



เลขที่เอกสาร: 61120105310098000

สวพ-ว-4(1)

ใบนำส่งรายงานวิจัย

เลขที่รับ(สวพ).....

วันที่รับ.....

ขอส่งรายงานวิจัย มก. ประจำปีงบประมาณ (1) 2553

(2) ลักษณะโครงการ เป็นโครงการวิจัยเดี่ยว รหัส ว-ท(ด)76.53 ชื่อโครงการ การศึกษาการลดคลอไรด์ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี

(3) หัวหน้าโครงการ ผศ.วันชัย ยอดสุดใจ

(4) หน่วยงาน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ บางเขน

(5) ประเภทโครงการวิจัย โครงการวิจัย 3 สาขา โครงการวิจัยสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(6) รายงานที่ส่ง รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับจริง) จำนวน 8 ชุด พร้อม CD/Diskette 2 แผ่น

(7) การเผยแพร่ผลงานวิจัย ประสงค์ให้ สวพ. เผยแพร่ได้

ลงชื่อ.....

(ผศ.วันชัย ยอดสุดใจ)

หัวหน้าโครงการ

29 ก.ค. 2556

ใบรับรายงานวิจัย

เลขที่รับ(สวพ).....

วันที่รับ.....

ขอส่งรายงานวิจัย มก. ประจำปีงบประมาณ (1) 2553

(2) ลักษณะโครงการ เป็นโครงการวิจัยเดี่ยว รหัส ว-ท(ด)76.53 ชื่อโครงการ การศึกษาการลดคลอไรด์ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี

(3) หัวหน้าโครงการ ผศ.วันชัย ยอดสุดใจ

(4) หน่วยงาน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ บางเขน

(5) ประเภทโครงการวิจัย โครงการวิจัย 3 สาขา โครงการวิจัยสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(6) รายงานที่ส่ง รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับจริง) จำนวน 8 ชุด พร้อม CD/Diskette 2 แผ่น

(7) การเผยแพร่ผลงานวิจัย ประสงค์ให้ สวพ. เผยแพร่ได้

ลงชื่อ.....

(เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา)

...../...../.....



รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
ทุนอุดหนุนวิจัย มก.ปีงบประมาณ 2553

รหัสโครงการวิจัย ว-ท(ด)76.53
การศึกษาการลดคลอไรด์ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี
Study on Electrochemical Chloride Removal in Reinforced Concrete

หัวหน้าโครงการ ผศ.วันชัย ยอดสุดใจ
หน่วยงานต้นสังกัด ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ บางเขน
หน่วยงานหลัก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ บางเขน

แหล่งทุน : ทุนอุดหนุนวิจัย มก.

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัย (Project)
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2553

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโครงการวิจัย

- 1.1 รหัส ว-ท(ด)76.53 ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาการลดคลอไรด์ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี
- 1.2 ลักษณะโครงการ เป็นโครงการวิจัยเดี่ยว
- 1.3 ชื่อหัวหน้าโครงการ ผศ.วันชัย ยอดสุดใจ
- 1.4 หน่วยงานต้นสังกัด ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ บางเขน
 หน่วยงานหลัก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ บางเขน
- 1.5 ประเภทโครงการ โครงการวิจัย 3 สาขา โครงการวิจัยสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.6 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ 1 ปี ปีงบประมาณ 2553
- 1.7 สถานที่ดำเนินงานวิจัย/เก็บข้อมูล
 - ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์
- 1.8 งบประมาณรวมตลอดโครงการ 200,000.00 บาท ประกอบด้วย
 ปีงบประมาณ 2553 ได้รับ 200,000.00 บาท
- 1.9 วัตถุประสงค์โครงการวิจัย
 1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการซ่อมแซมโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่เป็นสนิมด้วยวิธีการทางไฟฟ้าเคมี (Electro Chemical Removal)
 2. เพื่อหาศึกษาหาเงื่อนไข (Condition) ที่เหมาะสมระหว่างชนิดของสารละลาย (Electrolyte) กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยเข้าไปในระบบ (Current) ที่จะทำให้ปริมาณคลอไรด์ที่นำออกมาสูงที่สุด
 3. หาผลการของระยะทางที่เชื่อมต่อกับกระแสไฟฟ้าต่อประสิทธิภาพของการดึงคลอไรด์ออกจากคอนกรีตเสริมเหล็ก
- 1.10 เป้าหมายผลงานวิจัยตลอดโครงการ

ปีงบประมาณ	เดือนที่	ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะได้
2553	1-6	
	7-12	
- 1.11 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ
 - วัตถุประสงค์ (ตามแผน)
 1. ทำการทดลองกับชิ้นตัวอย่างขนาดเล็กเพื่อหาเงื่อนไข (Condition) ที่เหมาะสมระหว่างชนิดของสาร

ละลายที่ใช้โดยทดลองกับสารละลายอาทิ NaOH, Ca(OH)₂ เป็นต้นโดยความเข้มข้นต่างๆ กัน และขนาดของกระแสน้ำต่าง ๆ กัน

2. ดำเนินการซ่อมแซมด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมีด้วย สารละลายและกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุด ในชิ้นส่วนของคอนกรีตที่ใหญ่ขึ้น เพื่อดูผลกระทบของการดึงคลอไรด์ในคอนกรีตเมื่อมีระยะห่างแตกต่างกันไป (เนื่องจากระยะห่างมาก ยิ่งทำให้กระแสไฟฟ้าอ่อนลงในการดำเนินการดึงคลอไรด์ออก)

3. ทำการทดสอบหาการแพร่ของคลอไรด์ไอออนภายใต้สภาวะการนำไฟฟ้า (Migration of Chloride Ion) เพื่อนำไปทำนายการซ่อมแซมด้วยวิธีการทางไฟฟ้าเคมีอย่างถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4. วิเคราะห์และสรุปผล และดำเนินการเขียนรายงาน

- เป้าหมาย/ผลที่คาดหวัง (ตามแผน)

1. ได้เงื่อนไขที่เหมาะสม

2. ทราบผลกระทบของการดึงคลอไรด์ในคอนกรีตเมื่อมีระยะห่างแตกต่างกันไป

3. ได้การแพร่ของคลอไรด์เพื่อใช้ในการทำนายการซ่อม

4. ได้รายงานฉบับสมบูรณ์

- ผลการดำเนินงาน (ปฏิบัติได้จริง)

1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ในการทดลองในการดึงคลอไรด์ไอออนออกจากคอนกรีตได้มากที่สุดคือสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์อิ่มตัวที่ระยะเวลา 28 วัน

2. การเคลื่อนที่ของคลอไรด์ภายในคอนกรีตออกมาสู่สารละลายแปรผันตรงกับปริมาณของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง โดยแรงดันไฟฟ้าขนาด 15 โวลต์ซึ่งมีค่ามากที่สุดในการวิจัยนี้ สามารถลดปริมาณคลอไรด์ได้มากที่สุดในทุกสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสอดคล้องกับสมการของ Nernst planck ซึ่งมีขนาดของความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นตัวกำหนดอัตราการไหลของไอออนผ่านคอนกรีต

3. ประสิทธิภาพในการดึงคลอไรด์ที่อยู่ภายในคอนกรีตในบริเวณที่ไม่ได้สัมผัสกับสารละลาย ลดลงตามระยะทางที่ห่างออกจากสารละลายโดยสามารถอธิบายได้โดยใช้อัตราการไหล (Flux) ของไอออนและสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Diffusion coefficient) จากสมการของ Nernst planck โดยใช้งานวิจัยในต่างประเทศเป็นแนวทางในการลดขนาดไฟฟ้าตามระยะทางที่ห่างออกจากสารละลาย

4. ได้รายงานฉบับสมบูรณ์

1.12 ผลการดำเนินงานวิจัยเป็นไปตามแผนหรือไม่ อย่างไร

- เป็นไปตามแผน

1.13 ปัญหา อุปสรรคในการดำเนินงาน และแนวทางแก้ไข

- ไม่มีปัญหาและอุปสรรค

1.14 สรุปผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์

- บรรลุ

1.15 ผลผลิต/สิ่งที่ได้จากการวิจัย (Outputs)

- หัวเรื่องวิทยานิพนธ์

การศึกษาการลดคลอไรต์ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี

1.16 จุดเด่นของผลงานวิจัย / ผลผลิต / สิ่งที่ได้จากการวิจัย (outputs)

- สร้างนักวิจัยหน้าใหม่/พัฒนานักวิจัย

ทำให้นักวิจัยที่ร่วมงานมีความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยและการแก้ปัญหาในงานวิจัยได้มากขึ้น และมีทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับงานวิจัย และอยากเห็นการพัฒนาประเทศผ่านงานวิจัย

1.17 การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ (Outcomes)

1. การนำผลการวิจัยไปเผยแพร่/ถ่ายทอด

1.1 วารสารวิชาการระดับชาติ/วารสารวิชาการระดับนานาชาติ 1 เรื่อง

อยู่ระหว่างส่งตีพิมพ์/กำลังเขียนต้นฉบับ ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

- ผู้แต่ง : Wanchai Yodsudjai and Wisit Saelim

- ชื่อเรื่อง : Influences of Electric Potential and Electrolyte on Electrochemical Chloride Removal in Reinforced Concrete ชื่อวารสาร : Journal of Materials in Civil Engineering

1.2 นำเสนอในการประชุม/สัมมนาระดับชาติและนานาชาติ 2 เรื่อง

นำเสนอในการประชุม/สัมมนาระดับชาติ

- ลักษณะเอกสาร/รูปแบบการนำเสนอ : บทความเต็มรูปแบบ/ภาคบรรยาย

- ชื่อผู้เสนอผลงาน : วิศิษ แซ่ลิ้ม และวันชัย ยอดสุดใจ

- ชื่อเรื่อง : การฟื้นฟูสมรรถภาพโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยการดึงคลอไรต์ออกด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี

- ชื่อการประชุมสัมมนา : การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 48 ม.เกษตรศาสตร์

- วัน/เดือน/ปี : จาก 3 ก.พ. 2553 ถึง 5 ก.พ. 2553

- สถานที่/เมือง/ประเทศ : ไทย

- หน้า : 91 ถึง 96

นำเสนอในการประชุม/สัมมนาระดับชาติ

- ลักษณะเอกสาร/รูปแบบการนำเสนอ : บทความเต็มรูปแบบ/ภาคบรรยาย

- ชื่อผู้เสนอผลงาน : วิศิษ แซ่ลิ้ม และวันชัย ยอดสุดใจ

- ชื่อเรื่อง : การซ่อมแซมโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยการดึงคลอไรต์ออกด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี

- ชื่อการประชุมสัมมนา : การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 15

- วัน/เดือน/ปี : จาก 12 พ.ค. 2553 ถึง 14 พ.ค. 2553

- สถานที่/เมือง/ประเทศ : อุบลราชธานี

- หน้า : 196 ถึง 200

1.3 เผยแพร่ผลงานในรูปแบบการจัดนิทรรศการ

-

1.4 บทความ

-

1.5 จัดอบรมถ่ายทอด

-

1.6 นำเสนอทางสื่อผสม

-

1.7 ภาครัฐนำไปใช้กำหนดแผน/นโยบาย

-

1.9 อื่นๆ

-

2. เป้าหมายการนำผลลัพธ์ / ผลสำเร็จที่ได้ / หรือคาดว่าจะได้จากการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ด้านการศึกษา/เสริมการเรียนการสอน

- สามารถนำไปประกอบการเขียนตำรา เอกสารประกอบการสอนในวิชาเรียนที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาซ่อมแซมโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

2. ด้านเศรษฐกิจ

- การมีวิธีการซ่อมแซมโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ดีและเหมาะสม ทำให้มีทางเลือกมากขึ้น และจะทำให้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในด้านการตัดสินใจซ่อมแซมโครงสร้างหรือการสร้างโครงสร้างใหม่

3. ด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยี/ฝึกอบรมแก่กลุ่มเป้าหมาย

- สามารถนำความรู้ที่ได้ถ่ายทอดให้กับบุคคลที่อยู่ในวงการบำรุงรักษาซ่อมแซมโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้ ผ่านการสัมมนาทางวิชาการ การนำเสนอผลงานทางวิชาการ

4. นำความรู้ไปวิจัย/พัฒนาขั้นต่อไป

- นำไปพัฒนาความรู้ในด้านนี้เพื่อที่จะได้มีโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทนทานยืนยาวได้

1.18 ผลกระทบ (Impact) ที่เกิดจากการนำผลการวิจัยไปใช้ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ด้านใด

- ยุทธศาสตร์การบริหารราชการแผ่นดิน (พ.ศ.2548 - 2551)

1. ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและยั่งยืน

เป้าประสงค์ การปรับโครงสร้างการผลิตเพื่อเพิ่มผลิตภาพ และคุณค่าของสินค้าและบริการบนฐานความรู้และความเป็นไทย

- นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ(พ.ศ.2551 - 2553)

ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 5 การบริหารจัดการความรู้ ผลงานวิจัย ทรัพยากร และภูมิปัญญาของประเทศสู่การใช้ประโยชน์ด้วยยุทธวิธีที่เหมาะสม

กลยุทธ์การวิจัยที่ 2 การวิเคราะห์และประเมินผลเพื่อการพัฒนาศักยภาพและความสามารถด้านการวิจัย
ของประเทศที่มีประสิทธิภาพ

แผนงานวิจัยที่ 2 การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานการวิจัยของประเทศ

1.19 การรับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา

-

1.20 การได้รับรางวัล

-

1.21 งานที่จะทำต่อไป

- ส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับจริง)

1.22 คำชี้แจงเพิ่มเติม

-

1.23 ได้แนบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการ (Project) ตามหัวข้อในส่วนที่ 2 มาด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....หัวหน้าโครงการ

(ผศ.วันชัย ยอดสุดใจ)

29 ก.ค. 2556

ส่วนที่ 2

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2553

โครงการวิจัยรหัส ว-ท(ด)76.53

การศึกษาการลดคลอไรด์ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี

Study on Electrochemical Chloride Removal in Reinforced Concrete

(1)วันชัย ยอดสุดใจ,

(1)Wanchai Yodsudjai,

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีผลกระทบจากการแทรกซึมของคลอไรด์เนื่องจากน้ำทะเล โดยใช้วิธีทางไฟฟ้าเคมีด้วยการทดสอบหาเงื่อนไขของชนิดของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และค่าความต่างศักย์ที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการและนำเงื่อนไขที่คาดว่าเหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปทำการบำรุงรักษาและฟื้นฟูโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ได้รับผลกระทบเนื่องจากคลอไรด์ ผลการทดลองพบว่าการลดปริมาณคลอไรด์ในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นมีแนวโน้มที่ดี โดยใช้ระยะเวลาเพียงช่วงสั้นๆ ก็สามารถลดปริมาณคลอไรด์ได้ในอัตราที่น่าพอใจ ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องเช่น ชนิดของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ระยะเวลาของกระบวนการลดปริมาณคลอไรด์ หรือค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยผลการทดลองที่ระยะเวลา 28 วันพบว่าวิธีการนี้สามารถดึงคลอไรด์ออกจากคอนกรีตได้ถึงร้อยละ 76 โดยใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) เป็นอิเล็กโทรไลต์และขนาดความต่างศักย์ 15 โวลต์สำหรับการทดสอบหาปริมาณคลอไรด์ที่ลดลงในบริเวณที่ห่างจากบริเวณที่ติดตั้งสารละลายพบว่าบริเวณที่ห่างออกจากบริเวณที่ติดตั้งสารละลายประสิทธิภาพของการดึงคลอไรด์ในคอนกรีตด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมีลดลงตามระยะทางที่ห่างไปจากบริเวณที่ทำการติดตั้งสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งสอดคล้องกับสมการของ Nernst planck ซึ่งอธิบายการเคลื่อนที่ของคลอไรด์ไอออนผ่านคอนกรีตด้วยกระแสไฟฟ้าสอดคล้องกับผลงานวิจัยในห้องปฏิบัติการ

คำสำคัญ : ไฟฟ้าเคมี, การฟื้นฟูสมรรถภาพ, คอนกรีต

ABSTRACT

This research presents the method of rehabilitation of reinforced concrete structure deteriorated from chloride attack. The electrochemical chloride removal is used to remove chloride ion from the reinforced concrete structure. The objective of this research is to find the appropriate parameters for this method; that is, type of electrolyte solution, electrochemical potential and charging duration. As a result, there is a good tendency for using the electrochemical chloride removal method to remove chloride ion from the

reinforced concrete structure. For 28 days charging duration, this method can remove chloride ion up to 76% by using $\text{Ca}(\text{OH})_2$ solution as electrolyte with 15 Volts DC electrical potential. The efficiency of the electrochemical chloride removal decreased as the distance from the position of installation of the external electrode and electrolyte increased and could be satisfactory predicted by the Nernst Planck equation.

Key words : Electrochemical chloride removal, Rehabi

(1)ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ บางเขน

(1)Faculty of Engineering