

การศึกษาศมรรถนะคอนกรีตพื้นที่ยายฝั่งอันดามัน เพื่อใช้ส่งเสริมการขาย

ชัยวัฒน์ เทพจันทร์

ผู้จัดการส่งเสริมคุณภาพ CPAC ภาคเหนือ 1

กิจการ CPAC ภาคเหนือ

บทคัดย่อ: จากนโยบายของผู้บริหารในการผลักดันสินค้าพิเศษเพื่อสร้างความแตกต่างจากคู่แข่ง โดยมียุทธศาสตร์สินค้าคอนกรีตสำหรับชายฝั่งทะเล (Marine Concrete) ไปที่พื้นที่ภาคใต้ จึงเกิดการพัฒนาคอนกรีตผสมสินค้าในกลุ่มนี้อย่างต่อเนื่องซึ่งในโครงการที่ผ่านการพัฒนาสินค้าในกลุ่มนี้มุ่งไปเพื่อรองรับกับงานให้มีความหลากหลาย (Application-Based Design) เช่น Fast Setting Marine Concrete, Pre-Cast Marine Concrete, Pavement Marine Concrete, Bore Pile Marine Concrete, Marine ส่วนขยายระยะทางตั้งแต่ 4-15 กม. ซึ่งการพัฒนาเกิดร่วมกันหลายหน่วยงานในบริษัท ทำให้เกิดขยายฐานสินค้าให้หลากหลายขึ้น จนเกิดกลุ่มสินค้า “Marine Concrete Series” สำหรับโครงการนี้เป็นการดำเนินงานต่อเนื่องเพื่อเป็นเครื่องมือในการขาย CPAC Marine Concrete ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจคอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับงานชายฝั่งทะเลแก่ผู้เกี่ยวข้องในวงการก่อสร้างพื้นที่ ภูเก็ต, พังงา, กระบี่ โดยการใช้ข้อมูลที่เป็นสาธารณะที่ได้มาจากหน่วยงานราชการ ในแง่การวิจัยและการทดสอบเชิงประสิทธิผลให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน (Performance Base)

โครงการนี้จะสร้างความเชื่อมั่นในตัวสินค้า ผ่านการวิจัยโครงการร่วมกับสถาบันศึกษาในท้องถิ่นได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคจังหวัดภูเก็ต, มหาวิทยาลัยราชภัฏจังหวัดภูเก็ต, วิทยาลัยเทคนิคจังหวัดกระบี่ ทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลสาธารณะน่าเชื่อถือที่จะนำไปอ้างอิงสำหรับ ผู้รับเหมาก่อสร้าง, เจ้าของโครงการ, หน่วยงานราชการท้องถิ่น, ประชาชนทั่วไป และยังสามารถปลูกฝังแนวความคิดด้าน Performance Base ให้กับอาจารย์และนักศึกษาที่ร่วมโครงการครั้งนี้ด้วย ซึ่งจะมีหัวข้อที่ศึกษาคือ

1. ศึกษาประสิทธิภาพด้านการต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ ของคอนกรีตโครงสร้างจริงในพื้นที่จังหวัดเป้าหมาย
2. ศึกษาคุณภาพคอนกรีตผสมมือหน่วยงานจริง ในแง่ของประสิทธิภาพการซึมผ่านคลอไรด์
3. ศึกษาในห้องทดลองเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีตที่ใช้งานชายฝั่งทะเล

1. เข้าใจในนโยบายของผู้บริหาร

จากนโยบายในการเพิ่มยอดขายและ การสร้างความแตกต่างด้านภาพลักษณ์ของบริษัทที่แสดงความเป็นผู้นำทางด้านคอนกรีตเทคโนโลยี โดยการใช้สินค้าพิเศษเป็นผู้นำ ซึ่งผลที่จะตามมาคือ

ก) เพื่อสร้างความเป็นผู้นำทางด้านคอนกรีตเทคโนโลยี เหนือคู่แข่งทำให้ลูกค้าเกิดความภาคภูมิใจในการใช้คอนกรีตจากซีแพค

ข) การใช้สินค้าพิเศษเป็นผู้นำในการขาย จะสร้างความเชื่อมั่นให้เจ้าของโครงการ และ การขายสินค้าพิเศษต้องมีการรับส่งข้อมูลระหว่างกันอย่างใกล้ชิด ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับลูกค้าอย่างลึกซึ้ง และสามารถ Log in การใช้งานของลูกค้าได้ในระยะยาว

การพัฒนาสินค้า CPAC Marine Concrete

(Observation) :

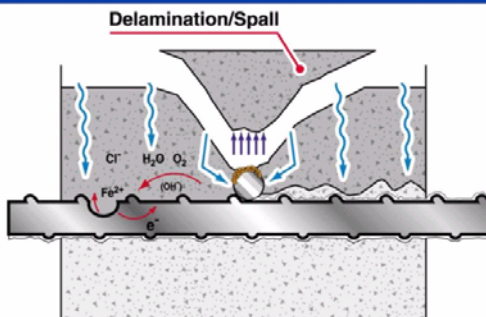


รูปที่ 1 แสดงความเสียหายของคอนกรีตชายฝั่งทะเล

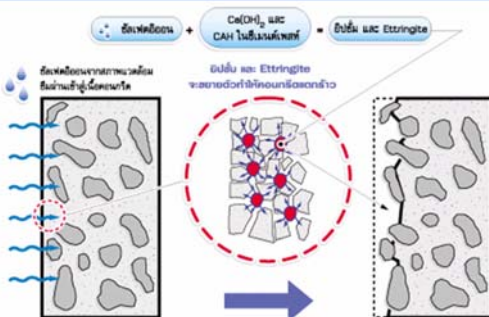
ปฏิกิริยาที่ทำลายคอนกรีตในทะเลคือ

1. คลอไรด์จะทำปฏิกิริยาทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิมซึ่งเป็นการลดพื้นที่หน้าตัดรับแรงของเหล็ก
2. ซัลเฟตทำปฏิกิริยาทำให้คอนกรีตเกิดการขยายตัว และลดสมรรถนะการรับแรงอัดของคอนกรีต

คลอไรด์ทำอันตรายต่อคอนกรีตอย่างไร



ซัลเฟตทำอันตรายต่อคอนกรีตอย่างไร



รูปที่ 2 แสดงแบบจำลองของความเสียหายของโครงสร้างคอนกรีตจาก คลอไรด์และซัลเฟต

โดยทั่วไปผู้อยู่ในวงการก่อสร้างมักมีความเข้าใจว่าซัลเฟต คือสาเหตุหลักของการเสียหายโครงสร้างคอนกรีตที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล แต่การวิจัยพบว่าคลอไรด์เป็นเกลือที่อยู่ในน้ำทะเลมากที่สุดถึง 90% และทำลายเหล็กเสริม ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญการลดลงของประสิทธิภาพโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

การป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กเสริมเนื่องจากคลอไรด์ แบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางคือ

1. โดยการปรับปรุงคุณภาพของคอนกรีต และเหล็กเสริม
 2. โดยอาศัยขบวนการทางไฟฟ้า
1. การป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กเสริมโดยการปรับปรุงคุณภาพของคอนกรีตและเหล็กเสริมอาจกระทำดังต่อไปนี้
- 1) ออกแบบและใช้คอนกรีตที่มีความชื้นน้ำต่ำมาก ๆ คอนกรีตที่มีความชื้นน้ำต่ำจะทำให้คลอไรด์แพร่เข้าไปในคอนกรีตได้ยาก การใช้สารประเภท Filler ซิลิกาฟุ่ม ซึ่งการใช้วัสดุ Pozzolan ในปริมาณเหมาะสมนอกจากจะช่วยให้คอนกรีตที่บ่มน้ำมากขึ้นแล้ว ยังช่วยจับยึดคลอไรด์ได้มากกว่าคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์อย่างเดียว
 - 2) ใช้สารเคลือบผิวคอนกรีต เช่น Epoxy เป็นต้น
 - 3) ใช้สารผสมคอนกรีตบางชนิด เช่น Calcium หรือ Sodium Nitrite ที่สามารถช่วยทำให้ปฏิกิริยาอะโนดิก (Anodic) นั้นเกิดการยากขึ้น
 - 4) ใช้เหล็กเสริมที่ไม่เป็นสนิม หรือเคลือบผิวเหล็กเสริม แต่จะเป็นวิธีที่แพงมาก ต้องออกแบบคอนกรีตไม่ให้เกิดการแตกร้าว
2. การป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กเสริม โดยอาศัยขบวนการทางไฟฟ้า มี 3 วิธี ได้แก่
- 1) Cathodic Protection คือ ขบวนการลดอัตราการผลิตสนิม โดยเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าของขั้วลบให้เท่ากับศักย์ไฟฟ้าของขั้วบวกติดโลหะซึ่งสามารถเกิดสนิมได้ง่ายกว่าเหล็ก (เสียอิเล็กตรอนได้ง่ายกว่า) ไว้กับเหล็กเสริม เรียกโลหะชนิดนี้ว่า "Sacrificial Anode"

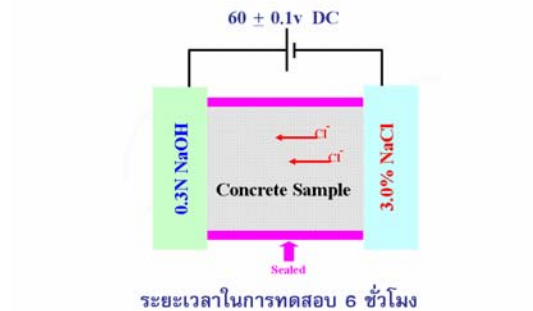
2) Electrodeposition การป้องกันการเกิดสนิมด้วยวิธี Electrodeposition สามารถกระทำได้โดยผ่านไฟฟ้ากระแสตรงระหว่าง เหล็กเสริม (ขั้วลบ) ในคอนกรีต กับขั้วไฟฟ้า (ขั้วบวก) ที่ติดตั้งอยู่อีกบริเวณหนึ่งในทะเล วิธีการนี้เหมาะสำหรับโครงสร้างที่อยู่ใต้ทะเล

3) Desalination and Realkalization วิธีการป้องกันการเกิดสนิมด้วยวิธี Desalination and Realkalization เป็นขบวนการที่ไม่ซับซ้อน โดยมีหลักการคือเมื่อแท่งคอนกรีตที่มีไอออนของคลอไรด์ (Cl⁻) ถูกวางอยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ไอออนของคลอไรด์ซึ่งมีประจุลบจะเคลื่อนที่ไปสู่ขั้วบวก และถ้าแรงดันไฟฟ้าสูงพอ ไอออนของคลอไรด์ จะเคลื่อนที่ออกจากคอนกรีต ไปสะสมในขั้วบวก ในขณะที่เดียวกันที่บริเวณเหล็กเสริมที่เป็นขั้วลบ อิเล็กตรอนก็จะรวมตัวกับน้ำ ทำให้เกิดเป็นก๊าซไฮโดรเจนดังสมการ



จากข้อมูลข้างต้นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำงานใกล้ชายฝั่งทะเลจะเน้นการป้องกันการเป็นสนิมของเหล็กเสริมจากคลอไรด์ สำหรับมาตรฐานการทดสอบการต้านค่าซึมผ่านของคลอไรด์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล คือ ASTM C-1202 : Rapid Chloride Penetration ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบ 6 ชั่วโมง บจก.สยามวิจัย รับบริการทดสอบ Rapid Chloride Penetration เป็นแห่งแรกของประเทศไทย และการทดสอบดังกล่าวเริ่มเป็นที่ยอมรับในหน่วยงานราชการโดยเฉพาะ ถูกเลือกเพื่อควบคุมคุณภาพคอนกรีตโครงการการก่อสร้าง “สะพานติณสูลานนท์” ของกรมทางหลวง

การทดลองทดสอบการซึมผ่าน Chloride ASTM C1202



รูปที่ 3 แสดงวิธีการทดสอบ Rapid Chloride Penetration และ ชุดอุปกรณ์

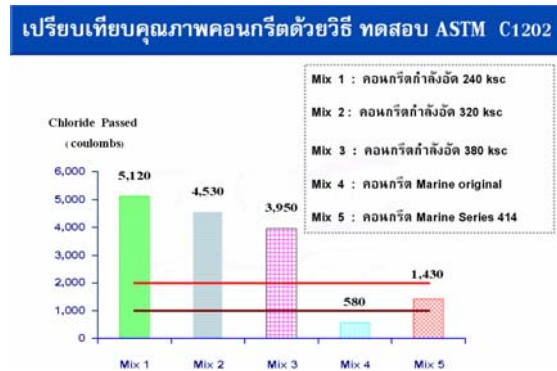
การทดลองทดสอบการซึมผ่าน Chloride ASTM C1202

Chloride Passed (coulombs)	Chloride Ion Penetrability	Concrete Quality
> 4,000	High	Poor
2,000 - 4,000	Moderate	Reasonable
1,000 - 2,000	Low	Good
100 - 1,000	Very Low	Very Good
<100	Negligible	Excellent

ตารางที่ 1 ชั้นมาตรฐานของคุณภาพคอนกรีตในการต้านทานการซึมผ่านคลอไรด์

การพัฒนาสินค้า CPAC Marine Concrete จะออกแบบโดยมาตรฐานการต้านการซึมผ่านของคลอไรด์ (ตารางที่ 1) ที่ Chloride Passed 100-1,000 coulombs ในปี 2547 (Very Good) ที่ผ่านมาได้พัฒนาสินค้าในกลุ่มหลายตัวในชุด Marine Concrete Series ได้แก่ Fast Setting Marine Concrete, Pre-Cast Marine Concrete, Pavement Marine Concrete, Bore Pile Marine Concrete และ Marine Concrete ในส่วนขยายระยะทางจากเดิมที่ไม่เกิน 3 กม. ไปจนเป็นระยะทาง 15 กม. ทำให้สินค้าในกลุ่มนี้ครอบคลุมการใช้งานคอนกรีตในเกือบทุกการใช้งาน (Application-Based-Design)

ในปี 2548 ได้ออกกลุ่มสินค้า Marine Concrete อีกชั้น คุณภาพเพื่อรองรับงานในกลุ่มงานทั่วไปที่ไม่ใช้งานโครงการโดยใช้ชื่อสินค้าคือ CPAC Marine Concrete Series-414 จะใช้มาตรฐานการต้านการซึมผ่านของคลอไรด์อยู่ที่ Chloride Passed 1,000-2,000 coulombs อยู่ในชั้นคุณภาพคอนกรีตระดับดี Good ซึ่งคุณสมบัติการต้านทานคลอไรด์เปรียบเทียบกับส่วนผสมอื่น ๆ แสดงในกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงชั้นคุณภาพคอนกรีตในการต้านทานการซึมผ่านคลอไรด์

การดำเนินงานที่ผ่านมามุ่งในการพัฒนาสินค้าแต่ยังไม่นำเสนอความรู้ด้านสมรรถนะคอนกรีตด้านการต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ให้กับผู้เกี่ยวข้องในพื้นที่ การเปลี่ยนทัศนคติพฤติกรรมการใช้คอนกรีต ที่จะเป็นรากฐานของการใช้งานอย่างยั่งยืนในอนาคต

2. กำหนดงานที่จะทำ



กราฟที่ 2 แสดงสัดส่วนการใช้คอนกรีตชายฝั่งทะเลในพื้นที่ภาคใต้ 2 เทียบกับยอดทั้งภาคใต้

ในพื้นที่ภาคใต้ 2 (ภูเก็ต, พังงา, กระบี่) ยอดการใช้คอนกรีตงานชายฝั่งทะเลยังไม่สูงมาก (กราฟที่ 2) และ ยอดการใช้งานไม่คงที่ขึ้นอยู่กับโครงการที่เข้ามา โดยโครงการขนาดใหญ่ที่เลือกใช้ส่วนใหญ่เป็นงานเอกชนที่ออกแบบจากต่างประเทศ

ปัญหาของการนำเสนอสินค้าคือ ลูกค้านำไม่ได้ เห็นจากสภาพงานหรือหน่วยงานจริงจึงยังไม่เกิดความเชื่อมั่นในสินค้า กิจกรรมส่งเสริมการขายที่ประสบความสำเร็จ เช่น นำเจ้าหน้าที่จากองค์การบริหารส่วนราชการจังหวัดกระบี่ ทัศนศึกษาการก่อสร้างโครงการสะพานติณสูลานนท์ ดำเนินงานโดยกรมทางหลวงในช่วงปลายปี 2547 (รูปที่ 4) ซึ่งสามารถเปลี่ยนทัศนคติและความเข้าใจในเรื่องการซึมผ่านของคลอไรด์ และสร้างยอดขาย “Marine Concrete” ในการก่อสร้างภายใต้การดูแลของจังหวัดกระบี่ได้



รูปที่ 4 คณะ อบจ.จังหวัดกระบี่เยี่ยมชมการก่อสร้างสะพานติณสูลานนท์

การบรรยายจากหน่วยงานราชการซึ่งเป็นผู้ใช้คอนกรีตจะสร้างความเชื่อถือ จึงมีแนวคิดในการพัฒนาข้อมูลด้านการต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ร่วมกับหน่วยราชการเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสาธารณะและเป็นเครื่องมือในการเสนอสินค้าต่อไป

ดังนั้นการพัฒนาแนวทางการให้ความรู้และความเข้าใจผู้ที่สามารถชี้้นำการเลือกใช้ และสร้างแนวคิดด้าน Performance Base โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มเป้าหมาย (Target Group) คือ

1. กลุ่ม ปรรม.ที่รับงานในพื้นที่
2. กลุ่มส่วนราชการท้องถิ่น (อบจ,อบต)
3. กลุ่มสถาบันการศึกษาในท้องถิ่น (วิทยาลัยเทคนิค,สถาบันราชภัฏ)
4. กลุ่มบริษัทเอกชนแบบและให้คำปรึกษาในพื้นที่
5. ประชาชนผู้อาศัยในพื้นที่ชายฝั่งทะเล

การตั้งเป้าหมาย

เป้าหมายโครงการ :

1. สร้างความเชื่อมั่นในสินค้า Marine Concrete โดยใช้ข้อมูลที่ศึกษาร่วมกับสถาบันการศึกษาในท้องถิ่น
2. เพิ่มปริมาณการขายจากการขยายกลุ่มใช้งานที่เข้าใจสมรรถนะคอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับงานชายฝั่งทะเล

3. พัฒนาวิธีการเพื่อปฏิบัติงาน

กำหนดงานที่จะทำ

1. สร้างความมั่นใจให้ลูกค้าเมื่อใช้สินค้า CPAC Marine Concrete
 - 1.1 ตั้งศูนย์ทดสอบสมรรถนะคอนกรีตด้านการต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ในพื้นที่
 - 1.2 บริการทดสอบให้ลูกค้าที่ใช้ CPAC Marine Concrete และ ลูกค้าที่ต้องการเปรียบเทียบคุณภาพ ก่อนตัดสินใจใช้งานจริง
2. ผลวิจัยด้านสมรรถนะการต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ที่น่าเชื่อถือ ซึ่งดำเนินงานร่วมกับสถาบันการศึกษาเพื่อใช้ส่งเสริมการขาย
 - 2.1 ทดสอบสมรรถนะคอนกรีตของสิ่งก่อสร้าง ในพื้นที่เป้าหมาย
 - 2.2 ทดสอบสมรรถนะคอนกรีตผสมมือจากหน่วยงานจริงในพื้นที่
 - 2.3 การ Trial Mixed ร่วมกับสถาบันการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบ Marine Concrete กับคอนกรีตทั่วไป
- 3.* ผลักดันยอดขายสินค้า CPAC Marine Concrete
 - 3.1 จัดสัมมนาลูกค้าใน จ.ภูเก็ต,จ.กระบี่ เพื่อสร้างความเข้าใจในสินค้า
 - 3.2 ประชาสัมพันธ์ผลวิจัยร่วมกับสถาบันการศึกษา (หนังสือพิมพ์ท้องถิ่น, แผ่นพับ,วิทยุ) เพื่อส่งเสริมการขาย
- 4.* วิเคราะห์เพื่อสรุปผลการดำเนินงาน
 - 4.1 ความรู้ในสินค้าของกลุ่มเป้าหมาย และความพึงพอใจในการใช้งาน
 - 4.2 ปริมาณยอดขายที่ได้เพิ่มจากลูกค้ารายใหม่ในแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

* อยู่ในช่วงดำเนินงาน

4. วางแผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน		พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1. จัดเตรียมห้องทดสอบการต้านทานซึมผ่านของคลอไรด์	P	█							
	A	▨							
2. ประสานงานสถาบันการศึกษาเพื่อร่วมมือศึกษาสมรรถนะคอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับชายฝั่งทะเล	P		█						
	A		▨						
3. สัมมนาความรู้ด้านคอนกรีตชายฝั่งทะเลและการทดสอบคุณสมบัติที่เหมาะสม	P				█				
	A						▨		
4. ติดต่อนหน่วยงานเพื่อขอเข้าไปเก็บตัวอย่าง Coring, เก็บก้อนตัวอย่าง	P				█				
	A				▨				
5. ดำเนินการวิจัย (Coring หน่วยงาน, Trial Mixed, เก็บตัวอย่าง Concrete Hand-mixed ในพื้นที่)	P						█		
	A						▨		
6. สรุปเป็นมาตรฐานและผลการวิจัยรวมที่เป็นข้อมูลเชิงสาธารณะ	P							█	
	A								▨

5. การปฏิบัติตามแผนงาน

ขั้นตอนของการปฏิบัติงานมีรายละเอียดดังนี้

1. ตั้งศูนย์ทดสอบคลอไรด์ในพื้นที่ภาคใต้
 - จัดหาเครื่องทดสอบคลอไรด์และห้องทดสอบที่ได้มาตรฐาน (รูปที่ 5)
 - อบรมพนักงานให้มีความรู้ด้านคุณสมบัติคอนกรีตและการใช้เครื่องมือ (รูปที่ 6)
 - จัดทำใบออกผลทดสอบที่ได้มาตรฐาน
 - สอบเทียบเครื่องมือและวิธีการจากสถาบันที่ได้รับความเชื่อถือ
 - เขียนมาตรฐานการทดสอบการต้านทานของคลอไรด์ (ตามเอกสารแนบ 1)

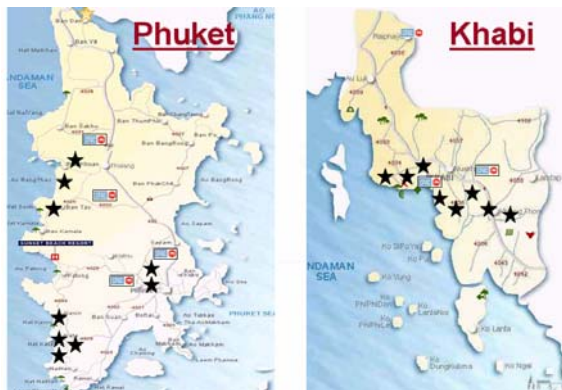


รูปที่ 5 ศูนย์ทดสอบสมรรถนะคอนกรีตสำหรับงานชายฝั่งทะเล ณ โรงงานซีแพคภูเก็ต



รูปที่ 6 แสดงวิธีการทดสอบ Rapid Chloride Penetration

2. ผลวิจัยที่ร่วมศึกษากับสถาบันการศึกษาท้องถิ่น
- 2.1 เก็บตัวอย่างชิ้นส่วนคอนกรีตโดยวิธี Coring ขนาดก้นตัวอย่างเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. จากหน่วยงานจริงในพื้นที่ โดยมีจำนวนหน่วยงานทั้งหมด 18 หน่วยงาน (รูปที่ 7)

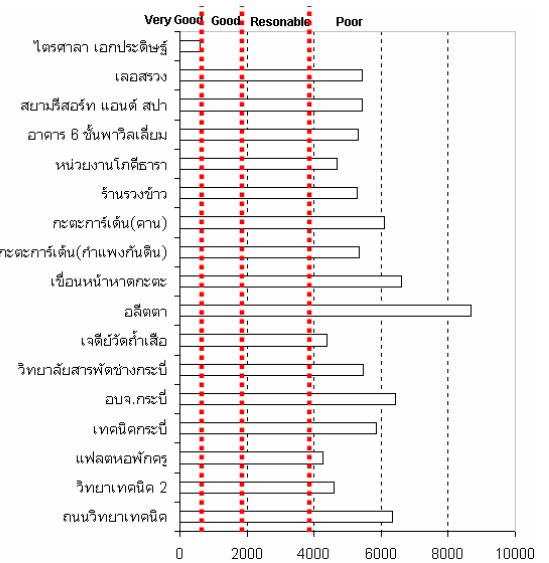


รูปที่ 7 แสดงตำแหน่งหน่วยงานที่ Coring เพื่อหาสมรรถนะคอนกรีต



รูปที่ 8 แสดงการดำเนินการเก็บตัวอย่าง ณ โครงสร้างจริงของหน่วยงานเป้าหมาย

จากนั้นนำก้อนตัวอย่างเพื่อมาทดสอบการต้านทานคลอไรด์ และกำลังอัดคอนกรีตซึ่งส่วนใหญ่เป็นคอนกรีตรับรองกำลังอัด 240 ksc. (กราฟที่ 3) ซึ่งแสดงหน่วยงานไตรศลาที่ใช้ Marine Concrete เป็นหน่วยงานเดียวที่มีค่าการซึมผ่านต่ำกว่า 1,000 (Very Good) และโครงการที่เหลือจะค่าการซึมผ่านคลอไรด์สูงกว่า 4,000 (Poor) ทั้งหมด ระหว่างการเก็บก้อนตัวอย่างที่หน่วยงาน ผู้ควบคุมงานจะได้ทราบวิธีการทดสอบ คุณสมบัติที่เหมาะสมของคอนกรีตชายฝั่งทะเล และจะรับผลทดสอบคุณสมบัติ ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้จากสิ่งที่ได้สัมผัสจริง



กราฟที่ 3 ผลทดสอบการต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ในพื้นที่ จ.ภูเก็ต, กระบี่

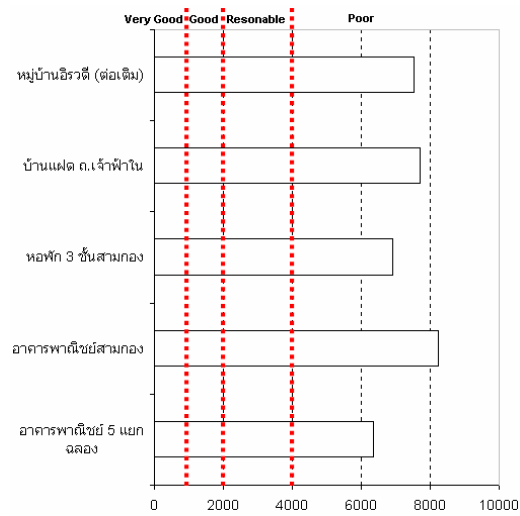
2.2 ผลวิจัยคุณภาพคอนกรีตผสมมือ (Hand Mixed)

ของ หน่วยงานจริงในพื้นที่ สถาบันวิทยาลัยเทคนิคภูเก็ตดำเนินการการเก็บก้อนตัวอย่างจาก หน่วยงานจริงที่ใช้ไม่มีมือโดยใช้แบบทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. (รูปที่-9) นักศึกษาในโครงการ จะถูกอบรมทักษะ การทดสอบ Slump และ การเก็บก้อนตัวอย่าง รวมทั้งสังเกตการณ์การทดสอบกำลังอัด และ Rapid Chloride Penetration ผลสรุปคอนกรีตไม่มีมือ (Hand-Mixed) ในโครงการที่เข้าไปเก็บตัวอย่างพบว่า คุณสมบัติการต้านทานคลอไรด์ทุกหน่วยงานเกินกว่า 4,000 อยู่ในชั้นมาตรฐาน "Poor"

ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการสร้างการเรียนรู้ในกลุ่ม ผรม.ขนาดเล็ก เจ้าของโครงการ และ นักศึกษาที่ร่วมโครงการ



รูปที่ 9 แสดงการดำเนินการเก็บตัวอย่างคอนกรีต Hand-Mixed



กราฟที่ 4 ผลทดสอบการต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์หน่วยงานที่ใช้คอนกรีตผสมมือ ในพื้นที่ จ.ภูเก็ต

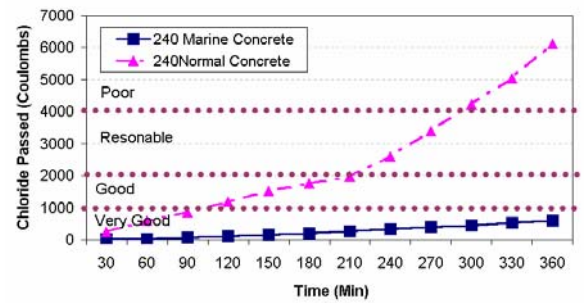
2.3 ผลสรุปคุณภาพคอนกรีต CPAC Marine Concrete Series ร่วมกับสถาบันการศึกษา

- อบรมนักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการเรื่องการทดสอบส่วนผสม และการออกแบบเบื้องต้น
- ทดลองส่วนผสมคอนกรีตทั่วไป และส่วน CPAC Marine Concrete (รูปที่ 10)
- ประเมินคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ระหว่างคอนกรีตปกติกับ Marine Concrete (กราฟที่ 5-7)

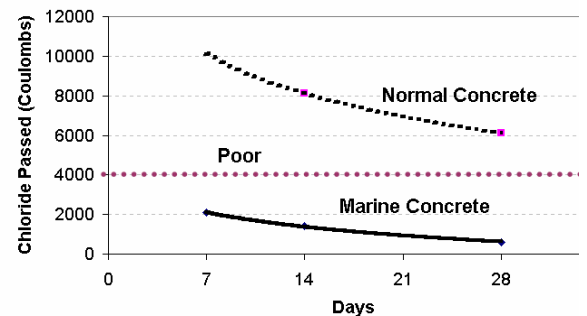
การ Trial Mixed ร่วมกับสถาบันการศึกษา



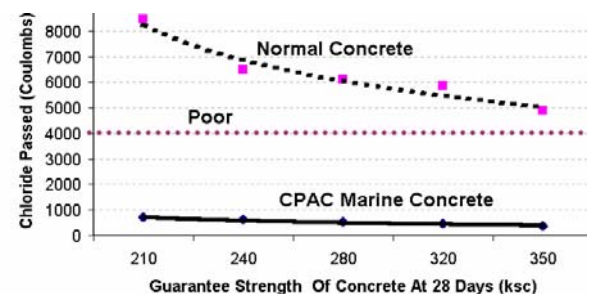
รูปที่ 10 แสดงการทดลองส่วนผสมคอนกรีตในห้องทดลอง นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏจังหวัดภูเก็ต ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง



กราฟที่ 5 ผลเปรียบเทียบการทดสอบ Rapid Chloride Penetration อายุ 28 วัน ระหว่างคอนกรีตปกติและ Marine Concrete



กราฟที่ 6 แสดงผลเปรียบเทียบการพัฒนาต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ที่อายุต่าง ๆ กัน ระหว่างคอนกรีตปกติและ Marine Concrete



กราฟที่ 7 แสดงผลเปรียบเทียบคุณสมบัติ การซึมผ่านคลอไรด์ ของคอนกรีตที่รับรองกำลังอัดต่าง ๆ กัน ระหว่างคอนกรีตปกติและ Marine Concrete

การศึกษาดังกล่าวทำทั้งในพื้นที่ จ.กระบี่ และ ภูเก็ต เพื่อจะสร้างข้อมูลสาธารณะที่สามารถเผยแพร่ในท้องถิ่นซึ่งเกิดจากการวิจัยร่วมกันระหว่าง CPAC และ สถาบันการศึกษาท้องถิ่น รวมทั้งอาจารย์และ นักศึกษา (Influencer) สามารถแนะนำการใช้ และการทดสอบให้กับ ผรม.ในท้องถิ่น

3. ผลักดันยอดขายสินค้า CPAC Marine Concrete

3.1 จัดสัมมนาลูกค้าใน จ.ภูเก็ต จ.กระบี่ เพื่อสร้างความเข้าใจในสินค้า



รูปที่ 11 แสดงการจัดสัมมนาเพื่อให้ความรู้ด้านการทดสอบการต้านทานของคอนกรีต

การจัดสัมมนาเพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ ศูนย์ทดสอบคอนกรีต ผรม.ในท้องถิ่น ส่วนราชการ ซึ่งจะสร้างความเชื่อมั่นในสินค้าซึ่งสามารถทดสอบคุณภาพได้จริง และมีผลการทดสอบแนบพร้อม กับผลทดสอบกำลังอัดทุกครั้ง ส่วนราชการท้องถิ่น สามารถตั้งงบประมาณซื้อคอนกรีตในราคาที่สูงกว่า คอนกรีตปกติ จากผลทดสอบ Rapid Chloride Penetration และได้เริ่มมีผลในโครงการขององค์การบริหารส่วนจังหวัดกระบี่

6. การดำเนินงานขั้นต่อไป

6.1 ประชาสัมพันธ์ผลการวิจัยที่ทำร่วมกับ สถาบันการศึกษา (หนังสือพิมพ์ท้องถิ่น, แผ่นพับ, วิทยู) เพื่อส่งเสริมการขาย

6.2 การนำข้อมูลที่ได้เพื่อเป็นข้อมูลส่งเสริมการขาย คอนกรีตชายฝั่งทะเล และสร้างความเข้าใจและทัศนคติที่ดีที่เกี่ยวข้องในวงการก่อสร้างเรื่องการทดสอบสมรรถนะด้านการต้านทานการซึมผ่านคลอไรด์

7. แผนงานในอนาคต

ส่งเสริมการใช้สินค้า Marine Concrete ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน เพื่อให้มียอดขายสัดส่วนมากกว่า 30% จากยอดขายคอนกรีตทั้งหมด เนื่องจากเป็นส่วนผสมเหมาะสมสำหรับงานโครงสร้างในพื้นที่ ที่สามารถยืดอายุโครงสร้างสิ่งก่อสร้างในท้องถิ่น และยังเป็น การตอบสนองนโยบายของบริษัท ในการเป็นผู้นำการยกระดับมาตรฐานการก่อสร้างในแต่ละท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ด้วย ความช่วยเหลือจากกลุ่มบุคคลดังนี้ คือ

- คุณ เชิดพงศ์ วงศ์พิเชษฐ์ ผู้จัดการ CPAC ภาคใต้ 2 ที่ให้คำแนะนำและแนวคิดในการดำเนินการโครงการนี้
- อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง มหาวิทยาลัยราชภัฏจังหวัดภูเก็ต, อาจารย์ภาควิชาการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคจังหวัดภูเก็ต และกระบี่ และ นักศึกษาที่ร่วมโครงการทุกท่าน
- คุณ บุญรอด คุปดีทัฬหี และ คุณรัชต์ชยุตม์ เกษมชัยศิริ ส่วนคอนกรีตเทคโนโลยี ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินโครงการ
- ทีมงานบริการเทคนิคที่ให้ความช่วยเหลือการ Coring Test
- ทีมงานส่งเสริมคุณภาพ ภาคใต้ 2 ประสานงาน และดำเนินการในทุกขั้นตอน

เอกสารอ้างอิง

- เอกสารประกอบหลักสูตรการฝึกอบรมคอนกรีตเทคโนโลยีแบบบูรณาการ สำหรับวิศวกร
- American Concrete Institute, ACI COMMITTEE 201, Guide for durable concrete , ACI 201.2R-92, 1992

เบื้องหลังการดำเนินงาน



เอกสารแนบ 1

Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration

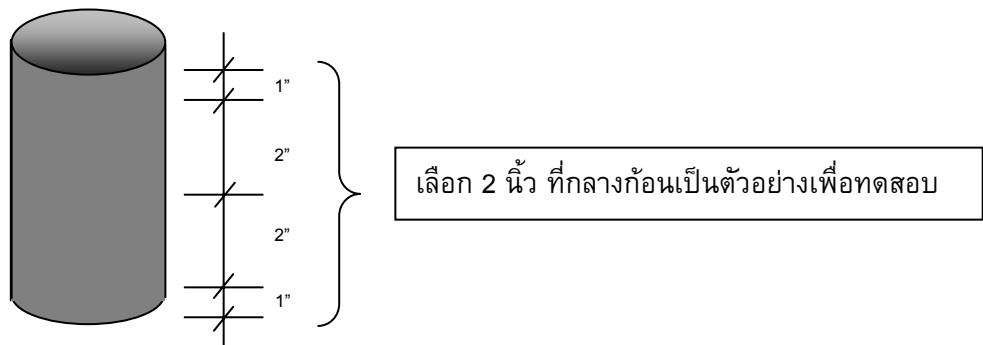
วิธีการเตรียมก้อนตัวอย่างและลำดับการทดสอบ

1. การเก็บก้อนตัวอย่างคอนกรีตเพื่อทดสอบ

การหล่อก้อนตัวอย่างคอนกรีตให้เป็นไปตามมาตรฐานโดยใช้แบบหล่อ Cylinder ขนาด 10 x 20 cm. ทำการทดสอบที่อายุ ก้อนตัวอย่างครบ 28 วัน หากเป็นก้อนตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการ Coring ที่โครงสร้างเพื่อทดสอบกำลังอัด ก็ควรมีอายุ 28 วันเช่นกัน

1.1 การเตรียมก้อนตัวอย่าง เริ่มที่อายุ 27 วัน ดังนี้

- ตัดก้อนตัวอย่าง ให้มีขนาดความหนา 2 นิ้ว โดยทำการตัดที่ผิวบนและผิวล่างออก 1 นิ้ว (เนื่องจากที่ผิวบนของก้อนตัวอย่างจะมี ค่า w/b ที่สูงกว่าจุดอื่น เป็นผลให้กำลังอัดและค่าความทึบน้ำต่ำ) ทำการตัดก้อนคอนกรีตส่วนถัดลงมา มีขนาดความหนา 2 นิ้ว จะได้ทั้งหมด 2 ก้อน / ตัวอย่างขนาด 10x20 ซม.



- เช็ดหรือผึ่งให้แห้ง ทาด้วย Silicon รอบๆ ก้อนตัวอย่าง โดยไม่ต้องทาที่ด้านบนและด้านล่าง ต้องตรวจดูให้มีความหนาพอประมาณเพื่อไม่ให้สารละลายซึมผ่านได้ในทางกลับกันหากทาหนาจนเกินไป จะทำให้ก้อนตัวอย่างสวมเข้าช่อง Cell ไม่ได้
- นำก้อนตัวอย่างลงหม้อ Desiccator เพื่อไล่ฟองอากาศ โดยทำการเปิด Vacuum Saturation Apparatus เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (ขั้นตอนนี้ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น)
- หลังจาก 3 ชั่วโมง ให้เติมน้ำกลั่นลงใน Beaker จนท่วมก้อนตัวอย่าง เปิดเครื่องต่ออีก 1 ชั่วโมง
- หลังจาก 1 ชั่วโมง นำก้อนตัวอย่างออก แช่ลงในน้ำกลั่น ต่ออีก 18 ชั่วโมง รอจนครบอายุที่ 28 วันจึงนำทดสอบ

1.2 การประกอบก้อนตัวอย่างเข้า Cell

- ตรวจสอบ Cell ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ โดยเช็คที่หัวเสียบทองแดงกับแผ่นทองเหลืองกันก้อนตัวอย่างต้อง เชื่อมติดกัน (หากชำรุดต้องซ่อมด้วยลวดเชื่อมบัดกรี) , จากจุดปลั๊กไปยังแผ่นทองแดงจะมีรูลอดมาจาก Cell หากรั่ว ต้องซีลด้วย Silicon
- นำก้อนตัวอย่างขึ้นจากน้ำกลั่น เช็ดด้วยผ้าให้แห้ง

- วาง Cell หนึ่งด้านช่องสวมขึ้น นำก้อนตัวอย่างวางลงที่ช่องสวม กดให้แน่นแล้วอัด ด้วย Silicon รอบๆก่อน กดด้วยนิ้วให้ Silicon อัดแน่นบริเวณรอบก่อน
- หาย Cell ที่เหลือ และนำ Cell ที่อัดด้วยก้อนตัวอย่างที่ผ่านมา สวมลงไปช่องสวม อัดด้วย Silicon เหมือนเดิมอีกรอบ ในระหว่าง ประกอบ Cell จัดรูเติมสารให้อยู่ในด้านเดียวกันเสมอ รอจน Silicon แข็งทั้งสองด้าน

2. การเตรียมสารและการผสมสาร

2.1 การเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 3.0 % ($Na\ Cl\ 3.0\ \%$) ซึ่งน้ำหนักนบรีสุทธิ 970 กรัม ใส่ภาชนะที่สามารถปิดฝาเขย่าได้ และชั่งสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 30 กรัม นำสารเติมลงในน้ำกลั่น เขย่าจน สารละลายเข้ากัน

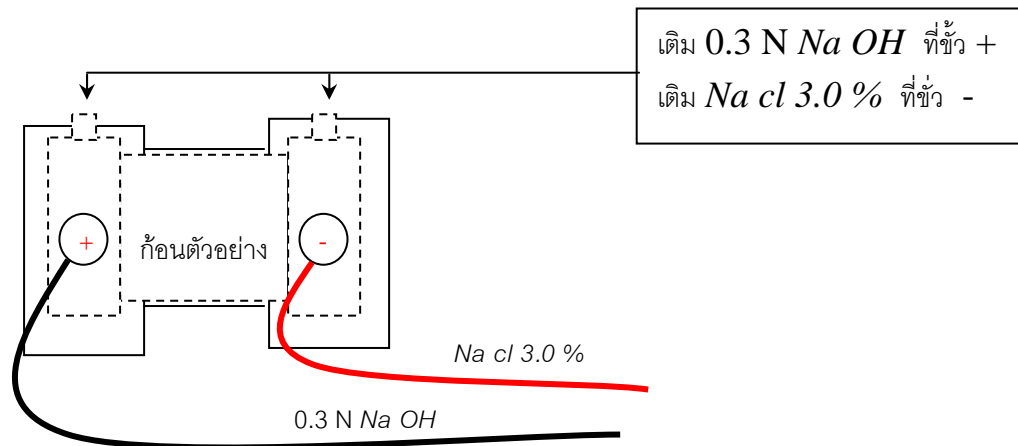
2.2 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.3 N ($0.3\ N\ Na\ OH$) เตรียมน้ำหนักนบรีสุทธิ 1000 กรัม * สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 12 กรัม จากการคำนวณ จะได้สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 0.3 N เขย่าให้เข้ากัน

* เครื่องชั่งมีค่าความละเอียดที่ 0.1 กรัม

3. การทดสอบโดยเครื่องทดสอบความต้านทานคลอไรด์

3.1 เมื่อก่อนตัวอย่างที่ทำการ Seal เข้ากับ Cell แห้งแล้ว ให้วาง Cell ด้านที่มีรูเติมสารขึ้น เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ลง Cell จนเต็ม และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในด้านที่เหลือจนเต็มเช่นกัน

3.2 เสียบสายจากตัวเครื่องต่อมายัง Cell โดยสาย สีดำ คือ ขั้ว บวก ให้เสียบที่ช่อง สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ , สีขาว สีแดง คือ ขั้วลบ ให้เสียบที่ช่อง สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ตรวจสอบที่ Cell ไม่ให้มีสารรั่วออกมา (หากรั่ว ต้อง Seal ด้วย Silicon รอจนแห้งจึงเปิดเครื่อง)



รูป แสดงการต่อสายเข้า Cell และเติมสารตามขั้วบวก ขั้วลบ

3.3 ทำการเปิดเครื่องโดยใช้ไฟฟ้า 220 V ผ่าน เครื่องแปลงและตั้งให้กระแสไฟฟ้าออก $60 \pm 0.1\ V$ จัด Chanal ที่ ทดสอบตามจำนวน Cell ที่ทดสอบ

3.4 เปิดเครื่องทดสอบที่ ปุ่ม Power และกด On ,Stop ,Reset พร้อมกัน ตั้งเวลาที่ ทดสอบ 6 ชั่วโมง

3.5 กด Start เครื่องจะทำการอ่านค่า ที่กระแสไฟผ่านของแต่ละ Cell โดยจะทำการบันทึกทุกๆ 30 นาที

3.6 ให้ทดสอบจนครบ ที่ 6 ชั่วโมง เมื่อครบเครื่องจะตัด ให้จดค่า Coulombs ที่ผ่าน นำค่าไปอ่านเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ASTM C1202 ใน Table 1. Chloride Ion Penetrability Based on Charge Passed