโดยรวมของการเกิดสนิมในเหล็กคือกำลังรับแรงของโครงสร้างลดลงเนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริม นอกจากนี้การเกิดสนิมยังทำให้เกิดการแตกร้าวและหลุดออกของคอนกรีตหุ้มภายนอก เนื่องจากปริมาตรที่เพิ่มขึ้นจากการเกิดสนิม จะทำให้เกิดแรงดึงในเนื้อคอนกรีตซึ่งทำให้คอนกรีตหุ้มที่มีความหนาน้อยนั้นเกิดการแตกร้าวเป็นผลให้เกิดความเสียหายกับโครงสร้างมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 1 ทำให้อายุการใช้งานของโครงสร้างลดลง และต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการซ่อมแซมโครงสร้างนั้นๆ

โดยปกติแล้ว น้ำและอากาศสามารถซึมผ่านเนื้อคอนกรีตไปถึงเหล็กเสริมได้ในปริมาณที่น้อย ขึ้นอยู่กับความทึบของเนื้อคอนกรีต แต่การเกิดรอยแตกร้าวของโครงสร้าง จะเป็น

การเร่งให้น้ำและออกซิเจนเข้าไปถึงบริเวณเหล็กเสริมได้รวดเร็วและมากยิ่งขึ้น ทำให้การเกิดสนิมของเหล็กเสริมเร็วและรุนแรงมากขึ้น นอกจากนี้ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปนั้น มักจะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดสนิม โดยเฉพาะโครงสร้างที่อยู่ในหรือบริเวณชายทะเลนั้น ความเข้มข้นของคลอไรด์จะเป็นตัวเร่งให้การเกิดสนิมในเหล็กเสริมเร็วขึ้น ดังนั้น ถ้าเราสามารถป้องกันไม่ให้เกิดสนิมในเหล็กเสริมได้ ก็จะทำให้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

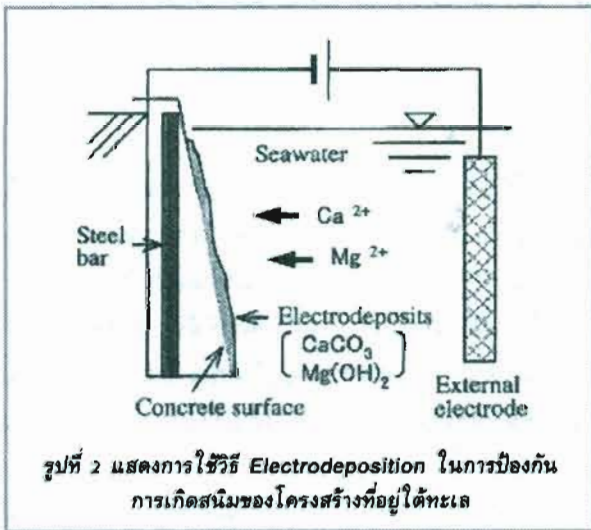
วิธีการหนึ่งที่จะช่วยป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในคอนกรีตได้ คือ การใช้วิธีทางเคมีไฟฟ้า (Electrochemical) โดยใช้หลักการของกระแสไฟฟ้า และการเคลื่อนตัวของไอออน ซึ่งการประยุกต์ใช้วิธีทางเคมีไฟฟ้าในการป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในคอนกรีตนั้นมีหลายวิธี เช่น วิธี Electrodeposition, Cathodic Protection และ Realkalization เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีก็ใช้สำหรับวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป โดยบทความนี้จะนำเสนอการลดการเกิดสนิมของเหล็กเสริม และการซ่อมแซมรอยแตกร้าวของคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธี Electrodeposition

วิธี Electrodeposition

วิธี Electrodeposition เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการลดการเกิดสนิมของเหล็กเสริมและการซ่อมแซมรอยแตกร้าว



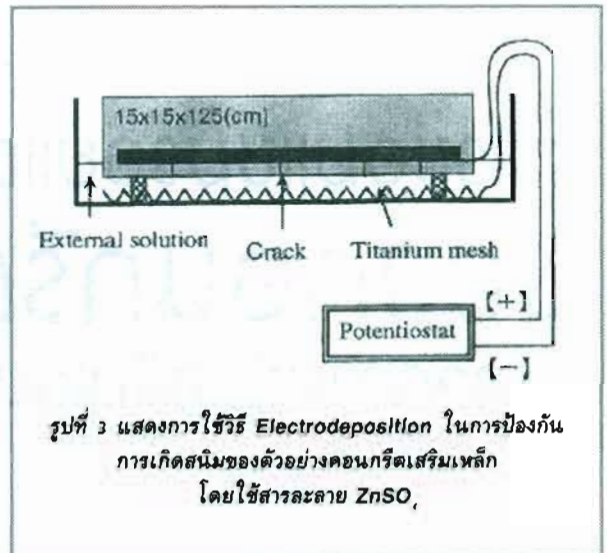
ของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่อยู่ใต้ทะเล โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้า เพื่อให้สารละลายที่มีอยู่ในน้ำทะเลแตกตัวเป็นไอออน วิธีนี้จะทำให้แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และ/หรือแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ซึ่งเป็นไอออนของโลหะที่แตกตัวจากสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำทะเล เกิดการตกผลึกเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ ($Mg(OH)_2$) ตามลำดับ ดังรูปที่ 2 ที่ผิวนอกและรอยแตกร้าวของคอนกรีต ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นนี้เป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยมากๆ และยังช่วยเพิ่มความชื้นน้ำให้กับคอนกรีต



วิธี Electrodeposition เป็นวิธีที่จะช่วยซ่อมแซมรอยแตกร้าวเพื่อลดการเกิดสนิมของเหล็กเสริมได้ ซึ่งวิธีนี้เป็นเทคนิคหนึ่งของการวิเคราะห์เคมีไฟฟ้า เพื่อแยกสารตัวอย่างออกจากสารละลาย ซึ่งการใช้วิธี Electrodeposition สำหรับการซ่อมแซมรอยแตกร้าวของคอนกรีตนั้น จะทำให้เกิดการสะสมของของแข็งจากปฏิกิริยาไฟฟ้า โดยมีแนวโน้มที่จะสะสมบริเวณรอยแตกร้าวของคอนกรีต เนื่องจากความนำไฟฟ้าบริเวณรอยแตกร้าว นั้นจะสูงกว่าบริเวณอื่น และยังพบว่า คอนกรีตที่ผ่านการทำ Electrodeposition จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานการซึมผ่านของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องมาจากความหนาแน่นของชั้นการสะสมของของแข็ง ที่บริเวณผิวหน้าของคอนกรีต

ได้มีการศึกษาวิธี Electrodeposition สำหรับการซ่อมแซมรอยแตกร้าวของคอนกรีตบนพื้นดินในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งพบว่าการใช้วิธีนี้โดยใช้สารละลาย $ZnSO_4$

แทนน้ำทะเล ดังรูปที่ 3 ทำให้รอยแตกร้าวของตัวอย่างส่วนมากจะถูกปิดเป็นอย่างดี



โดยในสองสัปดาห์ของการทดสอบ ชั้นของการตกผลึกของ ZnO ที่บริเวณผิวหน้าของคอนกรีตมีความหนา 0.5-2 มิลลิเมตร ช่วยให้การซึมผ่านของน้ำที่บริเวณรอยแตกร้าวลดลง และยังช่วยลดความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออนบริเวณเหล็กเสริมได้มากถึง 70%

Electrode reaction	(anode) $2H_2O \rightarrow O_2 \uparrow + 4H^+ + 4e^-$ (cathode) $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow + 2OH^-$
Aqueous reaction	$ZnSO_4 \rightarrow Zn^{2+} + SO_4^{2-}$ $H_2O \rightarrow OH^- + H^+$ $Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow ZnO \downarrow + H_2O$

แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี และผลที่ได้จากปฏิกิริยา



นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาอื่นที่นำวิธี Electrodeposition มาใช้ในการซ่อมแซมรอยแตกกร้าวของคอนกรีตบนพื้นดิน โดยพบว่า การปิดรอยแตกกร้าวจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วใน 10 วันแรกของการทดสอบ และตัวอย่างส่วนมากจะถูกปิดรอยแตกอย่างสมบูรณ์ภายใน 30 วัน

จะเห็นว่า การซ่อมแซมรอยแตกกร้าวของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธี Electrodeposition นั้น ให้ผลที่ดี อย่างไรก็ตามยังไม่มีให้นำวิธีนี้มาประยุกต์ใช้จริงในงานซ่อมแซมโครงสร้างบนพื้นดิน และน่าจะมีการสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการพัฒนางานด้านการซ่อมแซมโครงสร้างต่อไป

Thailand. 21-35

- [2] Ryu, J.S.. 2003. Influence of crack width, cover depth, water-cement ratio and temperature on the formation of electrodeposits on the concrete surface. *Magazine of Concrete Research*. 55(1). 35-40.
- [3] Ryu, J.S. and Otsuki, N.. 2002. Crack closure of reinforced concrete by Electrodeposition Technique. *Cement and Concrete Research*. 32(1). 159 - 164.

เอกสารอ้างอิง

- [1] Otsuki, N., Hisada, M. and Amino, T. Electric current and ion migration through concrete. *Proceeding of the Regional Symposium on Infra-structures Development in Civil Engineering*. 19-20 December 1995. Bangkok.



เชิญชวนร่วมร่างมาตรฐานวิศวกรรมไฟฟ้า

กรรมการฝ่ายงานมาตรฐานวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)

ขอเชิญชวนท่านผู้สนใจร่วมร่างมาตรฐานวิชาชีพเพื่อประโยชน์ต่อประชาชน ในหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- มาตรฐานการตรวจสอบการติดตั้งสายสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในสถานที่สำหรับผู้ใช้ในประเทศไทย
- มาตรฐานการวัดและการตรวจสอบการติดตั้งทางไฟฟ้า
- มาตรฐานการวัดและการทดสอบทางเสียง
- มาตรฐานสถานีเคเบิลใต้น้ำ อุปกรณ์สถานีเคเบิลใต้น้ำ
- มาตรฐานการติดตั้งและวัดตรวจสอบสายสัญญาณภาพและเสียงในอาคาร
- มาตรฐานสำหรับตรวจสอบอุปกรณ์ระบบ SDH/IP
- แนวปฏิบัติในการจัดซื้อจัดจ้างระบบสารสนเทศ โดยใช้เกณฑ์ราคาต่อสมรรถนะ (Price Performance)
- มาตรฐานการออกแบบการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดิน DTH : Direct to Home
- มาตรฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G
- มาตรฐานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Internet) สำหรับประชาชน
- มาตรฐานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

ทุกความคิดเห็นสามารถส่งมาได้ที่

วรวิมล ศรีสมศักดิ์ บริษัท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)

เลขที่ 99 ถ.แจ้งวัฒนะ หลักสี่ กรุงเทพฯ 10002

โทรศัพท์ : 0-2573-7932 โทรสาร : 0-2573-3884

E-mail : sworawut@catttelecom.co.th