



บทที่ 4

ผลการทดสอบและการอภิปรายผล

4.1 การทดสอบหาปริมาณสารลดน้ำพิเศษที่เหมาะสม

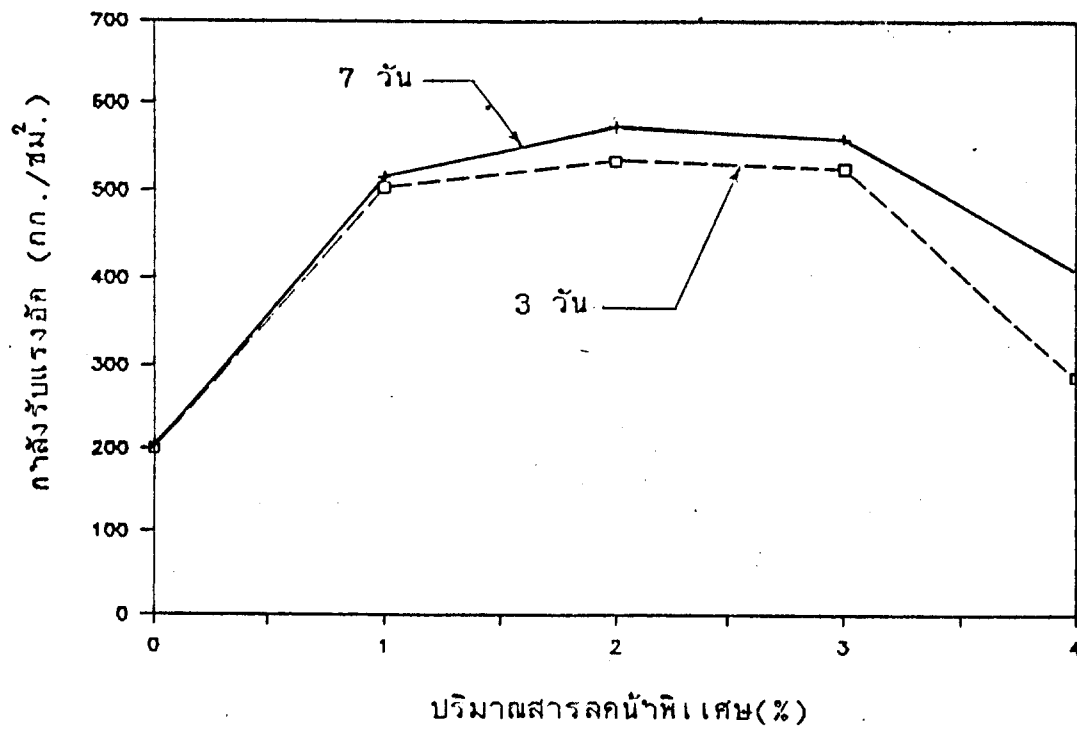
ผลการทดสอบ ความสามารถทางงานได้และกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ผสม ซีเมนต์แกลบ ซีเมนต์ลอยและสารลดน้ำพิเศษที่อัตราส่วนน้ำต่อบูนซีเมนต์คงที่ที่ได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก ง. ส่วนตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 เป็นค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าคอนกรีตที่ทำจากส่วนผสมบูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ล้วน ที่ไม่ใส่สารลดน้ำพิเศษให้ค่าการยุบตัวเท่ากับ 0 ลักษณะคอนกรีตจะแห้งจับตัวกันเป็นก้อนเนื่องจากซีเมนต์เฟสค์มีความเหนียวมาก และยึดเกาะมวลรวมทำให้มวลรวมไม่สามารถเคลื่อนไหลได้ เมื่อใส่สารลดน้ำพิเศษเข้า 1% ของน้ำหนักบูนซีเมนต์ ทำให้ความสามารถทางงานได้เพิ่มขึ้น ค่าการยุบตัวเพิ่มขึ้นเป็น 3.5 ซม. คอนกรีตเหลวขึ้นแต่ยังคงมีความหนืดสูง การบรรจุเข้าแบบหล่อและกระทุ้งแน่นคอนกรีตยังคงทำได้ค่อนข้างยาก เมื่อผสมสารลดน้ำพิเศษเป็น 2% ค่าการยุบตัวเพิ่มขึ้นเป็น 20 ซม. คอนกรีตจะค่อนข้างเหลวมากมีความเคลื่อนไหลสูง ซีเมนต์เฟสค์ลดความเหนียวหนืดลงมากการกระทุ้งแน่นทำได้ง่ายและทำให้เนื้อคอนกรีตอัดตัวกันได้แน่นดี เมื่อเพิ่มสารลดน้ำพิเศษเป็น 3% คอนกรีตมีความเหลวมาก มีความเคลื่อนไหลสูง ให้ค่าการยุบตัวเป็น 23 ซม. และเมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำพิเศษอีกเป็น 4% ความสามารถทางงานได้ของคอนกรีตจะไม่เพิ่มขึ้นอีก ค่าการยุบตัวลดลงมาที่ 21 ซม. ลักษณะคอนกรีตที่ได้จะเหลว ภัยคอนกรีตจะสูญเสียการเกาะตัว (Cohesiveness) ระหว่างมวลรวมกับซีเมนต์เฟสค์ มีการแยกตัว (Segregate) เกิดการคายน้ำ (Bleeding) มาก ภัยน้ำจะพาบูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดสูงลอยขึ้นส่วนบนของส่วนผสม และเมื่อถอดแบบหล่อออก ลักษณะผิวแห่งคอนกรีต จะรู้สึกสากมือไม่เรียบเนื่องจากการสูญเสียวัสดุละเอียดไป จากผลการทดสอบความสามารถทางงานได้นี้แสดงว่า เมื่อปริมาณสารลดน้ำพิเศษเพิ่มขึ้นและอัตราส่วนน้ำต่อบูนซีเมนต์คงเดิม จะทำให้ความสามารถทางงานได้ของคอนกรีตเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณสารลดน้ำพิเศษเกิน 2% ความสามารถทางงานได้ของคอนกรีตจะไม่เพิ่มขึ้นอีก ทั้งนี้เพราะคอนกรีตอยู่ในสภาพที่เหลวมากอยู่แล้ว และการใส่สารลดน้ำพิเศษมากเกินไปยังทำให้เกิดการแยกตัวของส่วนผสมด้วย การทดสอบของ Rixom (1978) ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่หาจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และสารลดน้ำพิเศษที่อัตราส่วนน้ำต่อ-ปูนซีเมนต์คงที่เท่ากับ 0.3

C:RHA:FA	สารลดน้ำพิเศษ (%)	ค่าการยุบตัว (ซม.)	กำลังรับแรงอัด(กก./ซม. ²)	
			3 วัน	7 วัน
100:0:0	0	0	201	204
100:0:0	1	3.5	503	515
100:0:0	2	20	534	573
100:0:0	3	23	526	560
100:0:0	4	21	287	411

หมายเหตุ; C:RHA:FA = ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเถ้าแกลบ:ซีเถ้าลอย



รูปที่ 4.1 ค่ารับแรงอัดที่อายุ 3 และ 7 วัน ของแท่งคอนกรีตที่ทำจาก
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และสารลดน้ำพิเศษ

จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์คงที่เท่ากับ 0.3 กำลังรับแรงอัดที่อายุ 3 และ 7 วัน ของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ไม่ใส่สารลดน้ำพิเศษมีค่าต่ำ เนื่องจากคอนกรีตสดมีลักษณะแห้งไม่ชื้นไหล ทำให้ไม่สามารถกระทุ้งให้เนื้อคอนกรีตแน่นได้ กำลังรับแรงอัดจึงต่ำ เมื่อใส่สารลดน้ำพิเศษในส่วนผสม 1% คอนกรีตสดมีความชื้นไหลเพิ่มขึ้น และสามารถกระทุ้งแน่นได้ดีขึ้น แต่ก็ยังคงกระทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากการกระทุ้งแน่นเวลาบรรจุใส่แบบหล่อกระทำโดยการใช้แท่งเหล็ก เนื้อคอนกรีตรวมตัวกันได้ดีขึ้น เป็นผลทำให้กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก เมื่อใส่สารลดน้ำพิเศษขึ้นเพิ่มเป็น 2% คอนกรีตมีความชื้นไหลมาก การบรรจุใส่แบบหล่อและกระทุ้งแน่น ทำให้สะดวกมากและคอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดสูงขึ้น แสดงว่าการใส่สารลดน้ำพิเศษเพิ่มทำให้มีการกระจายของน้ำมากขึ้น เป็นผลให้ความสามารถทางงานได้เพิ่มขึ้นและปฏิกิริยาระหว่างเม็ดซีเมนต์กับน้ำเพิ่มขึ้น กำลังรับแรงอัดจึงเพิ่มขึ้นตาม เมื่อใส่สารลดน้ำพิเศษเพิ่มเป็น 3% คอนกรีตสดมีสภาพเหลวและชื้นไหลมาก กำลังรับแรงอัดลดลงเล็กน้อย แสดงว่าส่วนผสมมีน้ำส่วนเกินและสารผสมเพิ่มส่วนเกิน มีผลทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเริ่มลดลง และเมื่อใส่สารลดน้ำพิเศษเพิ่มขึ้นถึง 4% กำลังรับแรงอัดจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากคอนกรีตสดเริ่มเกิดการแยกตัวระหว่างมวลรวมกับซีเมนต์เฟสต์เกิดขึ้นทำให้การประสานการยึดเกาะระหว่างมวลรวมกับซีเมนต์เฟสต์ไม่ดี มีผลทำให้กำลังรับแรงอัดต่ำลง จากผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตนี้ จะเห็นว่าปริมาณสารลดน้ำพิเศษ 1 ถึง 3% ให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่กำลังรับแรงอัดจะมีค่าสูงสุด เมื่อใส่สารลดน้ำพิเศษ 2% จากการศึกษาของบัณฑิต (2534) กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน จะมีค่าสูงและใกล้เคียงกัน เมื่อใส่สารลดน้ำพิเศษในปริมาณตั้งแต่ 1.25 ถึง 2.5% และ Stuart (1980) พบว่าการใส่สารลดน้ำพิเศษในปริมาณมากเกินไป จะทำให้กำลังรับแรงอัดลดลง เพราะมีปริมาณน้ำส่วนเกินเพิ่มขึ้น และเกิดการสูญเสียการยึดเกาะตัวของมวลรวมกับซีเมนต์เฟสต์ จากผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารลดน้ำที่พอเหมาะอยู่ในช่วง 1 ถึง 3% โดยที่ปริมาณสารลดน้ำพิเศษที่ 2% เป็นปริมาณที่พอเหมาะที่สุด

4.2 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์กลบซีเมนต์ลอยและสารลดน้ำพิเศษที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์คงที่

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์กลบซีเมนต์ลอยและสารลดน้ำพิเศษ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก จ. ส่วนตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 เป็นค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติคอนกรีตที่ใช้ปริมาณสารลดน้ำพิเศษเท่ากับ 2% และอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์คงที่เท่ากับ 0.3 จะเห็นได้ว่าความสามารถทางงานไค้ของคอนกรีตลดลง เมื่อปริมาณส่วนผสมของซีเมนต์กลบเพิ่มขึ้น ค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วนผสมสารลดน้ำพิเศษ 2% มีค่าเท่ากับ 22 ซม. ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก ได้คอนกรีตที่มีความเหลวมาก และเมื่อเพิ่มส่วนผสมของซีเมนต์กลบเป็น 10 - 20% รอยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์กลบ:ซีเมนต์ลอยเท่ากับ 80:10:10, 80:20:0 และ 60:20:20 ค่าการยุบตัวของคอนกรีตยังคงสูงอยู่คือมีค่าเท่ากับ 23, 22 และ 23 ซม. ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณน้ำอิสระยังมีอยู่มากทำให้คอนกรีตมีค่าการยุบตัวสูง เมื่อเพิ่มปริมาณซีเมนต์กลบเป็น 30% อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์กลบ:ซีเมนต์ลอยเป็น 40:30:30 ค่าการยุบตัวลดลงเป็น 1.5 ซม. ส่วนผสมคอนกรีตมีลักษณะแห้งและเหนียวมาก ปริมาณน้ำอิสระลดลงมาก และเมื่อเพิ่มปริมาณซีเมนต์กลบเป็น 40% และ 60% อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์กลบ:ซีเมนต์ลอยเป็น 60:40:0 และ 40:60:0 ค่าการยุบตัวลดลงเป็น 0 ได้ส่วนผสมคอนกรีตที่แห้งจนร่วนซุยไม่เกาะตัวกันและไม่สามารถกระทุ้งแน่นได้ การลดลงของความสามารถทางงานไค้ของคอนกรีตเมื่อเพิ่มปริมาณซีเมนต์กลบเกิดจากการต้องการน้ำของซีเมนต์กลบ ส่วนผสมที่ไม่มีซีเมนต์กลบผสมอยู่เลยจะมีความเหลวค่อนข้างสูงมากแสดงว่ามีน้ำอยู่มาก เมื่อแทนที่ด้วยซีเมนต์กลบ 10 ถึง 20% ส่วนผสมก็ยังคงเหลวอยู่แสดงว่ายังมีน้ำมากเกินไป เมื่อแทนที่ซีเมนต์กลบเป็น 30% ซีเมนต์กลบใช้น้ำไปมากทำให้ค่าการยุบตัวลดลงเป็น 1.5 ซม. และเมื่อแทนที่ซีเมนต์กลบเป็น 40 - 60% ซีเมนต์กลบใช้น้ำจนแห้ง ได้ส่วนผสมที่แห้งมากไม่เกาะกัน ทั้งนี้เนื่องจากซีเมนต์กลบมีความละเอียดสูงมากทำให้ต้องการน้ำเพื่อเคลือบผิวมาก ความละเอียดของซีเมนต์กลบบดละเอียดจะประมาณ 10,000 ซม.²/กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับ 3,000-3,500 ซม.²/กรัม ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Chindaprasirt, 1983 และบัณฑิต, 2534)

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์เม็ดกลม ซีเมนต์ลอยและสารลดน้ำพิเศษที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์คงที่

C:RHA:FA	ค่าการยุบตัว (ซม.)	กำลังรับแรงอัด(กก./ซม. ²)		
		3 วัน	7 วัน	28 วัน
100: 0: 0	22	466	524	568
80:20: 0	22	447	494	574
80:10:10	23	442	496	544
80: 0:20	23	439	490	564
60:40: 0	0	-	-	-
60:20:20	23	365	458	552
60: 0:40	24	267	323	550
40:60: 0	0	-	-	-
40:30:30	1.5	272	389	525
40: 0:60	24	230	276	475

หมายเหตุ; 1.C:RHA:FA = ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์เม็ดกลม:ซีเมนต์ลอย

2.ปริมาณสารลดน้ำพิเศษคงที่ = 2%

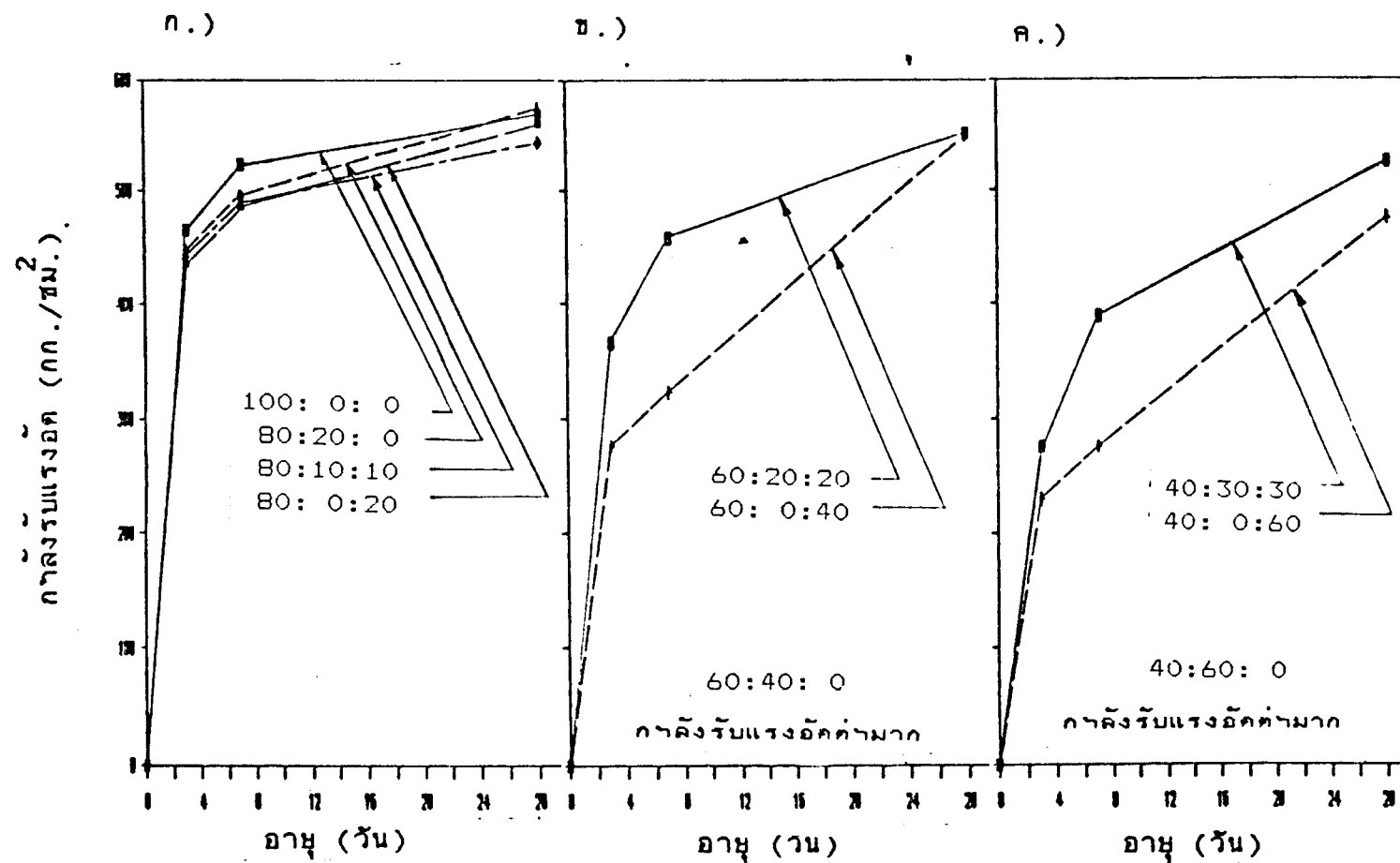
3.อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์คงที่ = 0.3

4.ที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์ 60:40:0 และ 40:60:0
คอนกรีตแห้งไม่เกาะตัวกันและไม่สามารถกระทุ้งแน่นได้

การแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยซีเมนต์แกลบ ไม่ค่อยมีผลกระทบต่อความสามารถทำงานได้ของคอนกรีตสด ระยะเวลาที่เพิ่มปริมาณส่วนผสมของซีเมนต์แกลบเป็น 20%, 40% และ 60% อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์แกลบ:ซีเมนต์ลอย เป็น 80:0:20, 60:0:40 และ 40:0:60 ได้ค่าการยุบตัวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย การผสมซีเมนต์ลอยในส่วนผสมคอนกรีตไม่ค่อยมีผลกระทบต่อการลดลงของความสามารถทำงานได้ของคอนกรีตสดเนื่องจากซีเมนต์ลอยมีลักษณะรูปร่างกลม ทำให้เพลสและมอร์ตาร์มีความชื้นไหลและความสามารถในการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (เฉลิมพล, 2527 และปริญาและอินทชัย, 2528) และการจากศึกษาของพิชัย (2530) ก็พบว่าซีเมนต์ลอยทำให้ความสามารถทำงานได้ของคอนกรีตสดดีขึ้นเล็กน้อย

จากผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่แสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 เมื่ออัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์คงที่และปริมาณสารลดน้ำพิเศษคงที่เท่ากับ 0.3 และ 2% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน มีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ถูกแทนที่ด้วยซีเมนต์แกลบและซีเมนต์ลอย และกำลังรับแรงอัดจะลดลงมากขึ้นเมื่อแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ทำจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ถูกแทนที่ด้วยซีเมนต์แกลบและซีเมนต์ลอยเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากซีเมนต์แกลบประกอบด้วยสารซิลิกาเป็นส่วนใหญ่ถึงประมาณ 90% ถ้าใช้ผสมมากเกินไปจะทำให้ซิลิกาไม่สมดุลกับปริมาณคลอรีนไฮดรอกไซด์อิสระ (Yeoh et al, 1979) ซีเมนต์ลอยก็มีส่วนผสมของซิลิกาและอลูมินาอยู่สูงและทำปฏิกิริยาได้ค่อนข้างช้า (ปริญาและอินทชัย, 2528) การทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ของ เฉลิมพล (2527) และบัณฑิต (2534) ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน

รูปที่ 4.2ก แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วนและที่ผสมด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 80% ระยะเวลาส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์แกลบ:ซีเมนต์ลอย เป็น 100:0:0, 80:20:0, 80:10:10 และ 80:0:20 จะเห็นได้ว่าค่ากำลังรับแรงอัดไม่แตกต่างกันมาก คือกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตระยะชั้นที่อายุ 3 และ 7 วัน ของแท่งคอนกรีตที่ใช้ส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน จะสูงกว่าของแท่งคอนกรีตที่มีส่วนผสมของซีเมนต์แกลบและซีเมนต์ลอยเล็กน้อย แต่เมื่ออายุมากขึ้นเป็น 28 วัน กำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่ใช้ส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วนและที่แทนที่ด้วยส่วนผสมของซีเมนต์แกลบและซีเมนต์ลอยมีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบกำลังรับแสงของแท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์เถ้ากลบ ซีเมนต์เถ้าลอยและสารลดน้ำพิเศษที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์คงที่

รูปที่ 4.2ข แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 60% ที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 60:40:0, 60:20:20 และ 60:0:40 จะเห็นได้ว่าส่วนผสมที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 60:40:0 เป็นส่วนผสมที่แห้งมากเกินไปและไม่สามารถกระทุ้งแน่นเข้าแบบหล่อได้ เป็นผลให้ค่ากำลังรับแรงอัดต่ำมาก เพราะมีรูพรong มาก สำหรับคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 60:20:20, และ 60:0:40 กำลังรับแรงอัดระยะต้นที่อายุ 3 และ 7 วัน ของแท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 60:20:20 มีค่าสูงกว่าของแท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 60:0:40 แต่ที่อายุมากขึ้นคือ 28 วัน กำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตทั้งสองส่วนผสมกลับมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงว่าส่วนผสมที่มีซีเมนต์สูงจะช่วยให้กำลังรับแรงอัดระยะต้นต่ำ และกำลังรับแรงอัดของส่วนผสมที่มีซีเมนต์และน้ำ:ทราย:หินสูงจะช่วยให้กำลังรับแรงอัดระยะต้นขึ้น ส่วนกำลังรับแรงอัดที่อายุมากขึ้นคือที่ 28 วัน ของส่วนผสมที่มีซีเมนต์สูงและของส่วนผสมที่มีทั้งซีเมนต์และน้ำ:ทราย:หินสูงจะมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากซีเมนต์สูงจะก่อตัวในการทำปฏิกิริยามากกว่าซีเมนต์สูง จึงทำให้กำลังรับแรงอัดระยะต้นสูงกว่า และซีเมนต์สูงทำให้กำลังรับแรงอัดที่อายุมากขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลาน(ปริญญ, 2529 และ Neville, 1981) ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 60:40:0 และสารลดน้ำพิเศษของบิตูต (2534) ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน

รูปที่ 4.2ค แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 40% ศึกษามีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 40:60:0, 40:30:30 และ 40:0:60 ส่วนผสมที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 40:60:0 ก็ให้ส่วนผสมที่แห้งมากเกินไปและกำลังรับแรงต่ำมาก เนื่องจากไม่สามารถกระทุ้งแน่นเข้าแบบได้และมีรูพรong มาก สำหรับคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์:น้ำ:ทราย:หิน 40:30:30 และ 40:0:60 กำลังรับแรงอัดระยะต้นมีช่วงต่างของกราฟมากกว่ากำลังรับแรงอัดที่อายุมากขึ้นที่ 28 วัน ส่วนผสมที่มีซีเมนต์และน้ำ:ทราย:หินสูง 30% แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ให้กำลังรับแรงอัดระยะต้นและที่อายุมากขึ้นสูงกว่าส่วนผสมที่มีซีเมนต์เพียงอย่างเดียว ที่ปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เท่ากัน แต่ที่อายุมากขึ้นกำลังรับแรงอัดแตกต่างกันน้อยลง เนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานทั้งที่ใส่แล้วและไม่ใส่มาแล้ว จากการศึกษาของปริญญและอินทชัย

(2530) มอร์ตาร์ทที่ทาจากปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์เก่าและซีเมนต์เก่าลอยในอัตราส่วนที่พอเหมาะจะมีกำลังรับแรงอัดสูงกว่ามอร์ตาร์ทที่ทาจากปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์เก่าและซีเมนต์เก่าลอยเพียงอย่างเดียว ภายใต้อายุที่ปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์เท่ากัน และจากการศึกษาของบัณฑิต (2534) ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน

จากผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดนี้ แสดงให้เห็นว่ากำลังรับแรงอัดระยะต้นของคอนกรีตที่ปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ ถูกแทนที่ด้วยซีเมนต์เก่าและซีเมนต์เก่าลอย จะมีค่าต่ำลง ภายใต้อายุที่ส่วนผสมที่ใช้ซีเมนต์เก่าและซีเมนต์เก่าลอยให้กำลังรับแรงอัดระยะต้นสูงกว่าส่วนผสมที่ใช้ซีเมนต์เก่าลอย แต่ผลของปฏิกิริยาปอซโซลานทำให้กำลังรับแรงอัดที่อายุมากของส่วนผสมที่มีซีเมนต์เก่าลอยสูงขึ้น และส่วนผสมที่ปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์คงที่ คอนกรีตที่ทาจากปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์เก่าและซีเมนต์เก่าลอย จะให้กำลังรับแรงอัดสูงกว่าคอนกรีตที่ทาจากปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์เก่าและซีเมนต์เก่าลอยเพียงอย่างเดียว

4.3 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ทาจากปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์เก่าและซีเมนต์เก่าลอยและสารลดน้ำพิเศษ เมื่อรับอัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์เก่าและซีเมนต์เก่าลอยและสารลดน้ำพิเศษเมื่อรับอัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ. ตาราง 4.3 และรูปที่ 4.3 เป็นค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3ก แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่การใส่สารลดน้ำพิเศษคงที่เท่ากับ 2% จะเห็นได้ว่าคอนกรีตผสมปูนซีเมนต์บอร์ตแลนด์ล้วน อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.30 จะมีความสามารถทางงานได้สูง คอนกรีตสดมีสภาพเหลวมาก กำลังรับแรงอัดต่ำ เนื่องจากมีน้ำส่วนเกินอยู่มาก (เอกสิทธิ์, 2533) ภายใต้อายุที่ปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์สูงถึง 22 ซม. เมื่อลดปริมาณน้ำลงมาที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.26 คอนกรีตสดที่ได้ก็ยังคงมีความสามารถทางงานได้สูง คอนกรีตสดอยู่ในสภาพเหลว ค่าการยุบตัวลดลง เป็น 17 ซม. การกระทุ้งแน่นด้วยแท่งเหล็กทำได้สะดวก มีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นมาก แสดงว่าปริมาณน้ำส่วนเกินลดลงทำให้เนื้อคอนกรีตแน่นขึ้น เป็นผลให้กำลังรับแรงสูงขึ้น แต่ก็ยังมีน้ำส่วนเกินเหลืออยู่ เมื่อลดปริมาณน้ำลงอีกเป็นคอนกรีตที่มีค่าอัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.245 ได้ค่าการยุบตัวเท่ากับ 3 ซม. คอนกรีตสดมีสภาพค่อนข้างแห้งเกาะตัวกันดี การกระทุ้งแน่นด้วยแท่งเหล็กทำได้ยากขึ้นแต่สามารถทำได้ กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น

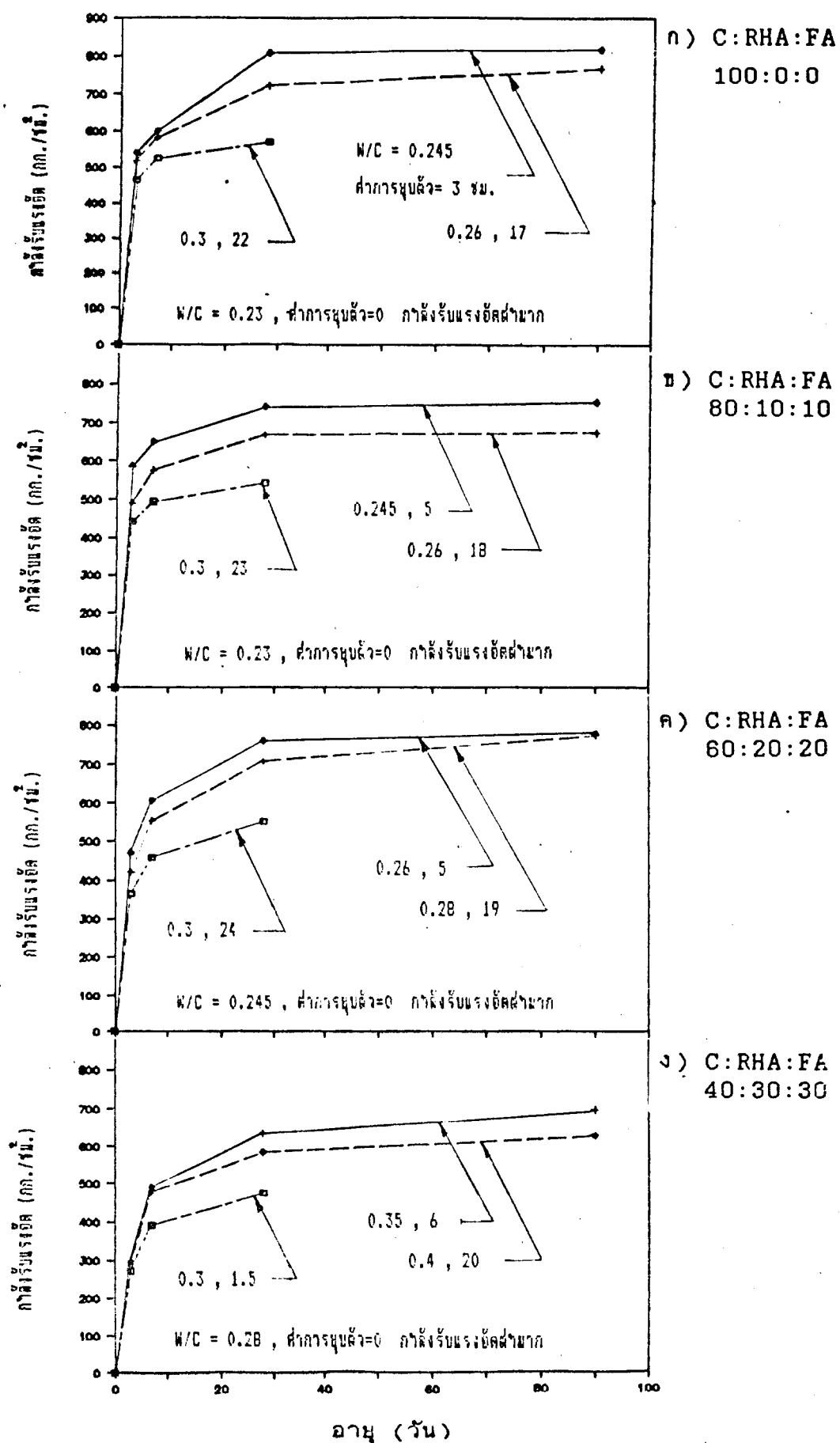
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเถ้ากลบ ซีเถ้าลอยและสารลดน้ำพิเศษเมื่อรับอัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์

C:RHA:FA	อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์	ค่าการยุบตัว (ซม.)	กำลังรับแรงอัด(กก./ซม. ²)			
			3วัน	7วัน	28วัน	90วัน
100: 0: 0	0.30	22	466	524	568	+
	0.26	17	518	581	722	766
	0.245	3	539	600	809	817
	0.23	0	-	-	-	-
80:10:10	0.30	23	442	496	544	+
	0.26	18	491	576	668	672
	0.245	5	586	608	740	752
	0.23	0	-	-	-	-
60:20:20	0.30	24	365	458	552	+
	0.28	19	420	553	707	774
	0.26	5	470	650	760	777
	0.245	0	-	-	-	-
40:30:30	0.40	20	272	389	475	+
	0.35	6	297	490	632	694
	0.30	1.5	289	479	583	627
	0.28	0	-	-	-	-

หมายเหตุ; 1.ปริมาณสารลดน้ำพิเศษคงที่ = 2%

2.ที่ค่าการยุบตัว = 0 คอนกรีตแห้งจนไม่สามารถกระทุ้งแน่นได้

3.+ไม่ได้ทำการทดสอบ



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์
ปอร์ตแลนด์ผสมซีเถ้าแกลบ ซีเถ้าลอยและสารลดน้ำพิเศษ

809 กก./ชม.2 ที่อายุ 28 วัน และ 817 กก./ชม.2 ที่อายุ 90 วัน เมื่อลดปริมาณน้ำลงมาที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.23 ได้ค่าการยุบตัวเท่ากับ 0 คอนกรีตสดจะแห้งมากจนร่วนซุยไม่เกาะกันทำให้ไม่สามารถกระทุ้งแน่นได้ และมีกำลังรับแรงอัดต่ำมากเนื่องจากมีรูพรong มาก

ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3ข แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 80% ที่เพิ่มส่วนผสมของซีเมนต์แกลบและซีเมนต์ลอยอย่างละ 10% อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์แกลบ:ซีเมนต์ลอยเป็น 80:10:10 และใช้สารลดน้ำพิเศษคงที่ 2% ที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.3 คอนกรีตสดมีสภาพเหลวมาก ค่าการยุบตัวสูงถึง 23 ซม. มีกำลังรับแรงอัดต่ำ เนื่องจากยังมีน้ำส่วนเกินอยู่มาก เมื่อลดปริมาณน้ำลงมาที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.26 คอนกรีตสดก็ยังสามารถทำงานได้สูง ค่าการยุบตัวเท่ากับ 18 ซม. การกระทุ้งแน่นด้วยแท่งเหล็กทำได้สะดวก มีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นมาก แสดงว่าปริมาณน้ำส่วนเกินลดลงทำให้กำลังรับแรงสูงขึ้น แต่ก็ยังมีน้ำส่วนเกินเหลืออยู่ เมื่อลดปริมาณน้ำลงมาที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.245 ได้ค่าการยุบตัวเท่ากับ 5 ซม. คอนกรีตสดมีการเกาะตัวกันดีและมีสภาพที่สามารถกระทุ้งแน่นด้วยแท่งเหล็กได้ มีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นสูงสุด สูงถึง 740 กก./ชม.2 ที่อายุ 28 วัน และ 752 กก./ชม.2 ที่อายุ 90 วัน และเมื่อลดปริมาณน้ำลงอีกที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.23 ได้ค่าการยุบตัวเท่ากับ 0 คอนกรีตสดจะแห้งมากจนร่วนซุยไม่สามารถกระทุ้งแน่นได้ คอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดต่ำมาก เนื่องจากมีรูพรong มาก

ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3ค แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 60% ที่เพิ่มส่วนผสมของซีเมนต์แกลบและซีเมนต์ลอยอย่างละ 20% อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์แกลบ:ซีเมนต์ลอยเป็น 80:20:20 ใช้สารลดน้ำพิเศษคงที่ 2% ที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.3 คอนกรีตสดมีสภาพเหลวมาก ค่าการยุบตัวสูงถึง 24 ซม. มีกำลังรับแรงอัดต่ำ เนื่องจากยังมีน้ำส่วนเกินอยู่มาก เมื่อลดปริมาณน้ำลงมาที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.28 ได้ค่าการยุบตัวลดลงเป็น 19 ซม. คอนกรีตสดมีสภาพเหลว มีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น เมื่อลดอัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์มาที่ 0.26 ได้ค่าการยุบตัวเท่ากับ 5 ซม. คอนกรีตสดมีสภาพกระทุ้งอัดแน่นด้วยแท่งเหล็กได้ มีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นสูงสุด สูงถึง 750 กก./ชม.2 ที่อายุ 28 วัน และ 777 กก./ชม.2 ที่อายุ 90 วัน และเมื่อลดปริมาณน้ำลงอีกที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.245 ได้ค่าการยุบตัวเท่ากับ 0 คอนกรีต

สดจะแห้งมากจนร่วนซุยไม่สามารถกระทุ้งแน่นได้และกำลังรับแรงอัดต่ำมาก เนื่องจากมีรูพรong มาก

ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3ง แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 40% ที่เพิ่มส่วนผสมของซีเมนต์แกลบและซีเมนต์ลอยอย่างละ 30% อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเมนต์แกลบ:ซีเมนต์ลอยเป็น 40:30:30 ใช้สารลดน้ำพิเศษคงที่ 2% ที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.40 ได้ค่าการยุบตัวเท่ากับ 20 ซม. คอนกรีตสดมีสภาพเหลว กำลังรับแรงอัดต่ำ เนื่องจากยังเป็นส่วนผสมที่มีน้ำมากเกินไป เมื่อลดปริมาณน้ำลงมาที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.35 ได้ค่าการยุบตัวลดลงเป็น 6 ซม. คอนกรีตสดมีสภาพค่อนข้างเหนียว การกระทุ้งแน่นด้วยแท่งเหล็กทำได้ค่อนข้างง่าย กำลังรับแรงอัดจึงเพิ่มขึ้น โดยสูงถึง 632 กก./ซม.² ที่อายุ 28 วัน และ 694 กก./ซม.² ที่อายุ 90 วัน เมื่อลดปริมาณน้ำลงมาที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.3 คอนกรีตสดมีสภาพแห้ง ค่าการยุบตัวเท่ากับ 1.5 ซม. มีกำลังรับแรงอัดต่ำลงมาก เนื่องจากคอนกรีตสดมีลักษณะแห้ง ไม่สิ้นเปลืองทำให้ไม่สามารถกระทุ้งด้วยแท่งเหล็กได้เนื้อคอนกรีตอัดแน่นได้ กำลังรับแรงอัดจึงต่ำ และเมื่อลดปริมาณลงมาอีกที่อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์เท่ากับ 0.28 คอนกรีตแห้งมากจนร่วนซุย ไม่สามารถกระทุ้งแน่นได้และกำลังรับแรงอัดต่ำ

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์แกลบ ซีเมนต์ลอยและสารลดน้ำพิเศษนี้แสดงให้เห็นว่า การลดปริมาณน้ำในส่วนผสมคอนกรีตทำให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้น เนื่องจากคอนกรีตมีปริมาณน้ำอิสระน้อยลง ทำให้เนื้อคอนกรีตแน่นขึ้นการยึดเหนี่ยวระหว่างมวลรวมกับซีเมนต์เฟสดีขึ้น ส่วนผสมพอเหมาะมีความสามารถทางงานได้ดี มีค่าการยุบตัวอยู่ในช่วง 3 - 6 ซม. คอนกรีตเกาะตัวกันดีการบรรจุเข้าแบบหล่อและกระทุ้งแน่นทำได้ดีทำให้ส่วนผสมคอนกรีตนั้นมีกำลังรับแรงอัดสูงสุด ถ้าลดปริมาณน้ำลงมากจะทำให้ส่วนผสมแห้งไป ความสามารถทางงานได้จะลดลงจนเป็น 0 และกำลังรับแรงจะมีค่าต่ำมาก เนื่องจากส่วนผสมจะแห้งมากจนร่วนซุยไม่เกาะกันไม่สามารถกระทุ้งแน่นได้ทำให้มีรูพรong มาก เป็นผลให้มีกำลังรับแรงอัดต่ำมาก

4.4 การทดสอบคุณสมบัติอื่น ๆ

ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีต ที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเถ้าแกลบ ซีเถ้าลอยและสารลดน้ำพิเศษ เพื่อใช้ผลในการเปรียบเทียบการนำไปใช้งานและเป็นแนวทางการทดสอบเพิ่มเติมต่อไป คุณสมบัติที่ทดสอบได้แก่ การคายน้ำ การก่อตัวระยะต้น กำลังรับแรงดึงแยกและกำลังรับแรงดัด โดยเลือกทดสอบเฉพาะ ส่วนผสมที่ให้กำลังรับแรงอัดสูง ซึ่งได้แก่ส่วนผสมที่มีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์:ซีเถ้าแกลบ:ซีเถ้าลอย เป็น 100:0:0, 80:10:10, 60:20:20, 40:30:30 และมีค่าการยุบตัวระหว่าง 3-6 ซม. ผลการทดสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ข. ส่วนตารางที่ 4.4 เป็นค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ

4.4.1 การคายน้ำ

เนื่องจาก เป็นส่วนผสมคอนกรีตที่มีน้ำน้อย และผสมสารลดน้ำพิเศษ คอนกรีตสดมีลักษณะค่อนข้างเหนียว วัดค่าการคายน้ำได้เท่ากับ 0 เพราะเป็นส่วนผสมที่ลดน้ำอิสระลงมาก เพื่อคอนกรีตจะได้มีเนื้อแน่นทำให้มีกำลังรับแรงอัดสูง Raymond(1983) พบว่าสารลดน้ำพิเศษสามารถลดการคายน้ำของคอนกรีตได้ ซีเถ้าแกลบในปูนซีเมนต์จะทำให้อัตราการคายน้ำลดลง (Damer, 1976) การผสมซีเถ้าลอยในมอร์ตาร์ ทำให้อัตราการคายน้ำและความสามารถในการคายน้ำลดลง (เฉลิมพล, 2527) และจากการศึกษาของบัณฑิต (2534) การผสมซีเถ้าแกลบ ซีเถ้าลอยและสารลดน้ำพิเศษทำให้อัตราการคายน้ำและความสามารถในการคายน้ำลดลง ซึ่งทั้งหมดนี้ทำให้การคายน้ำเกิดขึ้นน้อยมากไม่สามารถวัดค่าได้

4.4.2 ระยะเวลาการก่อตัวระยะต้น

ผลการทดสอบระยะเวลาการก่อตัวระยะต้นแสดงให้เห็นว่า การผสมซีเถ้าแกลบ ซีเถ้าลอยและสารลดน้ำพิเศษในส่วนผสมคอนกรีตไม่ค่อยมีผลกระทบต่อระยะเวลาการก่อตัวระยะต้น uly ได้ระยะเวลาการก่อตัวระยะต้นอยู่ในช่วง 7.24-7.45 ซม. Rixom (1978) พบว่าการใส่สารลดน้ำพิเศษจะไม่ทำให้ระยะเวลาการก่อตัวเปลี่ยนแปลง เอกสิทธิ์(2533)ให้เหตุผลว่าปฏิกิริยาไฮเดรชันยังคงเหมือนเดิมเมื่อผสมสารลดน้ำพิเศษจึงไม่ทำให้ระยะเวลาการก่อตัวเปลี่ยนแปลง แต่การศึกษาของบัณฑิต(2534) การใส่สารลดน้ำพิเศษ 1.25% ทำให้ระยะเวลาการก่อตัวระยะต้นและระยะปลายเพิ่มขึ้น และการผสมซีเถ้าแกลบ ซีเถ้าลอยในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ไม่ทำให้ระยะเวลาการก่อตัวเปลี่ยนแปลง จากการศึกษาของปริญญ์และอินทรชัย(2530) เมื่อผสมซีเถ้าแกลบและซีเถ้าลอยในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะทำให้ระยะเวลาการก่อตัวเพิ่มขึ้น เมื่อผสมซีเถ้าแกลบเกิน

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบ,การก่อตัวระยะต้น,การคายน้ำ และกำลังรับแรงอัด,กำลังรับแรงดึงแยก,กำลังรับแรงดัด ที่อายุ 28 วันของแท่งคอนกรีตที่หาจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเฝ้าแลบ ซีเฝ้าลอยและสารลดน้ำพิเศษ

C:RHA:FA	อัตราส่วนน้ำ ต่อสาร ซีเมนต์	การ ยุบตัว (ซม.)	การก่อตัว ระยะต้น (ชม:นาท)	การคาย น้ำ (มล./ม ²)	กำลังรับ แรงอัด (กก./ม ²)	กำลังรับ แรงดึง (กก./ม ²)	กำลังรับ แรงดัด (กก./ม ²)
100: 0: 0	0.26	3	7:45	0	809	55(7%) ⁺	85(10%) ⁺
80:10:10	0.26	5	7:35	0	740	58(8%) ⁺	85(11%) ⁺
60:20:20	0.28	5	7:34	0	750	54(7%) ⁺	86(11%) ⁺
40:30:30	0.35	6	7:24	0	632	42(6%) ⁺	59(9%) ⁺

หมายเหตุ; 1. ปริมาณสารลดน้ำพิเศษคงที่ = 2%
2. + ตัวเลขในวงเล็บแสดง เปอร์เซนต์
ของกำลังรับแรงอัดที่อายุเท่ากัน

ร้อยละ 50 ทำให้ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มลดลง (Metha, 1977) และเมื่อผสมซีเมนต์แล้วเกิดร้อยละ 40 ทำให้ระยะเวลาการก่อตัวระยะต้นเริ่มลดลง จากคู่มือของบริษัทผู้ผลิตสารลดน้ำพิเศษนี้ ใช้ส่วนผสม 1.2% ที่ค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด 7 ซม. มีระยะเวลาการก่อตัวระยะต้น 7.50 ซม.

4.4.3 กำลังรับแรงดึงแยก

จากผลการทดสอบกำลังรับแรงดึงแยก จะเห็นว่าแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่มีส่วนผสมของซีเมนต์แกลบ ซีเมนต์ลอยและสารลดน้ำพิเศษ มีกำลังรับแรงดึงแยกไม่ต่างกันมาก โดยส่วนผสมที่มีกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตค่า กำลังรับแรงดึงแยกจะต่ำลงด้วย โดยมียกกำลังรับแรงดึงแยกได้ประมาณ 6-8% ของกำลังรับแรงอัด Damer (1976) พบว่ากำลังรับแรงดึงจะลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของซีเมนต์แกลบซึ่งลดลงตามกำลังรับแรงอัดด้วย กำลังรับแรงดึงแยกมีค่าประมาณ 10% ของกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตกำลังสูง (เอกลีทธิ, 2533) สำหรับคอนกรีตธรรมดา Mindness และ Young (1981) ได้พบว่าอัตราส่วนของกำลังรับแรงดึงแยกต่อกำลังรับแรงอัดประมาณ 8-14% ซึ่งแสดงว่าอัตราส่วนกำลังรับแรงดึงแยกต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตกำลังสูงมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตธรรมดา

4.4.4 กำลังรับแรงค้ำ

ผลการทดสอบกำลังรับแรงค้ำ ให้ผลที่น่าสนใจเกี่ยวกับผลของกำลังรับแรงดึงแยกคือมีกำลังรับแรงค้ำไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตค่ากำลังรับแรงค้ำก็ต่ำลงตาม โดยที่ค่ากำลังรับแรงค้ำได้ประมาณ 9-11% ของกำลังรับแรงอัด จากการศึกษาของ Hague และคณะ (1984) พบว่ากำลังรับแรงค้ำจะลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของซีเมนต์แกลบและอัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์ และเอกลีทธิ (2533) พบว่าคอนกรีตกำลังสูงมีกำลังรับแรงค้ำของโมดูลัสของการแตกหักสามารถเขียนเป็นสมการ

$$f_r = 2.09 \sqrt{f_c'} \quad \dots 4.1$$

เมื่อ f_r = กำลังรับแรงค้ำของคอนกรีต

f_c' = กำลังอัดประลัยของคอนกรีต

ที่ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต 750 กก./ซม.² สามารถคำนวณหาค่ากำลังรับแรงค้ำได้เป็น 8% ของกำลังอัดประลัยของคอนกรีต ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ทดสอบได้เพียงเล็กน้อย สำหรับคอนกรีตธรรมดา Mindness และ Young (1981) ได้พบว่าอัตราส่วนกำลังรับแรงค้ำต่อกำลังรับแรงอัดประมาณ 11-23% แสดงว่าอัตราส่วนกำลังรับแรงค้ำต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตกำลังสูงมีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตธรรมดา