

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

สำหรับการวิจัยในการต้านทานซัลเฟตของมอร์ตาร์ผสมฝุ่นหินปูนในครั้งนี้ มีข้อสรุปดังนี้

1) ในสารละลายซัลเฟต (ทั้งโซเดียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และโซเดียมผสมแมกนีเซียมซัลเฟต) การขยายตัวของมอร์ตาร์ฝุ่นหินปูน (ความละเอียดขนาด 4 และ 14 ไมโครเมตร) แทนที่ (ร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนัก) ทั้งในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และประเภทที่ 5 มีแนวโน้มมากกว่าทั้งของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และประเภทที่ 5 ล้วน ในขณะที่การแทนที่ด้วยเถ้าลอย (ร้อยละ 20 และ 40 โดยน้ำหนัก) ทั้งในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และประเภทที่ 5 มีค่าค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ การขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน แต่เมื่อแทนที่ด้วยฝุ่นหินปูนร่วมกับเถ้าลอยทั้งในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และประเภทที่ 5 พบว่าการขยายตัวของตัวอย่างดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน (ทั้งประเภทที่ 1 และประเภทที่ 5) โดยมีค่าใกล้เคียงกับของการแทนที่ด้วยเถ้าลอยอย่างเดียว ยกเว้นการแทนที่ร่วมของเถ้าลอย (ที่ใช้ในครั้งนี้ซึ่งมีปริมาณ  $\text{CaO}$  เท่ากับร้อยละ 17.40) ที่ปริมาณต่ำๆ (ร้อยละ 10 หรือ 15) จะมีค่าการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ที่มีแนวโน้มว่าใกล้เคียงหรือมากกว่าของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน

2) ในสารละลายโซเดียมซัลเฟต การแทนที่ด้วยฝุ่นหินปูน หรือเถ้าลอย หรือฝุ่นหินปูนร่วมกับเถ้าลอยในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ให้ค่าการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์มากกว่าของตัวอย่างที่แทนที่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 ส่วนในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตนั้น มีแนวโน้มว่าการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ที่แทนที่สารทดแทนปูนซีเมนต์ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 จะให้ค่าที่มากกว่าของเมื่อแทนที่สารทดแทนปูนซีเมนต์ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 โดยเฉพาะเมื่อมีฝุ่นหินปูนเป็นส่วนผสม และเช่นกันพบว่าในสารละลายโซเดียมซัลเฟตผสมแมกนีเซียมซัลเฟต (3:1) ตัวอย่างมอร์ตาร์ที่มีฝุ่นหินปูนเป็นส่วนผสมในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 นั้นมีแนวโน้มให้ค่าการขยายตัวมากกว่าของเมื่อเป็นส่วนผสมในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

3) ในสารละลายซัลเฟต (ทั้งโซเดียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และโซเดียมผสมแมกนีเซียมซัลเฟต) พบว่าโดยภาพรวมการขยายตัวของมอร์ตาร์ผสมหินปูนความละเอียดขนาด 14 ไมโครเมตร จะน้อยกว่าขนาด 4 ไมโครเมตร) แต่ก็ไม่ได้เด่นชัด ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าผลของความละเอียดของฝุ่นหินปูน (ขนาด 4 และ 14 ไมโครเมตร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้) ต่อการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ดังกล่าวมีค่าน้อยมาก หรืออาจกล่าวได้ว่าไม่มีผลกระทบต่อการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์

4) เมื่อเปรียบเทียบค่าการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ในสารละลายซัลเฟตทั้ง 3 ชนิด (ที่ศึกษาในครั้งนี้) พบว่าการขยายตัวของตัวอย่างในสารละลายโซเดียมซัลเฟตมีค่ามากที่สุด ถัดไปมีแนวโน้มว่าจะเป็นในสารละลายโซเดียมซัลเฟตผสมแมกนีเซียมซัลเฟต (3:1) และในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตนั้น มี

แนวโน้มน้อยที่สุด โดยที่ในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตกับในสารละลายโซเดียมซัลเฟตผสมแมกนีเซียมซัลเฟต (3:1) มีค่าการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ไม่ค่อยแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อเป็นกรณีของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และประเภทที่ 5 ล้วน กับของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์วัสดุประสานร่วมสองชนิด (เมื่อแทนที่ฝุ่นหินปูน หรือเถ้าลอย) หรือวัสดุประสานร่วมสามชนิด (ฝุ่นหินปูนร่วมกับเถ้าลอย) ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 แต่ในการแทนที่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 นั้น กลับพบว่าในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตมีแนวโน้มน้อยกว่าค่าการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์มีมากกว่าของทั้งในสารละลายโซเดียมซัลเฟต และสารละลายโซเดียมซัลเฟตผสมแมกนีเซียมซัลเฟต (3:1)

นอกจากนี้พบว่า ถ้าการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ในสารละลายซัลเฟตเกิดในปริมาณที่น้อยๆ ผลกระทบจากชนิดของสารละลายซัลเฟต (โซเดียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และโซเดียมซัลเฟตผสมแมกนีเซียมซัลเฟต (3:1)) นั้นมีน้อยมาก หรืออาจกล่าวได้ว่าไม่มีผลกระทบต่อการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ในสารละลายซัลเฟต

5) การสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ทั้งประเภทที่ 1 และประเภทที่ 5) ทั้งที่ไม่แทนที่และแทนที่ด้วยฝุ่นหินปูน ด้วยเถ้าลอย หรือด้วยฝุ่นหินปูนร่วมกับเถ้าลอย ที่อายุการแช่ในสารละลายซัลเฟต 92 สัปดาห์ พบว่าในสารละลายโซเดียมซัลเฟตมีค่าน้อยมาก หรือบางสัดส่วนของมอร์ตาร์ดาร์ยังไม่มี การสูญเสีย น้ำหนัก ส่วนในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตนั้น ให้ค่าการสูญเสีย น้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์อย่างเห็นได้ชัดเจน โดยที่การสูญเสีย น้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ที่แทนที่ด้วยฝุ่นหินปูน (ร้อยละ 5 และ 10) มีค่าใกล้เคียงหรือแนวโน้มน้อยกว่าของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน ในขณะที่การสูญเสีย น้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ที่แทนที่ด้วยเถ้าลอย (ร้อยละ 20 และ 40) นั้นมีค่าค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน โดยการแทนที่ด้วยฝุ่นหินปูนร่วมกับเถ้าลอย (วัสดุประสานร่วมสามชนิด) มีแนวโน้มน้อยกว่าจะให้การสูญเสีย น้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์น้อยที่สุด ส่วนในกรณีสารละลายโซเดียมซัลเฟตผสมแมกนีเซียมซัลเฟต (3:1) ก็ให้ผลในทิศทางเดียวกับกรณีของสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต แต่ปริมาณการสูญเสีย น้ำหนักของตัวอย่างจะน้อยกว่า

6) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการสูญเสีย น้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ที่แทนที่ด้วยฝุ่นหินปูน ด้วยเถ้าลอย และด้วยฝุ่นหินปูนร่วมกับเถ้าลอยในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 กับการแทนที่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5 พบว่าค่าไม่แตกต่างกัน

7) ผลของความละเอียดของฝุ่นหินปูน (ขนาด 3 และ 13 ไมโครเมตร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้) ต่อการสูญเสีย น้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ (ดังที่กล่าวมา) ในสารละลายซัลเฟต ก็มีค่าน้อยหรือไม่มีผลกระทบ เช่นเดียวกับกรณีการขยายตัวของตัวอย่างมอร์ตาร์ดาร์ในสารละลายซัลเฟต (ทำนองเดียวกันจากผลการวิจัยครั้งนี้

โดยภาพรวมการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ผงหินปูนความละเอียดขนาด 4 ไมโครเมตร จะน้อยกว่าขนาด 14 ไมโครเมตร)

8) สำหรับผลกระทบของชนิดสารละลายซัลเฟตต่อการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ (ดังที่กล่าวมาเช่นกัน) ในสารละลายซัลเฟตนั้น เห็นได้ชัดเจนว่าในแมกนีเซียมซัลเฟตมีค่ามากที่สุด ถัดมาเป็นของโซเดียมซัลเฟตผสมแมกนีเซียมซัลเฟต (3:1) และในสารละลายโซเดียมมีค่าน้อยที่สุด

9) กรณีในสารละลายโซเดียมซัลเฟต สัดส่วนของมอร์ตาร์ที่แทนที่ด้วยเถ้าลอยอย่างเดียว และหรือเมื่อแทนที่ด้วยทั้งฝุ่นหินปูนร่วมกับเถ้าลอยในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ประเภทที่ 1 หรือประเภทที่ 5) ด้วยปริมาณที่เหมาะสม น่าจะให้ความต้านทานซัลเฟตได้ดีกว่า เช่นเดียวกับในกรณีของสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตที่พบว่า การแทนที่ด้วยทั้งฝุ่นหินปูนร่วมกับเถ้าลอยในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ประเภทที่ 1 หรือประเภทที่ 5) ด้วยปริมาณที่เหมาะสมก็จะมีค่าความต้านทานซัลเฟตได้ดีกว่าด้วย โดยเฉพาะเมื่อแทนที่ด้วยเถ้าลอยแล้วจะให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างมอร์ตาร์ค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน ส่วนในสารละลายของโซเดียมซัลเฟตผสมแมกนีเซียมซัลเฟต (3:1) ให้ผลในทิศทางเดียวกับในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต