บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

โดยทั่วไปสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced concrete structures) เนื่องจากโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงและคงทน อีกทั้งยังมีต้นทุนในการก่อสร้างที่ไม่สูงเมื่อเทียบกับโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (Steel structures) และสามารถทำการก่อสร้างได้ง่าย สร้างเป็นรูปทรงและขนาดต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้ผู้รับเหมาก่อสร้างส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีความคุ้นเคย เนื่องจากเคยทำมาเป็นระยะเวลานาน แต่ในปัจจุบันพบว่ามีโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวนมากมีปัญหาการเสื่อมสภาพและชำรุดเสียหายอย่างรวดเร็วภายหลังจากที่เปิดใช้งานไปได้ไม่นาน ตัวอย่างเช่น สะพาน ท่าเทียบเรือ กำแพงกันคลื่น ที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้ชายฝั่งทะเลหรือสัมผัสกับน้ำทะเลโดยตรง เช่น ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง รวมทั้งจังหวัดอื่นๆ ในภาคตะวันออกของประเทศไทย เป็นต้น โดยพบว่าโครงสร้างเหล่านี้มีการเสื่อมสภาพเนื่องมาจากเนื้อคอนกรีตเกิดการขยายตัวและแตกร้าว และเหล็กเสริมภายในโครงสร้างคอนกรีตก็ผุกร่อนเป็นสนิมด้วย ทำให้โครงสร้างเกิดความเสียหายและมีอายุการใช้งานสั้นกว่าอายุการใช้งานที่ออกแบบไว้ (Design service life) สาเหตุที่เกิดความเสียหายเช่นนี้เพราะว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมทะเลที่มีการทำลายสูง โดยในน้ำทะเล (Seawater) มีเกลือซัลเฟต (Sulfate) และเกลือคลอไรด์ (Chloride) ละลายอยู่ ซึ่งเกลือทั้งสองจะทำให้เกิดปัญหาการเสื่อมสภาพของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้ โดยเกลือโซเดียมซัลเฟต ($NaSO_4$) ในน้ำทะเลจะทำให้คอนกรีตเกิดการขยายตัว (Expansion) และเกลือแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) ในน้ำทะเลทำให้คอนกรีตสูญเสียความสามารถยึดประสานของเนื้อคอนกรีต ซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียกำลังรับแรงอัด (Strength reduction) ของคอนกรีต ส่วนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในน้ำทะเลเมื่อแทรกซึมเข้ามาภายในเนื้อคอนกรีตและไปสะสมที่ระดับผิวเหล็กสูงเกินกว่าระดับปริมาณคลอไรด์วิกฤต (Chloride threshold level) จะทำให้เหล็กเสริมในคอนกรีตสูญเสียความต้านทานการเกิดสนิม (Depassivation) และหากมีออกซิเจนและน้ำจะทำให้เหล็กเสริมเกิดการผุกร่อน (Corrosion) และเป็นสนิม (Rust) ในที่สุด ซึ่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมทำให้พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมน้อยลง หน่วยแรงในเหล็กเสริมส่วนที่เหลืออยู่ก็จะมีค่าสูงขึ้นและอาจทำให้โครงสร้างวิบัติได้ นอกจากนี้ปริมาตรสนิมเหล็กที่เกิดขึ้นจะดันให้คอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมเอาไว้เกิดการแตกร้าวและหลุดร่อนได้ ซึ่งจะส่งผลต่อความแข็งแรงและความสวยงามของโครงสร้างเป็นอย่างมาก

แต่เนื่องจากโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นโครงสร้างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย อันเนื่องจากก่อสร้างทำได้ง่ายและมีราคาที่ไม่แพง ดังนั้นหากต้องก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในสิ่งแวดล้อมที่มีการทำลายสูง เช่น ในทะเลหรือติดชายฝั่งทะเล ก็ควรพิจารณาเลือกใช้คอนกรีตที่มีความ

คงทนต่อการทำลายของเกลือซัลเฟตและเกลือคลอไรด์ในน้ำทะเลได้สูง จะใช้คอนกรีตโดยทั่วไปไม่ได้ เพราะหากใช้คอนกรีตที่คงทนในการก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในสิ่งแวดล้อมทะเลแล้ว จะทำให้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นมีความทนทานต่อการทำลาย และมีอายุการใช้งานตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรเพื่อการก่อสร้างอย่างคุ้มค่าและเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาในระยะยาวลงอีกด้วย

ในอดีตมีความเข้าใจว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องสัมผัสโดยตรงกับน้ำทะเล น้ำกร่อย หรืออยู่ใกล้ชายฝั่ง ต้องใช้คอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 (Sulfate-resisting Portland cement) เป็นส่วนผสมจึงจะป้องกันปัญหาการเสื่อมสภาพได้ แต่ความเป็นจริงแล้ว เกลือที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลประกอบด้วยเกลือซัลเฟตเพียงประมาณร้อยละ 10 แต่มีเกลือคลอไรด์ถึงร้อยละ 90 ด้วยเหตุนี้โครงสร้างดังกล่าวถึงแม้จะใช้คอนกรีตที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 แล้วก็ยังเกิดปัญหาการเสื่อมสภาพอยู่ดี โดยเฉพาะปัญหาการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในคอนกรีต ดังนั้นการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 เป็นส่วนผสมคอนกรีตจึงไม่สามารถป้องกันปัญหาการเสื่อมสภาพของโครงสร้างได้ เพราะว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 ป้องกันได้เฉพาะสารซัลเฟตในน้ำทะเล แต่ไม่ป้องกันต่อการทำลายของเกลือคลอไรด์ในน้ำทะเล เนื่องจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 มีสารประกอบไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C_3A) ในปริมาณที่ต่ำ เพื่อป้องไม่ให้ไตรแคลเซียมอลูมิเนตทำปฏิกิริยากับสารซัลเฟตที่แทรกซึมเข้ามาในเนื้อคอนกรีตเกิดเป็นสารประกอบเอททริงไกต์ (Ettringite) ซึ่งทำให้คอนกรีตเกิดการขยายตัวและแตกร้าวขึ้น แต่ไตรแคลเซียมอลูมิเนตมีประโยชน์ในการป้องกันการทำลายเนื่องจากเกลือคลอไรด์ เพราะสามารถยึดจับเกลือคลอไรด์ที่แทรกซึมเข้ามาในคอนกรีตให้กลายเป็นคลอไรด์ที่ถูกยึดจับ (Fixed chloride) ซึ่งเคลื่อนที่ไม่ได้ จึงเหลือปริมาณคลอไรด์อิสระ (Free chloride) น้อยลง ที่จะสามารถเคลื่อนที่เข้าไปสะสมที่ผิวเหล็กเสริมภายในคอนกรีตได้ ทำให้คอนกรีตมีความต้านทานการแทรกซึมของคลอไรด์ ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมในการป้องกันปัญหาการเสื่อมสภาพของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในทะเลคือ ต้องพัฒนาคอนกรีตที่ป้องกันปัญหาทั้งเกลือซัลเฟตและเกลือคลอไรด์ไปพร้อมๆ กัน มิใช่ป้องกันปัญหาใดปัญหาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งหากทำได้ก็จะทำให้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีอายุการใช้งาน (Service life) ตามที่ต้องการ

ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงวางกรอบแนวคิดของการวิจัยไว้ว่าศึกษาและพัฒนาคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (Ordinary Portland cement) เป็นวัสดุประสานหลักในคอนกรีต แต่จะปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตให้ดีขึ้นด้วยการใช้สารปอซโซลาน เช่น เถ้าลอย หรือสารปอซโซลานอื่นๆ ผสมแทนที่บางส่วนของวัสดุประสาน เพื่อให้คอนกรีตมีความต้านทานต่อการทำลายของสารซัลเฟตและสารคลอไรด์ได้ดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อหาส่วนผสมคอนกรีตที่ทนทานต่อการทำลายของน้ำทะเล
2) เพื่อศึกษาความต้านทานการเสื่อมสภาพของคอนกรีตต่อสารซัลเฟต ทั้งการขยายตัวของมอร์ต้าร์และการสูญเสียกำลังอัดของมอร์ต้าร์
3) เพื่อศึกษาความต้านทานการเคลื่อนที่ของคลอไรด์เข้าสู่ซีเมนต์เพสต์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

สำหรับขอบเขตของโครงการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาความต้านทานการเสื่อมสภาพของมอร์ต้าร์ต่อเกลือซัลเฟต และส่วนที่สองเป็นการศึกษาความต้านทานการเคลื่อนที่ของเกลือคลอไรด์เข้าสู่ซีเมนต์เพสต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาความต้านทานการเสื่อมสภาพของมอร์ต้าร์ต่อเกลือซัลเฟต มีขอบเขตการวิจัยดังนี้:

1) ศึกษาส่วนผสมมอร์ต้าร์ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่างๆ และอัตราส่วนแทนที่วัสดุประสานด้วยสารปอซโซลาน เช่น เถ้าลอย และสารปอซโซลานอื่นๆ ต่อการทำลายของเกลือโซเดียมซัลเฟตซึ่งทำให้เกิดการขยายตัว
2) ศึกษาส่วนผสมคอนกรีตที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่างๆ และอัตราส่วนแทนที่วัสดุประสานด้วยสารปอซโซลาน เช่น เถ้าลอย และสารปอซโซลานอื่นๆ ต่อการทำลายของเกลือแมกนีเซียมซัลเฟตซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียกำลังรับแรงอัด

ส่วนที่ 2 การศึกษาความต้านทานการเคลื่อนที่ของเกลือคลอไรด์เข้าสู่ซีเมนต์เพสต์ มีขอบเขตการวิจัยดังนี้:

3) ศึกษาส่วนผสมคอนกรีตที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่างๆ และอัตราส่วนแทนที่วัสดุประสานด้วยเถ้าลอย ต่อการต้านทานการการเคลื่อนที่ของคลอไรด์เข้าสู่คอนกรีต

ทั้งนี้จากการศึกษาทั้งสองส่วนก็จะทำให้ทราบว่าส่วนผสมคอนกรีตใดที่เหมาะสมและมีความทนทานต่อเกลือคลอไรด์และเกลือซัลเฟตที่มีอยู่ในน้ำทะเล