บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

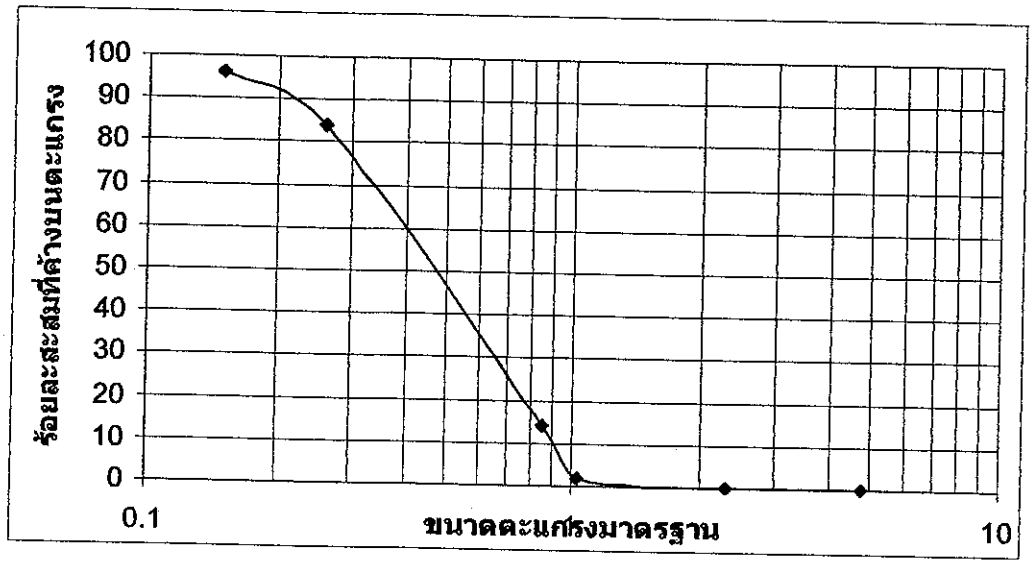
ในบทนี้เป็นการแสดงผลที่ได้จากการทดลองที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ดังกล่าว จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติของฝุ่นหินที่ในในมอร์ต้าแทนซีเมนต์ ซึ่งหินฝุ่นนี้นำมาจาก โรงงานผลิตแอสฟัลต์ของโรงโม่หิน ส.วรรฐ จำกัด

4.1 การทดสอบหาขนาดคละของทราย

การทดสอบหาขนาดคละของทรายมีคุณสมบัติที่มีผลต่อกำลังอัดของมอร์ต้าโดยขนาดคละของทรายนั้นเป็นไปตามมารตรฐาน ASTM ที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ซึ่งผลการทดสอบหาขนาดคละของทรายแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการทดสอบขนาดคละของทราย

ขนาดตระแกรงมาตรฐาน	น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรง (g)	ร้อยละที่ค้างบนตะแกรง	ร้อยละสะสมที่ค้างบนตะแกรง	ร้อยละสะสมที่ผ่านตะแกรง
เบอร์ 4	0	0	0	100
เบอร์ 8	0	0	0	100
เบอร์ 16	4	2	2	98
เบอร์ 20	24	12	14	86
เบอร์ 60	140	70	48	16
เบอร์ 100	24	12	96	4
ถาด	9	4	100	0
รวม	200	100	-	-



รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงขนาดคละของทราย

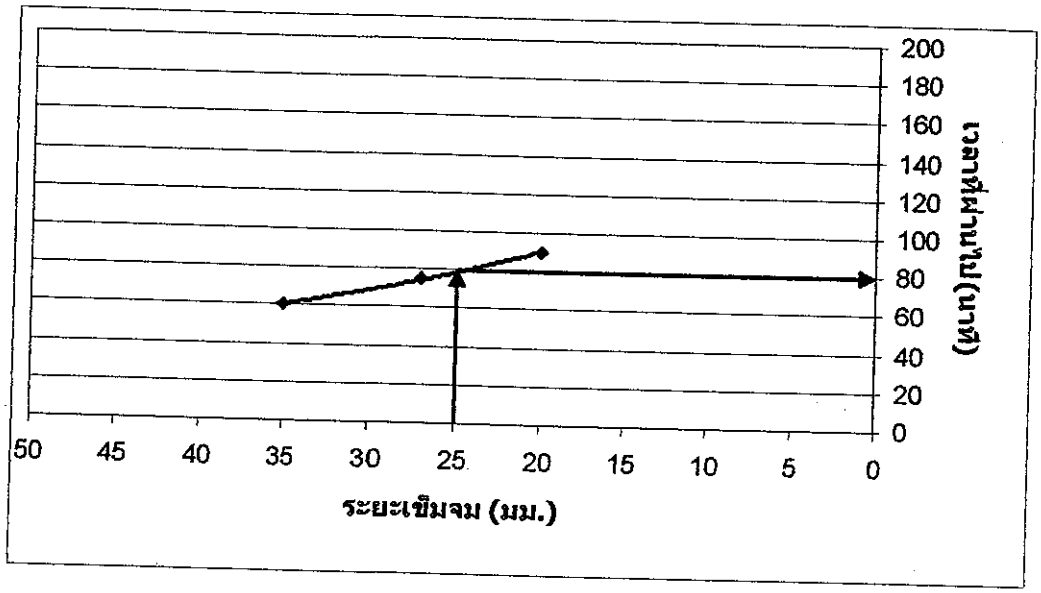
จากผลการทดลองที่ได้ พบว่าทรายมีลักษณะการกระจายตัวของขนาดคละใกล้เคียงกับขนาดคละตามมาตรฐานของ ASTM ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการใช้นำไปทำคอนกรีตและมอร์ต้ารับแรงอัด

4.2 การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของซีเมนต์ผสมฝุ่นหิน

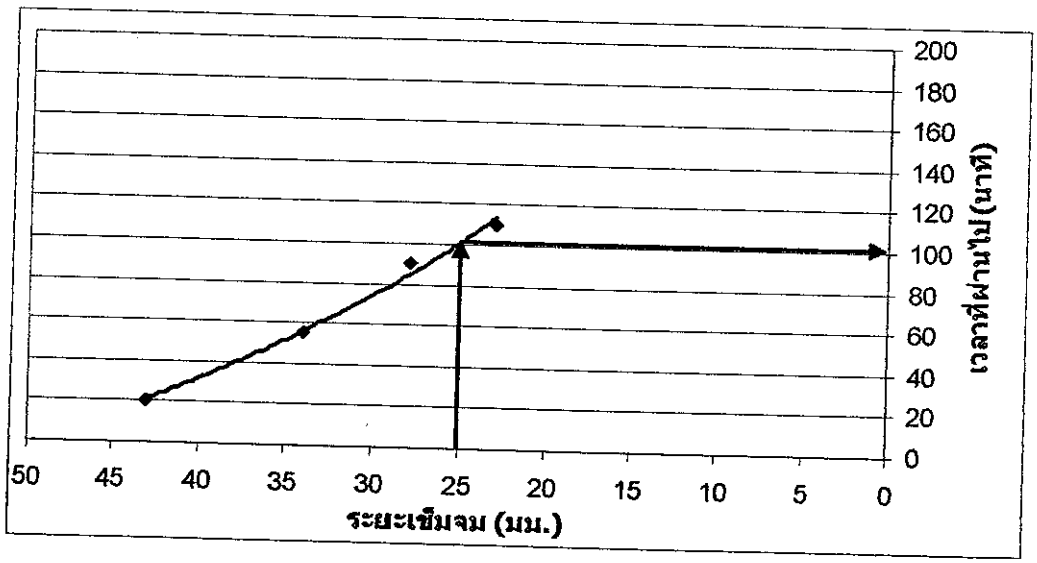
การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของซีเมนต์ผสมฝุ่นหินโดยใช้เข็มแบบไวแคตซึ่งเราสามารถนำมาใช้แสดงกราฟความสัมพันธ์ของระยะเวลาต่อระยะเข็มที่จมลงในซีเมนต์ผสมฝุ่นหินดังต่อไปนี้

4.2.1 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาต่อระยะเข็มที่จมลงในซีเมนต์ผสมฝุ่นหิน

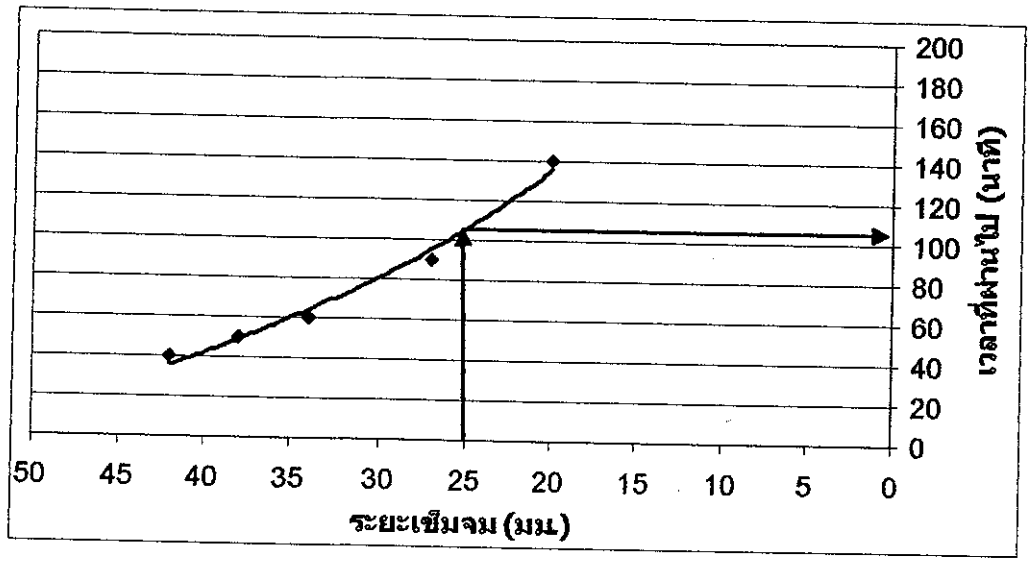
รูปที่ 4.2.1 ถึง 4.2.4 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาต่อระยะเข็มที่จมลงในซีเมนต์ผสมฝุ่นหิน ซึ่งได้จากการทดลองหาค่าระยะการก่อตัวของซีเมนต์ผสมฝุ่นหิน เพื่อหาระยะเวลาในการก่อตัวเริ่มต้น (Initial Setting Time) คือระยะเวลาที่ซีเมนต์ผสมฝุ่นหินเริ่มก่อตัว สามารถรับน้ำหนักของเข็มมาตรฐานไวแคตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ปล่อยลงในซีเมนต์ผสมฝุ่นหินที่ผสมน้ำแล้วมีความข้นเหลวปกติ แล้วเข็มนั้นจะจมลงไป 25 มิลลิเมตร โดยแสดงที่อัตราส่วนของซีเมนต์ต่อฝุ่นหินต่างๆ ตามลำดับดังนี้



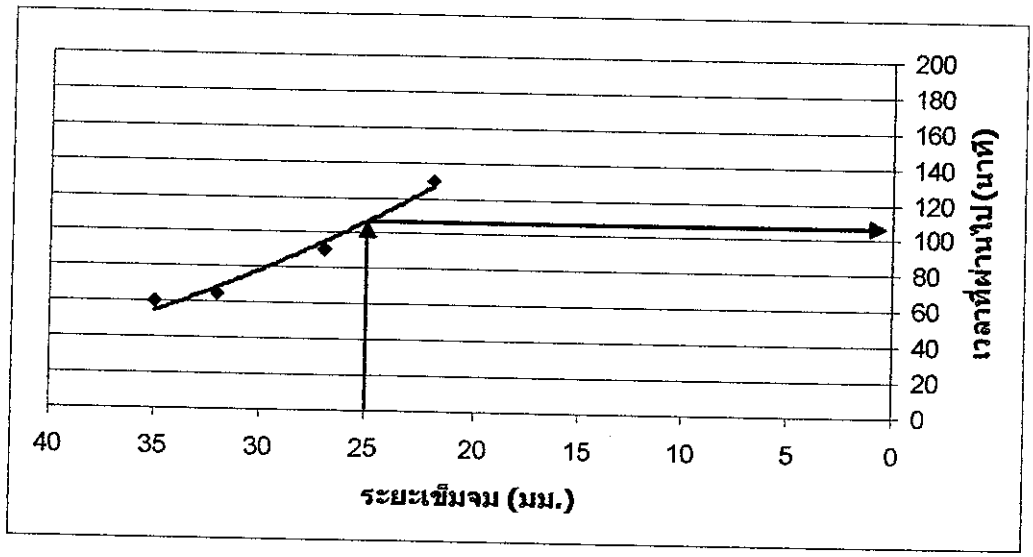
รูปที่ 4.2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ผ่านไปต่อระยะเข็มจมของซีเมนต์เพสท์



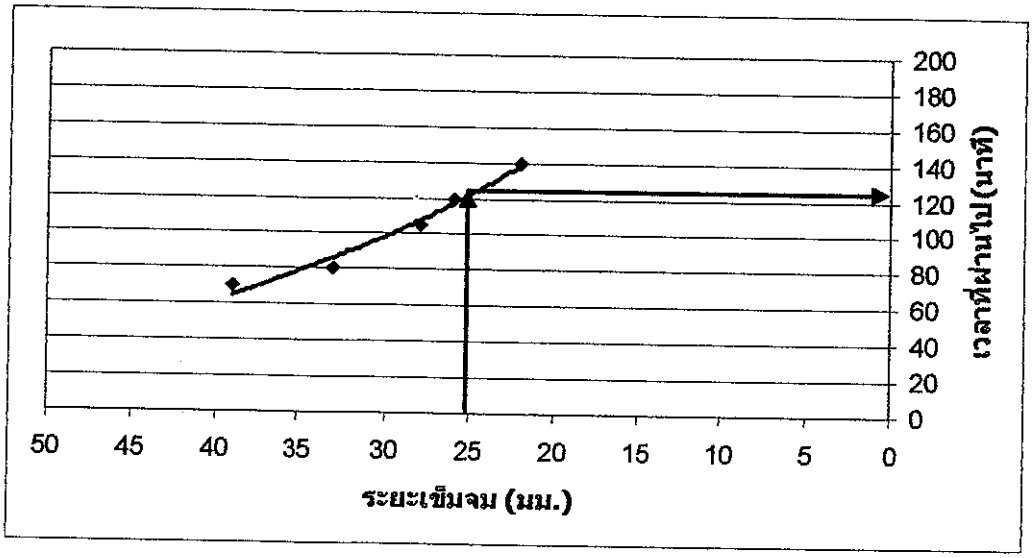
รูปที่ 4.2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ผ่านไปต่อระยะเข็มที่จม ของอัตราซีเมนต์ต่อฝุ่นหิน ที่ 95:5



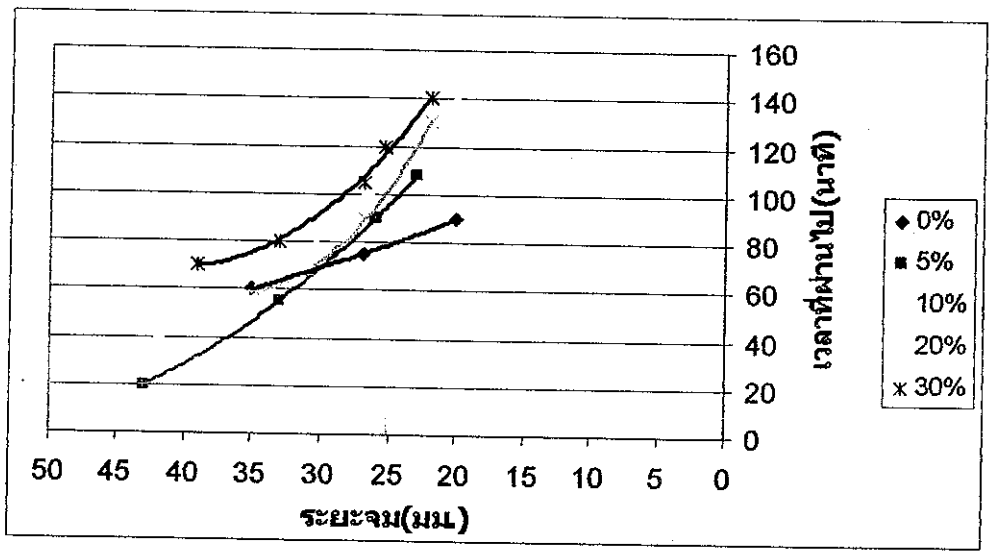
รูปที่ 4.2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ผ่านไปต่อระยะเซ็มที่จม ของอัตราซีเมนต์ต่อฝุ่นหิน ที่ 90:10



รูปที่ 4.2.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ผ่านไปต่อระยะเซ็มที่จม ของอัตราซีเมนต์ต่อฝุ่นหิน ที่ 80:20



รูปที่ 4.2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ผ่านไปต่อระยะเข็มที่จม ของอัตราซีเมนต์ต่อฝุ่นหิน ที่ 70:30



รูปที่ 4.2.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ผ่านไปต่อระยะเข็มที่จม ของอัตราส่วนซีเมนต์ต่อหินฝุ่นต่างๆ

จากรูปที่ 4.3.1 – 4.3.5 พบว่ามีค่าระยะเวลาการก่อตัวของซีเมนต์เพสท์ที่มีปริมาณฝุ่นหินมากขึ้นจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น คือเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ฝุ่นหินมากขึ้นระยะเวลาการก่อตัวก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน

สามารถนำกราฟรูปที่ 4.3.2 – 4.3.5 มาเทียบกับกราฟรูปที่ 4.3.1 สามารถหาค่าเวลาที่ซีเมนต์ผสมฝุ่นหินที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆเริ่มก่อตัว (กำหนดที่ระยะเข็มจม 25 มิลลิเมตร) มาเทียบกับที่ซีเมนต์เพสท์ได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2.1 แสดงระยะเวลาการก่อตัวของอัตราส่วนซีเมนต์ผสมฝุ่นหิน

ซีเมนต์ผสมฝุ่นหินในแต่ละเปอร์เซ็นต์	เวลาที่ใช้ในการก่อตัวเริ่มต้น (นาที)
ซีเมนต์ 100 %	80
ซีเมนต์ที่ผสมฝุ่นหิน 5 %	100
ซีเมนต์ที่ผสมฝุ่นหิน 10 %	105
ซีเมนต์ที่ผสมฝุ่นหิน 20 %	107
ซีเมนต์ที่ผสมฝุ่นหิน 30%	123

จากตารางที่ 4.2.1 แสดงถึงค่าระยะเวลาการก่อตัวของซีเมนต์ผสมฝุ่นหินที่อัตราส่วนต่างๆ และซีเมนต์เพสท์ธรรมดาที่ไม่ผสมฝุ่นหิน จากตารางสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

พบว่าเมื่อปริมาณฝุ่นหินมากขึ้นจะส่งผลให้ใช้เวลาในการก่อตัวเริ่มต้นสูงขึ้นคือที่อัตราส่วนระหว่างซีเมนต์ : ฝุ่นหิน ที่ 95:5 ,90:10 ,80:20 และ 70:30 จะมากขึ้นตามลำดับ แต่ก็เพิ่มขึ้นไม่มากนัก

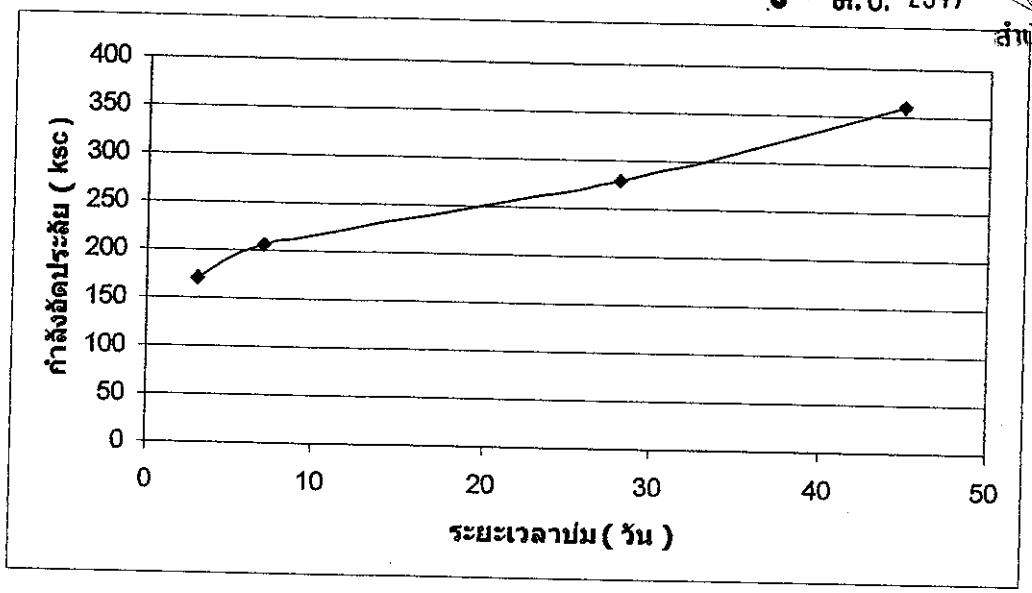
4.3 การทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้า

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดต่อระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มที่อัตราส่วนต่างๆของมอร์ต้าผสมฝุ่นหินแต่ละตัวอย่าง

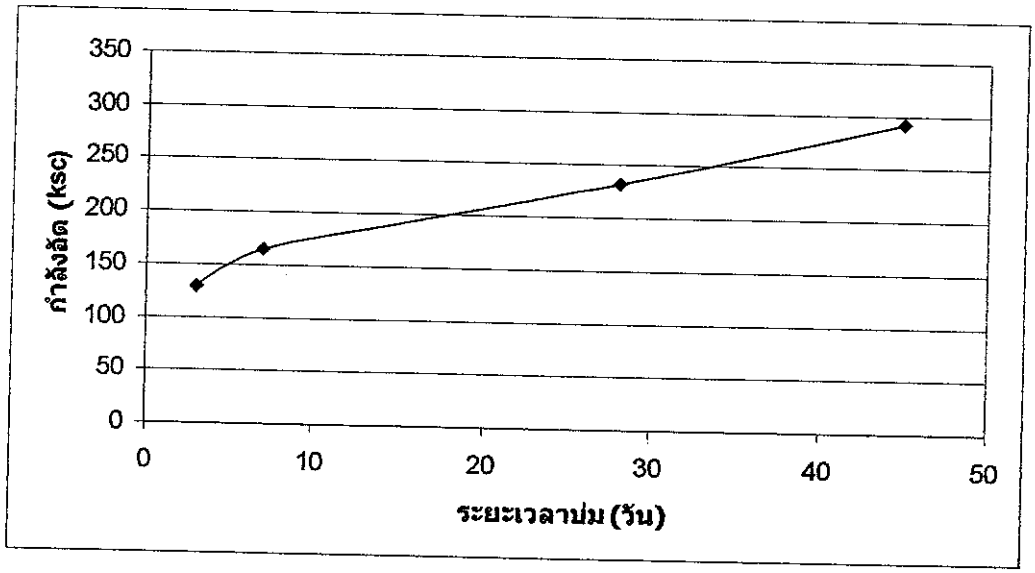
ผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการรับกำลังอัดของมอร์ต้าสามารถนำมาใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ต้าที่มีค่าอัตราส่วนของซีเมนต์ต่อฝุ่นหินที่เปลี่ยนไป กับระยะเวลาการบ่ม คือ 3 ,7 ,28 และ45 วัน ดังรูปที่ 4.4.1 – 4.4.6

ป TA
439
.D247n
2544

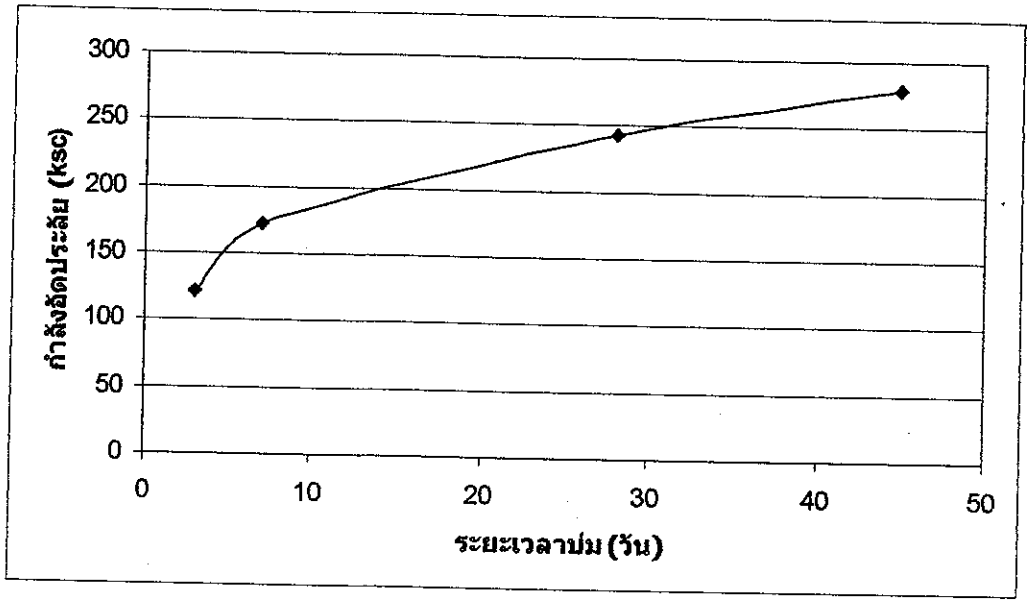
4740323
30 มิ.ย. 2547
สำนักหอสมุด



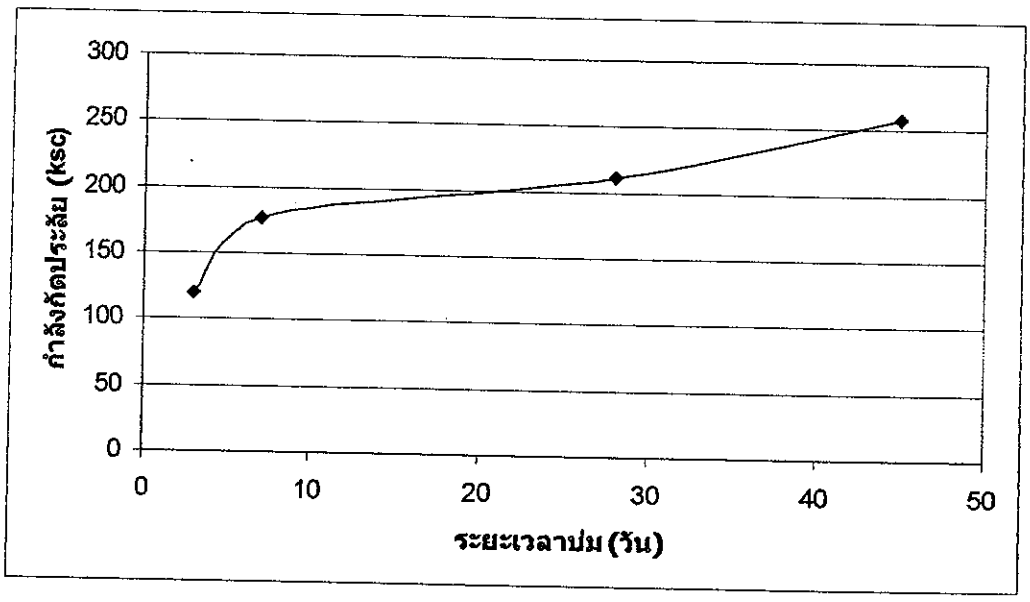
รูปที่ 4.3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหิน (100 :0)



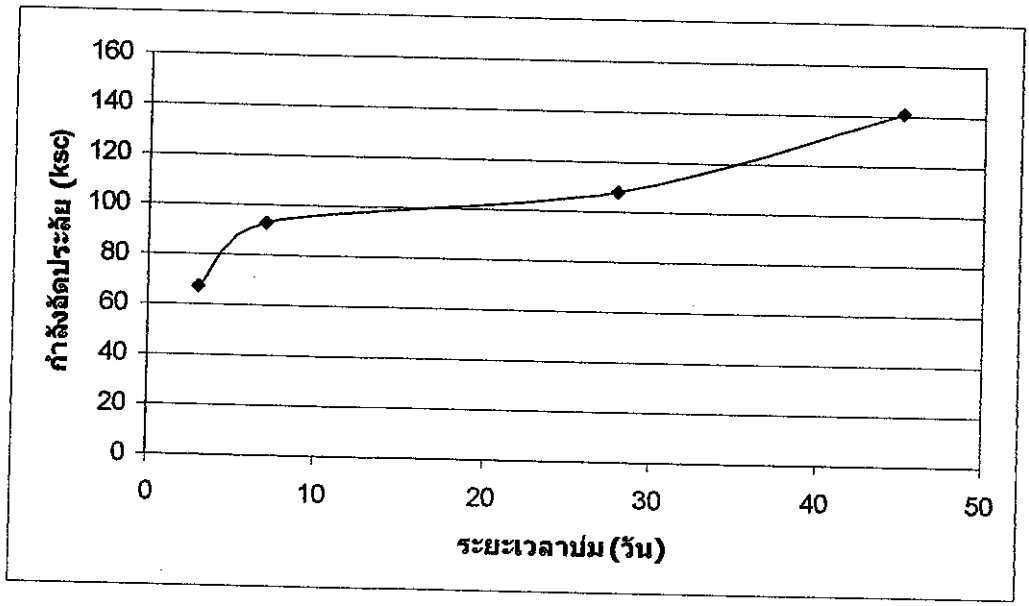
รูปที่ 4.3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหิน (95 : 5)



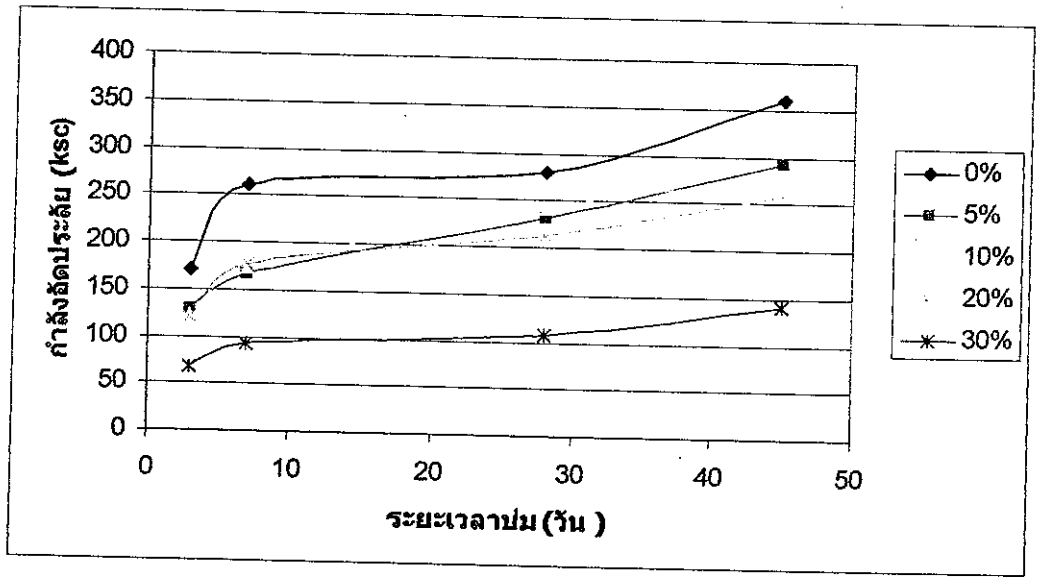
รูปที่ 4.3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหิน (90 : 10)



รูปที่ 4.3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหิน (80 : 20)



รูปที่ 4.3.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหิน (70 : 30)

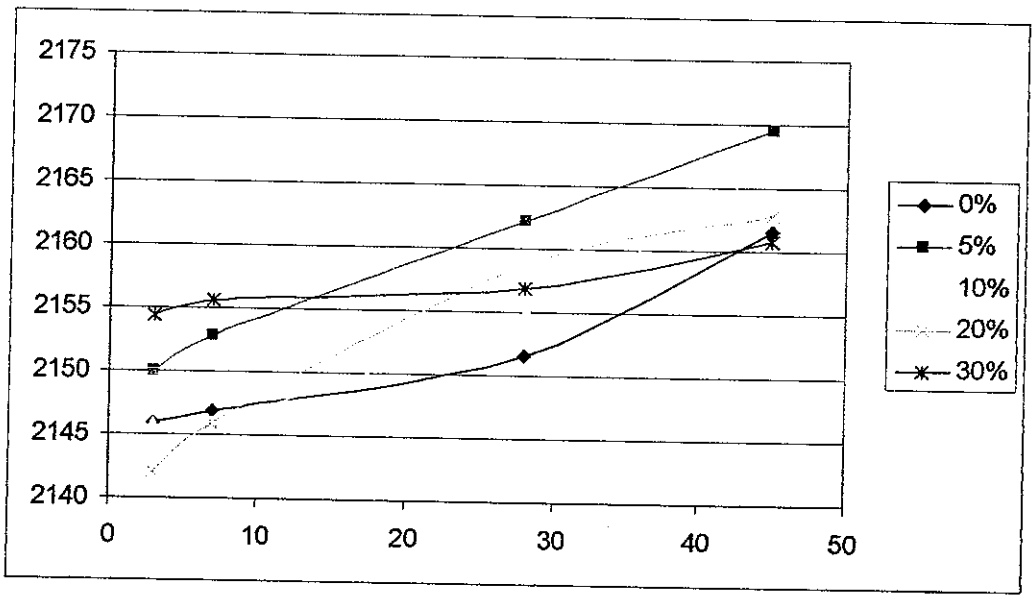


รูปที่ 4.3.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหินต่างๆ

จากรูปที่ 4.3.1 – 4.3.6 การทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้าช่วงที่มีปูนซีเมนต์ต่อฝุ่นหินเท่ากับ 95:5 , 90:10 และ 80:20 พบว่ามีค่ากำลังรับแรงอัดในทุกช่วงเวลาที่ทดสอบต่ำกว่าปูนซีเมนต์ธรรมดาที่ไม่ได้ผสมฝุ่นหินเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ยิ่งผสมฝุ่นหินเพิ่มขึ้นกำลังอัดจะต่ำลง โดยเฉลี่ยแล้วกำลังรับแรงอัดจะอยู่ในช่วง 40% - 80 % ของกำลังรับแรงอัดของปูนซีเมนต์ธรรมดาที่ไม่ได้ผสมฝุ่นหิน ณ เวลาบ่ม 28 และ 60 วัน (จากภาคผนวก ก ตารางที่ ก.6 – ก.7) โดยส่วนผสมที่รับแรงได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับปูนซีเมนต์ธรรมดาที่ไม่ได้ผสมฝุ่นหิน ที่เวลาบ่ม 28 วัน คือมอร์ต้าที่มีปูนซีเมนต์ต่อฝุ่นหิน เท่ากับ 90:10

4.4 ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำและค่าความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างมอร์ต้า

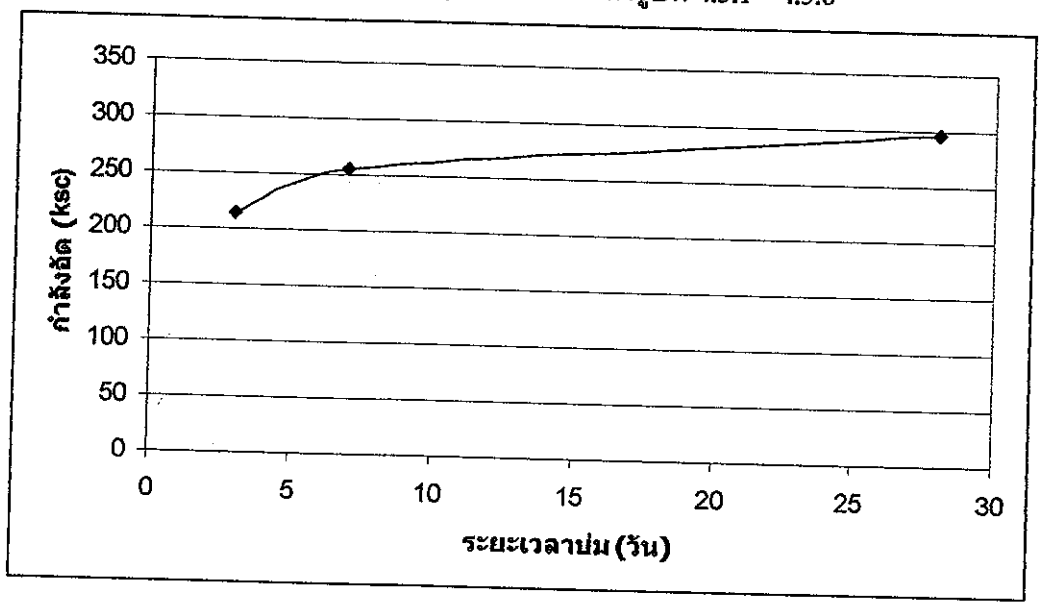
จากตารางภาคผนวก ก ตารางที่ ก.1 – ก.5 พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของก้อนตัวอย่างมอร์ต้ามีค่าลดลงเมื่อปริมาณฝุ่นหินเพิ่มมากขึ้น คือเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ฝุ่นหินมากขึ้น เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำก็จะลดลงด้วยเช่นกัน



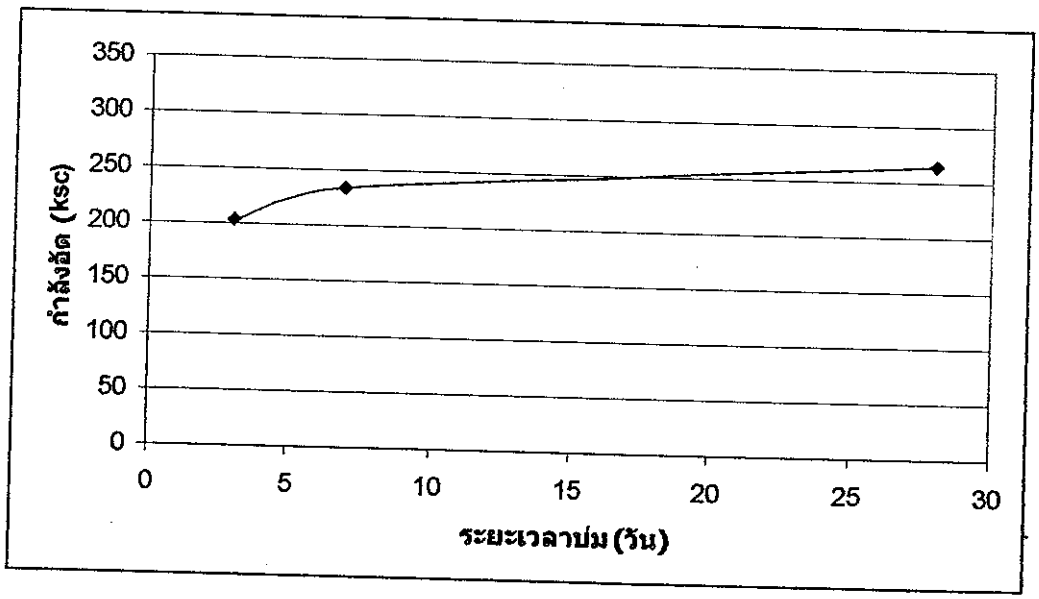
รูปที่ 4.4.1 กราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นต่อระยะเวลาการบ่มก้อนตัวอย่างมอร์ต้าผสมฝุ่นหินที่อัตราส่วนต่างๆ

4.5 การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

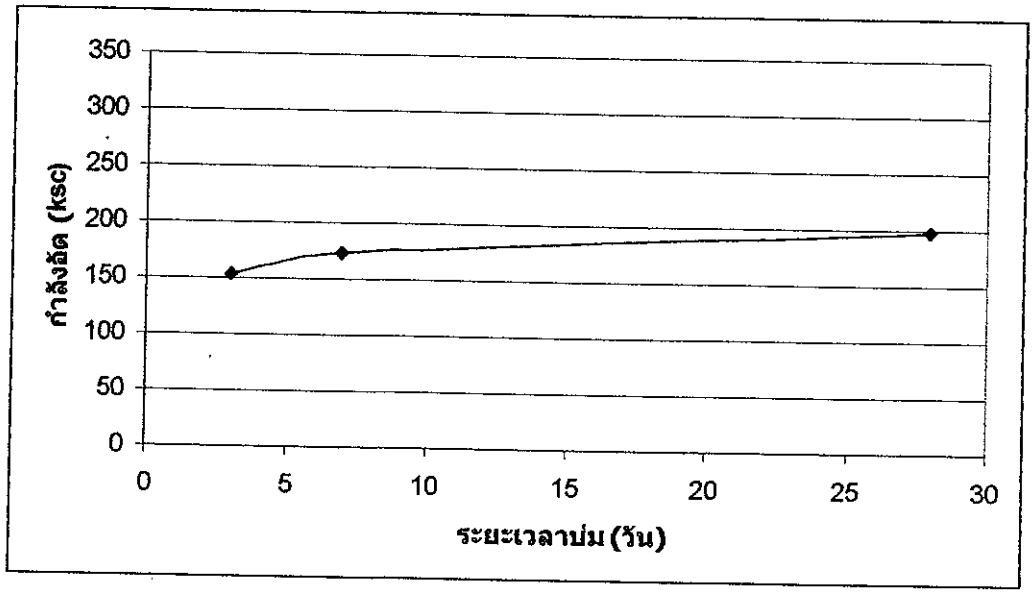
ผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการรับกำลังอัดของคอนกรีตสามารถนำมาใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่มีค่าอัตราส่วนของซีเมนต์ต่อฝุ่นหินที่เปลี่ยนไป กับระยะเวลาการบ่ม คือ 3 ,7 และ28 วัน ดังรูปที่ 4.5.1 – 4.5.6



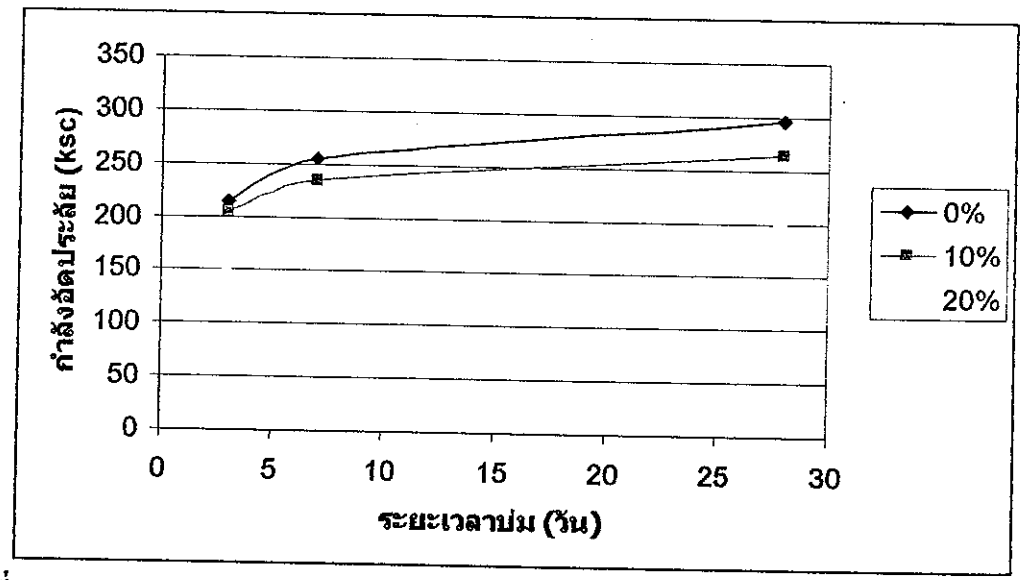
รูปที่ 4.5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหิน (100 :0)



รูปที่ 4.5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหิน (90 : 10)



รูปที่ 4.5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยที่สัดส่วนฝุ่นหิน (80 : 20)



รูปที่ 4.5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มกับกำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่สัดส่วนฝุ่นหินต่างๆ