บทคัดย่อ

การเสื่อมสภาพของโครงสร้างอาคารในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐมได้ถูกสำรวจเบื้องต้นและพบว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่สัมผัสกับดินโดยตรงได้มีการชำรุดเกิดการแตกร้าวของคอนกรีตและมีการเกิดสนิมที่บริเวณของเหล็กเสริม ซึ่งโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นกับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีอายุการใช้งานมานานมากกว่า 25 ปี การศึกษาสาเหตุของการเสื่อมสภาพได้ตรวจสอบสาเหตุของการเสียหายจำนวน 4 อาคาร โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการขุดเจาะเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกประมาณ 1.50 เมตร จากระดับผิวดินในบริเวณข้างเคียงอาคารคอนกรีต จำนวนทั้งสิ้น 4 ตัวอย่าง และทำการเก็บตัวผงคอนกรีตของตอม่อที่ระดับความลึกต่างๆ กันคือ 2, 4, 6, 8 และ 10 เซนติเมตร โดยนำตัวอย่างดินและผงคอนกรีตตรวจสอบปริมาณซัลเฟต คลอไรด์ และตรวจสอบความลึกของคาร์บอเนชั่น ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีของดิน จะสามารถจัดอยู่ในระดับซัลเฟตรุนแรงน้อยถึงรุนแรงตามมาตรฐาน วสท. และวิเคราะห์ความเสียหายเนื่องจากอัลคาไล โดยค่า $\%Na_2O_{(eq)}$ น้อยกว่า 0.6% ตามมาตรฐาน วสท. และปริมาณคลอไรด์ที่ยอมให้ในคอนกรีตมีปริมาณที่สูง ซึ่งมีจำนวน 2 อาคาร คือ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน (อาคาร 1) และเรือนปฏิบัติการกลางและสำนักงาน ภาควิชากีฏวิทยา ที่มีค่าเกินมาตรฐานทำให้มีโอกาสเป็นไปได้ที่อาคารเกิดการเสื่อมสภาพเนื่องจากถูกกัดกร่อนจากคลอไรด์ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจด้วยตาเปล่ามีการสนิมเกิดขึ้นที่เหล็กเสริมที่ตอม่ออาคาร สำหรับการเสื่อมสภาพจากปฏิกิริยาคาร์บอเนชั่น มีผลกระทบน้อยมาก

คำสำคัญ : การเสื่อมสภาพของโครงสร้าง, คลอไรด์, ซัลเฟต, คาร์บอเนชั่น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของคณะผู้บริหาร และคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ บุคลากร เจ้าหน้าที่ ทุกหน่วยงานที่ให้ความร่วมมือ และทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและการบริหารจัดการสภาพแวดล้อมภายใน ต่อไป

คณะผู้วิจัย
30 พฤศจิกายน 2555

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		II
กิตติกรรมประกาศ		III
สารบัญตาราง		V
สารบัญภาพ		VI
บทที่ 1	**บทนำ**	1-1
	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1-1
	วัตถุประสงค์ของโครงการการวิจัย	1-5
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	1-5
	การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	1-5
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-13
	ผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	1-14
บทที่ 2	**วิธีวิจัย**	2-1
	ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดการวิจัย	2-1
	เครื่องมือและอุปกรณ์	2-2
	วิธีดำเนินการวิจัย	2-2
	รายละเอียดการเก็บตัวอย่าง	2-9
บทที่ 3	**ผลและวิจารณ์**	3-1
	ผลการตรวจสอบโครงสร้างด้วยตาเปล่า	3-1
	ผลการทดสอบและวิเคราะห์ทางเคมี	3-8
	ปริมาณธาตุหมู่อัลคาไล	3-16
	ปริมาณคลอไรด์ที่ละลายน้ำได้ในเนื้อคอนกรีต	3-17
	ผลการทดสอบการวัดความลึกของคาร์บอเนชั่น	3-21
	การคำนวณระยะการเสื่อมสภาพของคอนกรีตเนื่องจากปริมาณคลอไรด์	3-23
	ผลการวิเคราะห์จากสมการของ Corr et al. (2001)	3-26
บทที่ 4	**สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**	4-1
	สรุปผลการวิจัย	4-1
	ข้อเสนอแนะ	4-2
เอกสารอ้างอิง		
ภาคผนวก		

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	สัญลักษณ์จุดเจาะสำรวจเก็บตัวอย่างดิน	1-8
1-2	ข้อกำหนดสำหรับคอนกรีตที่สัมผัสสารละลายซัลเฟต (ว.ส.ท.ข้อ 3105 ก ตารางที่ 3004)	1-12
1-3	ปริมาณสารที่ยอมให้ในน้ำสำหรับคอนกรีต	1-12
1-4	ข้อกำหนดคุณสมบัติทางเคมีเพิ่มเติมของมวลรวมหยาบที่ใช้แล้ว	1-13
1-5	ปริมาณสูงสุดของอนุมูลคลอไรด์เพื่อป้องกันการเกิดสนิม (ว.ส.ท.ข้อ 3105 ข และตารางที่ 3005)	1-13
3-1	ผลการประเมินระดับความเสียหายของโครงสร้างด้วยสายตา	3-1
3-2	ปริมาณธาตุที่พบในดินตัวอย่าง	3-8
3-3	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ 1 (หลุม 1)	3-9
3-4	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ 3 (หลุม 3)	3-9
3-5	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ 5 (หลุม 5)	3-10
3-6	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ 7 (หลุม 7)	3-10
3-7	ปริมาณธาตุในดินที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction; % ความเข้มข้นโดยน้ำหนัก)	3-15
3-8	แนวโน้มที่จะเป็นสารละลายของตัวอย่างดินที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction)	3-15
3-9	ปริมาณธาตุในหมู่อัลคาไล และ % $Na_2O_{(aq)}$ โดยการคำนวณจากมวลอะตอม	3-16
3-10	ผลการทดลองปริมาณคลอไรด์ที่ละลายน้ำได้ในเนื้อคอนกรีต	3-17
3-11	ผลการทดสอบการวัดความลึกของคาร์บอเนชั่น	3-21
3-12	ผลการคำนวณระยะเวลาในการเสื่อมสภาพเนื่องจากปริมาณคลอไรด์ที่ผิว	3-24
3-13	เวลาที่เหล็กเริ่มเกิดกระบวนการกัดกร่อนจากปฏิกิริยาคาร์บอเนชั่นจากสมการที่ (5)	3-26
3-14	ผลจากการแทนค่าลงในสมการเพื่อวิเคราะห์ระยะเวลาและอายุการใช้งานของคอนกรีตตามสมการของ Corr et al. (2001)	3-27

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	ตัวอย่างคอนกรีตในสภาพสลับเปียกสลับแห้งบริเวณชายฝั่งทะเล จ.ชลบุรี	1-2
1-2	ลักษณะการเปื่อยยุ่ยของคอนกรีตจากการกัดกร่อนของซัลเฟต	1-2
1-3	การกัดกร่อนของคลอไรด์	1-3
1-4	การเกิดสนิมของเหล็กเสริมในโครงสร้างตอม่ออาคาร 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน	1-4
1-5	แผนที่แสดงจุดเจาะสำรวจเก็บตัวอย่างดิน	1-7
1-6	การชำรุดเสียหายของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	1-8
1-7	ปริมาณเกลือโซเดียมซัลเฟตของดินตัวอย่าง	1-9
2-1	ความเสียหายของโครงสร้างตอม่อโดยทั่วไป บริเวณหอพักนิสิต	2-1
2-2	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน	2-3
2-3	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างคอนกรีต	2-4
2-4	แสดงการวัดรอยแตกร้าว	2-4
2-5	ขั้นตอนการวัดความลึกของคาร์บอเนชั่น	2-5
2-6	การทดสอบหากำลังอัดประลัยคอนกรีตโดยวิธี Rebound Hammer-Schmidt	2-6
2-7	การตรวจสอบระยะหุ้มและตำแหน่งเหล็กเสริม	2-6
2-8	แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงบริเวณการเก็บตัวอย่าง	2-8
2-9	สภาพอาคารบริเวณการเก็บตัวอย่าง	2-9
3-1	ผังบริเวณแสดงความเสียหายของเสาตอม่อ อาคารกีฏวิทยา	3-3
3-2	ผังบริเวณแสดงความเสียหายของเสาตอม่ออาคาร1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ กพส.	3-4
3-3	ผังบริเวณแสดงความเสียหายของเสาตอม่อ กองยานพาหนะฯ อาคาร 1	3-5
3-4	ผังบริเวณแสดงความเสียหายของเสาตอม่อ กองยานพาหนะฯ อาคาร 2	3-6
3-5	ผังบริเวณแสดงความเสียหายของเสาตอม่อ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตโคกระบือ	3-7
3-6	ปริมาณธาตุที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction; mg/kg)	3-11
3-7	แผนภูมิปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ในดินที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction; mg/kg)	3-12
3-8	แผนภูมิปริมาณธาตุแคลเซียม (Ca) ในดินที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction; mg/kg)	3-12
3-9	แผนภูมิปริมาณธาตุแคลเซียม (Mg) ในดินที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction; mg/kg)	3-13
3-10	แผนภูมิปริมาณธาตุโซเดียม (Na) ในดินที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction; mg/kg)	3-13

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3-11	แผนภูมิปริมาณธาตุคลอไรด์ (Cl) ในดินที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction; mg/kg)	3-14
3-12	แผนภูมิปริมาณธาตุซัลเฟอร์ (S) ในดินที่สกัดโดยน้ำ (Water Extraction; mg/kg)	3-14
3-13	ปริมาณปริมาณคลอไรด์ (Cl) ที่ละลายน้ำได้ในคอนกรีต เทียบกับค่ามาตรฐาน	3-19
3-14	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปริมาณคลอไรด์ (Cl) กับระดับความลึกของการเจาะผงตัวอย่างคอนกรีตของตัวอย่างผงคอนกรีต cp 1 และ cp 2	3-19
3-15	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปริมาณคลอไรด์ (Cl) กับระดับความลึกของการเจาะผงตัวอย่างคอนกรีตของตัวอย่างผงคอนกรีต cp 3 และ cp 4	3-20
3-16	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปริมาณคลอไรด์ (Cl) กับระดับความลึกของการเจาะผงตัวอย่างคอนกรีตของตัวอย่างผงคอนกรีต cp 5 และ cp 6	3-20
3-17	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปริมาณคลอไรด์ (Cl) กับระดับความลึกของการเจาะผงตัวอย่างคอนกรีตของตัวอย่างผงคอนกรีต cp 7 และ cp 8	3-21
3-18	กราฟแสดงระยะเวลาอายุการใช้งานของคอนกรีต	3-28