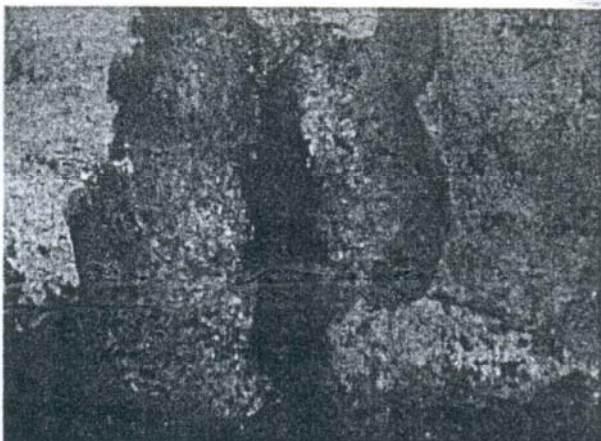


■ ดร.วันชัย ยอดสุดใจ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

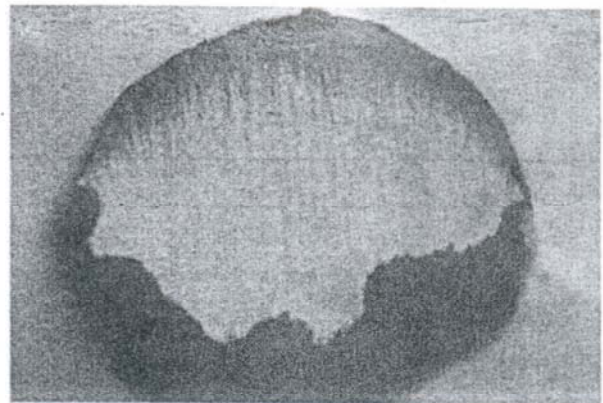
การลดปริมาณคลอไรด์ในคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Chloride Removal)

การนำคลอไรด์ที่ปนเปื้อนอยู่ในคอนกรีตหลังการซ่อมแซม เป็นเรื่องที่สำคัญมาก โดยสามารถทำได้ด้วยการนำเอาเนื้อคอนกรีตที่ปนเปื้อนคลอไรด์ออกให้หมด หรืออาจจะไม่ต้องนำเอาเนื้อคอนกรีตออก แต่นำเอาเฉพาะคลอไรด์ให้ออกมาเท่านั้น โดยการใช้วิธีทางไฟฟ้าเคมี เราเรียกวิธีนี้ว่า Electrochemical Chloride Removal หรือบางครั้งอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Desalination

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า คลอไรด์เป็นอันตรายต่อโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะคลอไรด์จะซึมเข้าไปในคอนกรีต และเข้าไปทำลาย Passivation Film ทำให้เหล็กเสริมในคอนกรีตถูกกัดกร่อนเนื่องจากการเกิดสนิมได้ การเกิดสนิมของเหล็กเสริมอันเนื่องมาจากคลอไรด์ค่อนข้างมีความเสียหายที่รุนแรง เนื่องจากจะทำให้พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมลดลง ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าปัญหาการเกิดสนิมของเหล็กเสริมเป็นปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเฉพาะโครงสร้างที่มีโอกาสที่จะคลอไรด์จะซึมเข้าไปในคอนกรีตได้มาก เช่น โครงสร้างชายฝั่งทะเล



รูปที่ 1 ความเสียหายของเหล็กเสริมอันเนื่องมาจากคลอไรด์



รูปที่ 2 รูปตัดตามขวางของเหล็กเสริม แสดงการลดลงของพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมอันเนื่องมาจากการเกิดสนิมของเหล็กเสริม

การซ่อมแซมโครงสร้างที่มีปัญหานี้ก็มีอยู่หลากหลายวิธีด้วยกัน และการซ่อมแซมหลายครั้งก็เลยเกิดการปนเปื้อนของคลอไรด์ที่ค้างอยู่ในคอนกรีต ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหาและความเสียหายอันเนื่องมาจากการเกิดสนิมของเหล็กเสริมได้อีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากคลอไรด์ที่ค้างอยู่ในคอนกรีตแต่ไม่ได้นำออกมา ยังสามารถที่จะซึมผ่านคอนกรีตใหม่ที่นำมาซ่อมแซม และอาจเข้าไปใกล้เหล็กเสริมได้อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งต่างจากคอนกรีตที่เสื่อมสภาพด้วยคาร์บอนเนชั่น (เสื่อมสภาพเนื่องมาจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในซีเมนต์ทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำให้ค่าความเป็นด่างของ

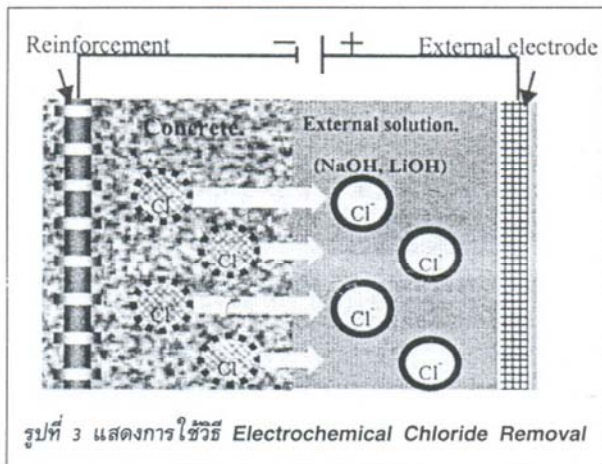
คอนกรีตรอบๆ เหล็กเสริมลดลง ส่งผลทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิม) เพราะคอนกรีตที่เสื่อมสภาพเนื่องจากคาร์บอนชั้นแล้วจะไม่แพร่ไปยังคอนกรีตใหม่จนกว่าจะมีก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์จากภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยาอีกครั้งหนึ่ง [1] การละลายการปนเปื้อนของคลอไรด์ที่อยู่ในคอนกรีตเก่าหลังการซ่อมแซมอาจทำให้การเกิดสนิมขึ้นมาอีกครั้งหนึ่งเร็วขึ้นกว่าเดิมถึง 2.5-5 เท่า [2]

ดังนั้น การนำคลอไรด์ที่ปนเปื้อนอยู่ในคอนกรีตหลังการซ่อมแซมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก โดยสามารถทำได้ด้วยการนำเอาเนื้อคอนกรีตที่ปนเปื้อนคลอไรด์ออกให้หมด หรืออาจจะไม่ต้องนำเอาเนื้อคอนกรีตออก แต่นำเอาเฉพาะคลอไรด์ไอออนออกมาเท่านั้นโดยการใช้วิธีทางไฟฟ้าเคมี เราเรียกวิธีนี้ว่า Electrochemical Chloride Removal หรือบางครั้งอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Desalination และวิธีการนี้ก็ไม

ทางไฟฟ้าเคมี ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งมีขั้วไฟฟ้าอยู่ในสารละลายซึ่งอยู่ภายนอกคอนกรีต และมีการเชื่อมต่อไฟฟ้ากระแสตรงระหว่างขั้วไฟฟ้าและเหล็กเสริมภายในคอนกรีต มีการให้กระแสไฟฟ้าตรงกับขั้วไฟฟ้าและเหล็กเสริมในคอนกรีต โดยให้ขั้วไฟฟ้าภายนอกเป็นขั้วบวกและเหล็กเสริมเป็นขั้วลบ

คลอไรด์ไอออนจะเคลื่อนที่ออกจากคอนกรีตเนื่องจากคลอไรด์ไอออนเป็นประจุลบจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวก (ขั้วแอโนด) ซึ่งอยู่ภายนอก ซึ่งมีผลทำให้ความเข้มข้นและการปนเปื้อนของคลอไรด์ไอออนในคอนกรีตมีค่าลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งใกล้ๆ เหล็กเสริมที่อยู่ในคอนกรีตซึ่งเป็นขั้วลบ นอกจากนี้ยังมี Hydroxy Ions เกิดขึ้นอีกด้วย ซึ่งจะทำให้ค่า pH รอบๆ เหล็กเสริมมีค่าสูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้น เมื่อเสริมกรบวนแล้วก็จะสามารถทำให้คอนกรีตอยู่ในสภาพมีคลอไรด์ไอออนน้อยมากหรือไม่มีเลย และเพิ่มความชื้นต่างให้แก่คอนกรีต

ข้อดีของวิธีนี้นอกจากที่ได้กล่าวมาแล้วคือ ไม่มีความจำเป็นต้องเอาเนื้อคอนกรีตที่ปนเปื้อนคลอไรด์ออก ก็คือการซ่อมแซมและการป้องกันด้วยวิธีนี้สามารถที่จะทำได้เสร็จสิ้นในระยะเวลาไม่นานมาก ไม่เหมือนกับวิธีการถ่ายประจุไฟฟ้า (Cathodic Protection) ซึ่งมีความจำเป็นต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ระบบตลอดเวลา



จำเป็นที่จะต้องใช้กับโครงสร้างที่เกิดสนิมแล้วเท่านั้น เรายังคงสามารถใช้วิธีกับคอนกรีตที่ยังไม่เกิดสนิม แต่ใช้เพื่อป้องกันการเกิดสนิมอันเนื่องมาจากคลอไรด์ได้อีกด้วย

วิธี Electrochemical Chloride Removal

วิธี Electrochemical Chloride Removal เป็นการนำเอาคลอไรด์ไอออนออกจากคอนกรีตด้วยวิธีการ

อีกด้วย ซึ่งจะส่งผลให้มีการต้านทานการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่ดีขึ้น

ข้อดีของวิธีนี้นอกจากที่ได้กล่าวมาแล้ว คือ ไม่มีความจำเป็นต้องเอาเนื้อคอนกรีตที่ปนเปื้อนคลอไรด์ออก ก็คือการซ่อมแซมและการป้องกันด้วยวิธีนี้สามารถที่จะทำได้เสร็จสิ้นในระยะเวลาไม่นานมาก ไม่เหมือนกับวิธีการถ่ายประจุไฟฟ้า (Cathodic Protection) ซึ่งมีความจำเป็นต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ระบบตลอดเวลา และแน่นอนก็ต้องมีข้อเสียในการใช้วิธีนี้นั้นก็คือ (1) ยังไม่มีการยืนยันหรือพิสูจน์ที่แน่ชัดว่าผลของการซ่อมด้วยวิธีนี้ในระยะยาวจะเป็นอย่างไรบ้าง (2) มีความเป็นไปได้ที่วิธีการนี้จะไปเร่งการเกิดปฏิกิริยาระหว่างต่างและมวลรวม (Alkali Aggregate Reaction) และ (3) เช่นเดียวกับวิธีการถ่ายประจุไฟฟ้านั้นก็คือ ก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจากระบบอาจทำให้เหล็กเสริมเกิดความเปราะได้ [3]

ได้มีการศึกษาวิธี Electrochemical Chloride Removal กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ [4] [5] [6] ซึ่งก็ได้ผลเป็นที่พอใจพอสมควร แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาวิจัยวิธีนี้อย่างจริงจังในประเทศไทยมากนัก ซึ่งก็น่า

จะมีความจำเป็นในการศึกษาวิจัยในประเทศไทยเพื่อเป็น
ฐานข้อมูลและเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการพัฒนางานด้าน
การบำรุงรักษาซ่อมแซมโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
ในประเทศไทยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Peter Pullar-Strecker, Corrosion Damaged Concrete : assessment and repair, CIRIA (Construction Industry Research and Information Association), Butterworths, 1987
- [2] วันชัย ยอดสุดใจ, การศึกษาการแทรกซึมของคลอไรด์-ไอออนในคอนกรีตที่แตกร้าวเนื่องจากการเกิดสนิมของเหล็กเสริมและได้ซ่อมแซมด้วยวัสดุซ่อมแซมแล้ว, เอกสารการประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 1, ระยอง, 2548, REP 5-REP 10
- [3] Asian Concrete Model Code 2001, Level 3 Document, Maintenance for Chloride Attack, Guidelines for maintenance and rehabilitation of concrete structures

- against chloride induced deterioration
- [4] Polder, R.B. 1996. Electrochemical chloride removal from concrete prisms containing chloride penetrated from sea water. Construction and Building Materials. 10 (1). 83-88.
 - [5] Arya, C. and Sa'id-shawqi. 1996. Factors influencing electrochemical removal of chloride from concrete. Cement and Concrete Research. 26 (6). 851-860.
 - [6] Chang, J.J. 2003. Bond degradation due to desalination process. Construction and Building Materials. 17. 281-287.

