



คู่มือการตรวจสอบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก การทดสอบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยวิธีคาร์บอนเนชั่น

กลุ่มงานวิเคราะห์และวิจัย 4

สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร

หลักการ

- อาคารหากมิได้มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง อาจมีการเสื่อมสภาพ และเกิดกระบวนการซึมผ่านของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ Acidic Gases อื่นๆ ในอากาศที่แทรกซึมเข้าไปในเนื้อคอนกรีต ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นที่ผิวคอนกรีตก่อนแล้วค่อยๆแทรกซึมเข้าไปจนถึงตำแหน่งของเหล็กเสริม หลังจากนั้น Passive Film ที่เคลือบผิวของโลหะไว้จะถูกรื้อทำลายแล้วการผุกร่อนของเหล็กเสริมจะเกิดขึ้น ทำให้พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมมีขนาดเล็กลง และนำไปสู่การสูญเสียกำลังรับน้ำหนักและความปลอดภัยของโครงสร้างได้

มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง BS EN 14630

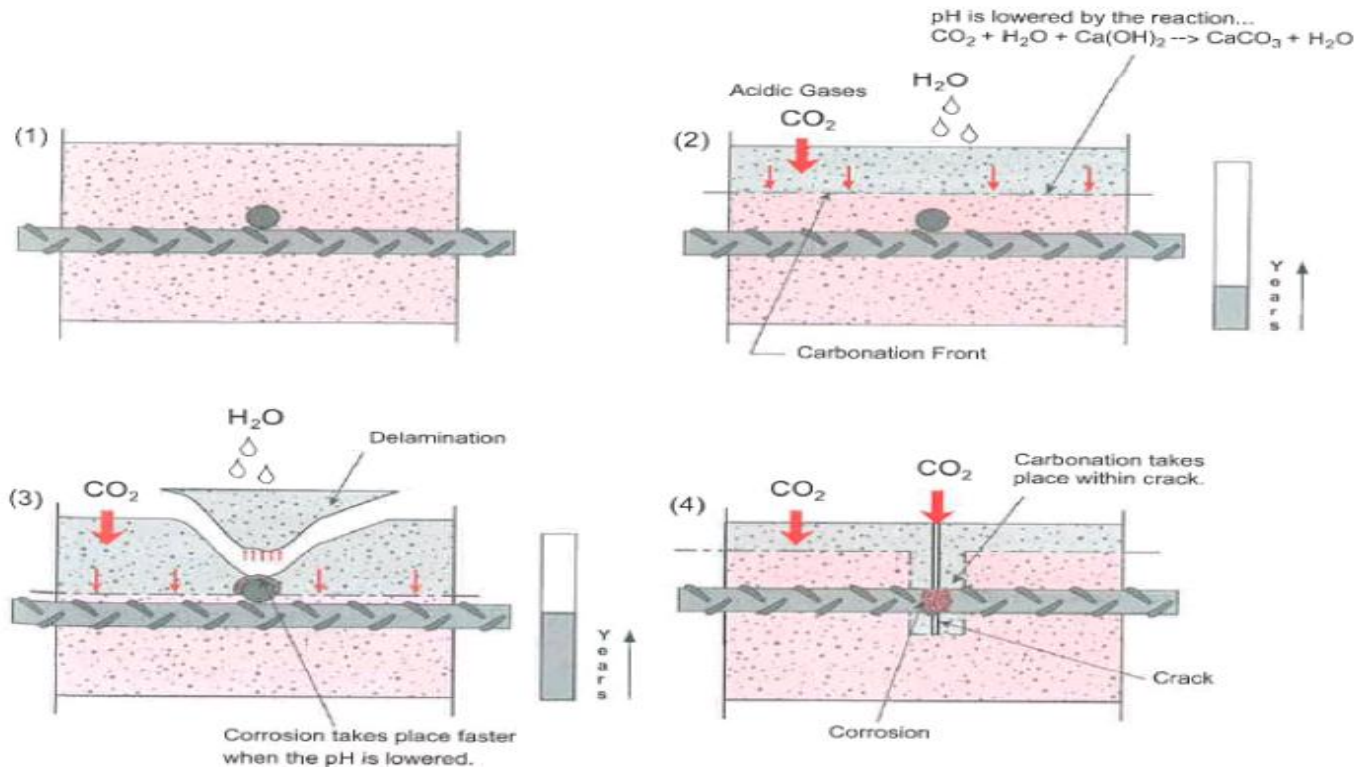
การตรวจสอบการแทรกซึมของกระบวนการคาร์บอเนชัน

- คาร์บอเนชัน(Carbonation) เป็นการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) เข้าไปทำปฏิกิริยากับซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว โดยทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นหลัก ทำให้ได้แคลเซียมคาร์บอเนต(CaCO₃) ดังสมการที่ 1



กระบวนการคาร์บอนเนชั่น

กระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นที่ผิวคอนกรีตก่อนแล้วค่อยๆ แทรกซึมเข้าไปจนถึงตำแหน่งของเหล็กเสริม หลังจากนั้น **Passive Film** ที่เคลือบผิวของโลหะไว้จะถูกทำลาย แล้วการผุกร่อนของเหล็กเสริมจะเกิดขึ้น ทำให้พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมมีขนาดเล็กลง และนำไปสู่การสูญเสียกำลังรับน้ำหนักและความปลอดภัยของโครงสร้างได้



เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับทดสอบ

สารละลายPhenolphthalein + หัวฉีด	
ถุงมือยาง	
ตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่เจาะจากโครงสร้าง	

วิธีการทดสอบ

- เจาะแท่งตัวอย่างแล้วใช้สีกว้าแท่งตัวอย่างออกเป็นสองซีก
- น็อคพื้นสารละลายเข้ากับแท่งคอนกรีต
 - พื้นผิวคอนกรีตเปลี่ยนเป็นสีชมพูเข้มแสดงว่ามีค่า **pH** มากกว่า 10 บ่งบอกถึงไม่เกิดกระบวนการคาร์บอนเนชั่น
 - พื้นผิวคอนกรีตไม่เปลี่ยนสีแสดงว่ามีค่า **pH** น้อยกว่า 10 บ่งบอกถึงการเกิดกระบวนการคาร์บอนเนชั่น

วิธีการทดสอบ





คู่มือการตรวจสอบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก การทดสอบโครงสร้างคอนกรีตเหล็ก ด้วยวิธี Chloride Content

กลุ่มงานวิเคราะห์และวิจัย 4

สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร

หลักการ

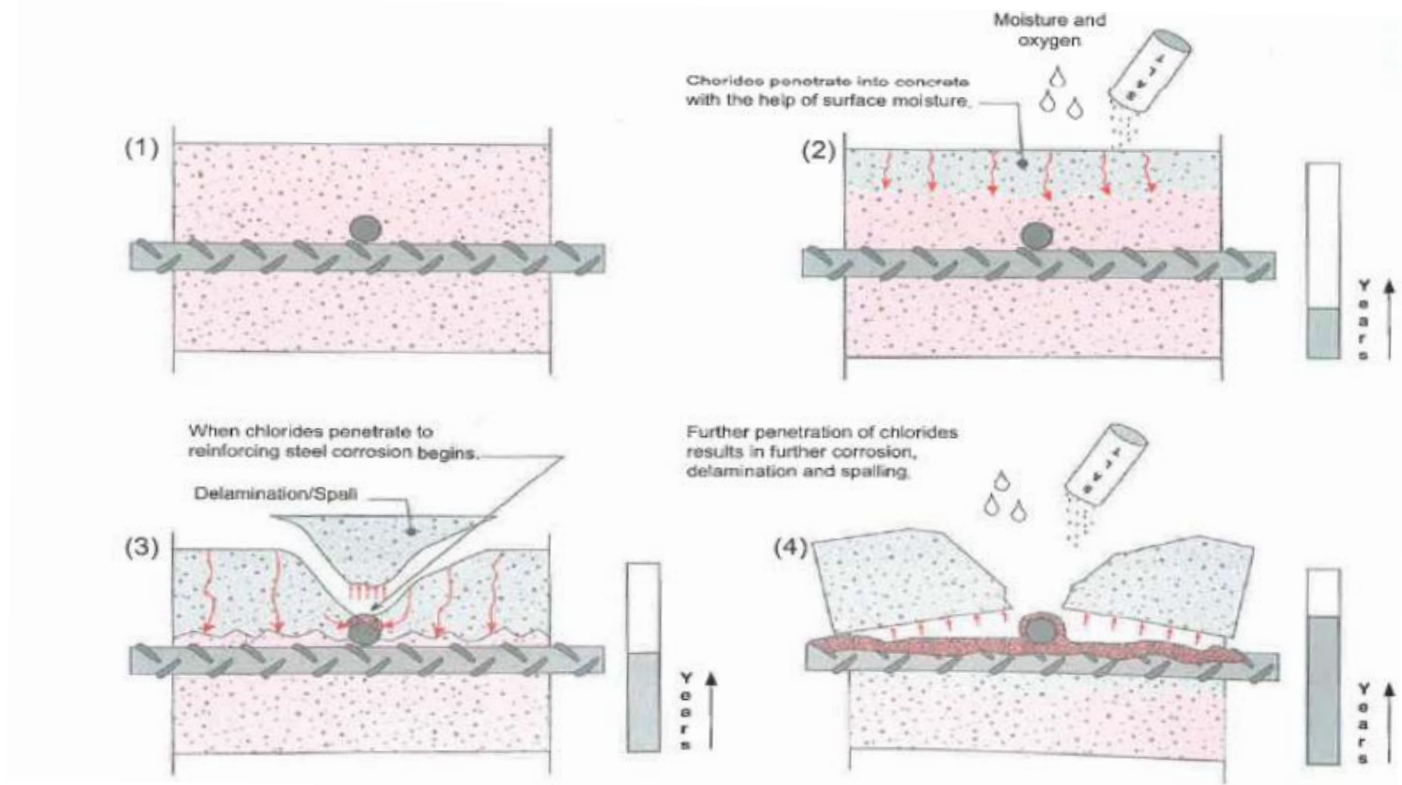
- การกัดกร่อนเนื่องจากคลอไรด์ แตกต่างจากการกัดกร่อนทางเคมีอื่นตรงที่คลอไรด์ทำให้เหล็กเป็นสนิม และคอนกรีตบริเวณรอบๆเหล็กเสริมเท่านั้นที่เสียหายเนื่องจากการการขยายตัวของเหล็กเสริม และเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ลายองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ASTM C-1152 ,ASTM C-1218

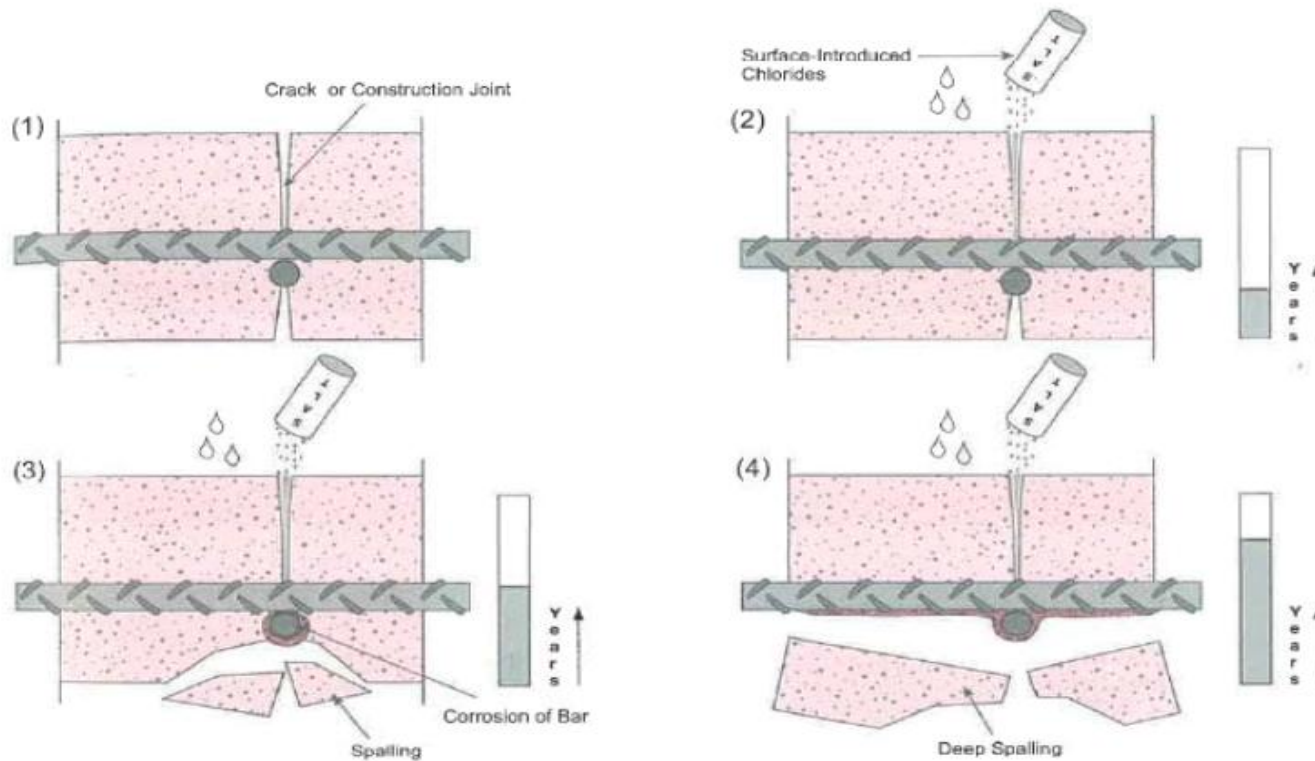
การตรวจสอบการแทรกซึมของกระบวนการคลอไรด์

- การทดสอบด้วยวิธี Chloride Content เพื่อประเมินโอกาสการเกิดการผุกร่อนของเหล็กเสริม ด้วยวิธีการตรวจหาปริมาณคลอไรด์ในคอนกรีต ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของเหล็กโดยอออนของคลอไรด์ เป็นตัวการทำให้ความเป็นต่างของคอนกรีตลดลงมีผลทำให้ Passive Film ไม่เกิดขึ้น ดังนั้นถ้ามีปริมาณคลอไรด์ในคอนกรีตมากจะทำให้เหล็กเกิดสนิม

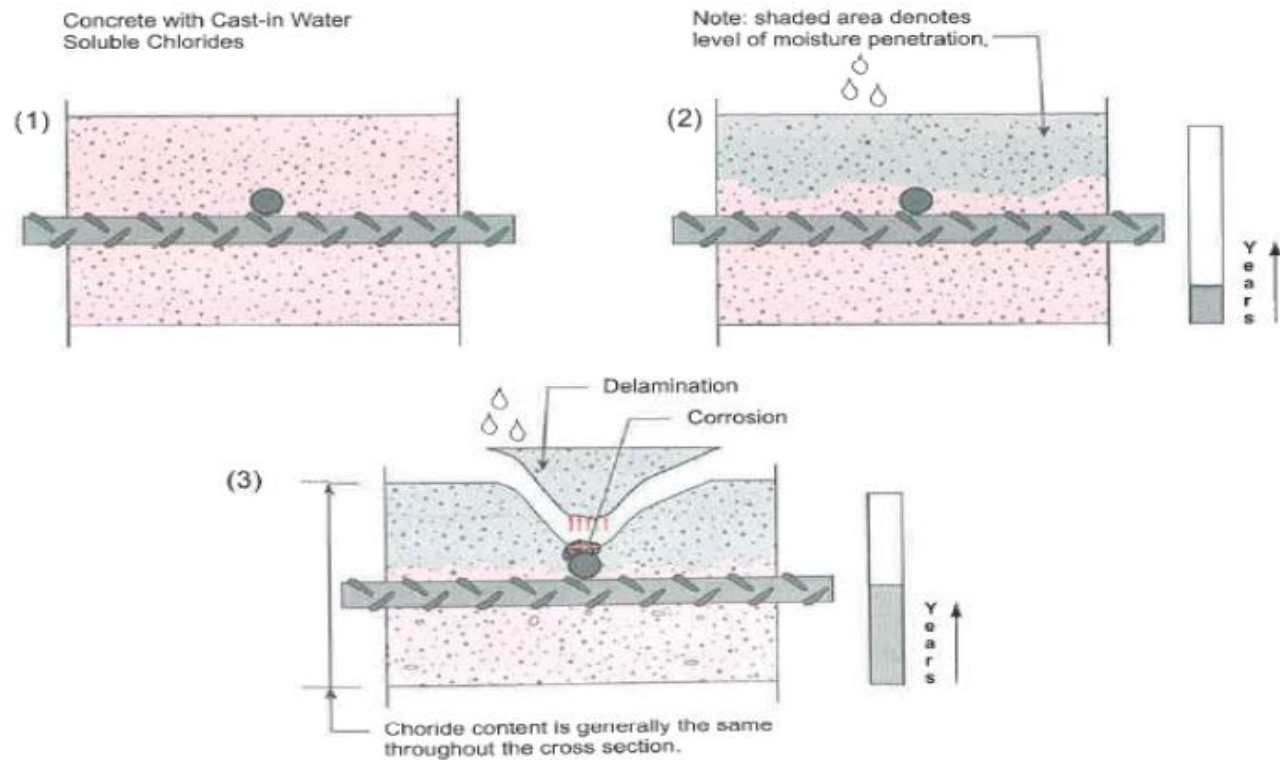
กระบวนการคลอไรด์



กระบวนการคลอไรด์



กระบวนการคลอไรด์



เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับทดสอบ

๑. Chloride Meter		
๒. หลอด Electrode พร้อมสายเชื่อมต่อ		
๓. เครื่องชั่งตัวอย่าง		
๔. น้ำยา Electrode		
๕. น้ำยา Calibrate มีความเข้มข้น ๕ แบบ ๐.๐๐๕%, ๐.๐๑%, ๐.๐๕%, ๐.๑% และ ๐.๓%		
๖. น้ำยาทดสอบ Extraction Liquid		
๗. เข็มฉีดยา		
๘. น้ำกลั่น		
๙. ที่เป่าลม		
๑๐. ถังมือยาง		
๑๑. ชุดเก็บตัวอย่างคอนกรีต		

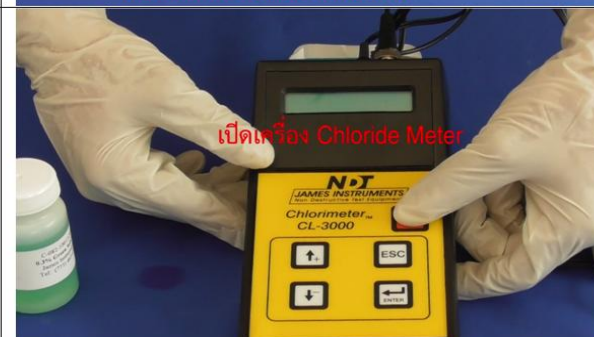
ขั้นตอนก่อนการทดสอบ

- ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ผงคอนกรีต นำสว่านเจาะคอนกรีตโดยเจาะคอนกรีตให้มีระดับความลึกที่สนใจ โดยเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 2 ตัวอย่างต่อ 1 ตำแหน่ง
- ขั้นตอนการ Calibrate เครื่องมือโดยใช้สาร
 - เติมน้ำยา Electrode ใส่ลงในหลอด Electrode ให้มีปริมาณจนถึงช่องเติมสาร
 - ทำการกดหัวหลอด Electrode เพื่อทำการ Calibrate เครื่อง Chloride Meter
 - ทำการเปิดเครื่อง Chloride Meter และเลือกโหมด Calibrate
 - จุ่มหลอด Electrode ที่สารละลายตัวแรก 0.005% หลังจากนั้นรอให้ค่าการวัดที่อ่านได้นิ่งบันทึกผล หลังจากนั้นล้างหลอด Electrode ด้วยน้ำกลั่นสะอาด และเช็ดให้แห้ง
 - เปลี่ยนสารละลายจาก 0.005% เป็น 0.01% 0.05% 0.1% และ 0.3% ตามลำดับ

ขั้นตอนการทดสอบ

- นำตัวอย่างที่ได้มาชั่งน้ำหนักปริมาณ 3 กรัม ผสมน้ำยาทดสอบ Extraction Liquid ปิดฝาให้สนิท และเขย่าขวดน้ำยาทดสอบเป็นเวลา 1 นาที และทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที หลังจากนั้นเปิดฝาเพื่อระบายความดันและทิ้งไว้ 1 นาที
- ปรับโหมดเครื่องมือเป็น measurement
- นำหัว Electrode จุ่มในขวดตัวอย่าง โดยระวังอย่าให้หัว Electrode โดนตะกอนคอนกรีต หลังจากนั้นรอให้ค่าการวัดที่อ่านได้นิ่ง โดยดูจากเครื่อง Chloride Meter และบันทึกค่า
- นำค่าที่ได้มาสร้างตารางเปรียบเทียบกับ ระยะเวลาลิกเพื่อประเมินแนวโน้มการแทรกซึมของปริมาณคลอไรด์

ขั้นตอนการทดสอบ



ขั้นตอนการทดสอบ



ปริมาณสูงสุดของคลอไรด์ไอออนเพื่อป้องกันการเกิดสนิม

- วสท.ได้กำหนดปริมาณคลอไรด์ไอออนที่ละลายน้ำได้ในคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อป้องกันการเกิดสนิมต้องมีค่าไม่เกินพิกัด ดังนี้

ชนิดขององค์อาคาร	ปริมาณสูงสุดของคลอไรด์ไอออน(Cl^-) ที่ละลายน้ำในคอนกรีต (ร้อยละโดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์)
คอนกรีตอัดแรง	๐.๐๖
คอนกรีตเสริมเหล็กที่สัมผัสกับคลอไรด์ในขณะใช้งาน	๐.๑๕
คอนกรีตเสริมเหล็กในสภาวะแห้งหรือมีการป้องกัน ความชื้นในขณะใช้งาน	๑.๐๐
งานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอื่นๆ	๐.๓๐