

บทที่ 4

ผลการทดสอบและการอภิปราย

4.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

4.1.1 ความถ่วงจำเพาะ

ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสอบจำนวน 3 ตัวอย่าง ความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มีค่าเท่ากับ 3.15 ความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์จะขึ้นอยู่กับปริมาณสารประกอบทางเคมีในส่วนผสมออกไซด์ของธาตุที่มีความหนาแน่นสูงได้แก่ออกไซด์ของ เหล็ก อลูมิเนียม แมกนีเซียม และแคลเซียม ส่วนออกไซด์ของธาตุที่มีความหนาแน่นต่ำได้แก่ ออกไซด์ของ ซิลิกอน ซัลเฟอร์ โซเดียม และโพแทสเซียม (Aylward and Finlay, อ้างอิงในปริญา และอินทรชัย, 2528)

4.1.2 ความชื้นเหลือปกติและระยะเวลาการก่อตัว

ผลการทดสอบความชื้นเหลือปกติ และระยะเวลาก่อตัวของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้แสดงไว้ในตารางผนวก ก. ส่วนตารางที่ 4.1 เป็นผลค่าเฉลี่ยของการทดสอบ จำนวน 2 ตัวอย่าง จากผลการทดสอบของระยะเวลาการก่อตัวของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จะเห็นได้ว่าระยะเวลาการก่อตั้งระยะต้น และระยะปลายจะมีการอัตราที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อมีปริมาณน้ำมากในซีเมนต์เพสต์ก็จะขยายระยะเวลาการก่อตัวให้ช้าลง (Mindess, 1981)

4.2 คุณสมบัติของมอร์ตาร์

4.2.1 กำลังรับแรงอัด

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ซูปกำมะถัน (Sulphur-Infiltrated Cement, SIC) และมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ล้วนที่อายุ 35, 42, 56 และ 90 วัน ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40, 0.55 และ 0.70 ได้แสดงไว้ในตารางผนวก ข. ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1 เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 6 ตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.2ก.และภาพที่ 4.1ข.ซึ่งจะเห็นได้ว่า ส่วนผสมของอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ที่ 0.70 จะมีค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าส่วนผสมของอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.55 และมอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ที่ 0.40 จะมีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดของมอร์ตาร์ที่ชุบก้ามะถัน ส่วนภาพที่ 4.2 ก. จะเห็นได้ว่า กำลังรับแรงอัดที่อายุ 35 และ 56 วัน ของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ล้วน ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.55 จะมีค่าสูงกว่า มอร์ตาร์ล้วนที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40 มีค่าน้อยกว่ามอร์ตาร์อัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.55 เนื่องจากมอร์ตาร์ W/C 0.55 จะมีความหนาแน่นมากกว่ามอร์ตาร์ W/C 0.40 เนื่องจากกำลังของมอร์ตาร์แปรผกผันกับช่องว่างในมอร์ตาร์ ฉะนั้นกำลังของมอร์ตาร์จึงขึ้นกับการกระทุ้งแน่น เพื่อให้คอนกรีตลดช่องว่างและมีความหนาแน่นมากจึงให้อัตราส่วนกำลังคิดไว้ (Neville และ Brooks,1987) และแสดงดังในตารางที่ 4.2 ข. ซึ่งเป็นผลของความหนาแน่นและกำลังของมอร์ตาร์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาที่อายุ 35และ56วัน

จากผลการทดสอบนี้ แสดงให้เห็นว่าปริมาณของการแทรกซึมผ่านของก้ามะถัน (Sulphur-Infiltrated) จะมีผลต่อกำลังรับแรงอัด ซึ่งเมื่อมีปริมาณการแทรกซึมผ่านของก้ามะถันสูงกำลังรับแรงอัดก็จะสูงขึ้น การที่มอร์ตาร์ชุบก้ามะถันที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.4 จะมีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.55 และ 0.70 ตามลำดับ ซึ่งจะสอดคล้องกับการศึกษาของ Hope และ Nashid (1979) ส่วนที่มอร์ตาร์ชุบก้ามะถันที่อัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.70 สูงกว่าอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.55 เนื่องจากมีปริมาณการแทรกซึมผ่านของก้ามะถันที่เข้าไปภายในมอร์ตาร์ของอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.70 จะมีค่าที่มากกว่า อัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.55 และอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ช่วงระหว่าง 0.70 ถึง 0.80 จะมีการแทรกซึมผ่านของก้ามะถันน้อยกว่าในสภาพที่ไม่ต้องใช้ความดันจากภายนอก (ชัชวาลย์, 2536) การที่ปริมาณการแทรกซึมผ่านของก้ามะถันมีปริมาณมากก็จะทำให้กำลังสูงขึ้นเนื่องก้ามะถันจะเป็นตัวที่เข้าไปอุดสารประสานในช่องว่างระหว่างเม็ดซีเมนต์ ซึ่งให้ความพรุนภายในลดลงกำลังก็จะเพิ่มขึ้น (Thaulow, 1974)

จากตารางที่ 4.2 ก. และภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของปริมาณการแทรกซึมผ่านของก้ามะถันที่มีต่อกำลังรับแรงอัด ซึ่งภาพที่ 4.2 จะแสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 อัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์มีแนวโน้มไปทิศทางเดียวกันคือปริมาณของการแทรก

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความชื้นเหลวปกติและระยะเวลาก่อตัวของปูนซีเมนต์
ปอร์ตแลนด์

ปริมาณน้ำ (% น้ำที่ความชื้นเหลวปกติ)	เวลาก่อตัว, นาที	
	ระยะต้น	ระยะปลาย
26	74	120
40	104	173
55	204	360
70	236	375

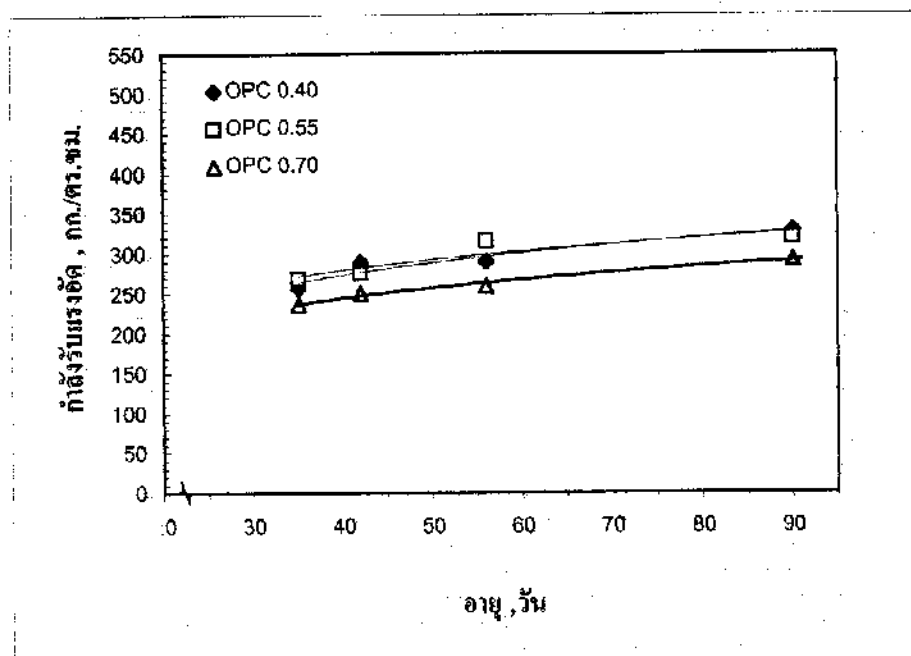
ตารางที่ 4.2 ก. ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ต
แลนด์ซูปกัมะดันและมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา

ชนิดของมอร์ตาร์	น้ำ สารซีเมนต์	กำลังรับแรงอัดประลัย , กก/ ตร. ซม. (อัตราการเพิ่มกำลังรับแรงอัด, %)				ปริมาณการแทรกซึมผ่านกัมะดัน , (%)			
		35 วัน	42 วัน	56 วัน	90 วัน	35 วัน	42 วัน	56 วัน	90 วัน
OPC	0.40	257	289	290	328	0	0	0	0
OPC	0.55	268	276	315	319	0	0	0	0
OPC	0.70	237	250	259	292	0	0	0	0
SIC	0.40	403 (57)	467 (61)	475 (64)	516 (57)	10.13	10.71	9.37	10.70
SIC	0.55	307 (15)	313 (13)	329 (5)	353 (11)	2.76	4.52	3.16	3.79
SIC	0.70	394 (66)	402 (61)	434 (68)	462 (58)	4.66	4.49	5.51	8.30

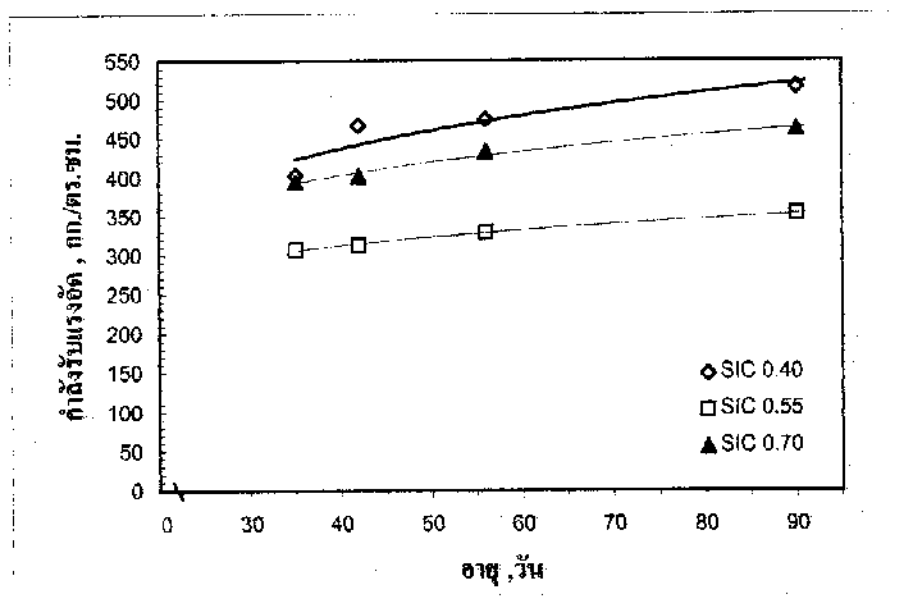
- หมายเหตุ
1. ปริมาณทรายต่อสารซีเมนต์ เท่ากับ 3.00 โดยน้ำหนัก
 2. SIC : ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ซูปกัมะดัน(Sulphur-Infiltrated Cememt)
OPC : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา

ตารางที่ 4.2 ข. ผลการทดสอบความหนาแน่น และ กำลังรับของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์
ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ที่ อายุ 35 และ 56 วัน

น้ำ สารซีเมนต์	35 วัน		56 วัน	
	ความหนาแน่น	กำลังรับแรงอัด	ความหนาแน่น	กำลังรับแรงอัด
	กรัม/ลบ.ซม	กรัม/ตร.ซม	กรัม/ลบ.ซม	กรัม/ตร.ซม
0.40	1.96	257	1.98	290
0.55	1.94	268	1.99	315



(ก.)

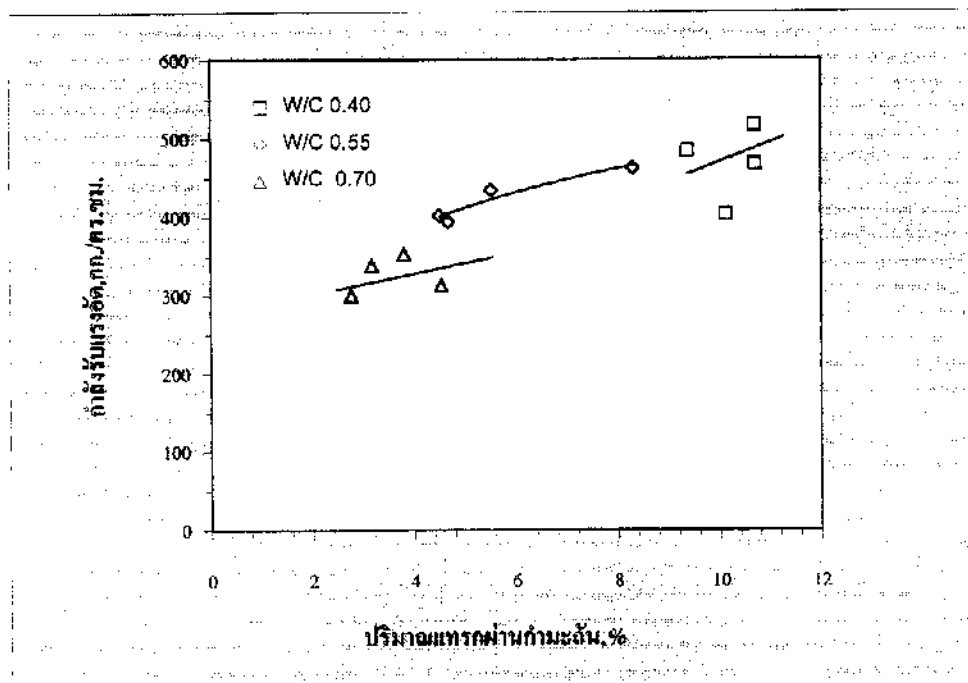


(ข.)

ภาพที่ 4.1 กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

(ก.) มอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา(OPC)

(ข.) มอร์ตาร์ซุบกำมะถัน(Sulphur-Infiltrated Cement Mortar,SIC)



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ค่ารับแรงอัดกับปริมาณการแทรกซึมผ่านของกัมมันต์

ซึมผ่านของก้ามะถันมากกำลังรับแรงอัดก็สูงตาม และพบว่าอัตราการเพิ่มของกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ชุบก้ามะถัน (SIC) กับมอร์ตาร์ธรรมดาของอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40 และ 0.7 จะมีการอัตราการเพิ่มของกำลังที่ใกล้เคียงกัน

4.2.2 กำลังรับแรงดึง

ผลการทดสอบกำลังรับแรงดึงของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ชุบก้ามะถันและมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ที่อายุ 53, 56 และ 90 วันที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40, 0.55 และ 0.70 ได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก ก ส่วนตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบแท่งตัวอย่าง 6 ชิ้น

จากการทดสอบนี้จะแสดงให้เห็นว่ามอร์ตาร์ที่ชุบก้ามะถัน จะมีกำลังรับแรงดึงโดยเฉลี่ยจะสูงกว่ามอร์ตาร์ที่ไม่ได้ชุบก้ามะถัน โดยเฉพาะมอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40 จะมีอัตราการเพิ่มของกำลังรับแรงดึงสูงมาก เนื่องจากมีอัตราการแทรกซึมผ่านของก้ามะถันมีปริมาณมาก ซึ่งการที่มีปริมาณก้ามะถันแทรกผ่านอยู่ในมอร์ตาร์มากก็จะทำให้มีการเพิ่มของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเฟสดีและสัดช่องว่างภายในที่เกิดขึ้นน้อยลง (Thaulow, 1974) ซึ่งการเพิ่มขึ้นกำลังรับแรงดึงสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของกำลังรับแรงอัด

จากภาพที่ 4.4 จะแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของปริมาณของก้ามะถันที่แทรกซึมอยู่ภายในมอร์ตาร์ เมื่อมีปริมาณก้ามะถันแทรกซึมผ่านมากกำลังก็สูงตาม ซึ่งมีลักษณะที่สอดคล้องกับกำลังรับแรงอัดและจากการศึกษาของ Hope และ Nashid (1979)

4.2.3 การต้านทานการกัดกร่อนต่อสารเคมี

ผลการทดสอบความต้านทานกรดซัลฟูริก 10% ของมอร์ตาร์ที่ชุบก้ามะถันและมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ที่อายุ 35, 42, 56 และ 90 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40, 0.55 และ 0.70 ได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก ง. ส่วนตารางที่ 4.4, 4.5 และภาพที่ 4.5, 4.6 และ 4.7 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 6 ตัวอย่าง

จากการทดสอบการสูญเสียน้ำหนัก ของมอร์ตาร์ภายหลังจากการกรดซัลฟูริกดังในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.6 มอร์ตาร์ที่ชุบก้ามะถันจะอัตราการสูญเสียของน้ำหนักที่ใกล้เคียงกันและมอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ที่ 0.55 จะ

มีอัตราการสูญเสียของน้ำหนักมากกว่าอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40 และ 0.70 การที่มอร์ตาร์ที่ชุบกัมมะถันที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.70 มีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักที่น้อยที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณการแทรกซึมผ่านของกัมมะถันมีปริมาณ มาก ก็จะช่วยในการลดการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากจะช่วยลดความพรุนของมอร์ตาร์

จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.6 มอร์ตาร์ที่ไม่ชุบกัมมะถัน จะเห็นได้ว่า มอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.4 จะมีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักที่มากกว่า อัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.55 และ 0.70 และมอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อ สารซีเมนต์ 0.70 มีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักน้อยที่สุด การที่อัตราส่วนของน้ำต่อสาร ซีเมนต์ 0.4 และ 0.55 มีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักมากเนื่องจากลักษณะของผิวพื้น เกิดโพรงมากจึงมีการกัดกร่อนเกิดขึ้นมาก

จากผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดลดลงของก้อนทดสอบ หลังจากแช่ใน กรดซัลฟูริก ดังแสดงในตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า การสูญเสียกำลังรับแรงอัดหลังจาก แช่ในกรดซัลฟูริกของมอร์ตาร์ทุกสัณผสมจะลดลงมาก ซึ่งกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ก็ จะสอดคล้องกับการสูญเสีย น้ำหนัก เมื่อมีการสูญเสีย น้ำหนักมาก กำลังรับแรงอัดก็ลด ลงมากและมอร์ตาร์ที่ชุบกัมมะถันจะมีอัตราการลดลงของกำลังรับแรงอัดน้อยกว่ามอร์ ตาร์ธรรมดา การที่มอร์ตาร์ที่ไม่ชุบกัมมะถันมีอัตราการลดลงของกำลังรับแรงอัดลดลง มากหลังจากแช่กรดซัลฟูริก เนื่องมาจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน จะมีคัลเซียมไฮดรอกไซด์เกิดขึ้น และไอออนของคัลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสาเหตุที่ทำ ให้โครงสร้างของซีเมนต์เพสต์ถูกทำลาย (Berry และ Malhotra, 1980)

4.2.4 การหัดตัวเมื่อตากแห้ง

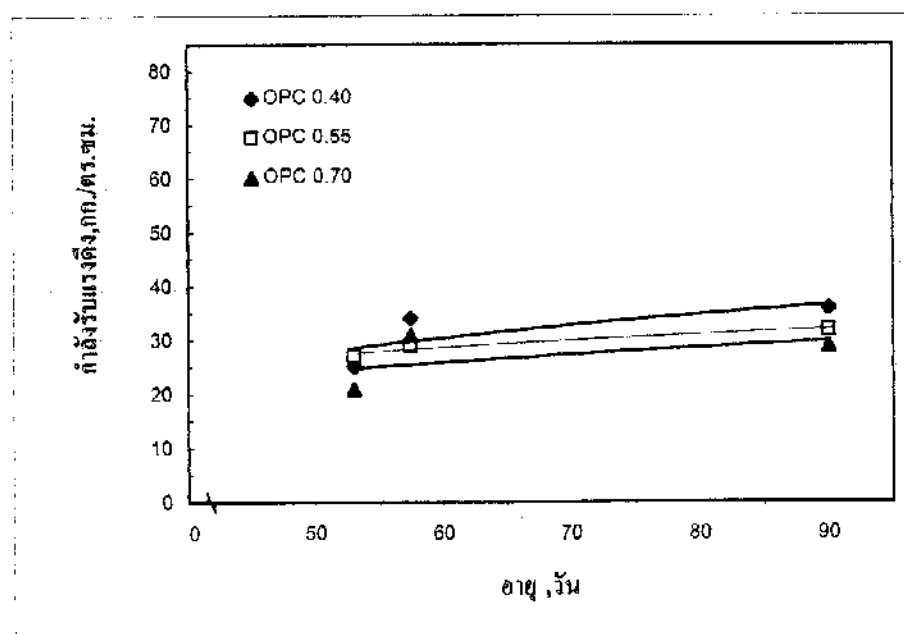
ผลการทดสอบน้ำหนัก และการหัดตัวของแท่งทดสอบมอร์ตาร์เมื่อแห้ง ชุบกัมมะถันและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา แสดงไว้ในตารางผนวก ง. ส่วนตาราง ที่ 4.6 และ 4.7 เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ

ตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.8 ข จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า แท่ง มอร์ตาร์ที่ชุบกัมมะถันที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ที่ 0.55 จะมีอัตราการหัดตัว เมื่อแห้งมากกว่าอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ของ 0.4 และ 0.70 ส่วนแท่งมอร์ตาร์ที่ มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40 จะมีอัตราการหัดตัวเมื่อน้ำหนักน้อยกว่าอัตราส่วน ของน้ำต่อสารซีเมนต์ที่ 0.70 และ 0.55 ส่วนตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.8 ก จะเห็นได้ว่า

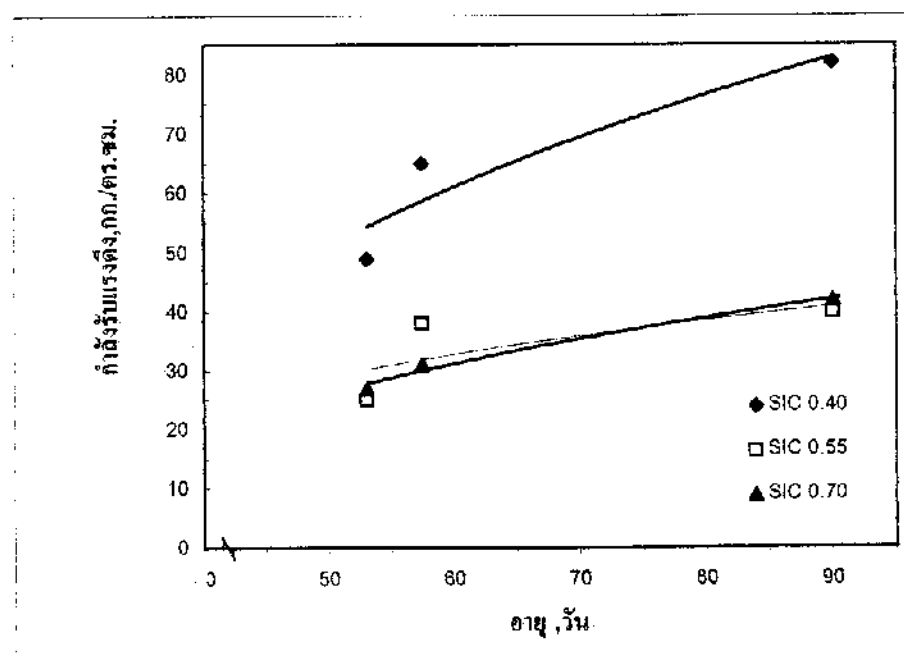
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงดึงมอร์ตาร์ชุบกัมมะถัน (SIC และ มอร์ตาร์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (OPC)

ชนิดของมอร์ตาร์	น้ำ สารซีเมนต์	กำลังรับแรงดึงมอร์ตาร์ , กก./ ตร. ซม. (อัตราการเพิ่มกำลังรับแรงดึง, %)			ปริมาณการแทรกซึมผ่านกัมมะถัน , (%)		
		53 วัน	56 วัน	90 วัน	53 วัน	56 วัน	90 วัน
OPC	0.40	25	34	36	0	0	0
OPC	0.55	27	29	32	0	0	0
OPC	0.70	21	31	29	0	0	0
SIC	0.40	49 (92)	65 (90)	82 (126)	10.23	11.25	12.06
SIC	0.55	25 (-6)	38 (34)	40 (24)	2.84	2.94	4.41
SIC	0.70	27 (30)	31 (0)	42 (44)	2.75	2.05	5.14

- หมายเหตุ
1. ทราดต่อสารซีเมนต์ เท่ากับ 3.00
 2. SIC : ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ชุบกัมมะถัน(Sulphur-Infiltrated Cement)
OPC : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มอร์ตาร์ธรรมดา



(ก.)

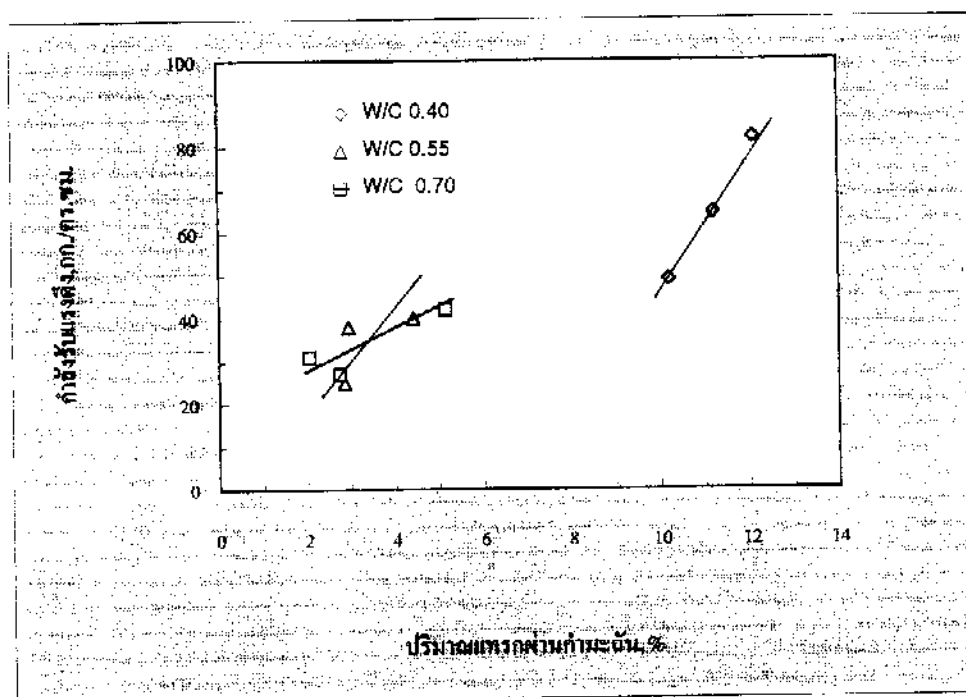


(ข.)

ภาพที่ 4.3 กำลังรับแรงดิ่งของ mortarpูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

(ก.) mortarpูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา(OPC)

(ข.) mortarpูนชุบกัมมะถัน(Sulphur-Infiltrated Mortar,SIC)



ภาพที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์กำลังรับแรงดิ่งกับปริมาณเหล็กเสริมผ่านของกำแพง

แท่งมอร์ตาร์ที่ไม่ชุบกัมมะถัน จะมีอัตราการหดตัวเมื่อแห้งมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแท่งมอร์ตาร์ที่ชุบกัมมะถัน

ตารางที่ 4.7 จากผลการทดสอบการลดน้ำหนักของแท่งมอร์ตาร์ที่ชุบกัมมะถันและมอร์ตาร์ธรรมดาจะมีอัตราการลดลงของน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน การที่แท่งมอร์ตาร์แห้งแล้วทำให้น้ำหนักลดลง เพราะน้ำในส่วนผสมจะระเหยออกจากแท่งทดสอบ ก่อให้เกิดการหดตัว Neville (1983) ได้อธิบายว่า การหดตัวนี้เกิดจากลักษณะทางกายภาพมากกว่าที่จะเกิดจากปฏิกิริยาหรือส่วนประกอบทางเคมี เมื่อแท่งมอร์ตาร์แห้งที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 50 น้ำในโพรงคาปิลลารี (Capillary Pore) จะถูกขับออกมา (Power, 1985 และ ปริญญา, 2528) ซีเมนต์เจลที่อยู่ล้อมรอบโพรงนี้จะเกิดแรงอัด 3 แกน (Triaxial Compression) ขึ้นและทำให้เกิดการหดตัวอีลาสติก (Elastic Shrinkage) ขึ้นทันที การสูญเสียน้ำในโพรงคาปิลลารี จะทำให้น้ำที่เหลือเป็นผิวโค้ง (Meniscus) และจะเกิดแรงดึงผิวซึ่งทำให้น้ำไปสู่การหดตัว

4.2.5 การทดสอบความสามารถการดูดซึมของน้ำ

ผลการทดสอบความสามารถการดูดซึมของน้ำ ของมอร์ตาร์ชุบกัมมะถันและมอร์ตาร์ธรรมดา ที่ทดสอบหลังจากอายุ 28 วันเป็นเวลา 10 วัน โดยมีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40, 0.55 และ 0.70 ได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก ข. ส่วนตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.10 และ 4.11 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการแท่งทดสอบ 6 ตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.11 อัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ของมอร์ตาร์ที่ชุบกัมมะถัน จะมีอัตราการดูดซึมของน้ำค่อนข้างที่จะใกล้เคียงกัน มอร์ตาร์ชุบกัมมะถันที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40 จะมีอัตราการดูดซึมของน้ำที่น้อยกว่าทุกสัดส่วน และมอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.55 จะมีอัตราดูดซึมของน้ำที่มากกว่าอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.70

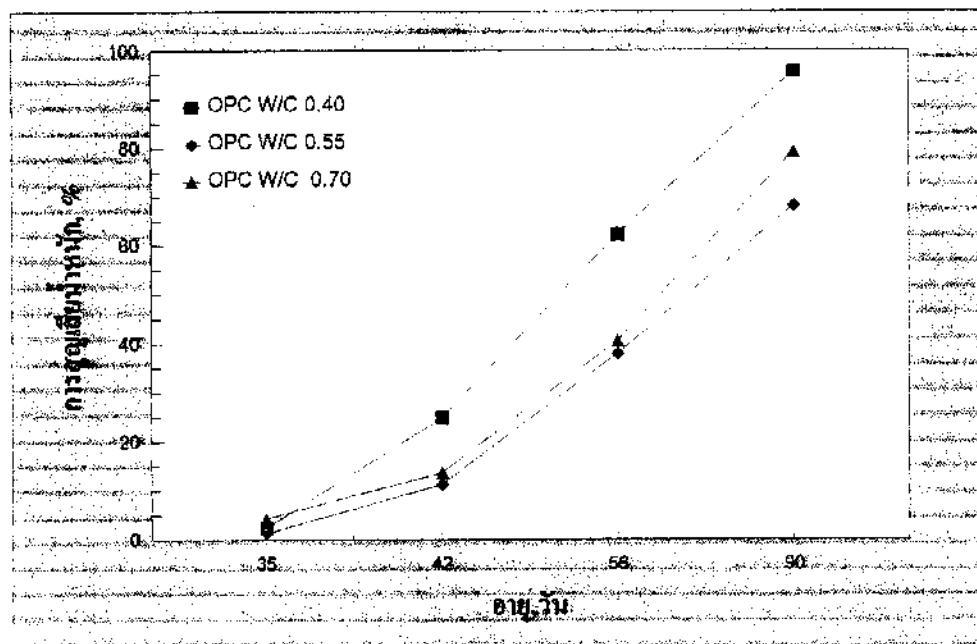
จากตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.10 อัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ของมอร์ตาร์ธรรมดามีอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.70 จะมีอัตราการดูดซึมของน้ำมากกว่า อัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40 และ 0.55 และอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.40 จะมีอัตราการดูดซึมของน้ำที่น้อยกว่าที่สุด

จากการทดสอบจะพบว่า มอร์ตาร์ชุบกัมมะถันจะมีการดูดซึมของน้ำน้อยกว่ามอร์ตาร์ธรรมดาเนื่องจากปริมาณของกัมมะถันจะช่วยลดความพรุนของซีเมนต์เพสต์

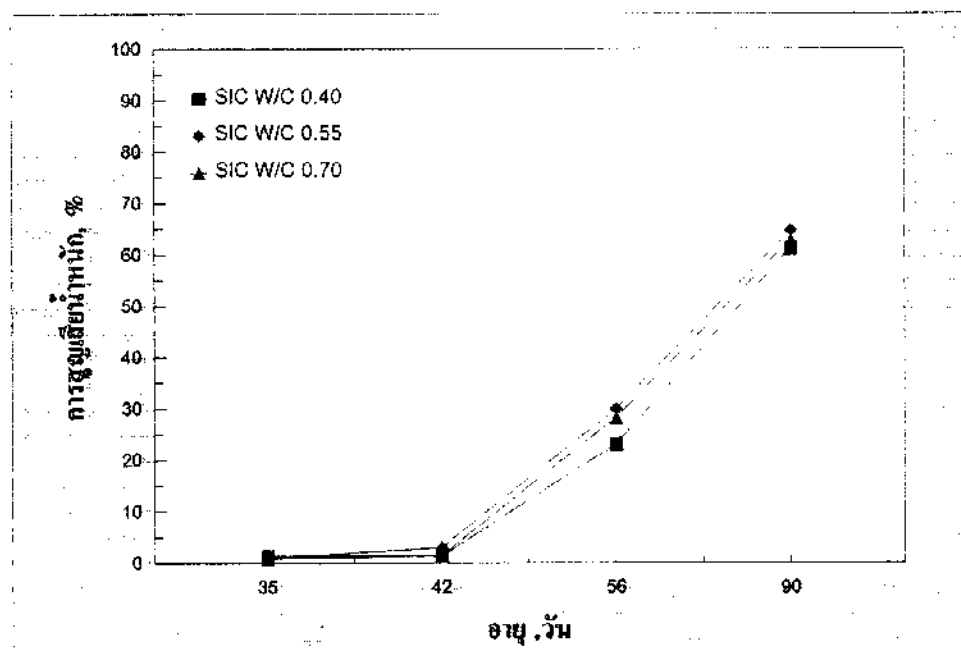
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชุบกัมมะถัน (SIC) และปูนซีเมนต์ธรรมดา (OPC) ภายหลังจากการแช่กรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 10

ชนิดของมอร์ตาร์	น้ำ ดาวซีเมนต์	S ,%	การสูญเสียน้ำหนัก , %			
			35 วัน	42 วัน	56 วัน	90 วัน
OPC	0.40	0.00	2.34	24.98	62.32	95.54
OPC	0.55	0.00	1.33	11.33	38.03	68.22
OPC	0.70	0.00	4.41	13.68	40.64	79.18
SIC	0.4	9.24	1.30	1.30	23.01	61.07
SIC	0.55	6.18	0.87	2.91	30.01	64.56
SIC	0.70	9.90	0.79	1.40	28.20	62.68

- หมายเหตุ
1. ปริมาณทรายต่อสารซีเมนต์ เท่ากับ 3.00 โดยน้ำหนัก
 2. SIC : ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ชุบกัมมะถัน(Sulphur-Infiltrated Cement)
 OPC : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มอร์ตาร์ธรรมดา
 S % : ปริมาณการแทรกซึมผ่านกัมมะถัน(Loading Sulphur)



ภาพที่ 4.5 การสูญเสียน้ำหนักของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชุบก้ำมะถัน แห่กรด
ซัลฟูริกที่เข้มข้นร้อยละ 10



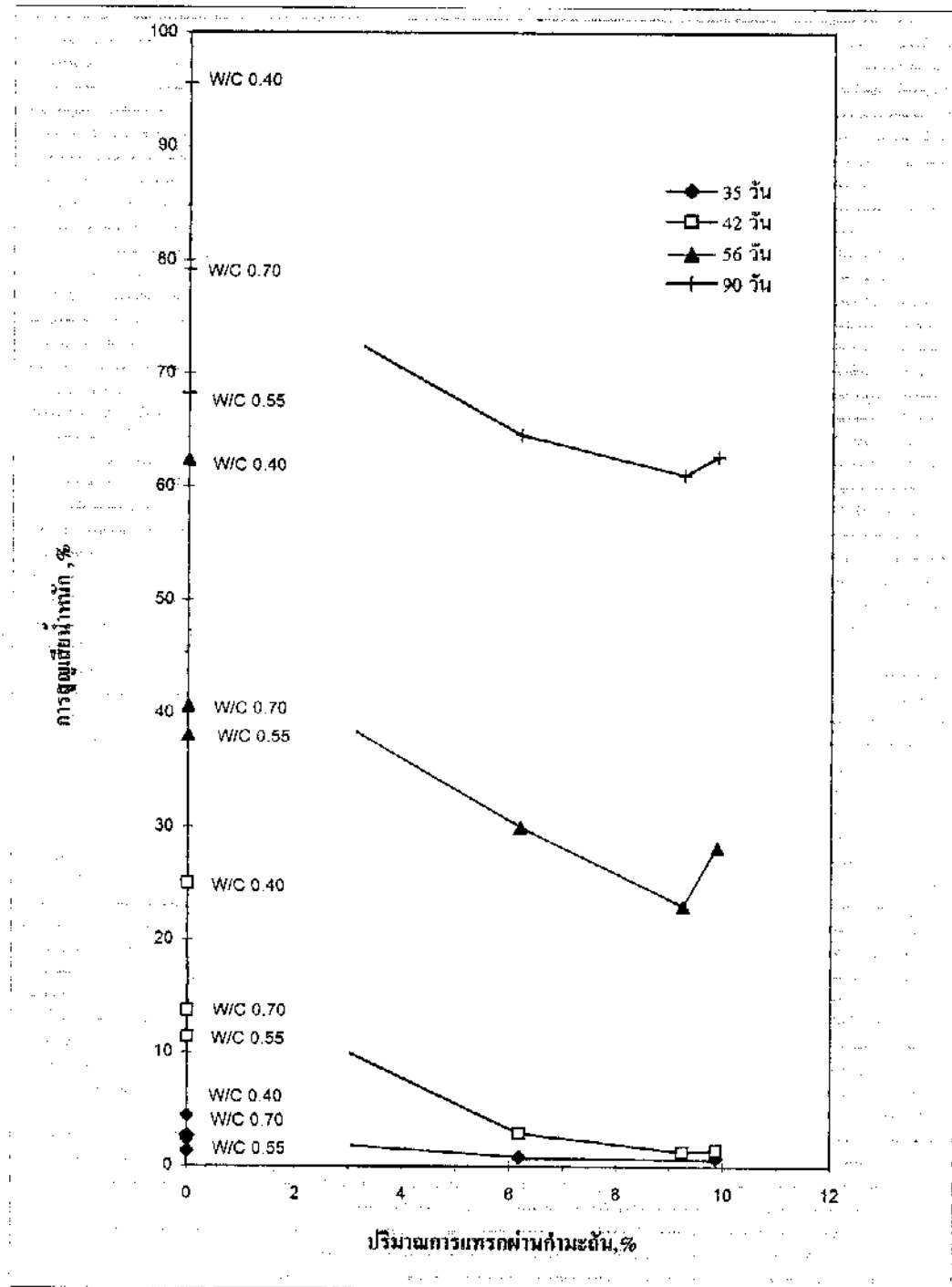
ภาพที่ 4.6 การสูญเสียน้ำหนักของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาแห้งกรด
ซัลฟูริกที่เข้มข้นร้อยละ 10

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชุบกัมมะถัน(SIC) และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา(OPC)ภายหลังแช่กรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 10

ชนิดของมอร์ตาร์	น้ำ สารซีเมนต์	กำลังรับแรงอัด , กก./ตร. ซม.		กำลังรับแรงอัดลดลง (%)
		90 วัน	แช่ในกรด 90 วัน	
OPC	0.40	365	142	61.10
OPC	0.55	331	139	57.91
OPC	0.70	253	91	64.13
SIC	0.40	533	234	56.06
SIC	0.55	404	165	59.25
SIC	0.70	425	182	57.27

หมายเหตุ

1. ปริมาณทรายต่อซีเมนต์ เท่ากับ 3.00 โดยน้ำหนัก
2. SIC : ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ชุบกัมมะถัน(Sulphur-Infiltrated Cement)
OPC : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มอร์ตาร์ธรรมดา



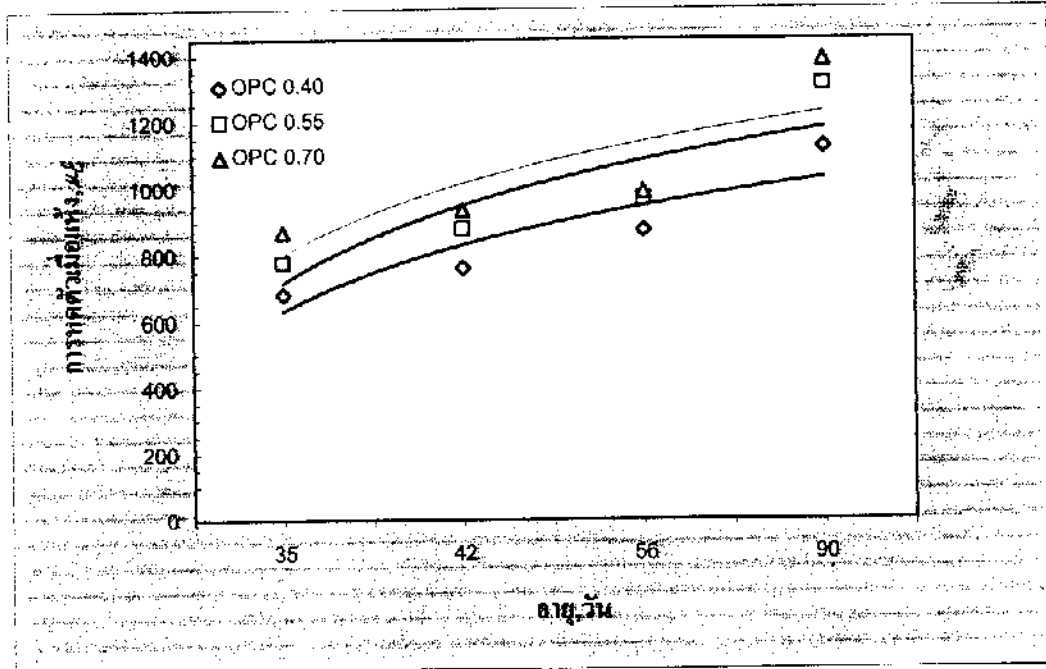
ภาพที่ 4.7 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของ มอร์ตาร์แช่กรดซัลฟูริกกับปริมาณ การแทรกซึมผ่านของก้ำมะถัน

จึงทำให้การดูดซึมของน้ำลดน้อยลง และชัชวาลย์(2536) ได้อธิบายว่าการไหลซึมผ่านของน้ำ จะถูกควบคุมโดยความพรุนของซีเมนต์เพสต์ โดยความพรุน จะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของน้ำต่อสารซีเมนต์

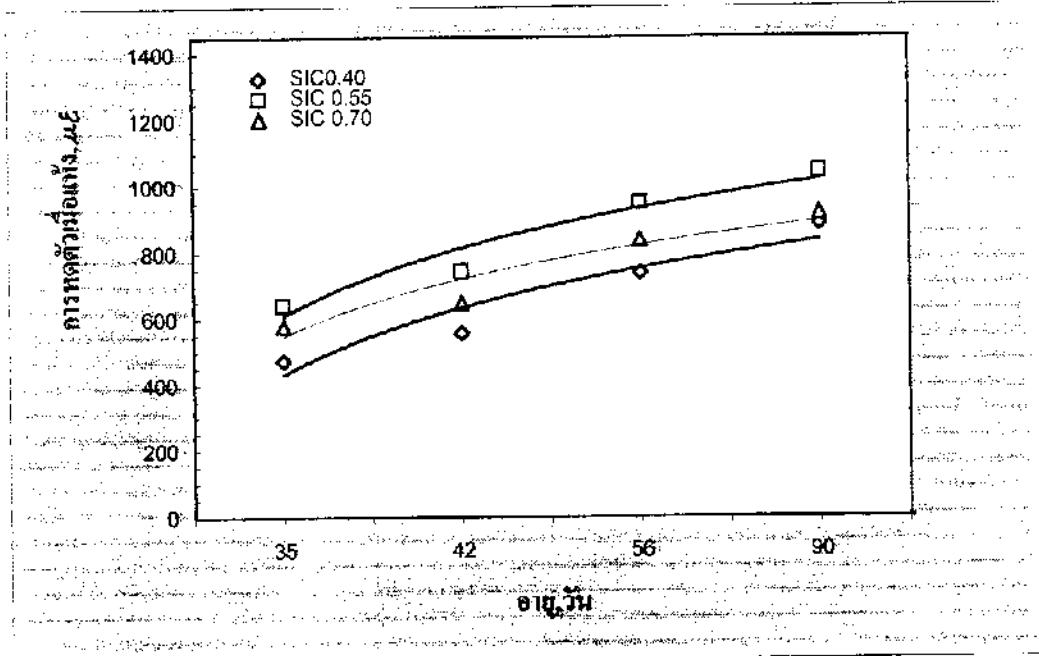
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการหดตัวเมื่อแห้งของ มอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชุบกัมมะถันและปูนซีเมนต์ธรรมดา

ชนิดของมอร์ตาร์	น้ำ สารซีเมนต์	S, %	การหดตัวเมื่อตากแห้ง, $\mu\epsilon$			
			35 วัน	42 วัน	56 วัน	90 วัน
OPC	0.40	0.00	684	763	874	1123
OPC	0.55	0.00	779	880	967	1311
OPC	0.70	0.00	870	936	990	1387
SIC	0.40	10.42	473	558	739	886
SIC	0.55	7.65	643	743	949	1044
SIC	0.70	8.29	580	649	838	918

- หมายเหตุ
1. ปริมาณทรายต่อสารซีเมนต์ เท่ากับ 3.00 โดยน้ำหนัก
 2. SIC : ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ชุบกัมมะถัน(Sulphur-Infiltrated Cement)
 OPC : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มอร์ตาร์ธรรมดา
 S % : ปริมาณการแทรกซึมผ่านกัมมะถัน(Loading Sulphur)



(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 4.8 การหัดตัวเมื่อแห้งของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

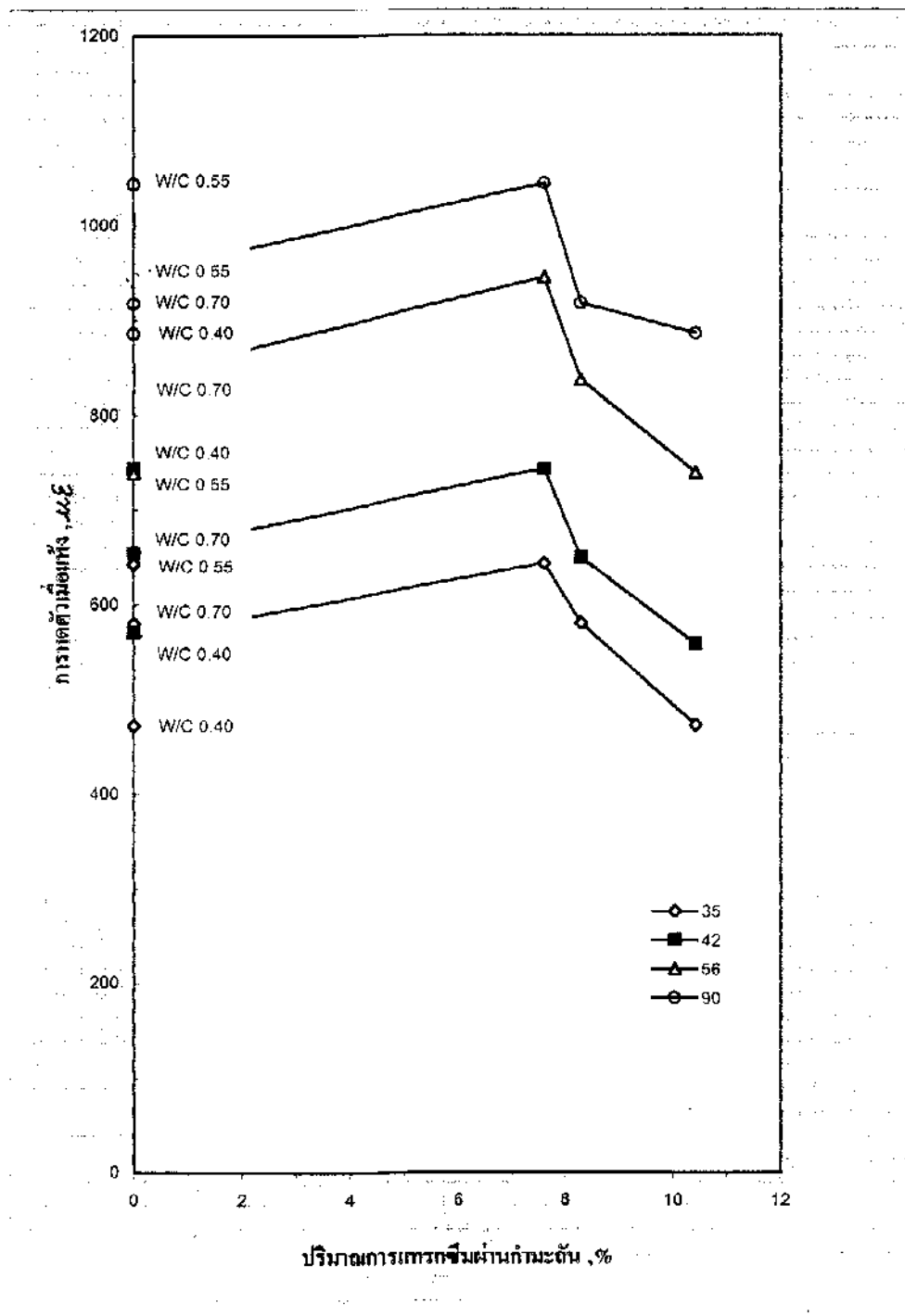
(ก.) มอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา(OPC)

(ข.) มอร์ตาร์ซุบกัมะถัน(SIC)

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของ การหดตัวเมื่อแห้งของ
มอร์ตาร์ชุบกัมมะถันและมอร์ตาร์ธรรมดา

ชนิดของมอร์ตาร์	น้ำ สารซีเมนต์	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก, %			
		35 วัน	42 วัน	56 วัน	90 วัน
OPC	0.40	2.74	2.77	2.83	2.85
OPC	0.55	2.76	2.80	2.85	2.88
OPC	0.70	2.87	2.93	2.97	3.02
SIC	0.4	1.61	1.86	2.20	2.56
SIC	0.55	2.63	2.69	2.74	2.86
SIC	0.70	2.55	2.63	2.77	2.86

- หมายเหตุ
1. ปริมาณทรายต่อสารซีเมนต์ เท่ากับ 3.00 โดยน้ำหนัก
 2. SIC : ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ชุบกัมมะถัน(Sulphur-Infiltrated Cement)
OPC : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มอร์ตาร์ธรรมดา



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์การดูดความชื้นของกัมมะดันกับปริมาณการแทรกซึมผ่านของกัมมะดัน

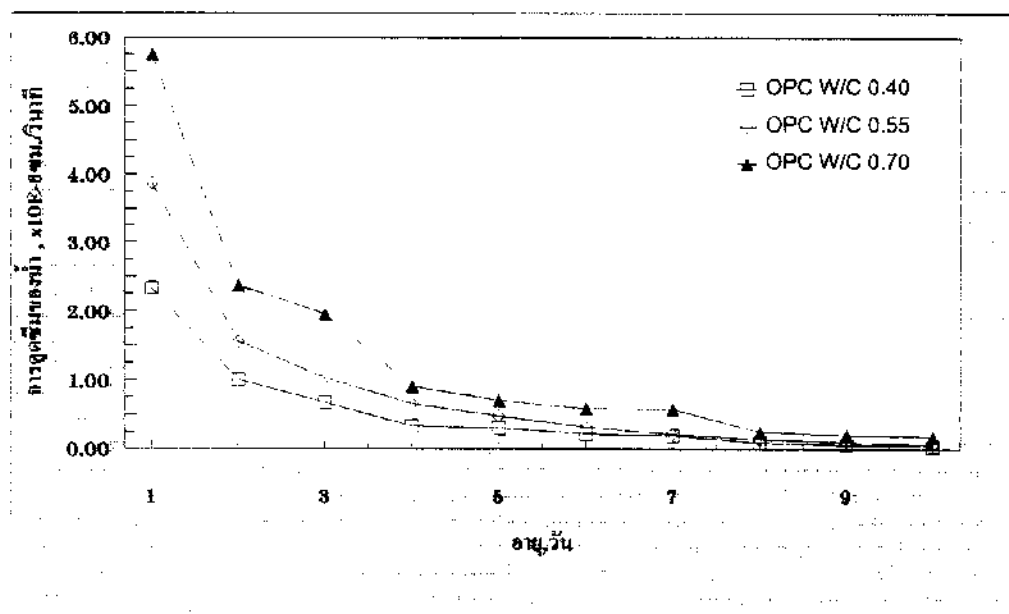
ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบความสามารถการดูดซึมของน้ำ มอร์ตาร์ชุบกัมมะถันและมอร์ตาร์ธรรมดา

ชนิดของมอร์ตาร์	น้ำ สารซีเมนต์	การดูดซึมของน้ำ, $\times 10^{-6}$ ซม./วินาที									
		1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน	6 วัน	7 วัน	8 วัน	9 วัน	10 วัน
OPC	0.40	2.3300	1.0100	0.6710	0.3310	0.2990	0.2210	0.1890	0.0889	0.0623	0.0401
OPC	0.55	3.8700	1.5500	1.0400	0.6560	0.4760	0.3190	0.2160	0.1400	0.1020	0.0565
OPC	0.70	5.7500	2.3700	1.9600	0.9140	0.7030	0.5860	0.5780	0.2490	0.1990	0.1790
SIC	0.40	0.9600	0.4420	0.2370	0.1620	0.0904	0.0587	0.0469	0.0297	0.0216	0.0153
SIC	0.55	1.9200	0.7860	0.3580	0.2210	0.1840	0.1300	0.1020	0.0778	0.0597	0.0565
SIC	0.70	1.3300	0.5510	0.3270	0.2170	0.1160	0.0825	0.0522	0.0367	0.0275	0.0203

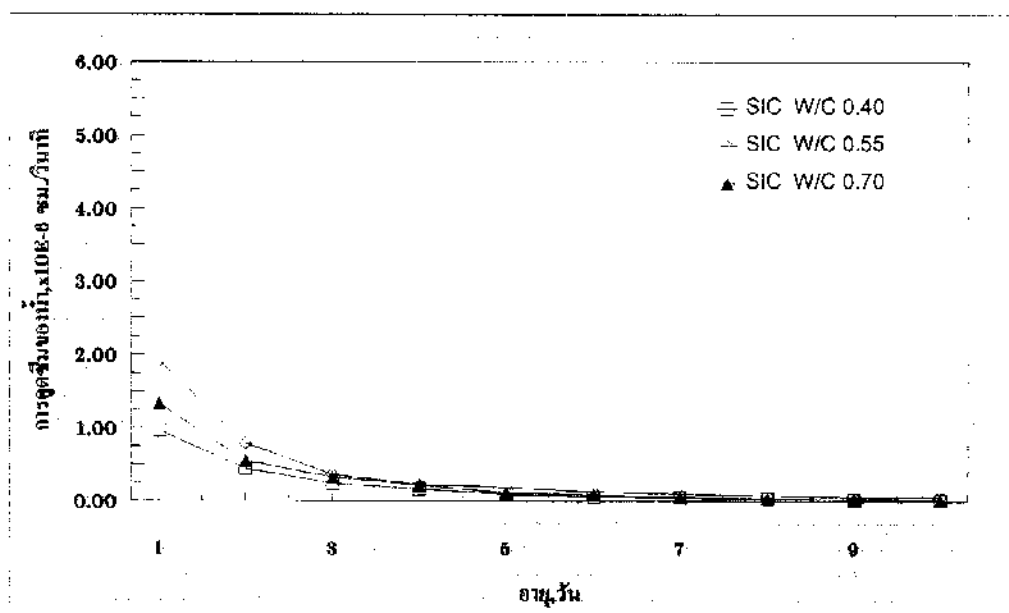
หมายเหตุ 1. ปริมาณทรายต่อสารซีเมนต์ เท่ากับ 3.00 โดยน้ำหนัก

2. SIC : ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ชุบกัมมะถัน(Sulphur-Infiltrated Cement)

3. OPC : ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ธรรมดา



ภาพที่ 4.10 ผลการทดสอบความสามารถการดูดซึมของน้ำ มอร์ตาร์ธรรมดา



ภาพที่ 4.11 ผลการทดสอบความสามารถการดูดซึมของน้ำ มอร์ตาร์ชุบกัมมะถัน