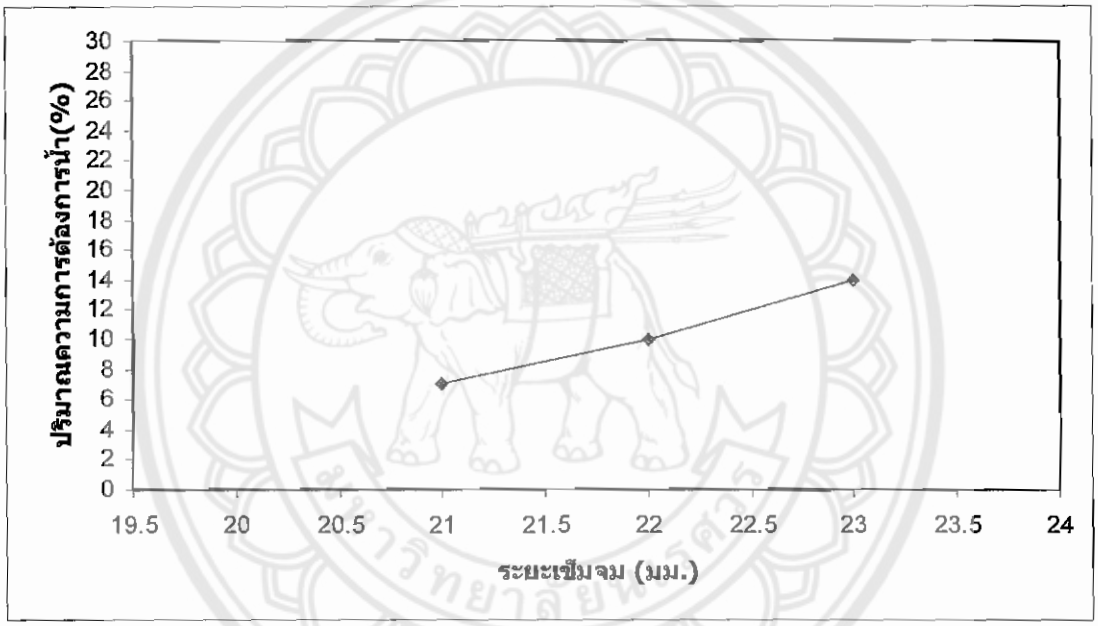
# บทที่ 4

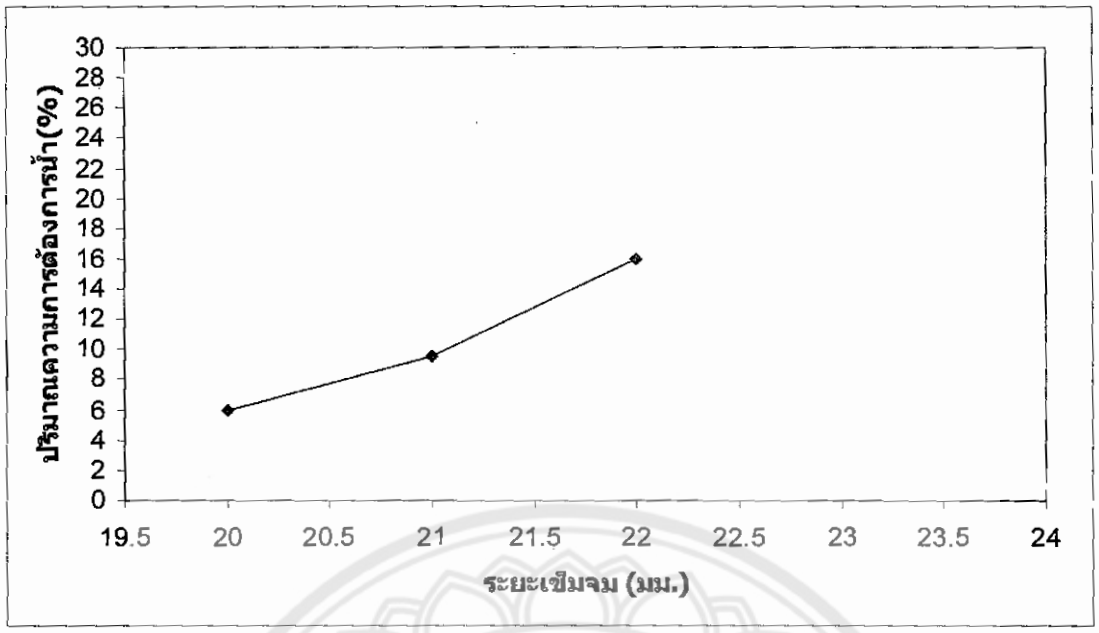
# ผลการทดสอบ

## 1. การทดสอบความข้นเหลวของมอร์ต้าผสมฝุ่นหินแทนที่ทราย

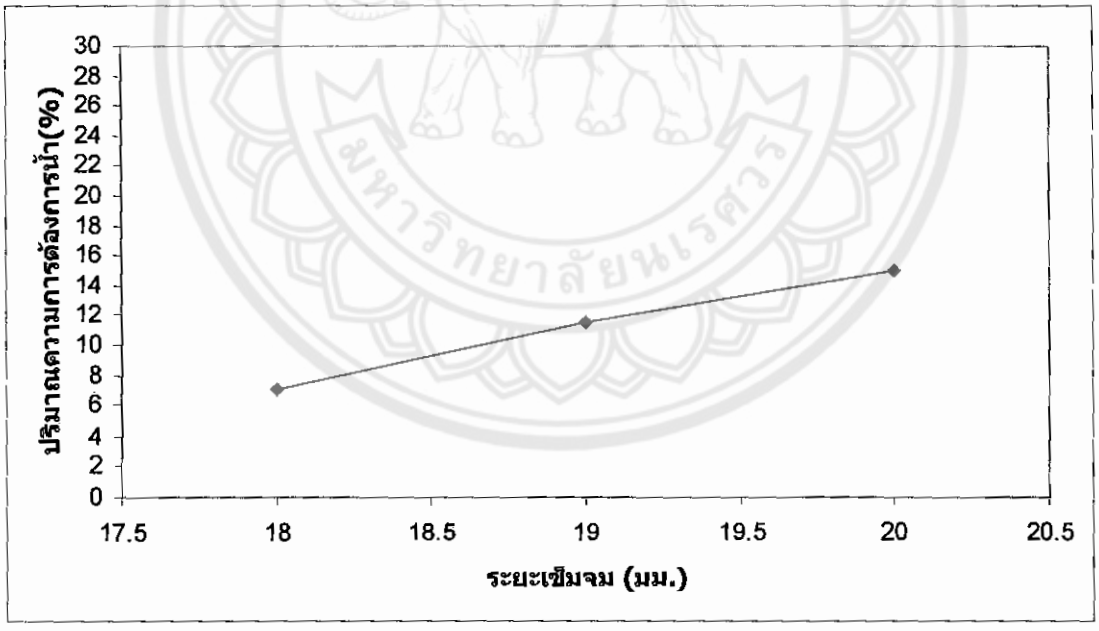
การทดสอบหาความข้นเหลวของมอร์ต้าผสมฝุ่นหินแทนที่ปริมาณทรายทราย และได้นำวัสดุผสมเพิ่มเป็นผงปูนปลาสเตอร์ช่วยให้มีความสามารถมีเวลาการก่อตัวที่เร็วขึ้นเมื่อเทียบกับมาตรฐาน โดยใช้ชุดทดสอบแบบเข็มไวแคตตามมาตรฐาน ASTM C187 มอก. 15 เล่ม 19 ซึ่งนำมาแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำ และเวลาการก่อตัวของมอร์ต้าผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายได้ดังรูปที่ 4.1.1-4.1.8




**รูปที่** 4.1.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมของกับปริมาณน้ำ ที่อัตราส่วนผสมของมอร์ต้าผสมผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:58:0:2 (0%)

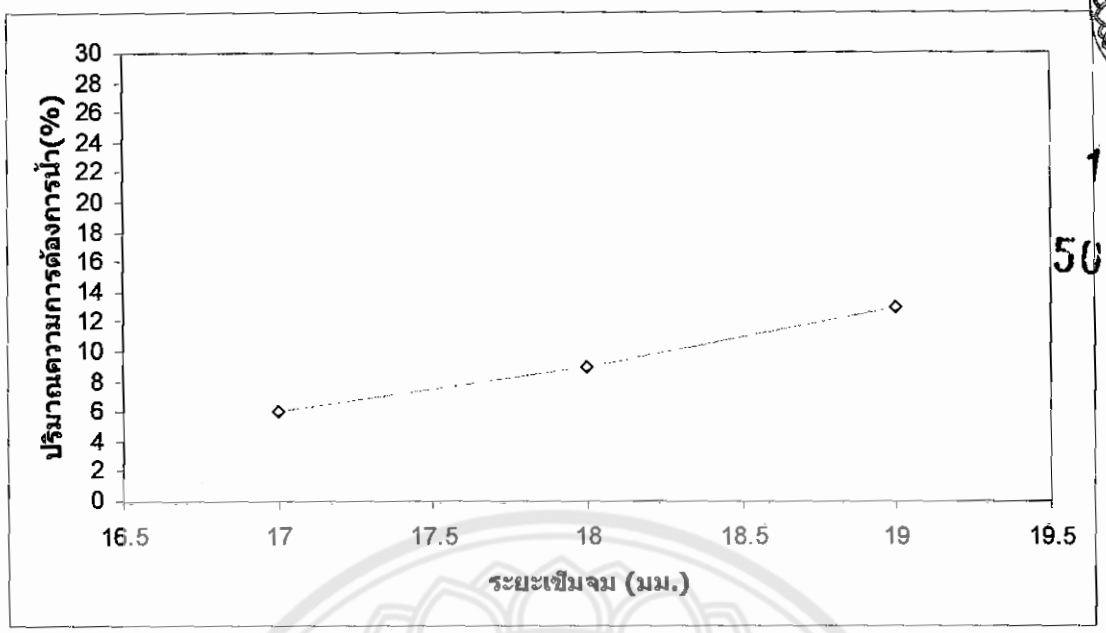



รูปที่ 4.1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมของกับปริมาณน้ำ ที่อัตราส่วนผสมของมอร์ต้า ผสมผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:53:5:2 (5%)

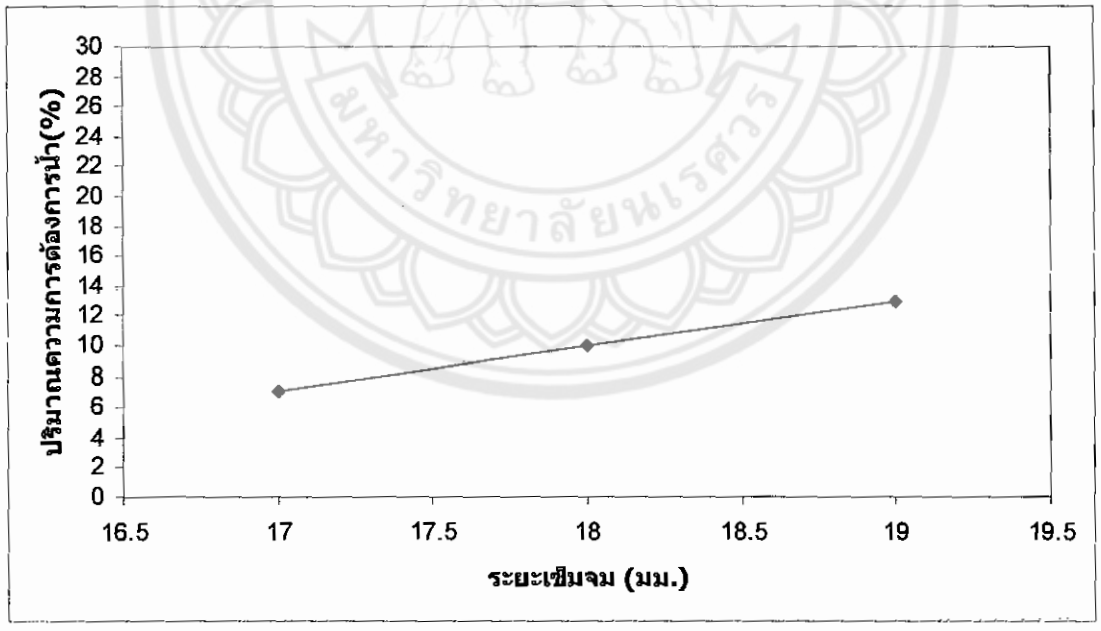



รูปที่ 4.1.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมของกับปริมาณน้ำ ที่อัตราส่วนผสมของมอร์ต้า ผสมผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:48:10:2 (10%)

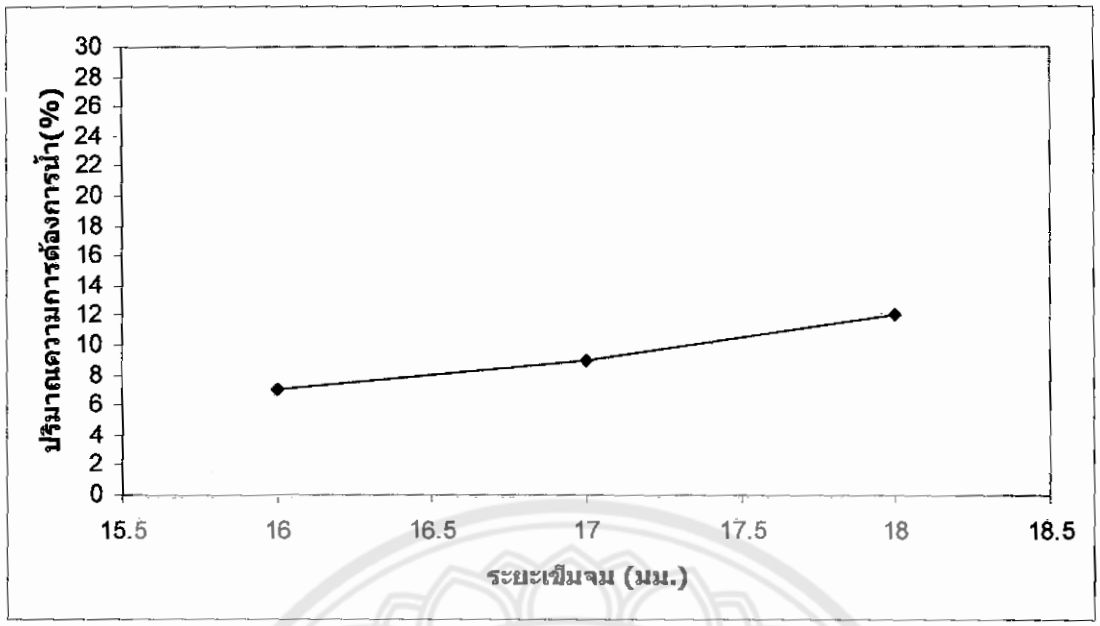
ป TA 431 ป172ก 2549
25
สำนักหอสมุด
15 ก.พ. 2550
5040501



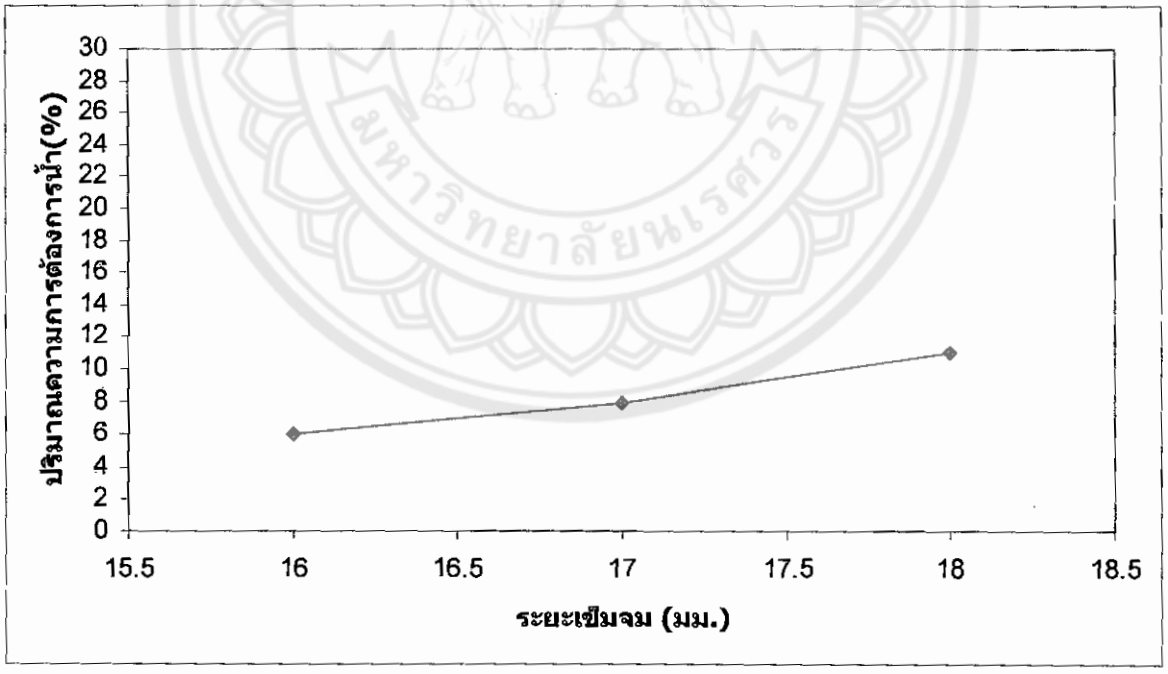

รูปที่ 4.1.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมของกับปริมาณน้ำ ที่อัตราส่วนผสมของมอร์ต้าผสมผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:38:20:2 (20%)



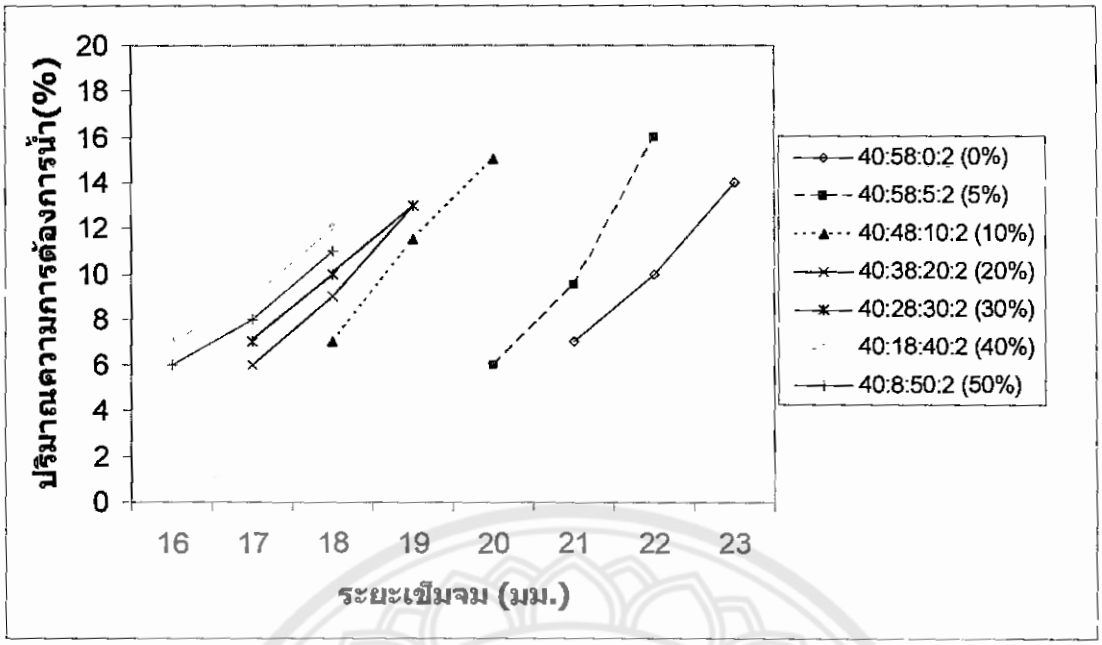

รูปที่ 4.1.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมของกับปริมาณน้ำ ที่อัตราส่วนผสมของมอร์ต้าผสมผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:28:30:2 (30%)




รูปที่ 4.1.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมของกับปริมาณน้ำ ที่อัตราส่วนผสมของมอร์ต้า ผสมผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:18:40:2 (40%)




รูปที่ 4.1.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมของกับปริมาณน้ำ ที่อัตราส่วนผสมของมอร์ ต้า ผสมผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:8:50:2 (50%)




รูปที่ 4.1.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมของกับปริมาณน้ำ ที่อัตราส่วนผสมของมอร์ ต้าผสมผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอัตราส่วนต่างๆ ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์

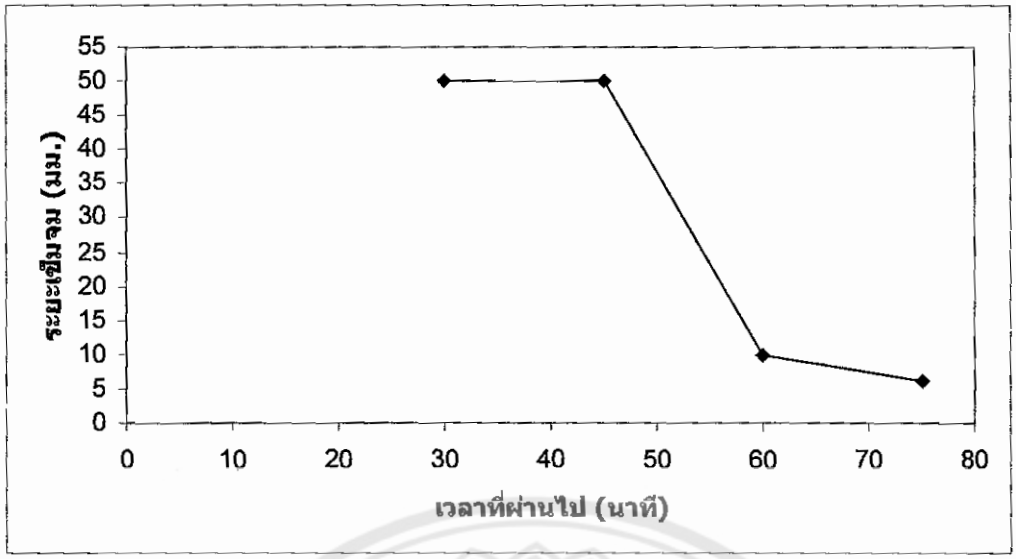
จากรูปที่ 4.1.8พบว่าความข้นเหลวของมอร์ต้าผสมฝุ่นหินที่มีความข้นเหลวที่เท่ากันปริมาณฝุ่นหินเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีระยะจมที่น้อยกว่าโดยเปรียบเทียบกับปริมาณฝุ่นหินน้อย

**2. การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของมอร์ต้า โดยฝุ่นหินแทนที่ทราย**

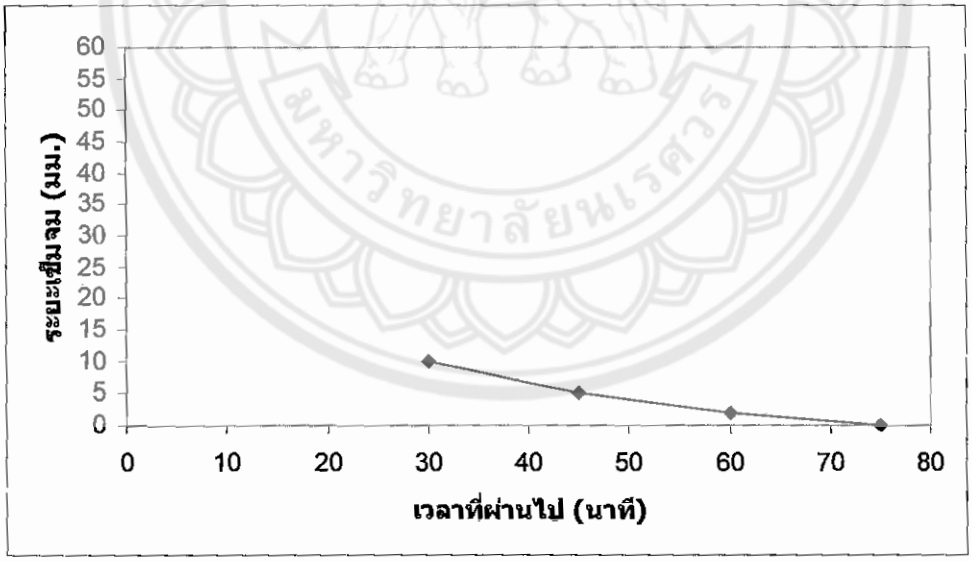
การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของมอร์ต้า โดยฝุ่นหินแทนที่ทรายโดยใช้เข็มทดสอบแบบไวแคตสามารถนำมาแสดงกราฟความสัมพันธ์ของระยะเวลาต่อระยะเข็มที่จมในมอร์ต้าที่ทดสอบดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.2.1 ถึง4.2.7 เป็นกราฟแสดงถึงความสัมพันธ์ของระยะเวลาต่อระยะเข็มที่จมลงในมอร์ต้าผสมฝุ่นหินแทนที่ทราย เพื่อหาระยะเวลาในการก่อตัวเริ่มต้น ( Initial Setting Time ) คือระยะเวลาที่มอร์ต้าเริ่มก่อตัวและสามารถรับน้ำหนักของเข็มตามมาตรฐานไวแคตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ปล่อยลงในมอร์ต้าผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายผสมน้ำที่ความข้นเหลวแต่ละอัตราส่วนของมอร์ต้าผสมฝุ่นหิน

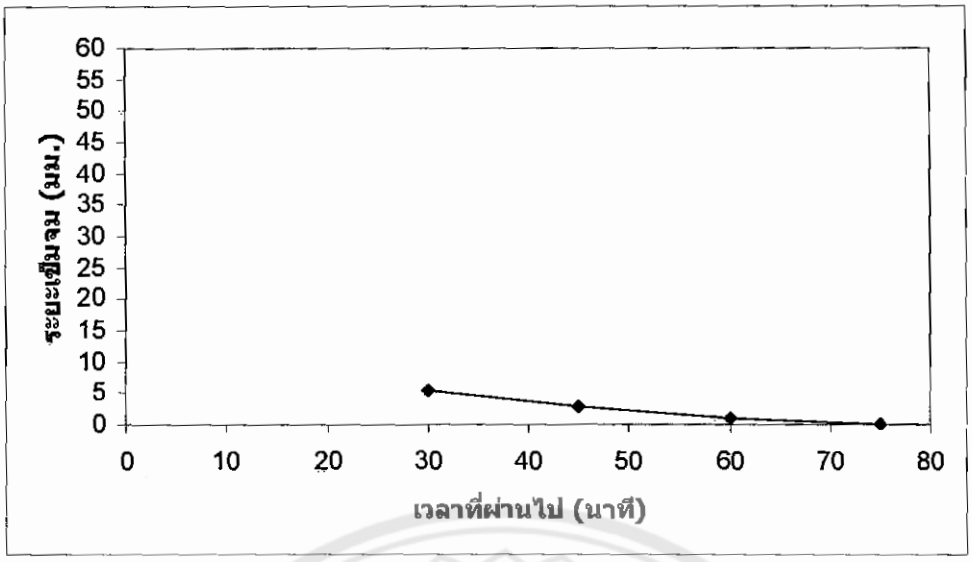
จากรูป 4.2.8 พบว่าระยะเวลาการก่อตัวของมอร์ต้าผสมฝุ่นหินแทนที่ปริมาณทรายในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบให้มีระยะเวลาการก่อตัวที่สั้นลง



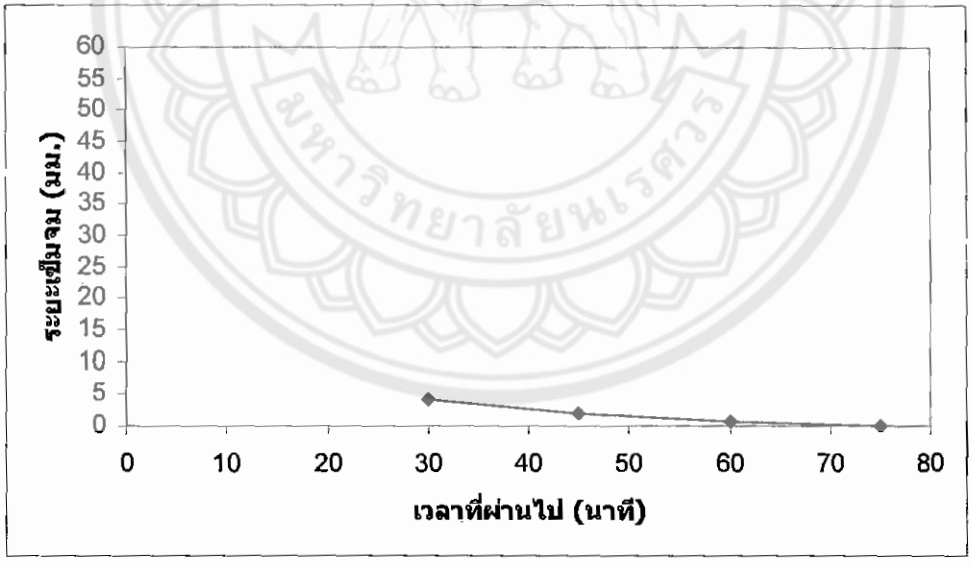

รูปที่ 4.2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการก่อตัวและระยะจมลงของมอร์ต้าที่ความต้องการน้ำของอัตราส่วนซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:58:0:2 (0%)



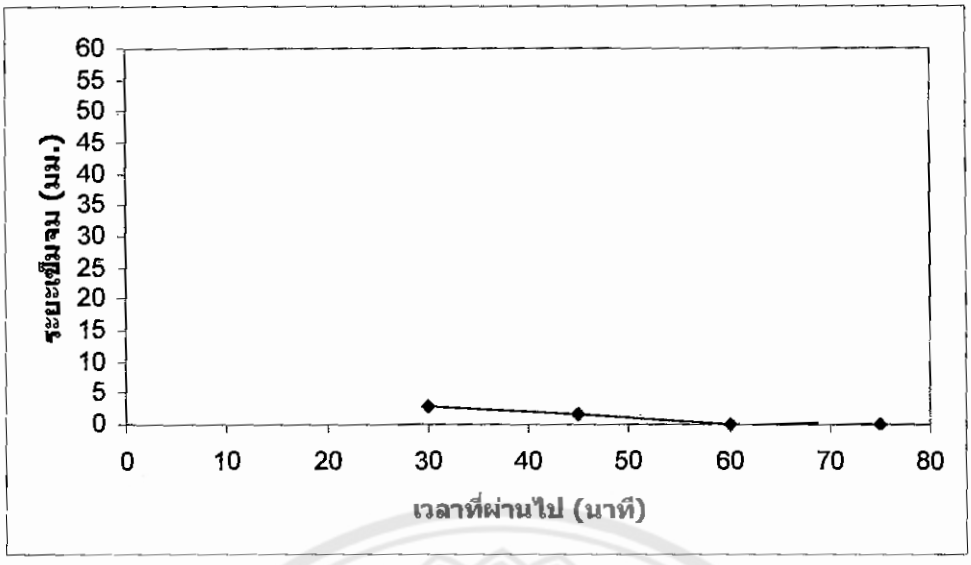

รูปที่ 4.2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการก่อตัวและระยะจมลงของมอร์ต้าที่ความต้องการน้ำของอัตราส่วนซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:53:5:2 (5%)



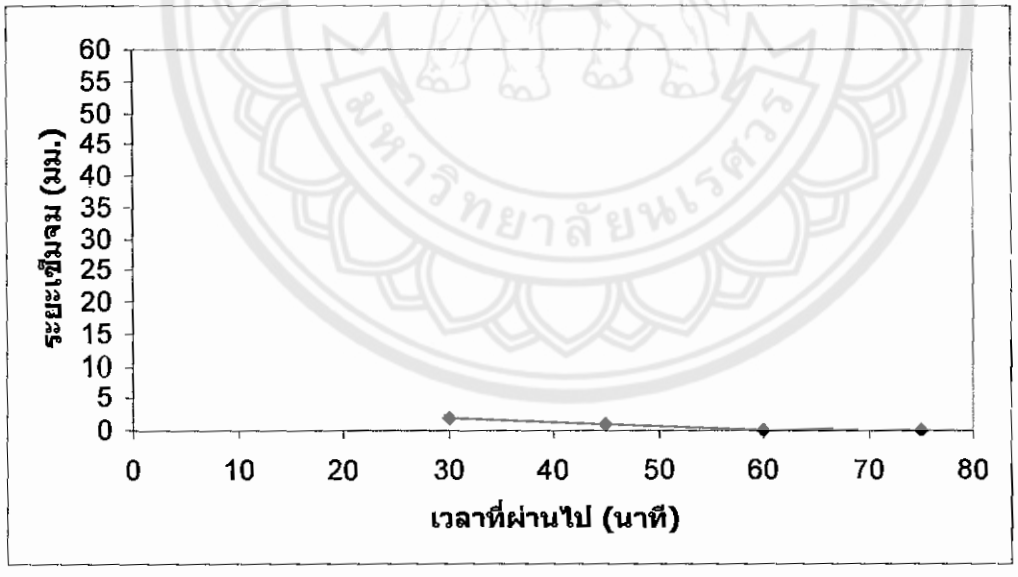

รูปที่4.2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการก่อตัวและระยะจมลงของมอร์ต้าที่ความต้องการน้ำของอัตราส่วนซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:48:10:2 (10%)



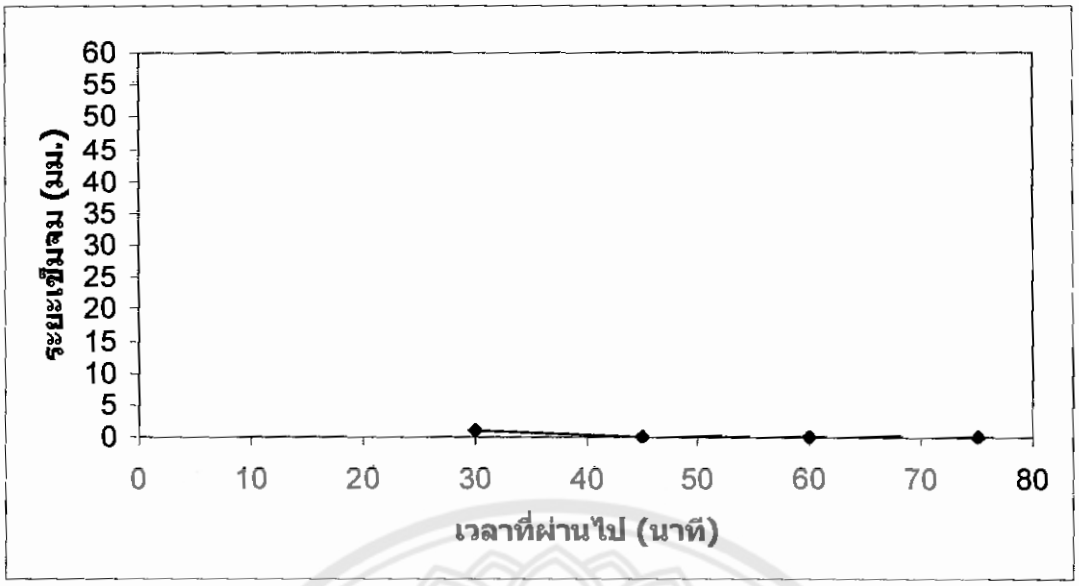

รูปที่ 4.2.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการก่อตัวและระยะจมลงของมอร์ต้าที่ความต้องการน้ำของอัตราส่วนซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:38:20:2 (20%)



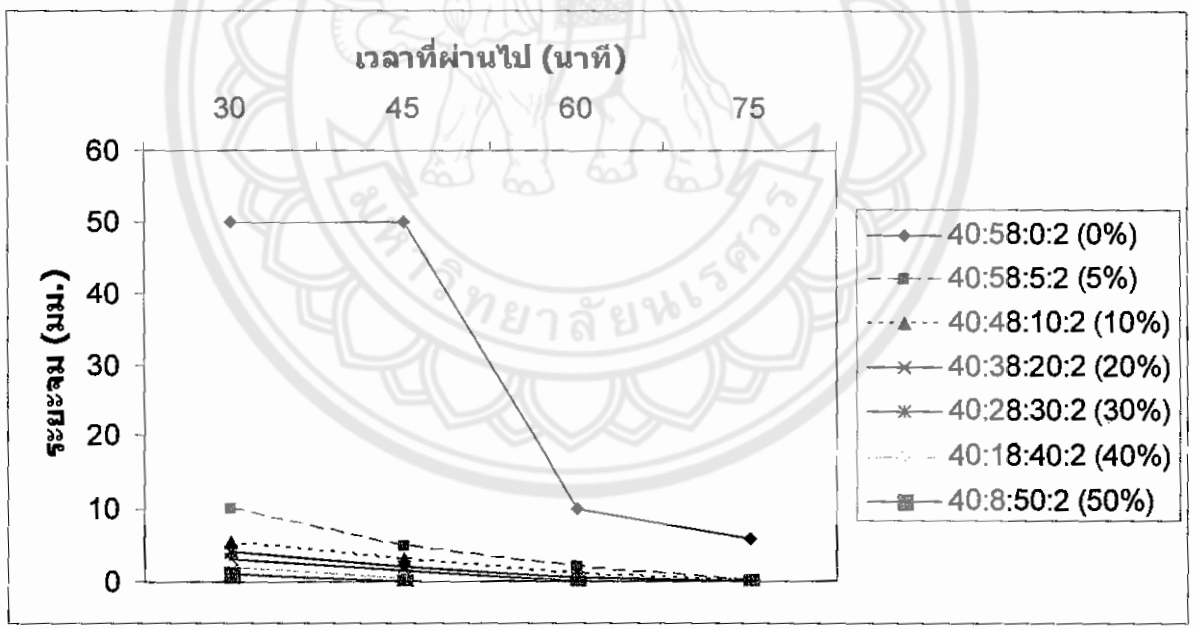

รูปที่4.2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการก่อตัวและระยะจมลงของมอร์ต้าที่ความต้องการน้ำของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:28:30:2 (30%)




รูปที่4.2.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการก่อตัวและระยะจมลงของมอร์ต้าที่ความต้องการน้ำของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:18:40:2 (40%)




รูปที่4.2.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการก่อตัวและระยะจมลงของมอร์ต้าที่ความต้องการน้ำของอัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:8:50:2 (50%)




รูปที่ 4.2.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการก่อตัวและระยะจมของมอร์ต้าที่ความข้นเหลวและอัตราส่วนต่างๆ

**3. การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์ไฮดรอลิก**

การทดสอบนี้ต้องการหาความถ่วงจำเพาะของฝุ่นหินโดยที่ใช้มาตรฐานการทดสอบความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์ไฮดรอลิแค้นเนื่องด้วยความต้องการทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของฝุ่นหินไม่มีมาตรฐาน ASTM มารองรับซึ่งใช้มาตรฐาน ASTM ของซีเมนต์แทน โดยใช้ฝุ่นหินแทนวัสดุซีเมนต์และทำตามมาตรฐาน ASTM C 188 ทุกประการและผลการทดสอบเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.3.1 แสดงการหาความถ่วงจำเพาะของฝุ่นหิน

| รายการ | การทดลองครั้งที่ | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1. ขีดปริมาตรของน้ำมันก๊าดครั้งแรก, มล. | 1 | 1 | 1 |
| 2. อุณหภูมิของน้ำในอ่างครั้งแรก °, ซ. | 20 | 21 | 19 |
| 3. น้ำหนักซีเมนต์และถาดครั้งแรก, ก. | 100 | 108 | 101 |
| 4. ขีดปริมาตรของน้ำมันก๊าดครั้งหลัง, มล. | 1.7 | 1.8 | 1.5 |
| 5. อุณหภูมิของน้ำในอ่างครั้งหลัง °, ซ. | 22 | 24 | 20 |
| 6. น้ำหนักซีเมนต์และถาดครั้งหลัง, ก. | 97 | 106 | 99 |
| 7. น้ำหนักซีเมนต์ที่ใช้, | 3 | 2 | 2 |
| 8. ปริมาตรของน้ำมันก๊าดที่ถูกแทนที่, มล. | 0.7 | 0.8 | 0.5 |
| 9.ความถ่วงจำเพาะ | 4.29 | 3.34 | 4 |
| 10. ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย | 3.88 | | |

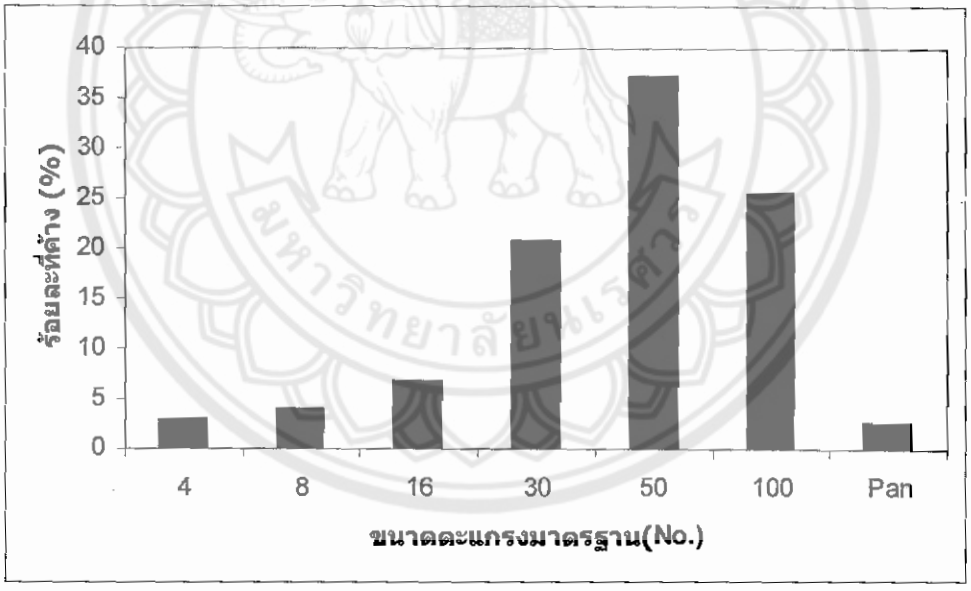
จากตารางที่ 4.3.1 พบว่าใช้มาตรฐาน ASTM หาความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์ไฮดรอลิกในการหาความถ่วงจำเพาะของฝุ่นหินผลที่ได้ความถ่วงจำเพาะของฝุ่นหินมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.88

**4. การทดสอบหาขนาดคละของทราย**

การทดสอบหาขนาดคละของทรายมีคุณสมบัติที่มีผลต่อกำลังอัดของมอร์ต้าโดยขนาดคละของทรายนั้นเป็นไปตามมาตรฐานของ ASTM C 33 ซึ่งผลการทดสอบดังตาราง 4.4.1 และรูปที่ 4. 4.1

ตารางที่ 4.4.1 แสดงการทดสอบขนาดคละของทราย

| ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน | น้ำหนักตะแกรง | น้ำหนักทรายตะแกรง | น้ำหนักทรายที่ค้าง | ร้อยละที่ค้าง | ร้อยละสะสม | ร้อยละสะสมที่ผ่าน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No.4 | 0.510 | 0.525 | 0.015 | 3 | 3 | 97 |
| No.8 | 0.490 | 0.510 | 0.020 | 4 | 7 | 93 |
| No.16 | 0.445 | 0.479 | 0.034 | 6.8 | 13.8 | 86.2 |
| No.30 | 0.420 | 0.524 | 0.104 | 20.8 | 34.6 | 65.4 |
| No.50 | 0.395 | 0.581 | 0.186 | 37.2 | 71.8 | 28.2 |
| No.100 | 0.385 | 0.513 | 0.128 | 25.6 | 97.4 | 2.6 |
| Pan | 0.315 | 0.328 | 0.013 | 2.6 | 100 | 0 |
| รวม | | | 0.500 | | | |




รูปที่ 4. 4.1 แผนภูมิแสดงขนาดคละของทราย

จากผลการทดสอบนี้ พบว่าลักษณะการกระจายตัวขนาดคละใกล้เคียงกับตามตาราง 4.4.1 และรูปที่ 4.4.1

**5. การทดสอบหาสารอินทรีย์ในทราย**

ทำเพื่อทดสอบมาตรฐานความสะอาดของทรายนำมาทดสอบ โดยที่ความสะอาดของทรายมีผลต่อการต้านทานแรงอัดของอิฐ ตามตาราง 4.5.1

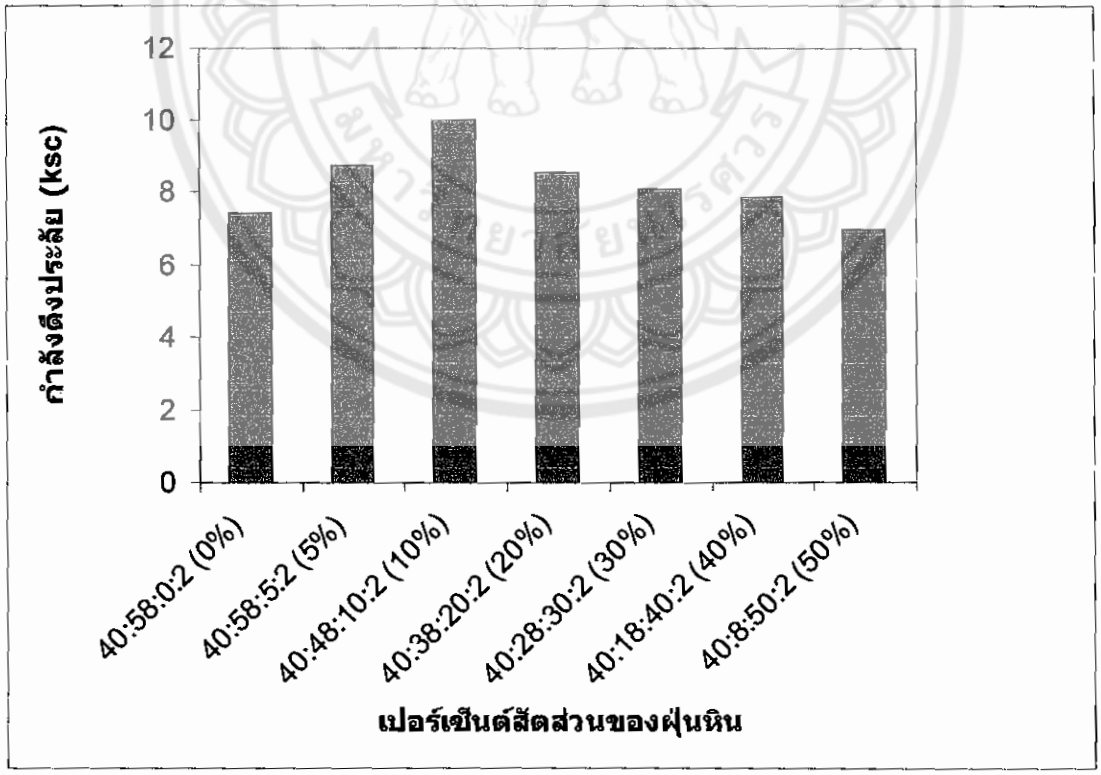
| การทดลองที่ | ลักษณะสีของสารละลายที่เห็น | สีของสารละลายเทียบกับสีของกระจกสารอินทรีย์ | สีของสารละลายเทียบกับสีมาตรฐานการ์ดเบอร์ |
|---|---|---|---|
| 1 | ส้ม | 3 | 11 |

**ตารางที่** 4.5.1 แสดงผลการทดสอบหาสารอินทรีย์ในทราย

จากการทดสอบทรายลักษณะขอองสารละลาย เป็นสีส้ม แสดงถ้าทรายยังคงมีความสกปรกอยู่ แต่มีไม่มากนักตามสีเทียบกระจกสารอินทรีย์ เบอร์ 3 เทียบสีมาตรฐานการ์ดเบอร์ 11

**6. การทดสอบหากำลังดึงของมอร์ต้าซีเมนต์ผสมฝุ่นหินแทนที่ทราย**

การทดสอบหากำลังดึงของมอร์ต้าผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายผลการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C190 C 305 มอก. 15 เล่ม 1 12 และ 19 โดยที่ถ้ามอร์ต้าผสมฝุ่นหินแทนที่ทราย โดยบ่มในอากาศปกติเป็นเวลา 28 วัน ผลที่ได้เป็นไปตามรูป 4.6.1

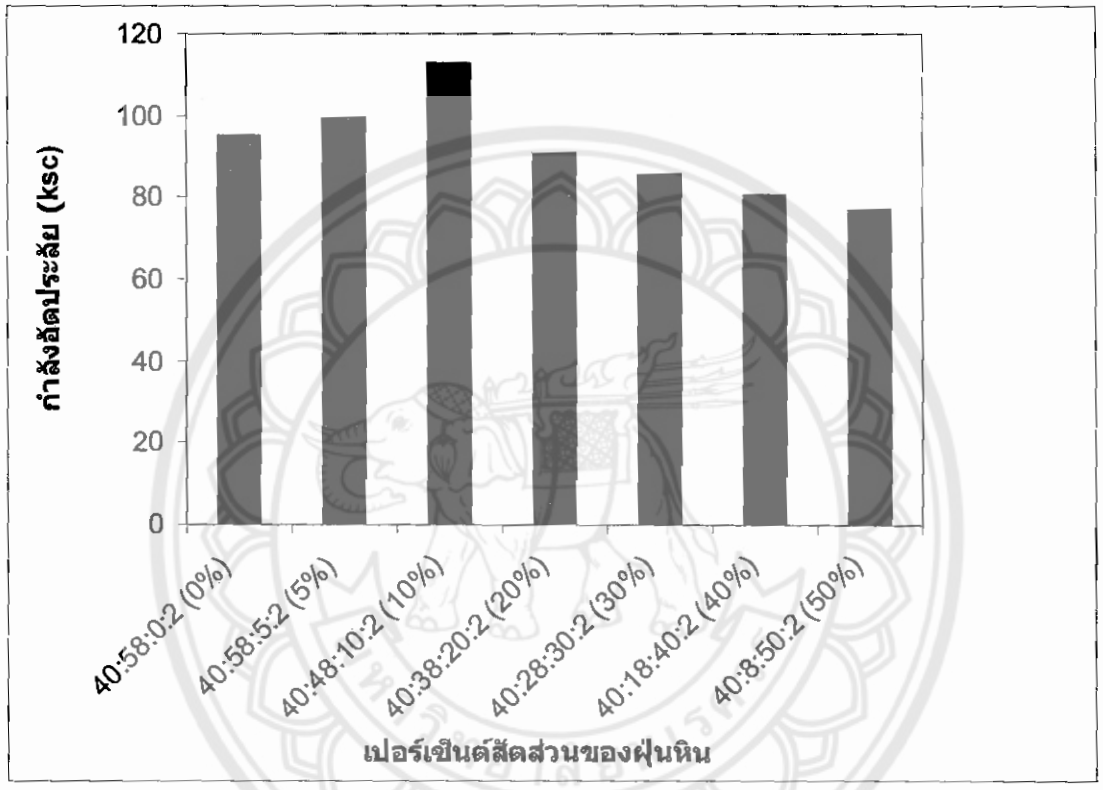



รูปที่ 4.6.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมฝุ่นหินกับกำลังดึงประลัย ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

ผลการทดสอบพบว่าในอัตราส่วนที่มีฝุ่นหินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้กำลังอัดประลัยลดลง ตามรูปที่ 4.6.1

**7. การทดสอบหากำลังอัดของมอร์ต้าซีเมนต์ผสมฝุ่นหินแทนที่ทราย**

ผลการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C109 ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ของมอร์ต้าฝุ่นหินแทนที่ทรายและ สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังกับอัตราส่วนผสมได้ โดยที่มอร์ต้ามีการบ่มไว้ในอากาศเป็นเวลา 28 วัน ตามรูปที่ 4.7.1

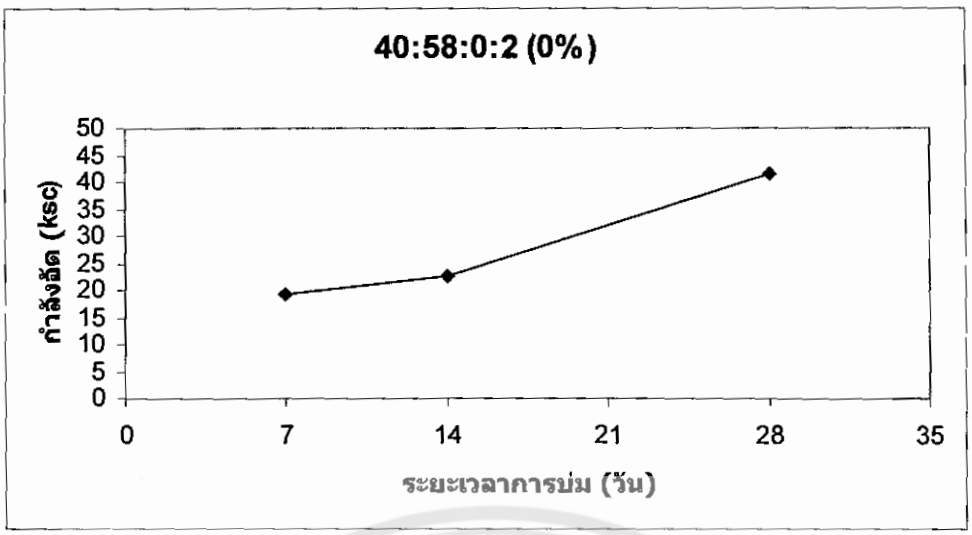



รูปที่ 4.7.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมฝุ่นหินกับกำลังอัดประลัย ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

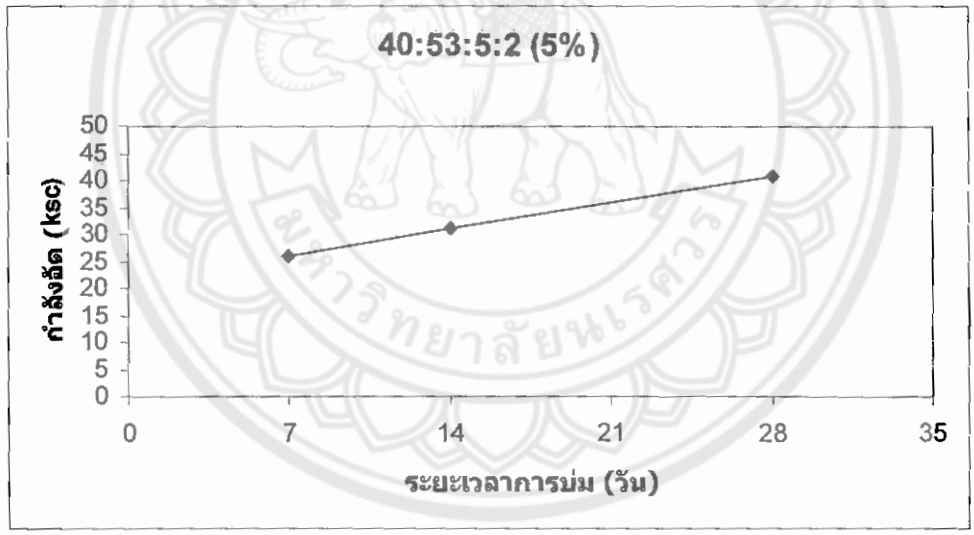
จากผลการทดสอบพบว่าในอัตราส่วนที่มีฝุ่นหินมากขึ้นยิ่งส่งผลกระทบทำให้กำลังลดต่ำลงเป็นลำดับตามรูปที่ 4.7.1

**8. การทดสอบหาความต้านทานแรงอัดของอิฐมวลเบา**

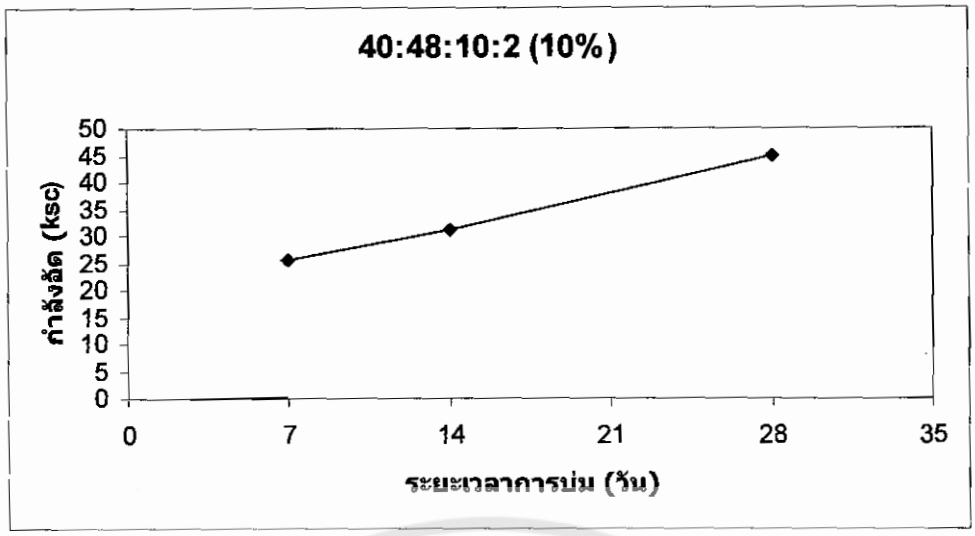
การทดสอบหาความต้านทานแรงอัดของอิฐมวลเบาตามมาตรฐาน ASTM C 31 C 39 C 42 มอก. 77-2517 เป็นการทดสอบหากำลังอัดของอิฐมวลเบาโดยที่มีความต่างกับอิฐปกติที่มีปริมาตรฟองอากาศเข้าไปแทนที่ปริมาตรของอิฐ โดยที่จะใส่ปริมาณฟองอากาศแทนที่ประมาณ 50-60% บ่มในอากาศปกติเป็นเวลา 7, 14, และ 28 วัน ตามลำดับ ผลการทดสอบเป็นดังรูปที่ 4.8.1-4.8.8



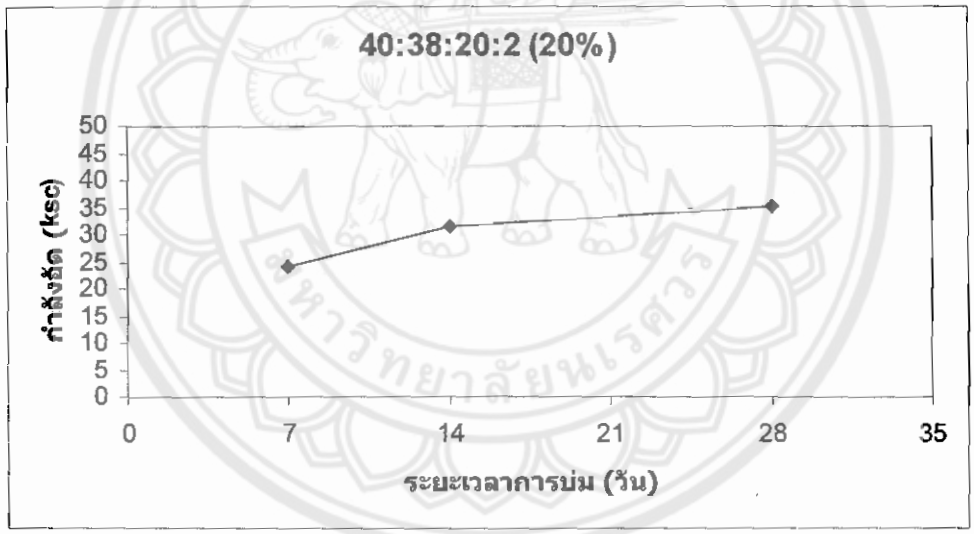

รูปที่ 4.8.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มอิฐมวลเบาในอากาศปกติในระยะเวลาต่างๆ ที่อัตราส่วนผสม ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:58:0:2 (0%)



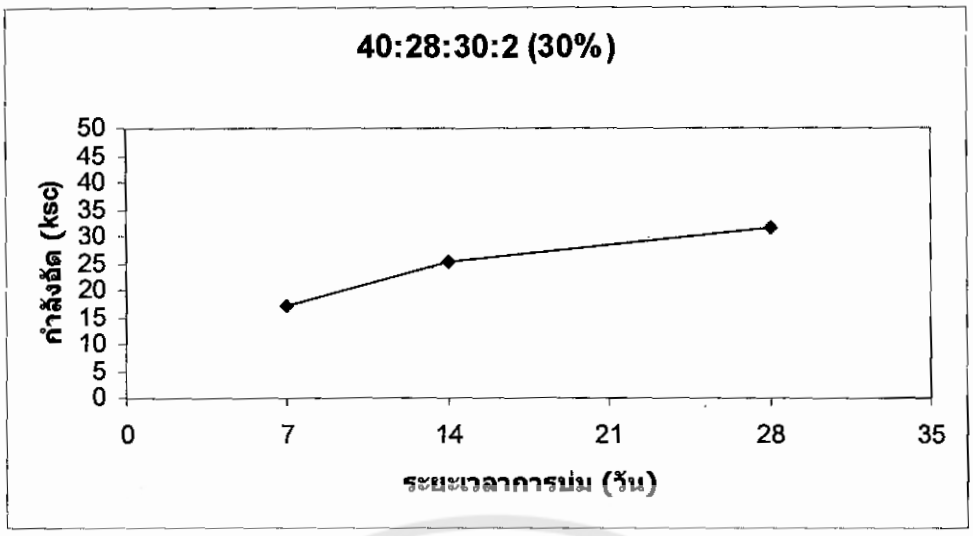

รูปที่4.8.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มอิฐมวลเบาในอากาศปกติระยะเวลาต่างๆ ที่อัตราส่วนผสม ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:53:5:2 (5%)



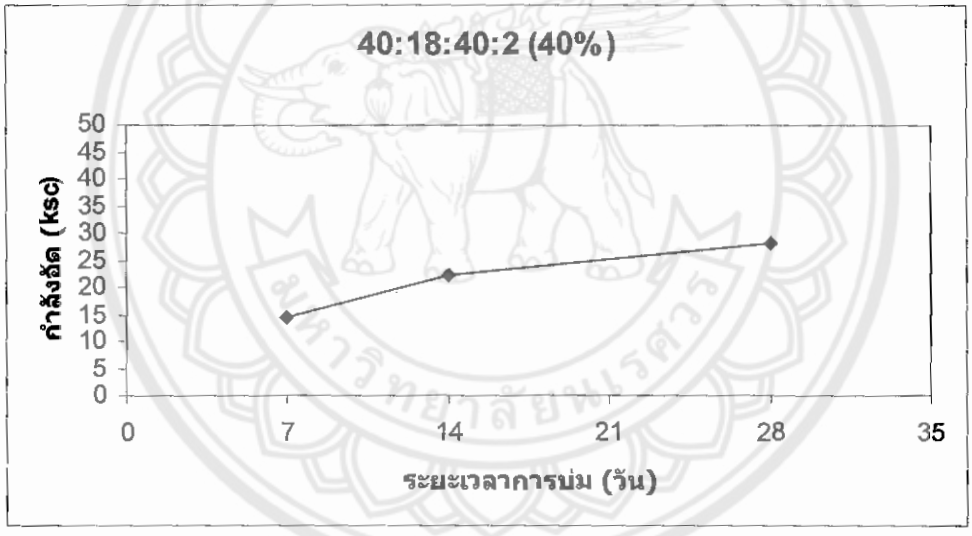

รูปที่ 4.8.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มอิฐมวลเบาในอากาศปกติในระยะเวลาต่างๆ ที่อัตราส่วนผสม ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:48:10:2 (10%)



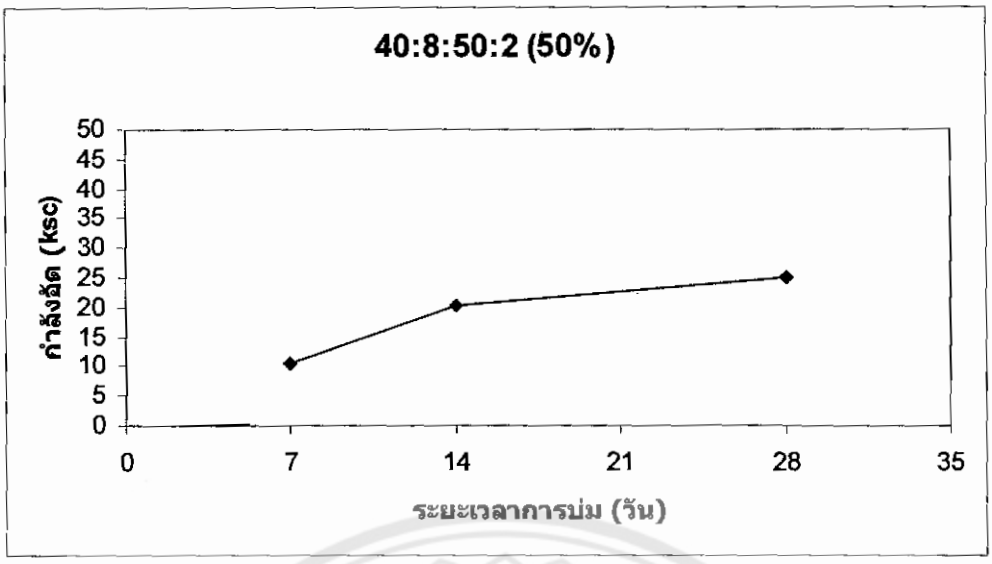

รูปที่ 4.8.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มอิฐมวลเบาในอากาศปกติในระยะเวลาต่างๆ ที่อัตราส่วนผสม ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:38:20:2 (20%)



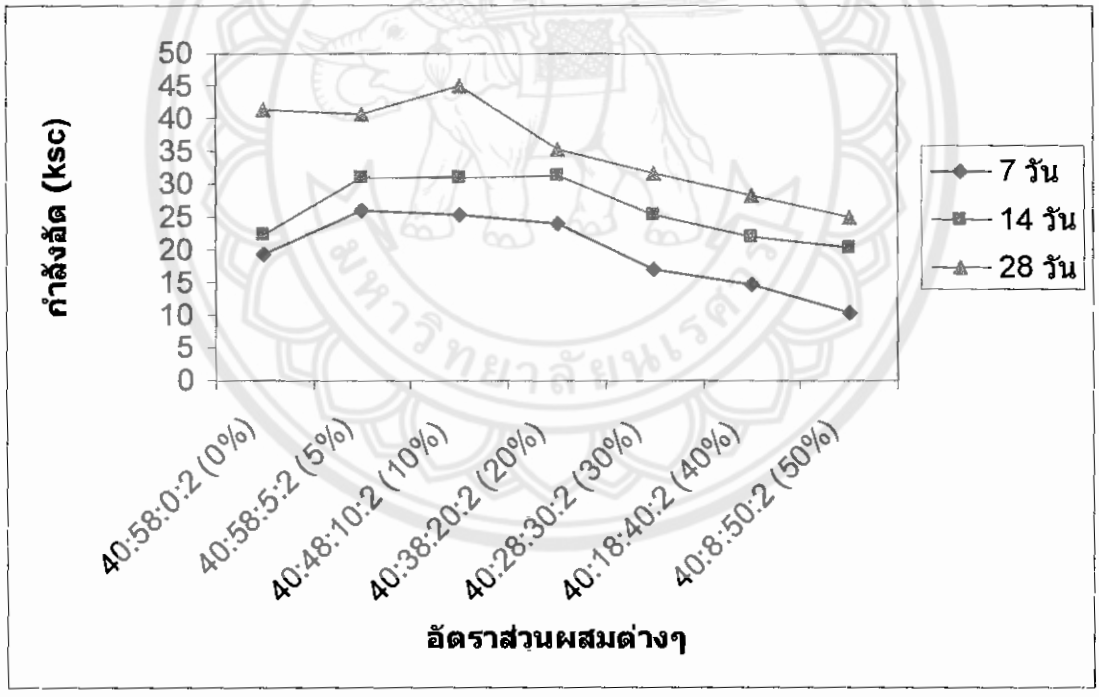

รูปที่ 4.8.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มอิฐมวลเบาในอากาศปกติในระยะเวลาต่างๆ ที่อัตราส่วนผสม ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:28:30:2 (30%)




รูปที่ 4.8.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มอิฐมวลเบาในอากาศปกติในระยะเวลาต่างๆ ที่อัตราส่วนผสม ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:18:40:2 (40%)

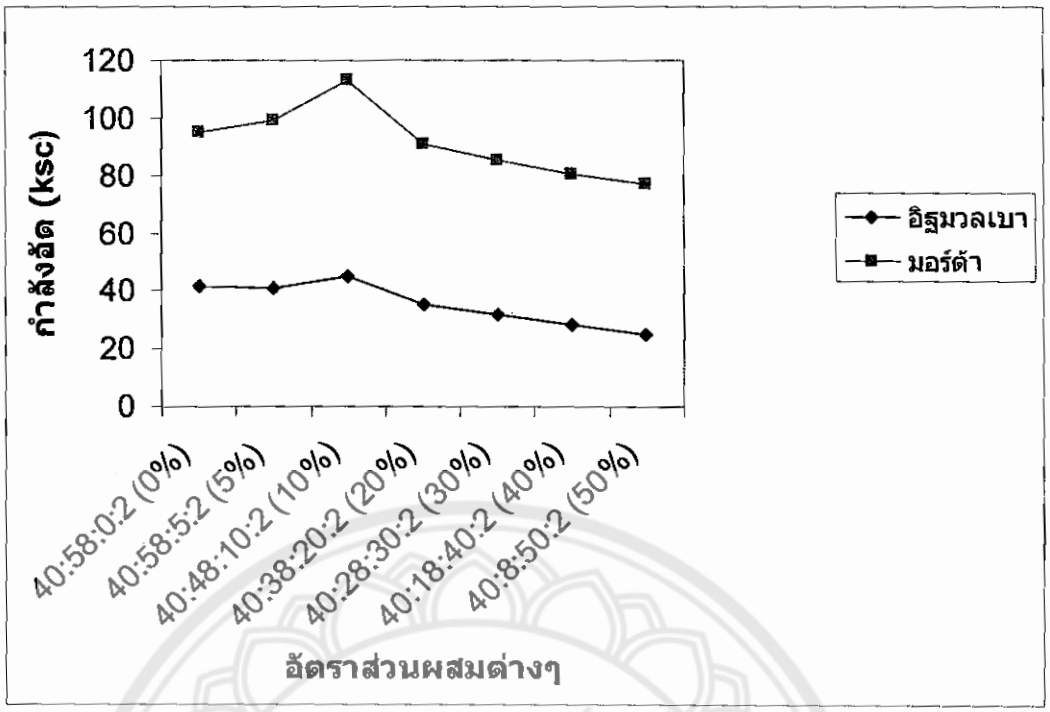



รูปที่ 4.8.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มอิฐมวลเบาในอากาศปกติในระยะเวลาต่างๆ ที่อัตราส่วนผสม ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ 40:8:50:2 (50%)

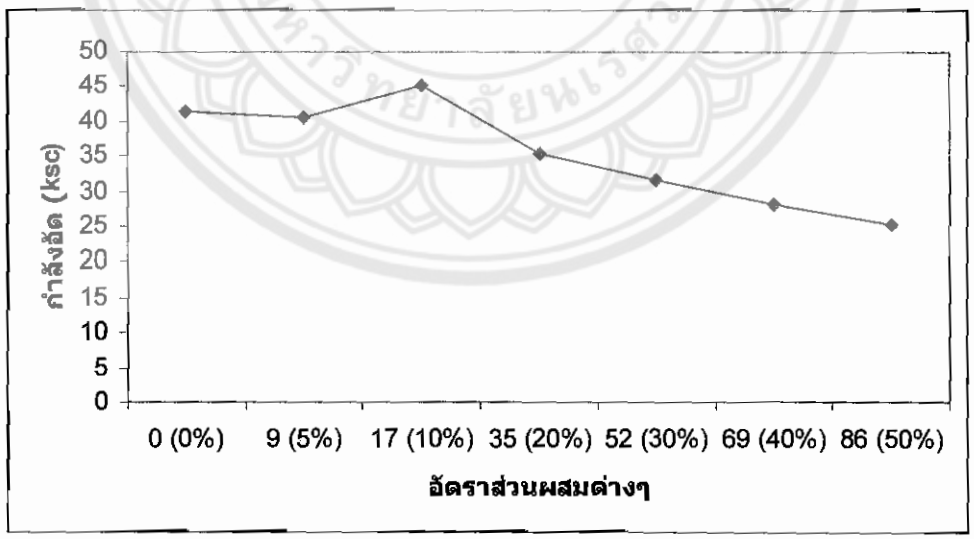



รูปที่ 4.8.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มอิฐมวลเบาในอากาศปกติในระยะเวลาต่างๆ ที่อัตราส่วนผสมที่ต่างๆ กัน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์

จากรูป 4.8.8 ผลการทดสอบพบว่าที่อัตราส่วนผสมที่ระหว่างร้อยละ 0-10 จะส่งผลดี แต่ในอัตราส่วนผสมที่มากกว่านั้นจะส่งผลให้ที่กำลังต้านทานที่ลดต่ำลง ณ เวลา 28 วัน



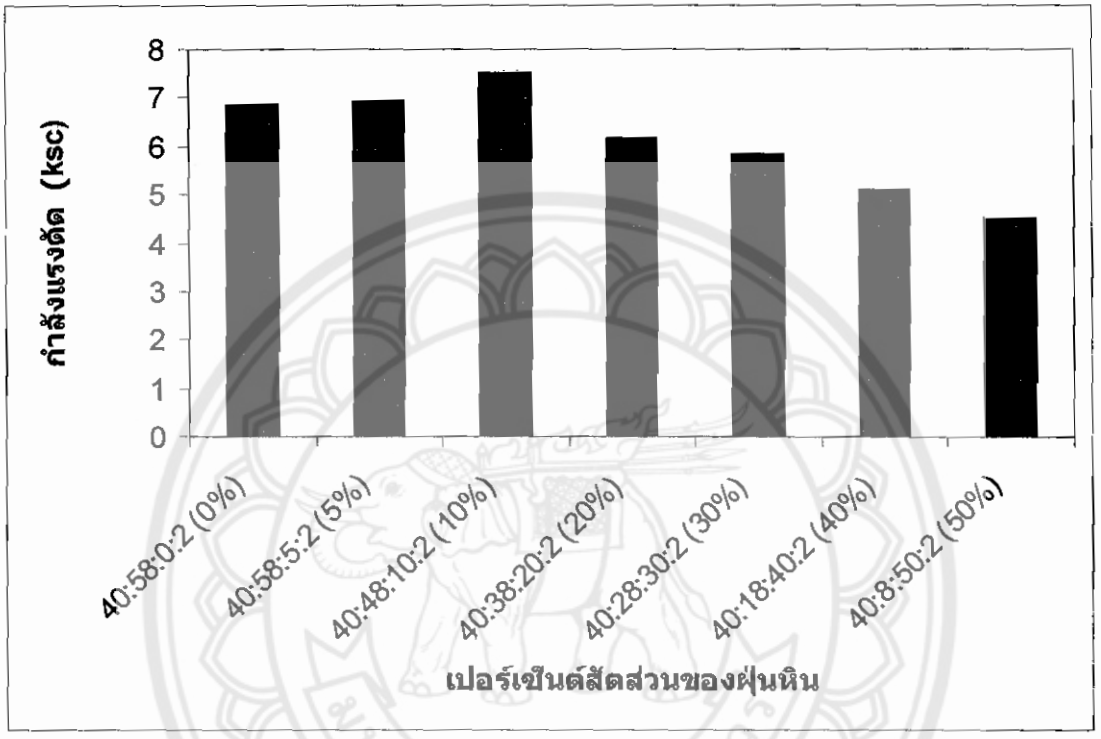

รูปที่ 4.8.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการบ่มมอร์ต้าซีเมนต์ และอิฐมวลเบา ในอากาศปกติในระยะเวลาที่28 วัน ที่อัตราส่วนผสมที่ต่างๆ กัน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์ จากผลการทดสอบมอร์ต้าซีเมนต์ และอิฐมวลเบา มีความแตกต่างด้านกำลังต้านทานแรงอัดแตกต่างอยู่ที่ระหว่างร้อยละ 40-50




รูปที่ 4.8.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดอิฐมวลเบาที่ 28 โดยเทียบอัตราส่วนฝุ่นหินกับปริมาณทรายที่อัตราส่วนผสมที่ต่างๆ กัน ซีเมนต์: ทราย: ฝุ่นหิน: ผงปลาสเตอร์

**9. การทดสอบความต้านทานแรงดัดของอิฐมวลเบา**

การทดสอบความต้านทานแรงดัดของอิฐมวลเบาตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ทดสอบความต้านแรงดัดของแท่งคอนกรีตมาตรฐานการรับแรงดัดของอิฐจึงมีการประยุกต์ใช้ทดสอบกับอิฐมวลเบา จึงส่งผลทำให้รับแรงที่ต่ำลง แต่ในอิฐมวลเบาที่มีฟองอากาศที่มากยิ่งทำให้รับแรงอัดลดต่ำลง โดยที่บ่มไว้ในอากาศปกติในระยะเวลาที่ 28 วันดังรูปที่4.9.1

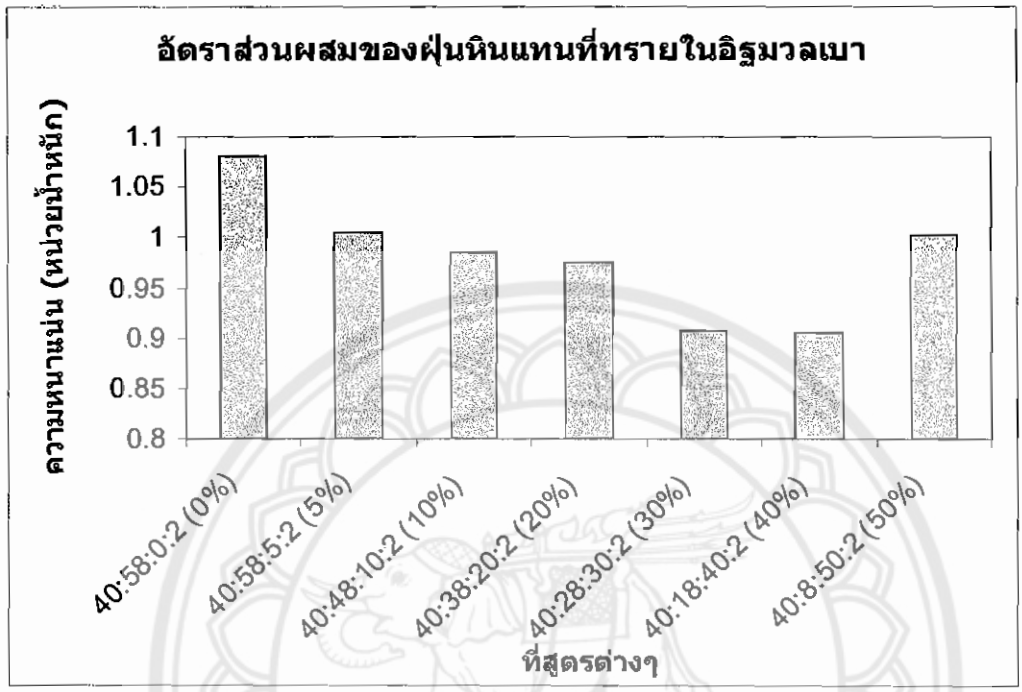



รูปที่ 4.9.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนต่างๆ

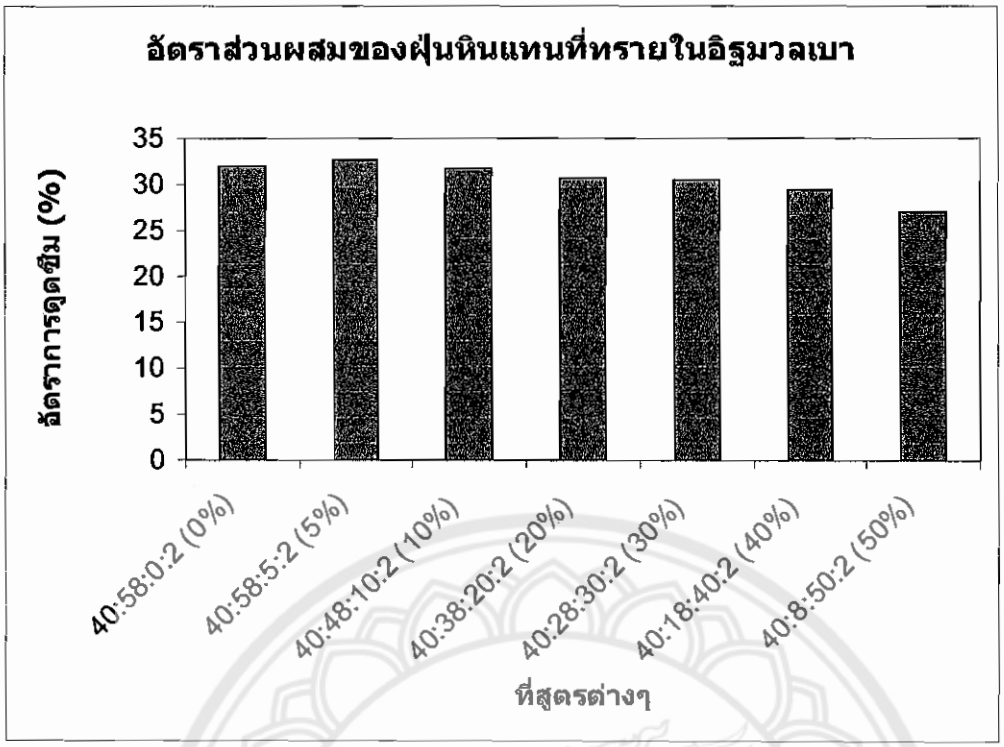
ในอัตราส่วนผสมของอิฐมวลเบาที่มีปริมาณฝุ่นหินที่มากกว่าร้อยละ 10 จะส่งผลกระทบให้มีความสามารถในการรับแรงดัดที่ลดต่ำลง

**10. การทดสอบหน่วยน้ำหนักและอัตราการดูดซึมน้ำของอิฐมวลเบา**

ผลการทดสอบเป็นดังรูปที่4.10. 1 พบว่ามีความหนาแน่นอยู่ที่ระหว่าง 0.9-1 ตามที่ออกแบบส่วนผสมไว้ รูปที่4.10.1 เป็นรูปแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยน้ำหนักที่อัตราส่วนผสมฝุ่นหินแทนที่ทรายที่อัตราส่วนต่างๆ




รูปที่4.10. 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ตามความหนาแน่นของอิฐมวลเบาในอัตราส่วนผสมของฝุ่นหินแทนที่ทรายในอัตราส่วนต่างๆ




รูปที่4.10.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์การดูดซึมของอิฐมวลเบาในอัตราส่วนผสมของฝุ่นหินแทนที่ทรายในอัตราส่วนต่างๆ

จากผลการทดสอบอัตราดูดซึมมีผลไม่มากนักโดยที่มีความหนาแน่นอยู่ที่ระหว่าง 26-33 เปอร์เซ็นต์