

บทที่ 1

บทนำ

สำหรับบทนำเป็นการกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขตการศึกษา และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โครงสร้างคอนกรีตที่ตั้งอยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมทะเล (Marine environment) จัดได้ว่าเป็นโครงสร้างที่อยู่ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่มีการทำลายรุนแรงสูง เนื่องจากโครงสร้างคอนกรีตต้องสัมผัสกับสารเคมีต่างๆ จากน้ำทะเล อาทิเช่น เกลือคลอไรด์ เกลือซัลเฟต เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นสารที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อเหล็กเสริมและคอนกรีต สารเหล่านี้มีผลทำให้โครงสร้างคอนกรีตเสื่อมสภาพเร็วก่อนกำหนด เนื่องด้วยเกิดปัญหาการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในคอนกรีต การขยายตัวและแตกร้าวของคอนกรีต เป็นต้น ทำให้ในแต่ละปีประเทศไทยต้องสูญเสียงบประมาณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ซ่อมแซมและบำรุงรักษาโครงสร้างเหล่านี้เป็นจำนวนมาก ซึ่งสาเหตุการเสื่อมสภาพของโครงสร้างคอนกรีตเป็นผลมาจากสาเหตุหลายๆ ประการประกอบกัน อาทิเช่น การเลือกใช้วัสดุสำหรับผลิตคอนกรีตที่ไม่เหมาะสม การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตที่ไม่เหมาะสมต่อสภาพสิ่งแวดล้อมทะเล การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตโดยไม่คำนึงถึงปัญหาความคงทนของคอนกรีตในระยะยาว หรือแม้กระทั่งการควบคุมงานก่อสร้างที่ไม่ดี เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากการขาดความรู้ความเข้าใจถึงปัญหาความคงทนและการเสื่อมสภาพของคอนกรีตในสภาพสิ่งแวดล้อมจริงทางทะเล ด้วยเหตุเหล่านี้นำไปสู่ความต้องการศึกษาเข้าใจในพฤติกรรมและการเสื่อมสภาพของคอนกรีตในสภาพสิ่งแวดล้อมจริงทางทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสิ่งแวดล้อมจริงทางทะเลของประเทศไทยเอง เพื่อจะได้มีความรู้ความเข้าใจถึงพฤติกรรมของคอนกรีตภายใต้การบุกรุกทำลายโดยสารเคมีหลายประเภทพร้อมๆ กัน และหาวิธีการป้องกันปัญหาการเสื่อมสภาพโครงสร้างคอนกรีตของประเทศไทยก่อนเวลาอันควรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับปัญหาของสารละลายซัลเฟตก็นับได้ว่าเป็นปัญหาหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งของความทนทานคอนกรีตในกรณีที่โครงสร้างคอนกรีตต้องสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมที่มีซัลเฟต เช่น ในน้ำทะเล หรือในดินปนเปื้อน เป็นต้น โดยที่โครงสร้างคอนกรีตทั่วไปที่ต้องสัมผัสกับสภาพแวดล้อมที่มีสารซัลเฟต (SO_4^{2-}) ที่อยู่ในรูปของสารละลายซัลเฟตสามารถทำอันตรายต่อซีเมนต์เพสต์ในคอนกรีตได้ ตัวอย่างของซัลเฟตที่พบมากในธรรมชาติและเป็นอันตรายต่อคอนกรีต เช่น โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) แมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO_4) และแคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) เป็นต้น ความเสียหายจากซัลเฟตที่เกิดขึ้นกับคอนกรีตนั้น จะเกิดการผุกร่อน พองตัว และแตกร้าวอย่างรุนแรง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของซัลเฟตและความชื้น จากผลการศึกษาของปิตีศานต์ [1] พบว่า ในสารละลายโซเดียมซัลเฟต การแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย (fly ash) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

สามารถต้านทานซัลเฟตได้ดี แต่ในกรณีของสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตนั้นพบว่า การต้านทานซัลเฟตของคอนกรีตที่ใช้เถ้าลอยแทนที่ในปูนซีเมนต์จะแย่กว่าเมื่อเทียบกับการไม่แทนที่

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน โดยมีผลผลิต (By product) ที่เหลือใช้เป็นเถ้าลอยของเถ้าถ่านหิน (Fly ash) ประมาณปีละ 3 ล้านตัน ในขณะที่ฝุ่นหินปูน (Limestone Powder) เป็นผลพลอยได้จากการย่อยหินเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมในการผลิตปูนซีเมนต์ และอุตสาหกรรมการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ โดยอนุภาคของฝุ่นหินปูนมีขนาดอยู่ในช่วง 1 ถึง 100 ไมโครเมตร จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามอร์ตาร์ผสมผงหินปูนมีกำลังอัดที่สูงกว่ามอร์ตาร์ที่ผสมสารปอซโซลานหลายชนิด [2] ดังนั้นจึงน่าจะนำเอาข้อดีดังกล่าวของผงหินปูนมาพัฒนาในเรื่องการต้านทานซัลเฟต โดยเฉพาะในกรณีแมกนีเซียมซัลเฟตซึ่งเมื่อใช้เถ้าลอยเป็นส่วนผสมจะให้ผลการต้านทานที่แย่ลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่แทนที่ นอกจากนี้จะเห็นว่า แม้ผลการวิจัยในต่างประเทศเมื่อใช้เถ้าลอยแทนที่ในปูนซีเมนต์จะช่วยต้านทานโซเดียมซัลเฟตได้ดี แต่เถ้าลอยที่ได้มาจะไม่เหมือนกับของประเทศเรา อีกอย่างในธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมที่มีซัลเฟตนั้น จะไม่มีชนิดใดชนิดหนึ่ง และยังมีคลอไรด์เป็นส่วนผสมด้วย

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของซีเมนต์ที่ผสมเถ้าลอยและผงหินปูนต่อการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์ เพื่อเป็นการให้สอดคล้องกับธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมในทะเลจริง โดยวัดการขยายตัว (Expansion) ของตัวอย่างมอร์ตาร์ เมื่อสัมผัสกับสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมของคอนกรีตเมื่อเผชิญกับสิ่งแวดล้อมทะเล

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์ดังนี้

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ผสมเถ้าลอยและผงหินปูน กับตัวอย่างปูนซีเมนต์ล้วน ที่สัมผัสกับสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์

1.2.2 เพื่อดูถึงผลกระทบของซีเมนต์ผสมเถ้าลอยและผงหินปูน ต่อการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ที่สัมผัสกับสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกส่วนผสมของคอนกรีตผสมเถ้าลอยและผงหินปูน เมื่อเผชิญกับสิ่งแวดล้อมทะเล

1.2.4 เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำมาตรฐานในด้านความคงทนของคอนกรีตต่อไป

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาของงานวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตงานวิจัยดังนี้

1.3.1 วัสดุประสานที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 ปูนซีเมนต์ปอซโซลาน ปูนซีเมนต์บดผสมผงหินปูนร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ผงหินปูน และเถ้าลอย

1.3.2 ในการประเมินความต้านทานซัลเฟตของตัวอย่างมอร์ตาร์ที่แช่ในสารละลายซัลเฟตนั้น ใช้การวัดการขยายตัว (Expansion) การสูญเสียน้ำหนัก (Weight Loss) ของตัวอย่างมอร์ตาร์ ที่อายุ 2, 3, 4, 8, 13 และ 16 สัปดาห์ของการแช่ในสารละลายซัลเฟต หลังจากนั้นให้ทำการวัดตัวอย่างทุกๆ อายุ 2 เดือนของการแช่ในสารละลายซัลเฟต

1.3.3 ทำการวัดการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ที่แช่ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์

1.3.4 เปรียบเทียบการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ที่แช่ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์

1.3.5 วิเคราะห์ผลกระทบของเถ้าลอยและผงหินปูนต่อการขยายตัวของมอร์ตาร์ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์

การวัดการขยายตัว

วิธีการวัดการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ที่แช่ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์ กระทำตามมาตรฐาน ASTM C 1012 โดยหลังจากแช่ตัวอย่างในน้ำที่อุณหภูมิ 23 ± 1 °C ด้วยปูนขาว 28 วัน ทำการวัดความยาวเริ่มต้นของตัวอย่างด้วยเครื่องวัดความยาว (length comparator) ตามมาตรฐาน ASTM C 490 ต่อจากนั้นนำตัวอย่างแช่ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์ แล้วทำการวัดความยาวของตัวอย่างที่อายุ 2 3 4 8 13 และ 16 สัปดาห์ของการแช่ในสารละลายดังกล่าว หลังจากนั้นให้ทำการวัดตัวอย่างทุก ๆ อายุ 2 เดือนของการแช่ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์ สำหรับการขยายตัวของตัวอย่างเป็นการเฉลี่ยการขยายตัว 3 แห่งตัวอย่างรูปที่ 1 แสดงเครื่องวัดความยาวของตัวอย่าง ค่าการขยายตัวของตัวอย่างคำนวณจากสมการ (1)

$$\text{การขยายตัว (\%)} = [(L_t - L_i)/L_i] \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ L_i คือค่าเฉลี่ยความยาวเริ่มต้นของตัวอย่างหลังจากแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 23 ± 1 °C ด้วยปูนขาว 28 วัน (มม.)

L_t คือค่าเฉลี่ยความยาวของตัวอย่างหลังจากแช่ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์ (มม.)

เถ้าลอยจะใช้แทนที่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และ 5 ซึ่งแทนที่ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 30 และ 50 โดยน้ำหนัก

1) ผงหินปูน จะใช้แทนที่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และ 5 ซึ่งแทนที่ในอัตราส่วนร้อยละ 10 และ 20 โดยน้ำหนัก

2) เถ้าลอย จะใช้แทนที่ในอัตราส่วนร้อยละ 20 และแทนที่ผงหินปูนร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และ 5

3) แก้วลอย จะใช้แทนที่ในอัตราส่วนร้อยละ 10 และแทนที่ผงหินปูนร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และ 5

4) แก้วลอย จะใช้แทนที่ในอัตราส่วนร้อยละ 40 และแทนที่ผงหินปูนร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และ 5

5) แก้วลอย จะใช้แทนที่ในอัตราส่วนร้อยละ 30 และแทนที่ผงหินปูนร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และ 5

สำหรับตัวอย่างมอร์ตาร์ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (w/b) เท่ากับ 0.55 โดยที่อัตราส่วนวัสดุประสานต่อทรายของมอร์ตาร์เท่ากับ 1:2.75 ตลอดการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ใช้โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) แมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO_4) และโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นสารละลายละลาย โดยให้โซเดียมซัลเฟตผสมกับแมกนีเซียมซัลเฟตในสัดส่วน 3:1 โดยให้ปริมาณของไอออนซัลเฟต (SO_4^{2-}) มีความเข้มข้นร้อยละ 5 และผสมกับโซเดียมคลอไรด์โดยให้ความเข้มข้นของซัลเฟตรวมกับคลอไรด์ (Cl^-) เท่ากับร้อยละ 5 ($\text{SO}_4^{2-} : \text{Cl}^- = 1:8$) โดยเตรียมสารละลายไว้ล่วงหน้า 1 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ก่อนที่ใช้แช่ตัวอย่าง อัตราส่วนของปริมาตรสารละลายต่อปริมาตรตัวอย่างที่แช่ประมาณ 4:1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในการศึกษาครั้งนี้ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ มีดังนี้

1.4.1 ทราบถึงการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์เมื่อใช้วัสดุประสานต่างชนิดกันที่แช่ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์

1.4.2 ทราบถึงผลกระทบของการใช้วัสดุประสานที่ต่างชนิดกันต่อคุณสมบัติในด้านการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ในสารละลายซัลเฟตและคลอไรด์

1.4.3 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุประสาน (ปูนซีเมนต์ แก้วลอย และผงหินปูน) เพื่อใช้ในส่วนผสมคอนกรีตที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมซัลเฟต