

บทที่ 5

วิเคราะห์และวิจารณ์ผล

5.1 ผลของเถ้าลอยต่อค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด

เนื่องจากอนุภาคเถ้าลอยแม่เมาะ มีลักษณะกลมทำให้การไหลลื่นของคอนกรีตดีขึ้น จากผลการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตสดโดยวิธีบีบพบว่า เมื่อใส่เถ้าลอยในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ความต้องการน้ำสำหรับค่าการยุบตัวที่กำหนดลดลง จึงช่วยให้ความสามารถเทได้ของคอนกรีตดีขึ้น จากตารางที่ 5.1 แสดงร้อยละปริมาณความต้องการน้ำที่ลดลง สำหรับค่าการยุบตัวเป็นศูนย์พบว่า เมื่อใส่เถ้าลอยร้อยละ 15 25 และ 35 ทำให้ความต้องการปริมาณน้ำลดลง ดังนั้นในการพิจารณาการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตผสมเถ้าลอย ขั้นตอนของการกำหนดปริมาณน้ำ นอกจากจะต้องคำนึงถึงขนาดหินใหญ่สุดและความชื้นเหลือที่ต้องการแล้ว ยังต้องคำนึงถึงปริมาณเถ้าลอยที่ใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วย

ตารางที่ 5.1 ร้อยละปริมาณน้ำที่ลดลงในส่วนผสมสำหรับคอนกรีตที่มีค่าการยุบตัวเป็นศูนย์เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ใช้ในคอนกรีตที่ไม่ใส่เถ้าลอย

เถ้าลอย w/b	ปริมาณน้ำที่ลดลงในส่วนผสมคอนกรีต (%)			
	0.33	0.38	0.43	0.48
0%	0	0	0	0
15%	0	0	6	8
25%	6	11	14	17
35%	8	11	14	17

5.2 การวิเคราะห์กำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะ

จากผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยในบทที่ 4 พบว่าที่อัตราส่วน w/b เดียวกันกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะร้อยละ 15 มีกำลังอัดมากกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยในทุกช่วงอายุซึ่งตรงกับผลการศึกษาของวิศว จักรไพศาล และชัยโรจน์ จักรไพศาล (2542) และที่อัตราส่วน w/b มากกว่า 0.33 คอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะจะให้กำลังอัดในช่วงแรกน้อยกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอย แต่เมื่อหลังจาก 28 วัน ไปแล้ว กำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยยังคงเพิ่มขึ้นได้อีก ในขณะที่คอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยมีกำลังอัดเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย จนกระทั่งที่อายุ 56

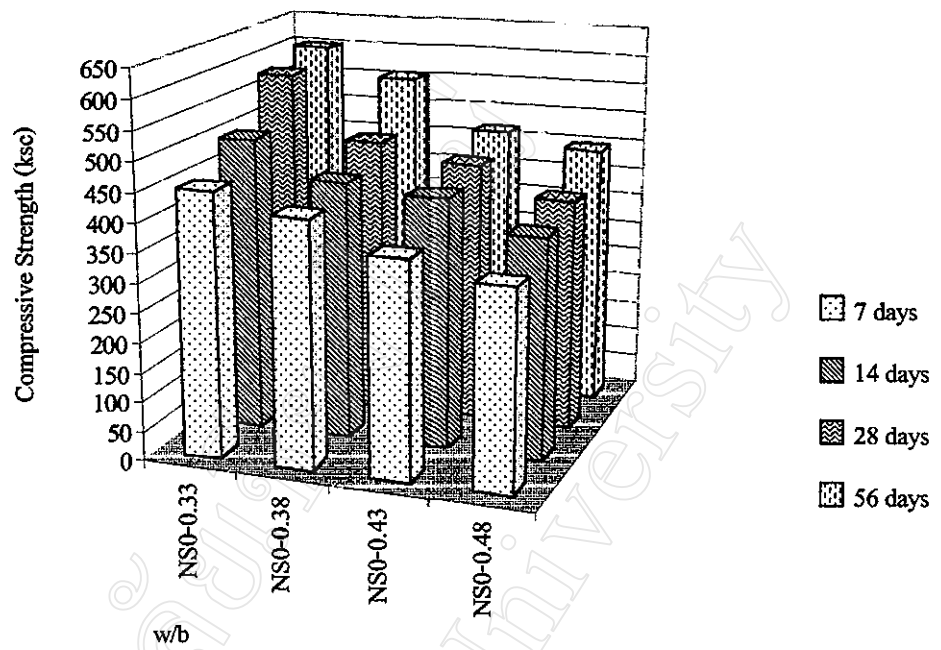
วัน พบว่า ที่อัตราส่วน w/b เดียวกันกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะร้อยละ 15 25 และ 35 มีกำลังอัดมากกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยเล็กน้อย แสดงว่า เถ้าลอยแม่เมาะมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มกำลังอัดให้กับคอนกรีตได้ และจากผลการทดสอบ สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลของกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะเมื่อเปรียบเทียบกับให้ร้อยละการแทนที่ของเถ้าลอยคงที่

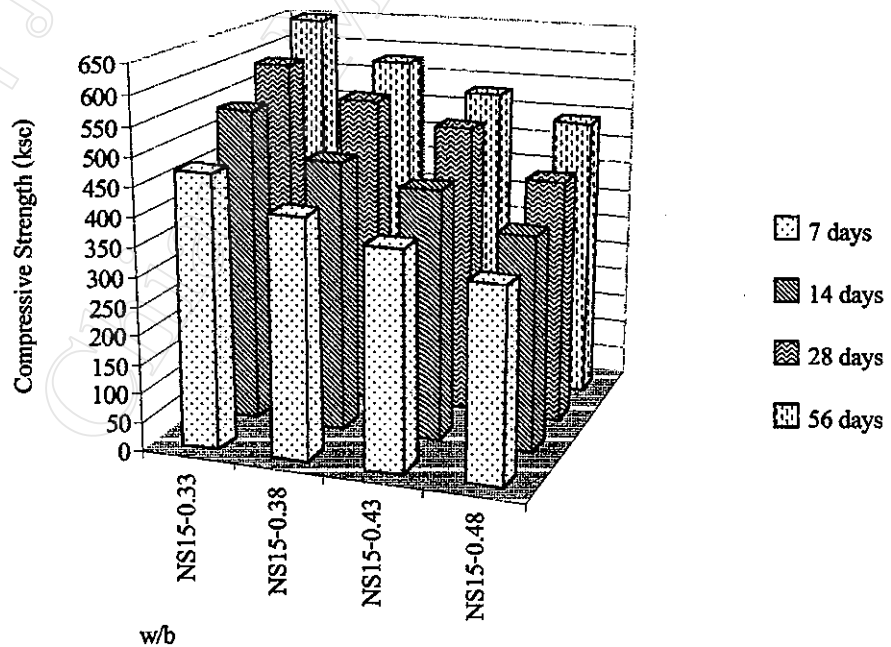
ตารางที่ 4.6 กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตผสมเถ้าลอย เป็นผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะที่อัตราส่วน w/b ระหว่าง 0.33 ถึง 0.48 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกำลังอัดของคอนกรีตควบคุม (ไม่ผสมเถ้าลอย) จากตารางสังเกตพบว่า คอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยร้อยละ 15 จะมีกำลังอัด มากกว่าคอนกรีตควบคุม ที่ทุกอายุ ส่วนคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยร้อยละ 25 จะมีกำลังอัดใกล้เคียงกับคอนกรีตควบคุมในทุกอายุ และคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยร้อยละ 35 จะมีกำลังอัดน้อยกว่าคอนกรีตควบคุมในช่วงอายุน้อยกว่า 28 วัน แต่จะมีค่ากำลังอัดใกล้เคียงหรือมากกว่าในช่วงอายุมากกว่า 28 วัน ซึ่งอัตราส่วน w/b ทั้ง 4 ค่าให้ผลใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาผลของอัตราส่วน w/b ต่อกำลังอัด พบว่า เมื่ออัตราส่วน w/b เพิ่มขึ้น กำลังอัดของคอนกรีตที่ไม่แทนที่ และแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 15 25 และ 35 มีค่าลดลงในทุก ๆ อายุ โดยที่ เมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น แนวโน้มที่ลดลงจะมากขึ้น ดังรูปที่ 5.1 ถึง 5.4 โดยมีข้อสังเกตเกี่ยวกับการพัฒนากำลังอัดดังนี้

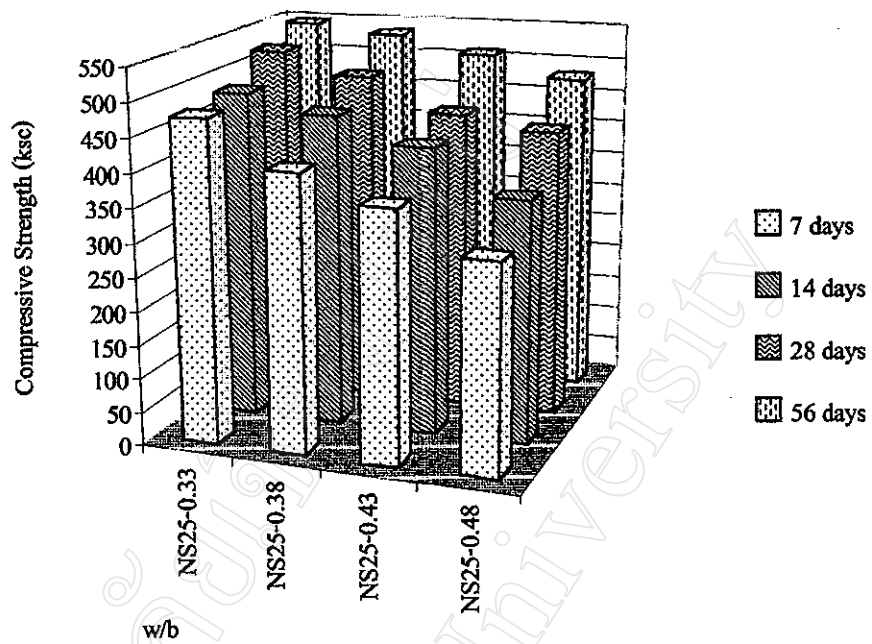
1. รูปที่ 5.1 คอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยมีการพัฒนากำลังอัดเมื่ออายุมากขึ้น ที่ w/b เท่ากับ 0.33 คีที่สุด ส่วนที่ w/b เท่ากับ 0.38 มีการพัฒนากำลังอัดมากขึ้นเมื่อมีอายุในช่วง 28-56 วัน และที่ w/b 0.43 กับ 0.48 มีการพัฒนาที่เป็นไปอย่างช้า ๆ
2. รูปที่ 5.2 คอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยโดยการแทนที่ร้อยละ 15 ที่ทุกๆ w/b มีการพัฒนากำลังอัดในช่วง 7-56 วันใกล้เคียงกัน
3. รูปที่ 5.3 คอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยโดยการแทนที่ร้อยละ 25 ในช่วง 7-56 วันที่ w/b เท่ากับ 0.33 มีการพัฒนากำลังอัดน้อย แต่เมื่อ w/b เพิ่มมากขึ้นการพัฒนา กำลังอัดจะมากขึ้น
4. รูปที่ 5.4 คอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยโดยการแทนที่ร้อยละ 35 ที่ทุกๆ w/b มีการพัฒนากำลังอัดใกล้เคียงกัน



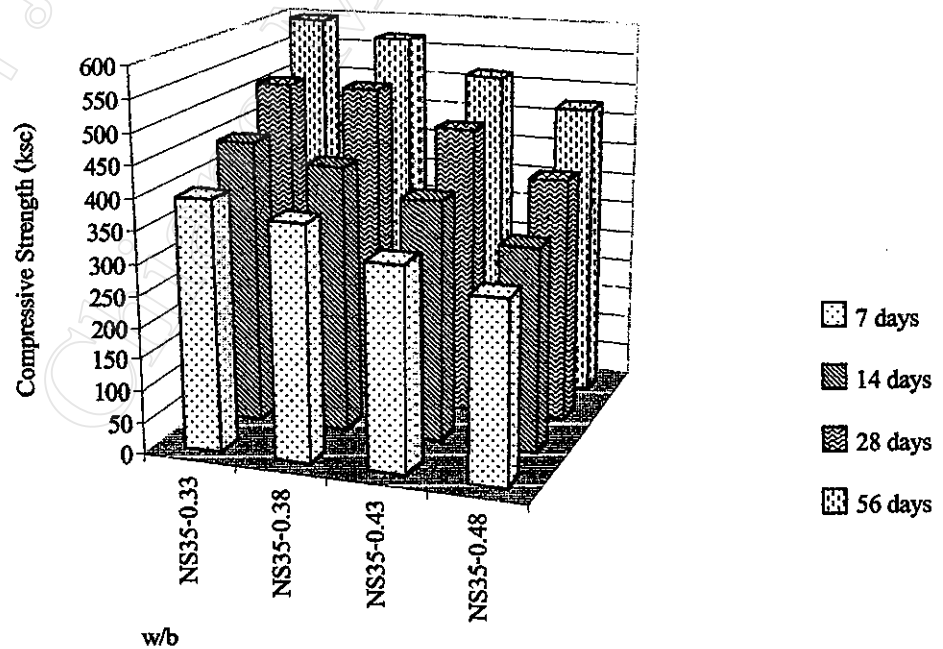
รูปที่ 5.1 กำลังอัดของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอย ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานต่าง ๆ
เมื่อมีอายุ 7 - 56 วัน



รูปที่ 5.2 กำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยโดยการแทนที่ร้อยละ 15 ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อม
ประสานต่าง ๆ เมื่อมีอายุ 7 - 56 วัน



รูปที่ 5.3 กำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยโดยการแทนที่ร้อยละ 25 ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานต่าง ๆ เมื่อมีอายุ 7 - 56 วัน

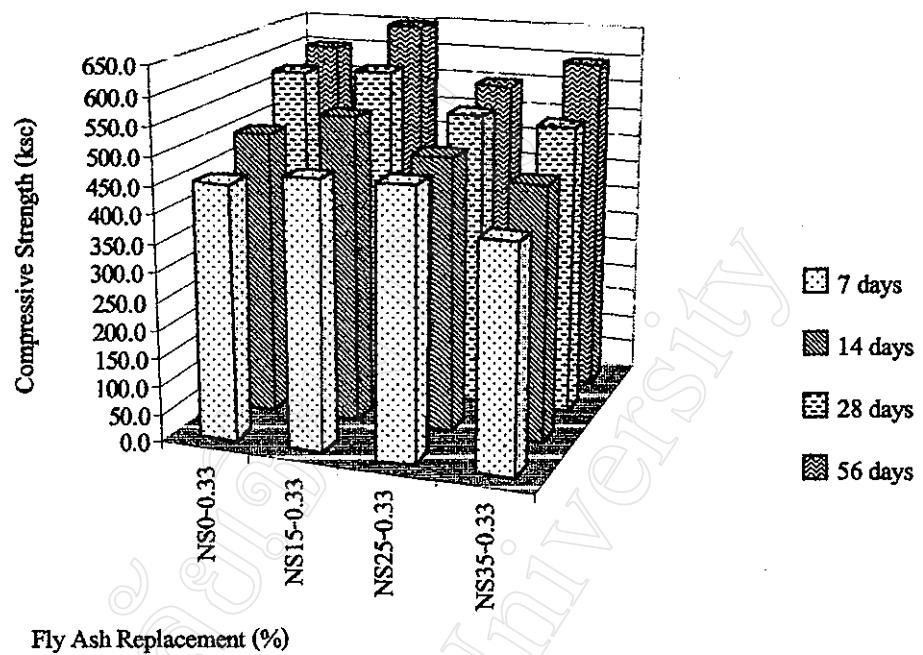


รูปที่ 5.4 กำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยโดยการแทนที่ร้อยละ 25 ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานต่าง ๆ เมื่อมีอายุ 7 - 56 วัน

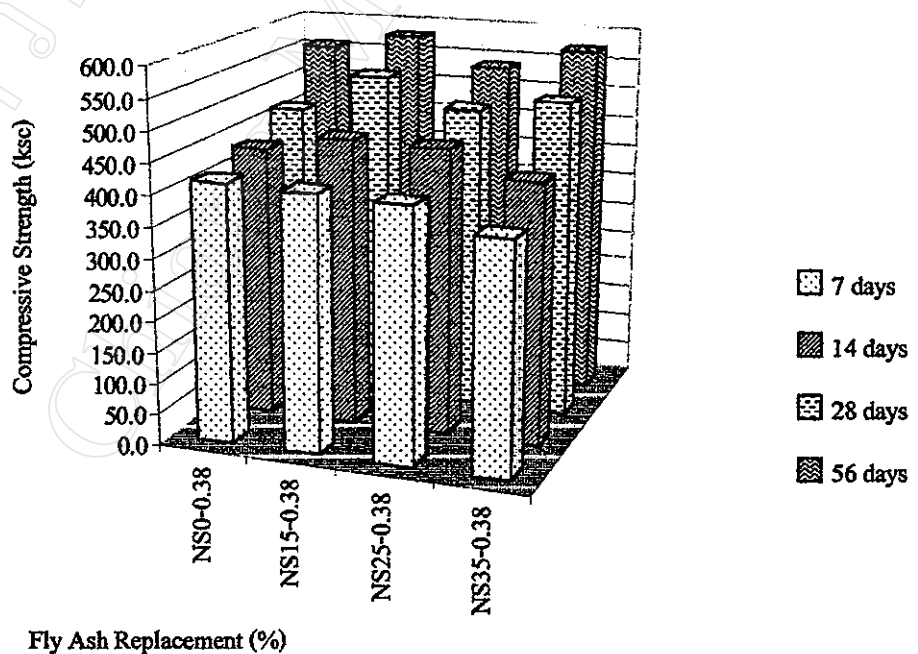
5.2.2 ผลของกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะเมื่อเปรียบเทียบโดยให้อัตราส่วน w/b คงที่

กำลังอัดที่ได้จากการวิจัยนี้เมื่อพิจารณาโดยให้อัตราส่วน w/b คงที่ แล้วนำมาเปรียบเทียบกันที่ ร้อยละการแทนที่ของเถ้าลอยต่าง ๆ พบว่า ที่การแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 15 จะให้ค่าสูงที่สุดในทุก ๆ อายุ โดยจะเห็นความแตกต่างได้ชัดเจนที่อายุมากกว่าหรือเท่ากับ 28 วัน และเมื่อมีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยเพิ่มขึ้นกำลังอัดจะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยที่ร้อยละ 25 จะมีกำลังอัดต่ำที่สุด ที่ w/b เท่ากับ 0.33 และ 0.38 จะสังเกตได้ชัดเจน แต่ที่ w/b เท่ากับ 0.43 และ 0.48 จะมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย ดังรูปที่ 5.5 ถึง 5.8 โดยมีข้อสังเกตเกี่ยวกับการพัฒนากำลังอัด ในช่วงอายุ 7-56 วัน ดังนี้

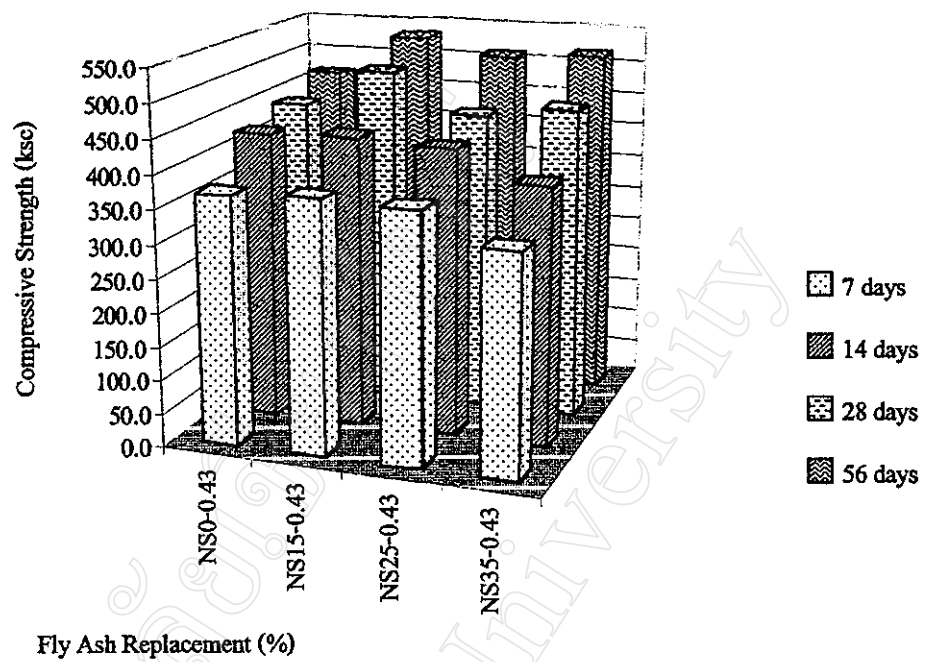
1. รูปที่ 5.5 เมื่ออัตราส่วน w/b มีค่าเท่ากับ 0.33 คอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยมีการพัฒนากำลังอัดน้อยกว่าคอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 15 และ 35 ส่วนร้อยละ 25 มีการพัฒนากำลังอัดน้อยที่สุด
2. รูปที่ 5.6 เมื่ออัตราส่วน w/b มีค่าเท่ากับ 0.38 คอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยมีการพัฒนากำลังอัดน้อยที่สุด ส่วนคอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 15 และ 35 มีการพัฒนากำลังอัดดีใกล้เคียงกัน ในขณะที่ร้อยละ 25 มีการพัฒนากำลังอัดน้อย แต่อย่างไรก็ดีดีกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอย
3. รูปที่ 5.7 เมื่ออัตราส่วน w/b มีค่าเท่ากับ 0.43 คอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยมีการพัฒนากำลังอัดน้อยที่สุด ส่วนคอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 35 มีการพัฒนากำลังอัดดีที่สุดในขณะที่ร้อยละ 15 มีการพัฒนากำลังอัดดีกว่าที่ร้อยละ 25
4. รูปที่ 5.8 เมื่ออัตราส่วน w/b มีค่าเท่ากับ 0.48 จะเริ่มเห็นแนวโน้มของการพัฒนากำลังอัดชัดเจนขึ้น กล่าวคือ คอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยจะมีการพัฒนากำลังอัดในช่วงอายุ 7-56 วัน น้อยกว่าคอนกรีตผสมเถ้าลอยอย่างชัดเจน โดยเมื่อร้อยละการแทนที่ด้วยเถ้าลอยเพิ่มขึ้นการพัฒนากำลังอัดจะดีขึ้น



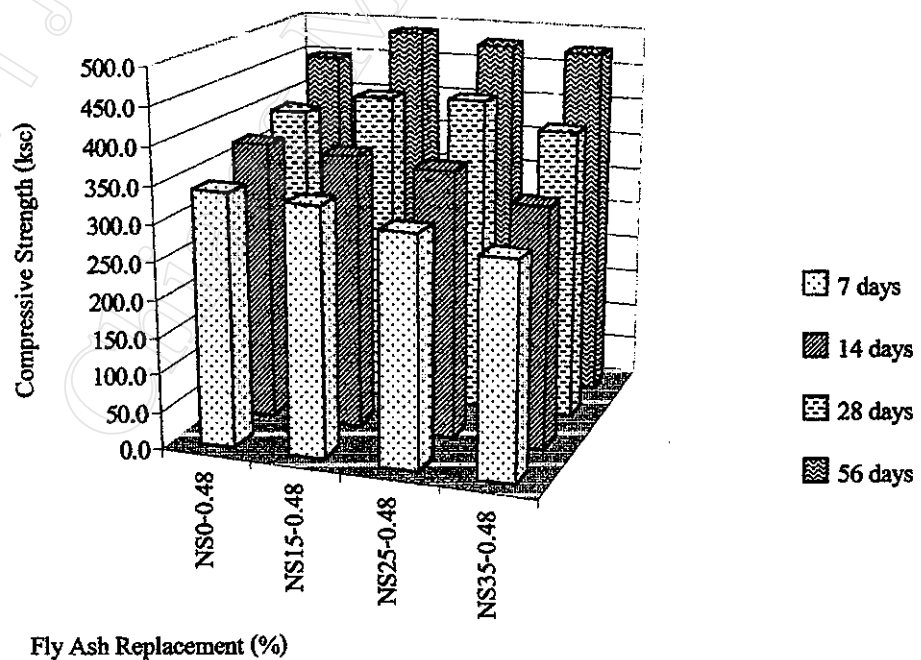
รูปที่ 5.5 การเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยในปริมาณต่าง ๆ ที่ช่วงอายุ 7-56 วัน สำหรับอัตราส่วน w/b 0.33



รูปที่ 5.6 การเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยในปริมาณต่าง ๆ ที่ช่วงอายุ 7-56 วัน สำหรับอัตราส่วน w/b 0.38



รูปที่ 5.7 การเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยในปริมาณต่าง ๆ ที่ช่วงอายุ 7-56 วัน สำหรับอัตราส่วน w/b 0.43



รูปที่ 5.8 การเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยในปริมาณต่าง ๆ ที่ช่วงอายุ 7-56 วัน สำหรับอัตราส่วน w/b 0.48

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน

การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน จะใช้วิธีการเลือกชนิดความสัมพันธ์โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (R^2) ถ้าความสัมพันธ์แบบใดให้ค่าดังกล่าวใกล้เคียงหนึ่งมากที่สุด แสดงว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์ตามนั้น

จากการวิเคราะห์ เมื่อให้ความสัมพันธ์ของกราฟทุกชุดเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยมีรูปแบบดังสมการ

$$y = Ce^{-\alpha x} \quad (5.1)$$

โดยให้ y แทน กำลังอัดประลัย (fc')
 x แทน อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน (w/b)
 C และ α เป็น ค่าคงที่ใดๆ

พบว่า กราฟทั้งหมดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (R^2) ใกล้เคียงหนึ่ง ดังรูปที่ 5.9 5.10 5.11 และ 5.12 ซึ่งเมื่อพิจารณาสมการของ Abrams ดังสมการ

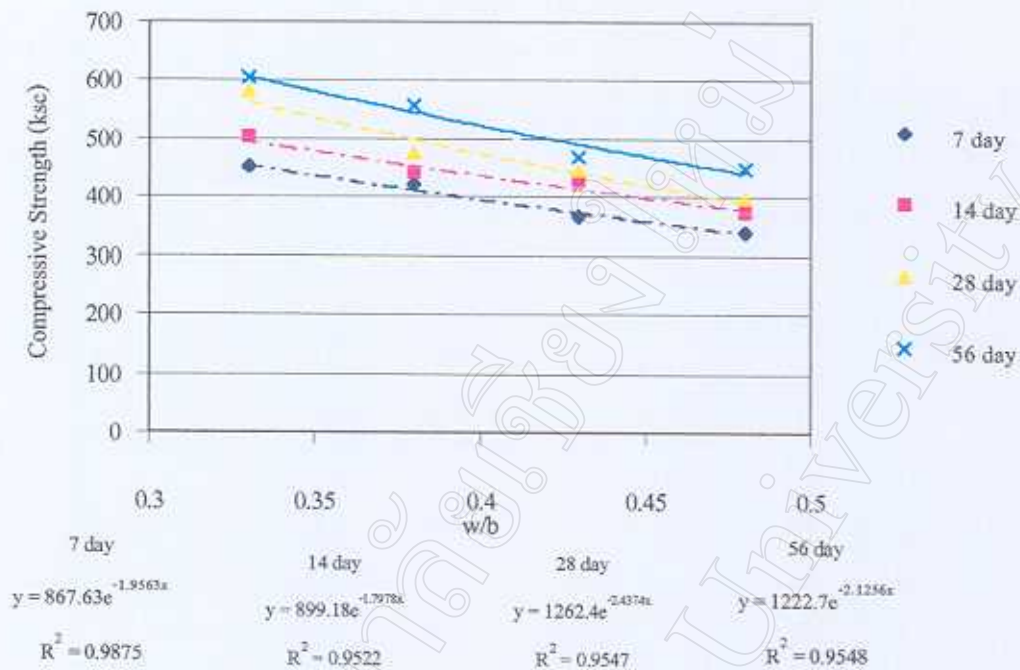
$$fc' = \frac{A}{B^{w/c}} \quad (5.2)$$

โดยที่ fc' คือ กำลังอัดของคอนกรีต
 w/c คือ อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์
 A และ B คือ ค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุผสมและสถานะแวดล้อม

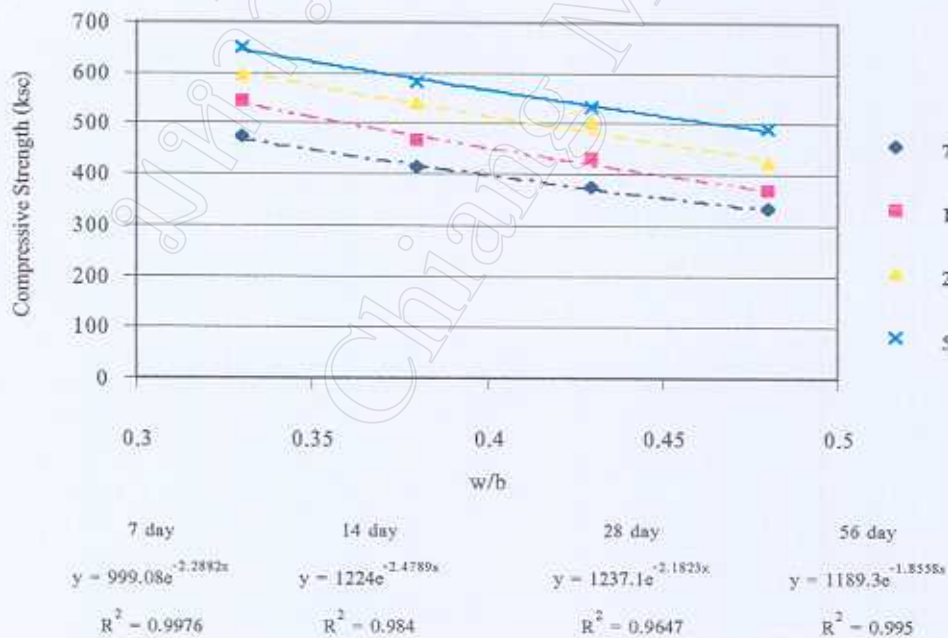
พบว่า สมการที่ (5.1) ก็คือสมการของ Abrams นั่นเอง โดย A และ B ในสมการที่ (5.2) คือ C และ e^α ในสมการ (5.1) ตามลำดับ ซึ่ง C และ e^α มีค่าดังแสดงในสมการความสัมพันธ์ตามรูปที่ 5.9 5.10 5.11 และ 5.12 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน ยังคงเป็นไปตามกฎของ Abrams เช่นเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์

เมื่อนำความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานที่มีปริมาณการแทนที่ด้วยเถ้าลอยในปริมาณต่างๆ มาเปรียบเทียบกับที่อายุ 7 14 28 และ 56 วัน จะได้ดังรูปที่ 5.13 5.14 5.15 และ 5.16 ตามลำดับ ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการทำนายกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้า

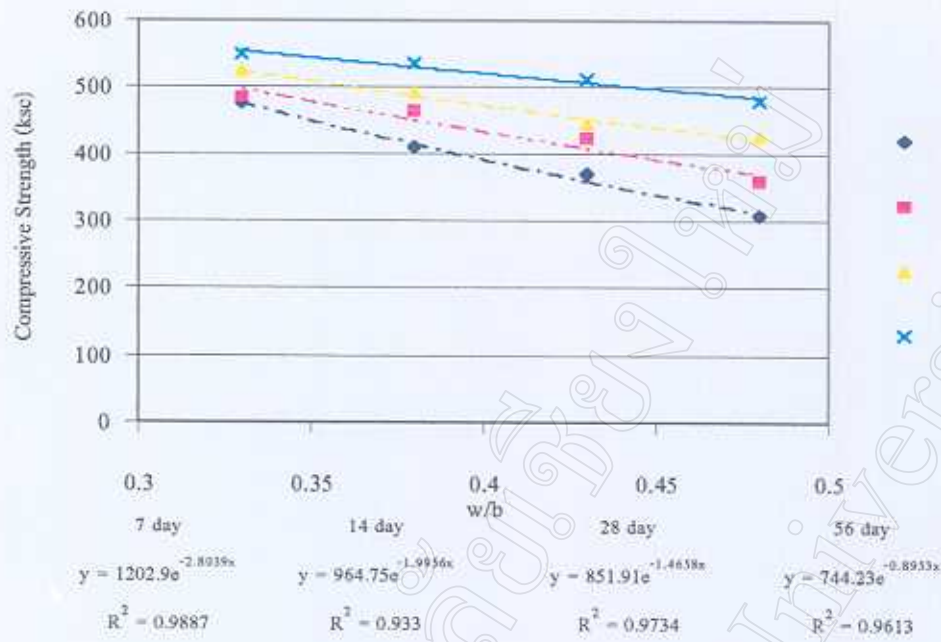
ลอย แต่เนื่องจากรูปดังกล่าวได้จากผลการทดสอบกำลังอัดเฉลี่ยจากก้อนตัวอย่างชุดละ 5 ก้อนในห้องทดลองที่มีการควบคุมคุณสมบัติวัสดุทุกขั้นตอนเป็นอย่างดี ซึ่งการนำไปใช้งานจริงอาจไม่สามารถควบคุมคุณสมบัติวัสดุได้เหมือนในห้องทดลอง ทำให้กำลังอัดของคอนกรีตที่ได้มีโอกาสสูงที่จะมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายตามมาในภายหลัง ดังนั้นการที่จะนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานไปใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต จะต้องสร้างความน่าเชื่อถือเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า สามารถนำไปใช้งานได้อย่างปลอดภัย ซึ่งมีวิธีการพิจารณาดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยกับอัตราส่วน w/b สำหรับคอนกรีตควบคุม



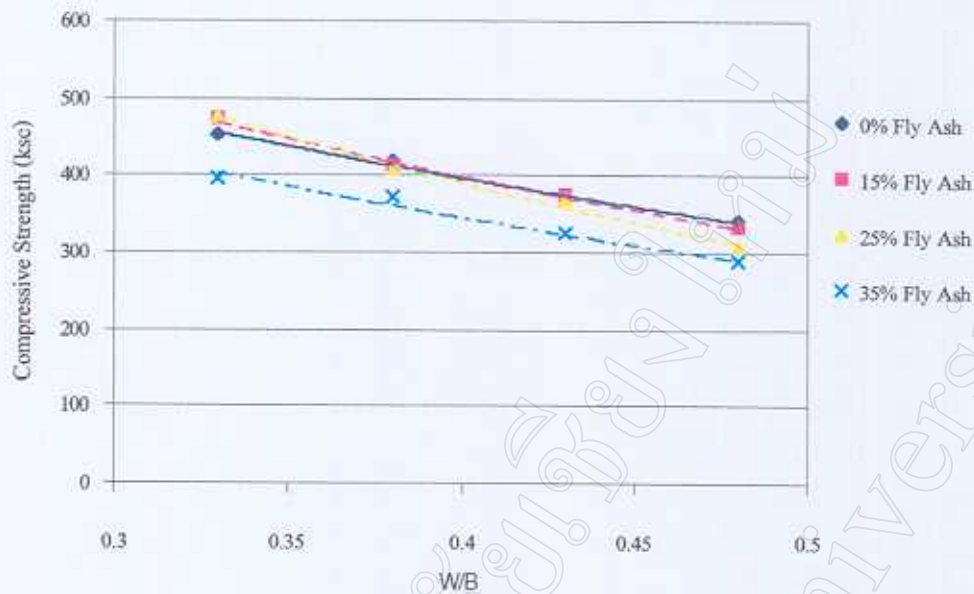
รูปที่ 5.10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยกับอัตราส่วน w/b
สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยร้อยละ 15



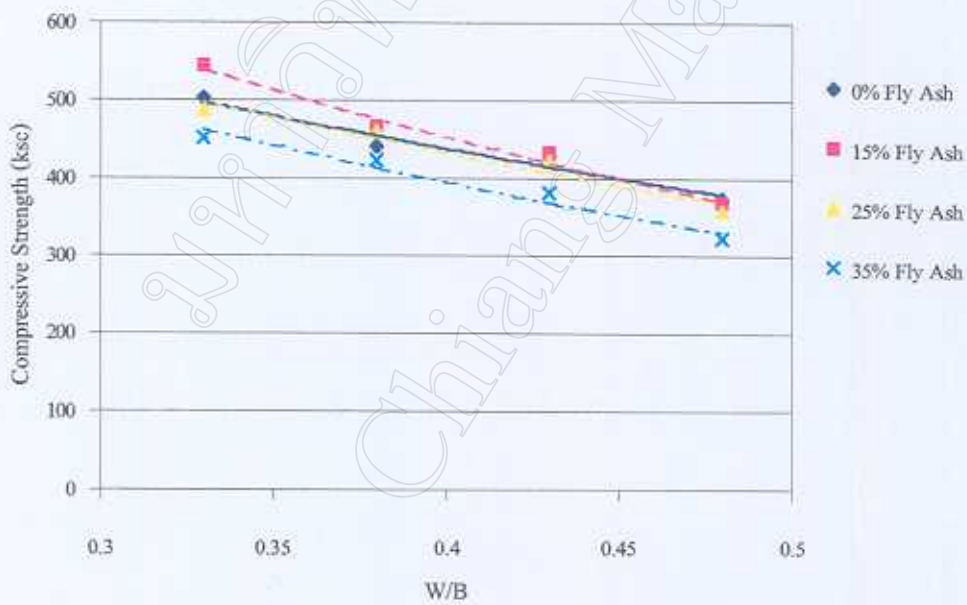
รูปที่ 5.11 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยกับอัตราส่วน w/b
สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยร้อยละ 25



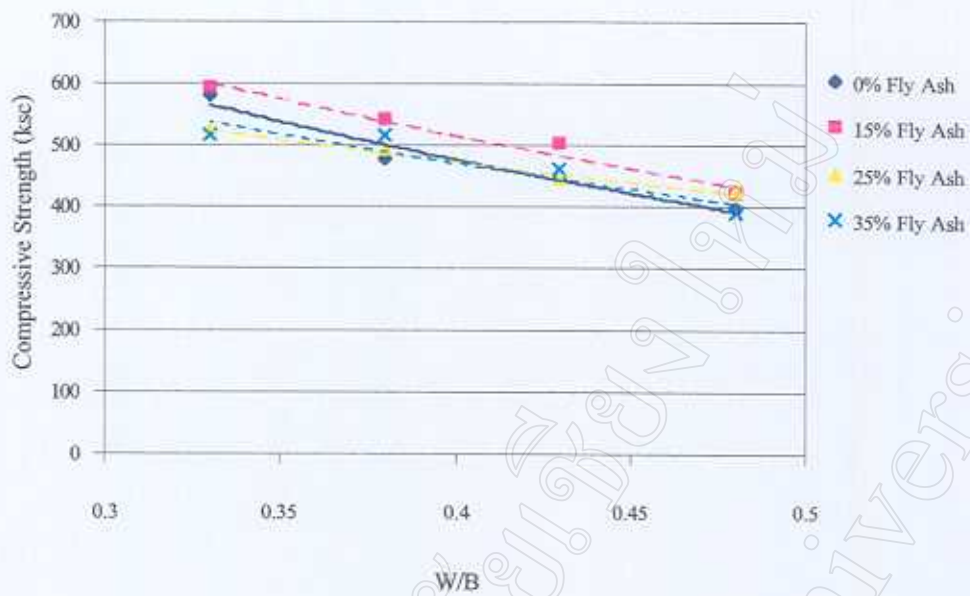
รูปที่ 5.12 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยกับอัตราส่วน w/b
สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยร้อยละ 35



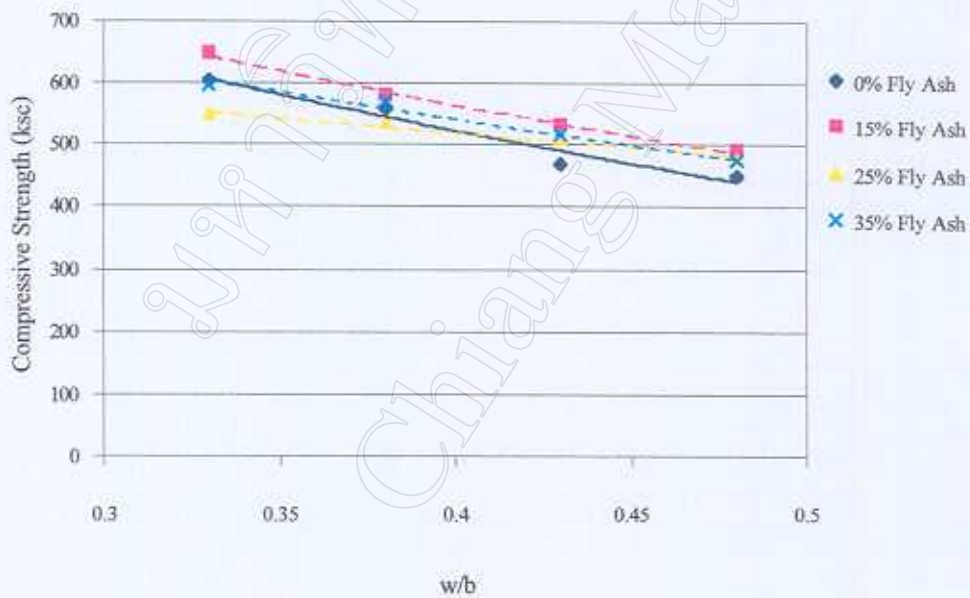
รูปที่ 5.13 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัษกับอัตราส่วน w/b ที่อายุ 7 วัน



รูปที่ 5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัษกับอัตราส่วน w/b ที่อายุ 14 วัน



รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยกับอัตราส่วน w/b ที่อายุ 28 วัน

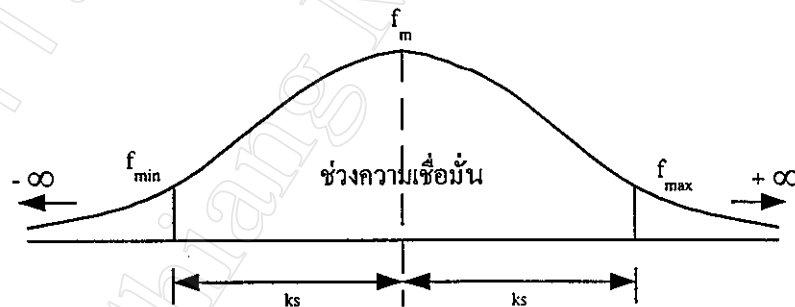


รูปที่ 5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยกับอัตราส่วน w/b ที่อายุ 56 วัน

5.3.1 การพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น

วิธีการทำให้ข้อมูลการทดสอบในห้องทดลองมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัยมากยิ่งขึ้น จะต้องสร้างระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) เพื่อให้ครอบคลุมค่าความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ อาทิเช่น การควบคุมวัสดุผสม การทดสอบหาคุณสมบัติวัสดุผสม คนที่ทำการผสม เป็นต้น เมื่อต้องการนำไปใช้งานจริงในสนาม สุรินทร์ ขนานศักดิ์ (2539) เสนอว่าโดยทั่วไปแล้ว การกำหนดระดับความเชื่อมั่น ในทางสถิตินิยมกำหนดให้มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 90 เป็นต้นไป จึงจะถือว่าครอบคลุมข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเพียงพอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการความถูกต้องของงานนั้นๆ ด้วย สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลผลการทดสอบ

การหาช่วงความเชื่อมั่น จะสมมุติให้ ข้อมูลการทดสอบกำลังอัดมีการกระจายแบบปกติ (Normal or Gaussian Distribution) ดังนั้นช่วงความเชื่อมั่นสามารถอธิบายได้โดยอาศัยเส้นโค้งปกติ ดังแสดงในรูปที่ 5.17 จากรูป f_m คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล, f_{min} , f_{max} คือค่าของข้อมูลที่น้อยที่สุดและมากที่สุดที่ยังอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น ตามลำดับ k คือ สัมประสิทธิ์ความน่าจะเป็น s คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตารางที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ของค่า k ช่วงความเชื่อมั่น และความน่าจะเป็นที่กำลังอัดคอนกรีตจะมีค่าน้อยกว่า $f_m - ks$ (คอนกรีตกำลังตก)



รูปที่ 5.17 เส้นโค้งปกติแสดงขอบเขตช่วงความเชื่อมั่น

ตารางที่ 5.2 ระดับความเชื่อมั่นในช่วง $f_m \pm ks$ และ ความน่าจะเป็นของค่าที่ต่ำกว่า $f_m - ks$

ที่มา : A. M. Neville and J. J. Brooks (1990)

สัมประสิทธิ์ความน่าจะเป็น	ระดับความเชื่อมั่นในช่วง $f_m \pm ks$ (ร้อยละ)	ความน่าจะเป็นของค่าที่ต่ำกว่า $f_m - ks$ (ร้อยละ)
1.00	68.2	15.9 (1 ใน 6)
1.64	90.0	5.0 (1 ใน 20)
1.96	95.0	2.5 (1 ใน 40)
2.33	98	1.0 (1 ใน 100)
3.00	99.7	0.15 (1 ใน 700)

5.3.2 การพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เนื่องจากทางปฏิบัติค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหาได้จากการทดสอบก้อนตัวอย่าง ซึ่งแต่ละชุดก็จะมีค่าแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการควบคุมการผสม สำหรับการนำมาใช้จะพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทุกชุด จากผลการทดสอบก้อนตัวอย่างชุดละ 5 ก้อน แล้ววัดค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง ง-1 และพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมด 64 ชุด แต่เนื่องจากตามมาตรฐาน ACI 318-83 กำหนดไว้ว่า ตัวอย่างที่ทำการทดสอบเพื่อหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะต้องทำการทดสอบตัวอย่างชุดเดียวกันอย่างน้อย 30 ตัวอย่าง ส่วนในกรณีที่ทดสอบตัวอย่างน้อยกว่า 30 ตัวอย่างและต้องการหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะต้องทำการแก้ไขค่าความเบี่ยงเบนที่หาได้โดยปกติด้วยสัมประสิทธิ์แก้ไข ดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 สัมประสิทธิ์แก้ไขค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานโดย ACI 318-83

ที่มา : A. M. Neville and J. J. Brooks (1990)

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ	สัมประสิทธิ์แก้ไขค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 หรือมากกว่า	1.00

สำหรับการทดสอบก้อนตัวอย่างชุดละ 5 ก้อน สัมประสิทธิ์แก้ไขค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถหาได้โดยวิธีการเทียบค่านอกช่วงจากตารางที่ 5.3 ซึ่งจะได้สัมประสิทธิ์แก้ไขค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.45 (ภาคผนวก จ) ดังนั้นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 64 ค่าสำหรับงานวิจัยนี้จะต้องปรับแก้โดยการคูณด้วยสัมประสิทธิ์แก้ไขก่อนแล้วจึงใช้ค่านี้จะใช้หารระดับความเชื่อมั่นของข้อมูลที่ร้อยละ 95 ในขั้นต่อไป

5.3.3 วิธีการหาช่วงความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ของความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน

จากรูปที่ 5.17 ค่ากำลังอัดที่น้อยที่สุดของความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สามารถหาได้โดย

$$f'_{\min} = f'_m - ks' \quad (5.3)$$

โดยที่ $f'_{\min}$ คือ ค่ากำลังอัดที่น้อยที่สุดที่อยู่ในช่วงความเชื่อมั่น

f'_m คือ ค่ากำลังอัดเฉลี่ย ได้จากผลการทดสอบ

k คือ สัมประสิทธิ์ความน่าจะเป็นซึ่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่าเท่ากับ 1.96

s' คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานปรับแก้ของแต่ละชุด ซึ่งในงานวิจัยนี้มีค่าเท่ากับค่าทั้ง 64 ค่าที่แสดงในตาราง ง-1 คูณด้วยสัมประสิทธิ์แก้ไข

ดังนั้นกำลังอัดที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่าดังสมการ

$$\begin{aligned} Fc' &= fc' - (1.96)(1.45)s \\ Fc' &= fc' - (2.84)s \end{aligned} \quad (5.4)$$

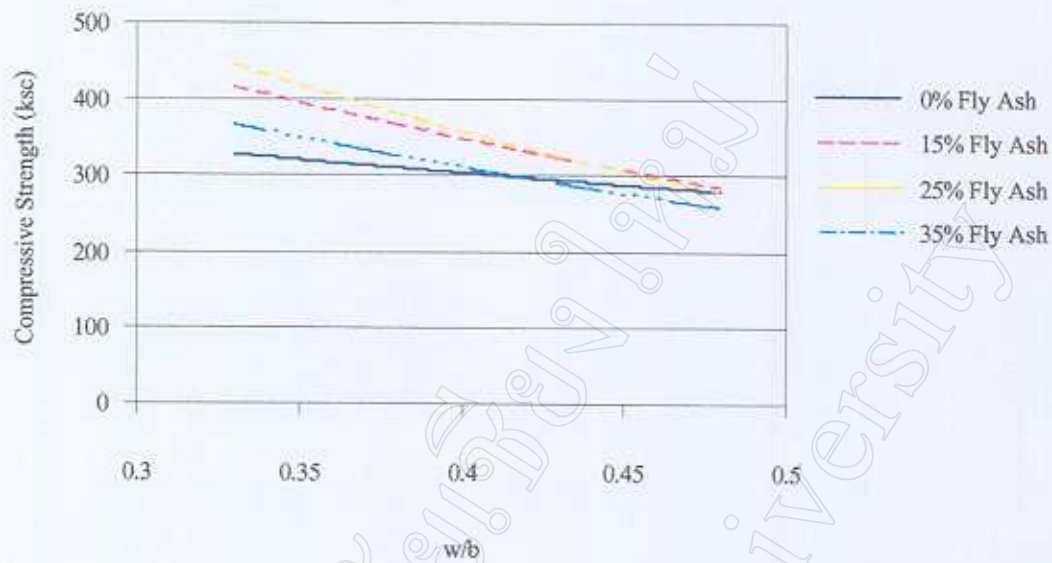
โดยที่ Fc' คือ ค่ากำลังอัดที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

fc' คือ ค่ากำลังอัดเฉลี่ยของแต่ละชุด

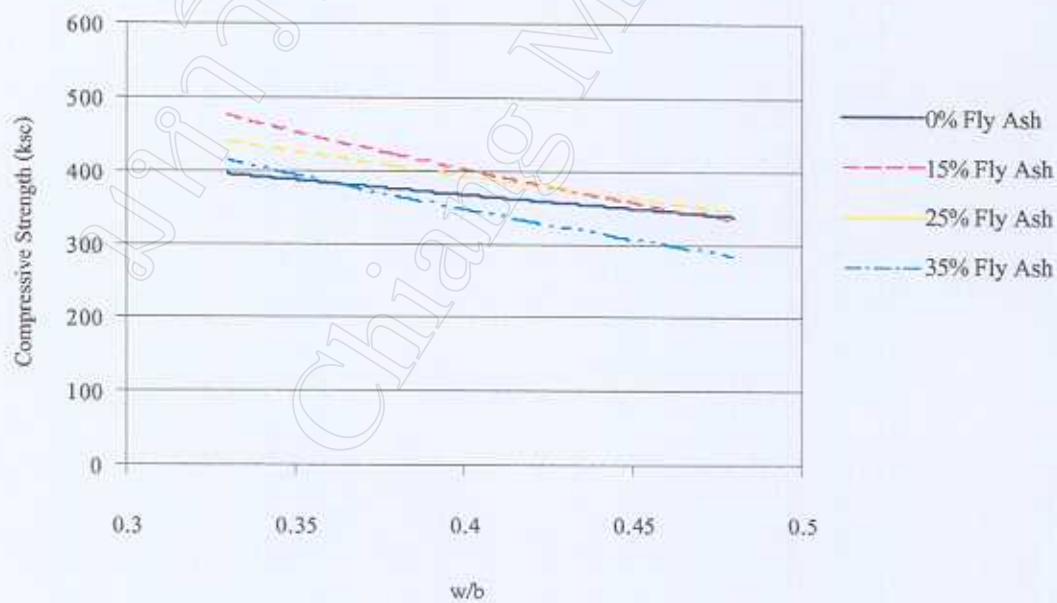
s คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชุด

สมการที่ (5.4) สามารถนำไปปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานเพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้งาน ซึ่งได้ผลดังแสดงในรูปที่ 5.18 5.19 5.20 และ 5.21 สำหรับกำลังอัดที่อายุ 7 14 28 และ 56 วันตามลำดับ

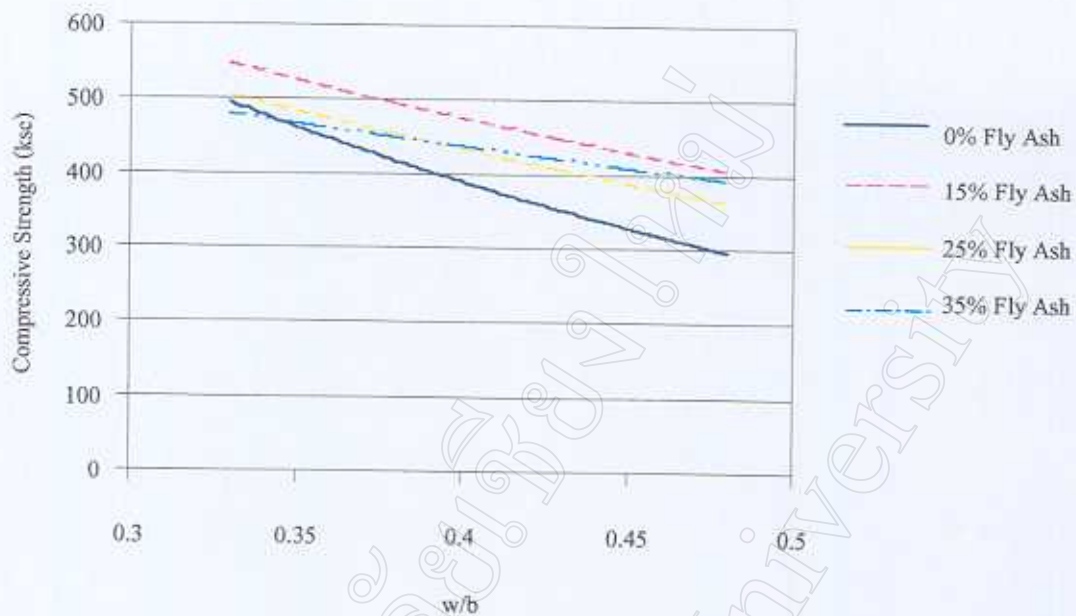
เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ได้นี้นอกจากจะสามารถนำไปใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะแล้ว ยังสามารถใช้ปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์สำหรับคอนกรีตปกติของเอซีไอที่มีอยู่เดิม เพื่อให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของวัสดุผสมที่มีอยู่ในประเทศไทยได้อีกด้วย



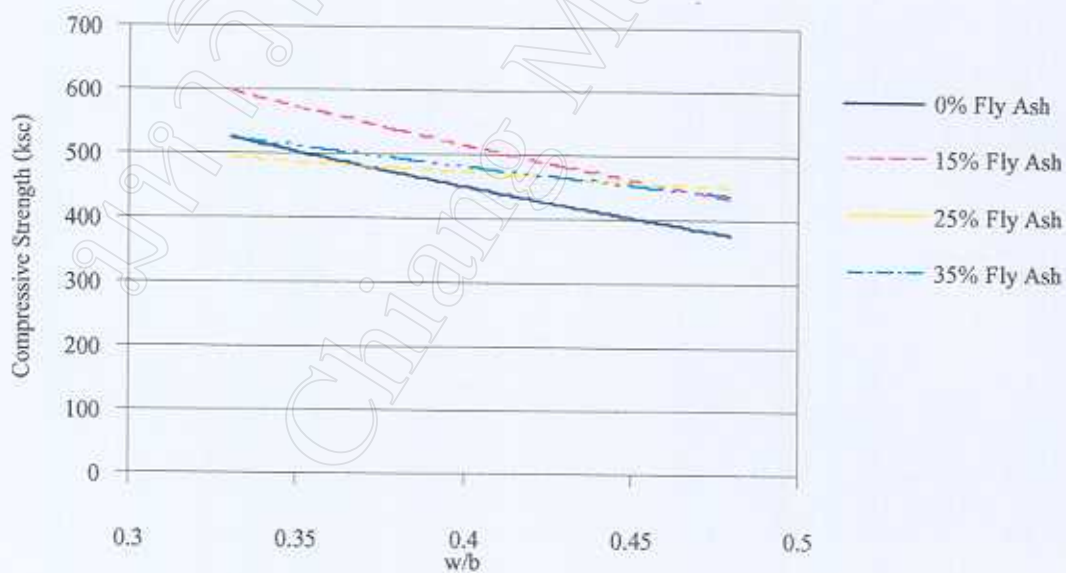
รูปที่ 5.18 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 กับอัตราส่วน w/b ที่อายุ 7 วัน



รูปที่ 5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 กับอัตราส่วน w/b ที่อายุ 14 วัน



รูปที่ 5.20 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 กับอัตราส่วน w/b ที่อายุ 28 วัน



รูปที่ 5.21 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 กับอัตราส่วน w/b ที่อายุ 56 วัน

ตารางที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดประลัยใช้งานกับอัตราส่วน w/b

กำลังอัดประลัยใช้งาน (กก./ซม. ²)		w/b สำหรับขนาดหินใหญ่สุด ¾ นิ้ว			
		ปริมาณเกล็ดลอยแม่เมาะในส่วนผสม, ร้อยละ			
		0	15	25	35
600	56-วัน	-	0.33	-	-
550	28-วัน	-	0.33	-	-
	56-วัน	-	0.37	-	-
500	28-วัน	0.33	0.38	0.34	-
	56-วัน	0.35	0.42	0.33	0.37
450	7- วัน	-	-	0.33	-
	14-วัน	-	0.35	0.33	-
	28-วัน	0.36	0.43	0.38	0.38
	56-วัน	0.40	0.46	0.48	0.46
400	7- วัน	-	0.35	0.37	-
	14-วัน	0.33	0.40	0.39	0.35
	28-วัน	0.39	0.48	0.44	0.47
	56-วัน	0.45	-	-	-
350	7- วัน	-	0.40	0.41	0.35
	14-วัน	0.45	0.46	0.48	0.40
	28-วัน	0.43	-	-	-
300	7- วัน	0.42	0.46	0.46	0.42
	14-วัน	-	-	-	0.46
	28-วัน	0.48	-	-	-

หมายเหตุ ช่องว่างที่เว้นไว้ คือค่าที่ไม่ได้อยู่ในขอบเขตงานวิจัย