

คอนกรีตสำหรับสิ่งแวดล้อมทะเล (Marine concrete)

เรียบเรียงโดย

ผศ.ดร.ทวิชัย ตำราญวานิช

มหาวิทยาลัยบูรพา

วิศวกรโยธาที่ทำงานก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในทะเลหรือในสภาพสิ่งแวดล้อมทะเล เช่น บริเวณชายฝั่งทะเล หรือห่างจากทะเลไม่มากนัก มักพบปัญหาการเสื่อมสภาพของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเร็วกว่าที่ควรเป็น อันมาก ทำให้โครงสร้างมีอายุการใช้งาน (Service life) ที่สั้น ทั้งนี้โดยมากเกิดเนื่องจากเหล็กเสริมภายในคอนกรีตเกิดสนิมแล้วดันให้เนื้อของคอนกรีตที่หุ้มอยู่เกิดการแตกร้าวหลุดร่อนเสียหาย ทำให้ต้องสูญเสียงบประมาณในการซ่อมแซมบำรุงรักษาจำนวนมาก ทั้งนี้ที่โครงสร้างดังกล่าวก็ใช้ปูนซีเมนต์ต้านทานซัลเฟตในการก่อสร้าง สาเหตุที่ทำให้โครงสร้างมีอายุการใช้งานที่สั้นส่วนหนึ่งเป็นเพราะว่าผู้ที่เกี่ยวข้องในงานก่อสร้างยังขาดความรู้ความเข้าใจในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องเผชิญกับสภาพการทำลายที่รุนแรงของน้ำทะเล ทั้งนี้ในน้ำทะเลมีเกลือหลักๆ อยู่สองชนิดคือ เกลือคลอไรด์ (Cl-) และเกลือซัลเฟต (SO₄⁻) ซึ่งแต่เดิมวิศวกรมีความเข้าใจว่าคอนกรีตสำหรับโครงสร้างที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทะเลต้องใช้น้ำปูนซีเมนต์ปอร์ต

แลนด์ประเภทที่ห้า (Sulfate resisting Portland cement) ซึ่งต้านทานซัลเฟตเท่านั้นเป็นส่วนผสมจึงจะป้องกันความเสียหายต่อโครงสร้าง คอนกรีตได้ แต่ความจริงแล้วปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ห้าเหมาะกับการใช้งาน คอนกรีตที่ต้องเผชิญเกลือซัลเฟตเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะเห็นได้จากในปูนจะมีปริมาณสารประกอบไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C3A) ต่ำกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อลดการเกิดสาร Ettringite ซึ่งก่อให้เกิดการขยายตัวของคอนกรีต และลดการสูญเสียความสามารถยึดประสานของคอนกรีตเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนสาร C-S-H ให้เป็นสาร M-S-H ที่ไม่มีความสามารถยึดประสาน แต่เราสามารถทำให้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ห้าในโครงสร้างคอนกรีตเสริม เหล็กที่ต้องสัมผัสกับน้ำเสียในชุมชน หรือในโครงสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานซึ่งมีเกลือซัลเฟต แต่ไม่มีเกลือคลอไรด์ละลายอยู่ หรืออาจใช้งานคอนกรีตล้วนที่ต้องเผชิญทั้งเกลือซัลเฟตและเกลือคลอไรด์ก็ได้ แต่ไม่มีเหล็กเสริมอยู่ภายในคอนกรีต เช่น พื้นคอนกรีตล้วนที่ไม่มีเหล็กเสริมแต่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมทะเล เป็นต้น

มาถึงตรงนี้ผู้อ่านคงเกิดคำถามว่าแล้วจะใช้คอนกรีตแบบไหนกับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องอยู่ในสิ่งแวดล้อมทะเลที่มีทั้งเกลือคลอไรด์และเกลือซัลเฟตละ คำตอบของคำถามนี้มีได้หลายแนวทางทั้งปรับปรุงที่รายละเอียดของแบบก่อสร้าง หรือปรับปรุงที่คุณสมบัติของคอนกรีตที่ใช้ก็ได้ หรืออาจใช้หลายๆ แนวทางประกอบกันก็ได้ เพื่อให้ได้โครงสร้างคอนกรีตที่มีอายุการใช้งานยาวนานตามที่ต้องการ แนวทางเหล่านี้ ได้แก่ การเพิ่มระยะหุ้มเหล็กเสริม (Covering depth) ของคอนกรีตในแบบก่อสร้างให้มากขึ้น เพื่อให้ระยะทางที่เกลือคลอไรด์จะแทรกซึมเข้าไปถึงผิวเหล็กมีค่ามากขึ้นซึ่ง เป็นการยืดอายุการใช้งานของโครงสร้างให้มากขึ้น หรือการลดอัตราส่วนน้ำต่อปริมาณวัสดุประสาน (Water to binder ratio) ในคอนกรีตให้ต่ำลงมากๆ เพื่อให้เนื้อคอนกรีตมีความพรุนน้อยลง ซึ่งจะทำให้ทั้งเกลือซัลเฟตและเกลือคลอไรด์แทรกซึมเข้าไปได้ยากขึ้น หรือการปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตด้วยการเลือกใช้วัสดุประสานที่ต้านทาน ทั้งการเสื่อมสภาพของคอนกรีตเนื่องจากเกลือซัลเฟตและการเกิดสนิมของเหล็กเสริมเนื่องจากเกลือคลอไรด์ด้วย ซึ่งวัสดุประสาน

วารสารคอนกรีต TCA e-magazine



ดังกล่าวคงไม่ใช่ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ห้า ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ห้าด้าน ทานเฉพาะเกลือซัลเฟต แต่เราอาจใช้ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง (Ordinary Portland cement) ผสมกับเถ้าลอย (Fly ash) โดยใช้เถ้าลอยแทนที่บางส่วนของวัสดุประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะทำให้ได้คอนกรีตมีความพรุนต่ำ เนื่องจากผลผลิตจากปฏิกิริยาปอซโซลานิกของ เถ้าลอยไปเติมเต็ม ช่องว่างในคอนกรีต และเพิ่มความสามารถยึดจับเกลือคลอไรด์ในคอนกรีตไม่ให้เคลื่อนที่สูงขึ้นด้วย ทั้งนี้เถ้าลอยในบ้านเราก็มีหลายชั้นคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) วิศวกรจึงต้องเลือกใช้อย่างเหมาะสมด้วย สรุปได้ว่าการก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับสิ่งแวดล้อมทะเลจึง ต้องพิจารณาป้องกันทั้งปัญหาการทำลายคอนกรีตโดยเกลือซัลเฟตและปัญหาการเกิด สนิมของเหล็กเสริม โดยเกลือคลอไรด์ควบคู่กันไปพร้อมกัน ซึ่งอีกไม่นานจะมีการออกประมวลข้อบังคับอาคาร (Building code) ฉบับใหม่ โดยกรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งมีรายละเอียดความคงทนของคอนกรีต (Durability of Concrete) ที่สำคัญไว้ให้วิศวกรโยธาได้ใช้อ้างอิงในการทำงานก่อสร้าง เพื่อให้ได้โครงสร้างคอนกรีตที่ทั้งแข็งแรงและคงทนครับ



รูปที่ 1 โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในสิ่งแวดล้อมทะเลของไทย

สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

ชั้น 3 อาคารสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย 487 รามคำแหง 39 ถ.รามคำแหง แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ 0-2935-6539 โทรสาร 0-2935-6538 Email : thaitca@gmail.com Homepage : <http://www.thaitca.or.th>

วารสารคอนกรีต TCA e-magazine



รูปที่ 2 ปัญหาการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในเสาตอม่อของท่าเทียบเรือจนทำให้คอนกรีตหัวเสา
แตกร้าว

สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

ชั้น 3 อาคารสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย 487 รามคำแหง 39 ถ.รามคำแหง แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ 0-2935-6539 โทรสาร 0-2935-6538 Email : thaitca@gmail.com Homepage : <http://www.thaitca.or.th>