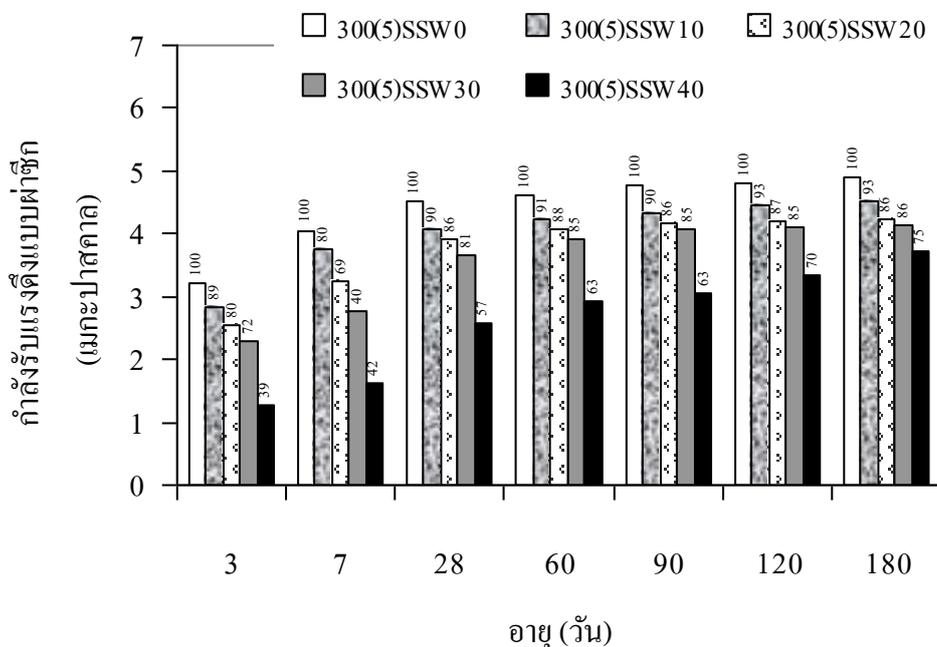


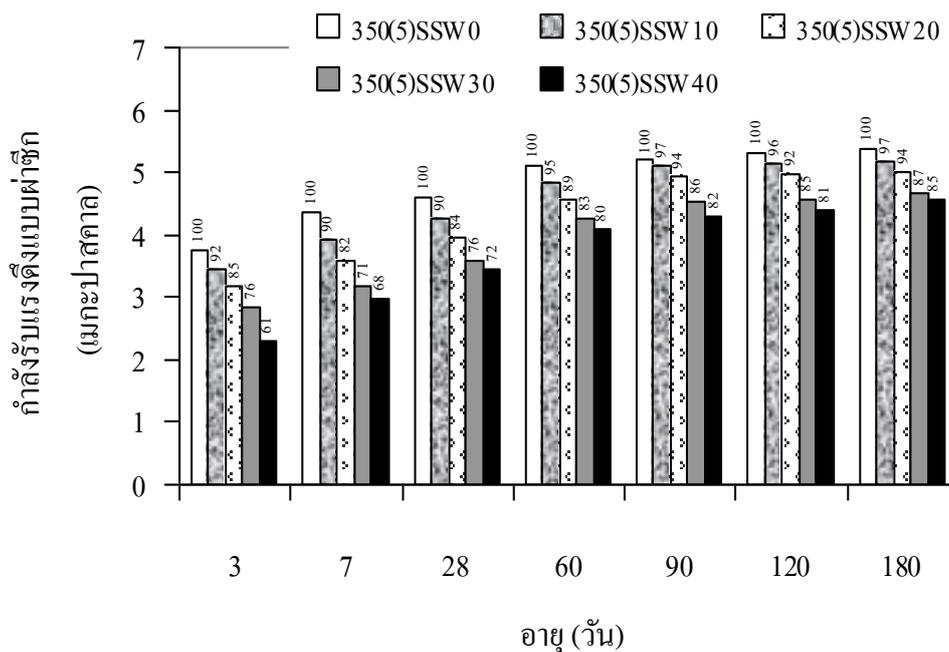
5.3.2 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีต (Splitting Tensile Strength)

ผลการทดสอบกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตปกติและคอนกรีตผสมผงฟูนทรายได้แบบกลุ่ม SSW แสดงในภาพที่ 5.67 ถึง 5.69 พบว่าแนวโน้มการลดลงของกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกมีลักษณะเดียวกันกับกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต เมื่ออัตราส่วนการแทนที่ของผงฟูนทรายได้แบบในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น ตั้งแต่คอนกรีตที่อายุ 3 วัน ถึง 180 วัน โดยที่อายุ 3 และ 7 วัน กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกมีค่าลดลงตั้งแต่ร้อยละการแทนที่ของผงฟูนทรายได้แบบเท่ากับ 10 จนถึงร้อยละ 30 ในขณะที่การแทนที่ร้อยละ 40 ทำให้กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกลดลงมาก โดยมีค่าร้อยละ 39 และ 42 ของคอนกรีตปกติที่อายุ 3 และ 7 วัน ตามลำดับ แต่สิ่งที่เป็นข้อสังเกตของการแทนที่ดังกล่าวคือ อัตราการพัฒนาของกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกที่สูงและต่อเนื่อง (ความชันของกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกกับเวลาเมื่อลากเส้นเชื่อมระหว่างกำลังรับแรงที่ทุกๆ อายุของการทดสอบมีค่าคงที่) เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตปกติและที่มีการแทนที่ของผงฟูนทรายได้แบบร้อยละ 10 ถึง 30 (ความชันของกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกกับเวลาเมื่อลากเส้นเชื่อมระหว่างกำลังรับแรงในช่วงแรกและจะลดลงจนมีค่าคงที่เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น) ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุดังกล่าวในหัวข้อของกำลังรับแรงอัด

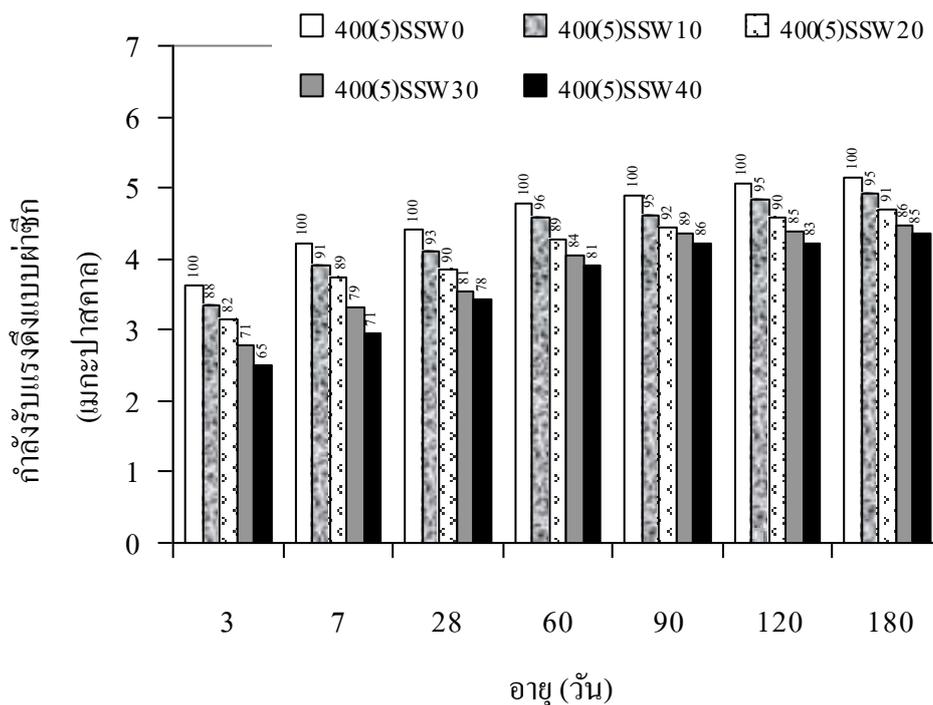


ภาพที่ 5.67 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 300 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 5 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายได้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก

สำหรับคอนกรีตที่มีค่าปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 350 และ 400 กก./ม.³ ได้แสดงผลการทดสอบในภาพที่ 5.68 และ 5.69 ตามลำดับ พบว่าการเพิ่มขึ้นของกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น แต่กระนั้นคอนกรีตผสมผงฟู่นทรายใส่แบบมีค่ากำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกต่ำกว่าคอนกรีตปกติตลอดช่วงของการทดสอบ

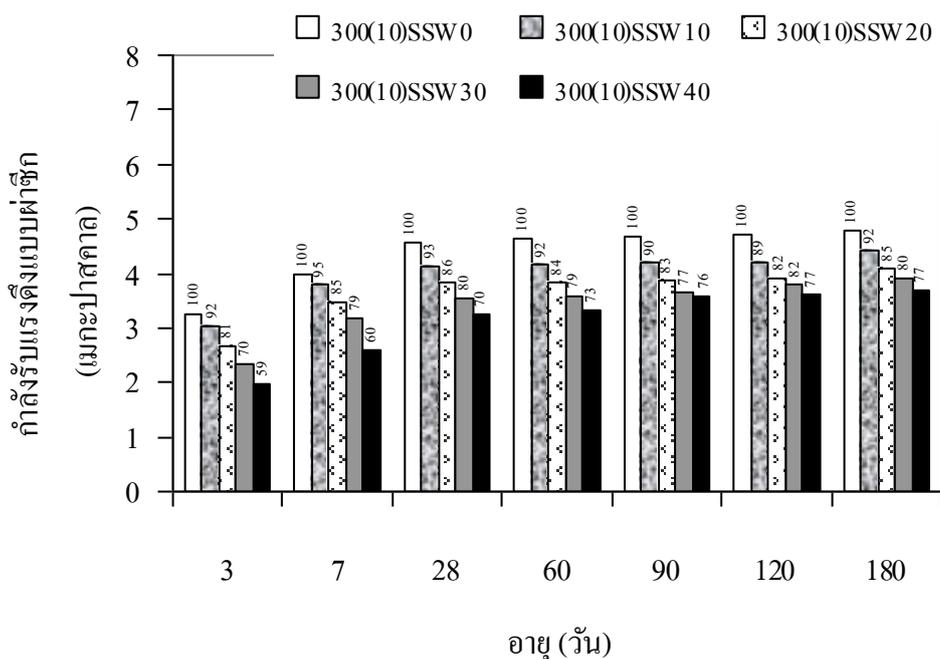


ภาพที่ 5.68 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 350 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 5 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟู่นทรายใส่แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก

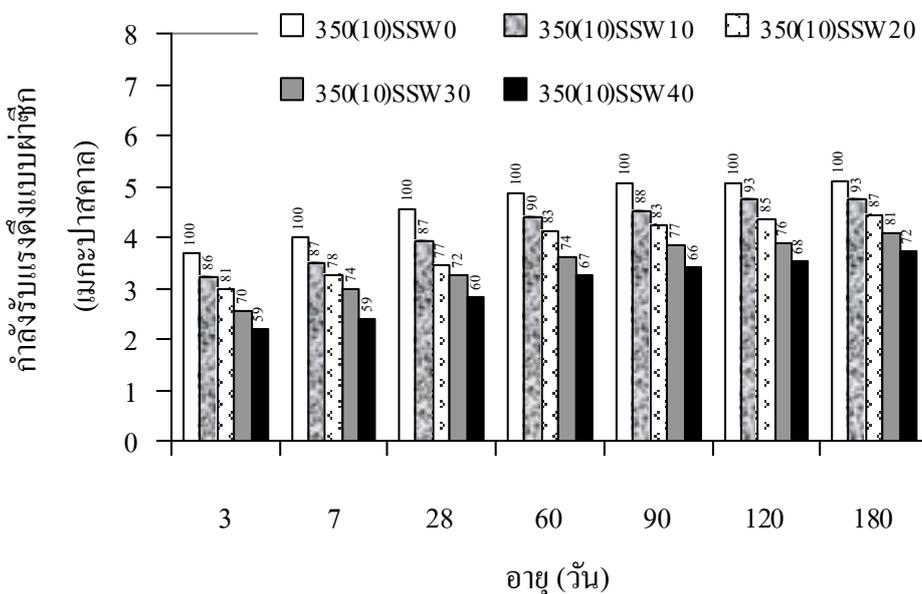


ภาพที่ 5.69 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 400 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 5 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก

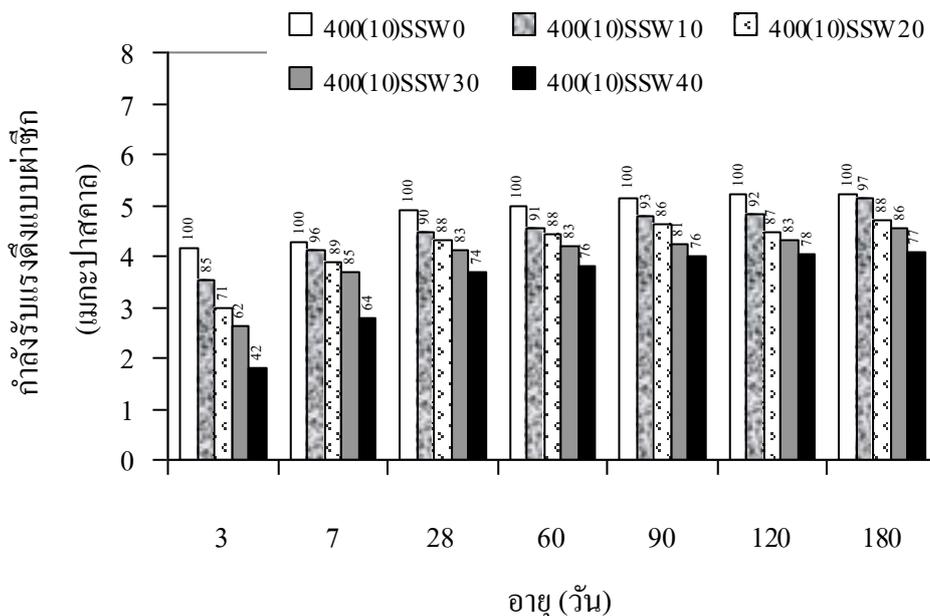
เมื่อพิจารณาคอนกรีตผสมเสร็จที่ค่าการยุบตัวเริ่มต้นเท่ากับ 10 ± 0.5 และ 15 ± 0.5 ซม. แสดงในภาพที่ 5.70 ถึง 5.75 โดยคอนกรีตที่มีค่าการยุบตัวเพิ่มขึ้นทำให้กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกมีค่าลดลง อันเนื่องมาจากความพรุนของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนผงฟูนทรายใส่แบบในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะส่งผลให้คอนกรีตมีค่ากำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกลดลงตามไปด้วย โดยเป็นผลของปริมาณปูนซีเมนต์ที่ลดลงทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันมีค่าลดลง ผลที่ตามมาคือ ทำให้ปริมาณของแคลเซียมซัลไฟด์ไฮเดรตลดลง นอกจากนั้นศักยภาพของผงฟูนทรายใส่แบบมีค่าต่ำกว่าปูนซีเมนต์จึงยังส่งผลให้กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกลดลง



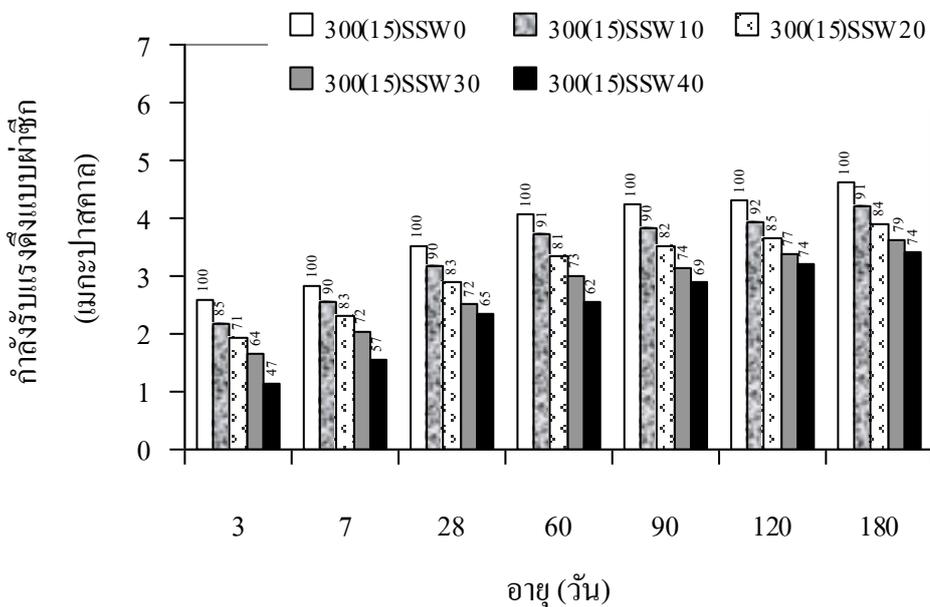
ภาพที่ 5.70 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 300 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 10 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก



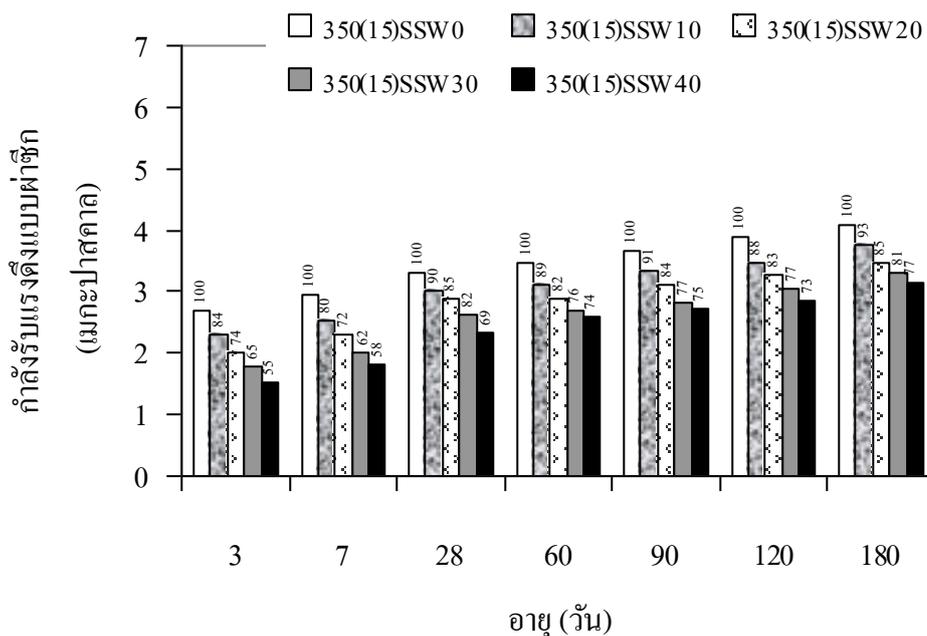
ภาพที่ 5.71 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 350 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 10 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก



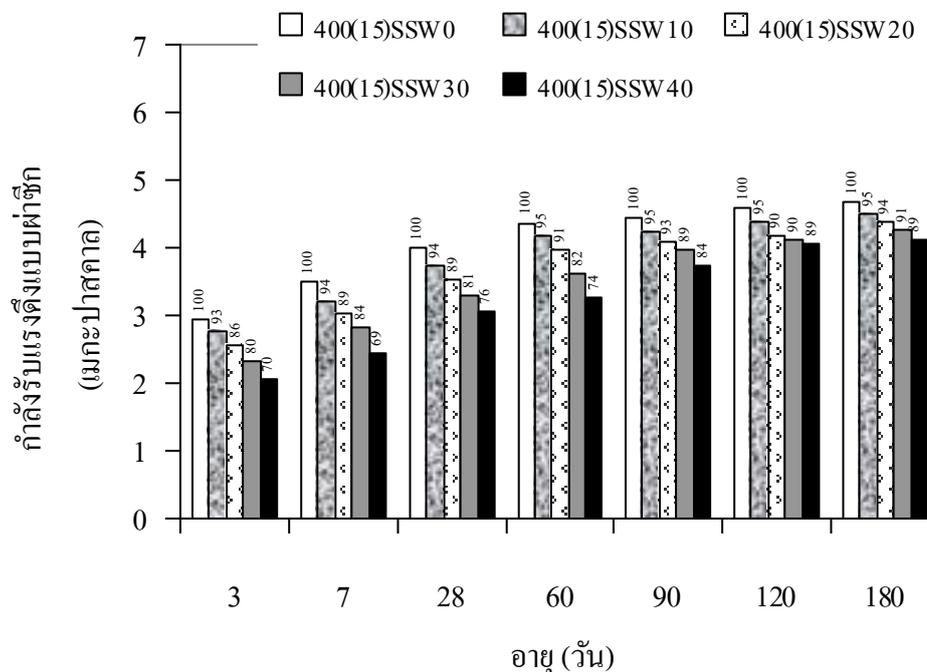
ภาพที่ 5.72 กำลังรับแรงดิ่งแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 400 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 10 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายได้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก



ภาพที่ 5.73 กำลังรับแรงดิ่งแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 300 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 15 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายได้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก

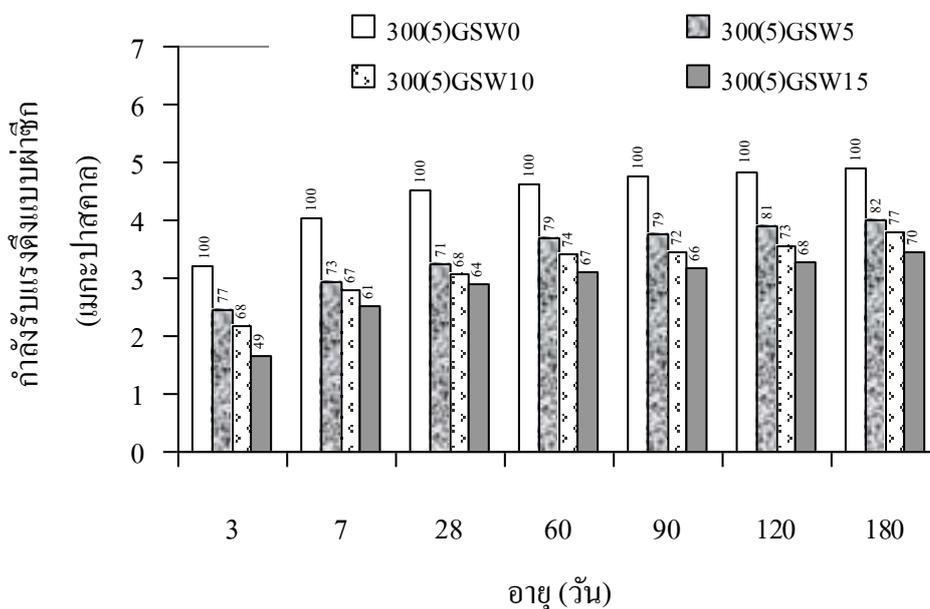


ภาพที่ 5.74 กำลังรับแรงดิ่งแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 350 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 15 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายได้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก

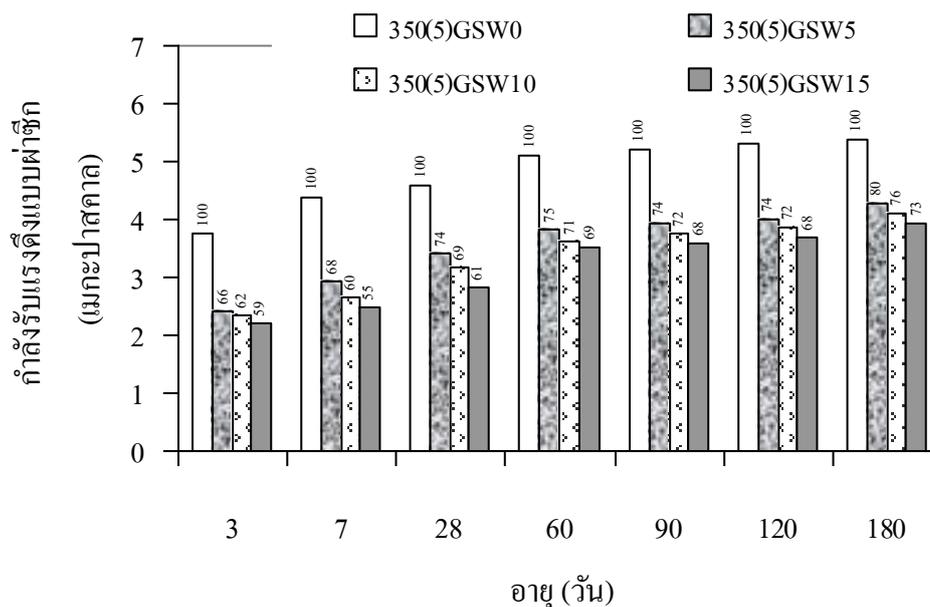


ภาพที่ 5.75 กำลังรับแรงดิ่งแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 400 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 15 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายได้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก

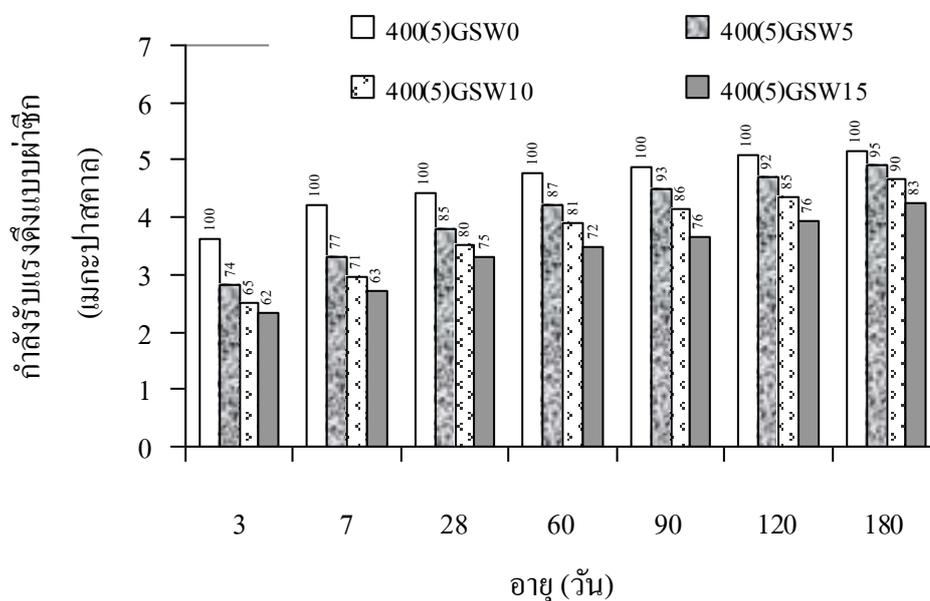
เมื่อพิจารณาคอนกรีตซึ่งทำการแทนที่ผงฝุ่นทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติแสดงในภาพที่ 5.76 ถึง 5.84 สำหรับคอนกรีตที่มีค่าการยุบตัวเริ่มต้น (Initial Slump) เท่ากับ 5 ± 0.5 , 10 ± 0.5 และ 15 ± 0.5 ซม. ตามลำดับ พบว่าเมื่ออัตราส่วนการแทนที่ของผงฝุ่นทรายใส่แบบในทรายธรรมชาติเพิ่มขึ้นทำให้กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตมีค่าลดลงอย่างมาก โดยกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตที่ค่าการยุบตัวเริ่มต้นเท่ากับ 5 ± 0.5 ซม. และมีปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 300 กก./ม.³ ที่อายุ 3 วัน มีค่าร้อยละ 77, 68 และ 49 ของคอนกรีตปกติที่อัตราส่วนการแทนที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ



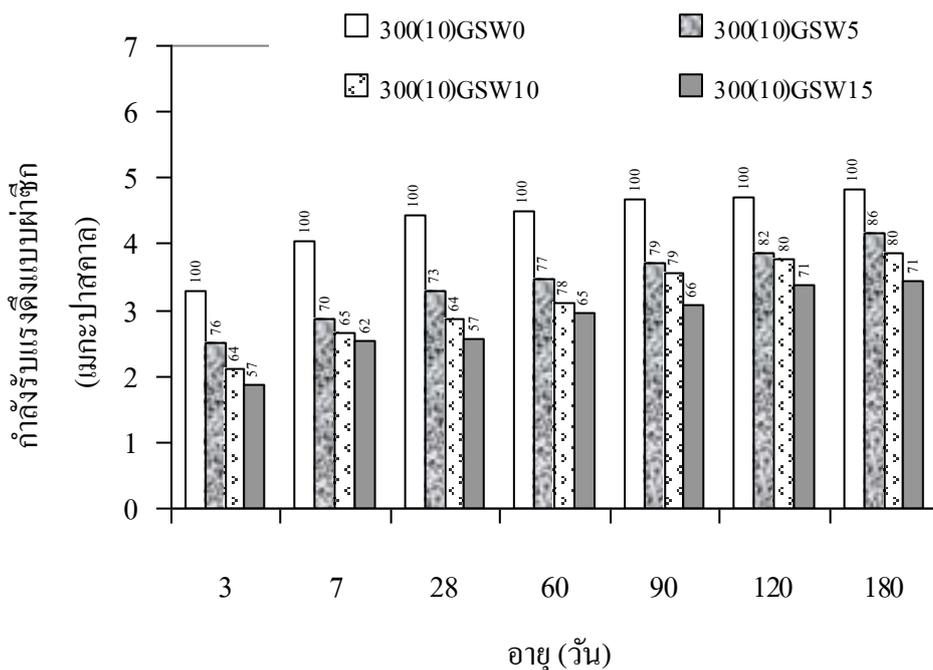
ภาพที่ 5.76 กําลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 300 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 5 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฝุ่นทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก



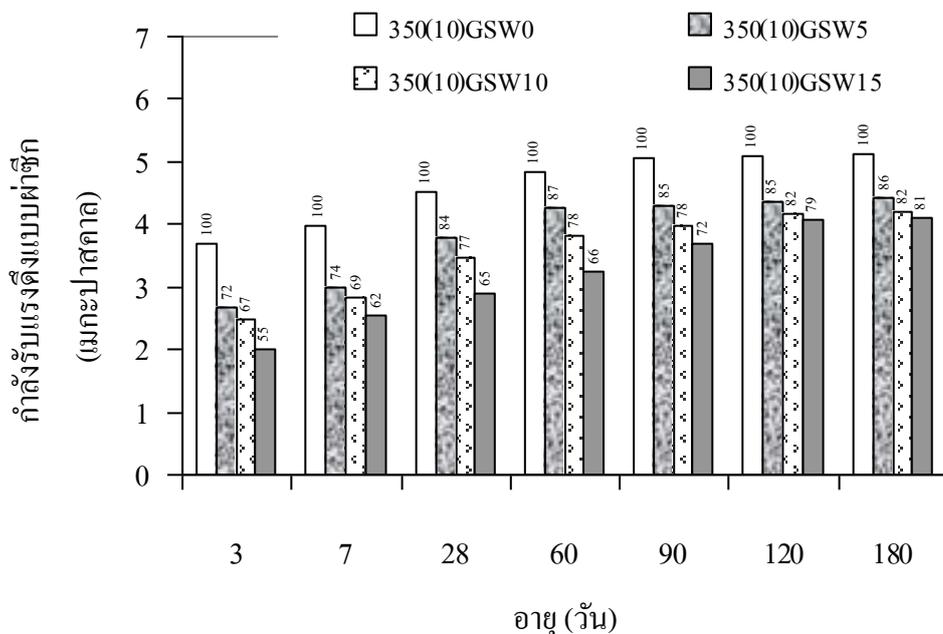
ภาพที่ 5.77 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 350 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 5 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายได้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก



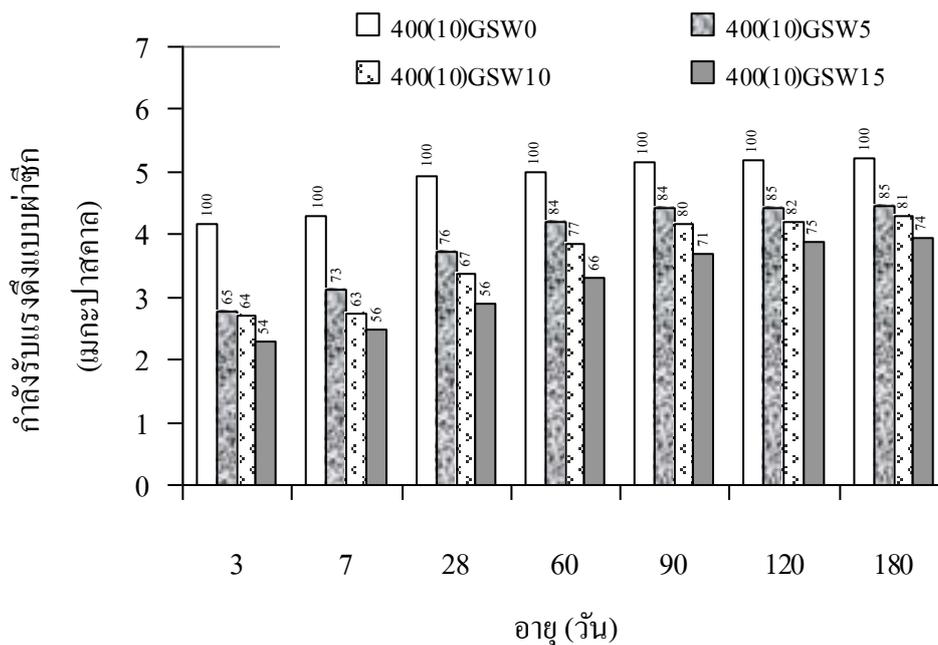
ภาพที่ 5.78 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 400 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 5 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายได้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก



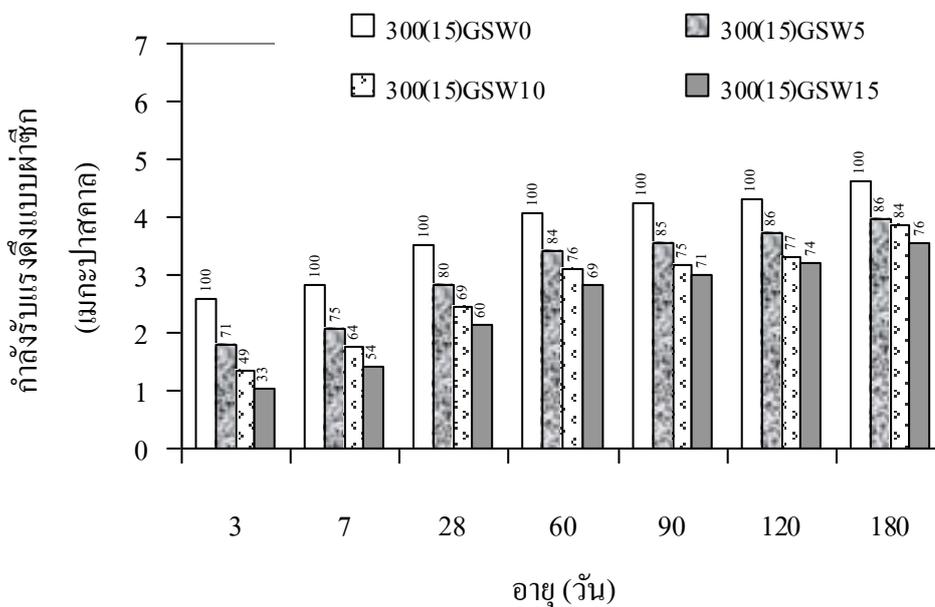
ภาพที่ 5.79 กำลังรับแรงดิ่งแบบแผ่ซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 300 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 10 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก



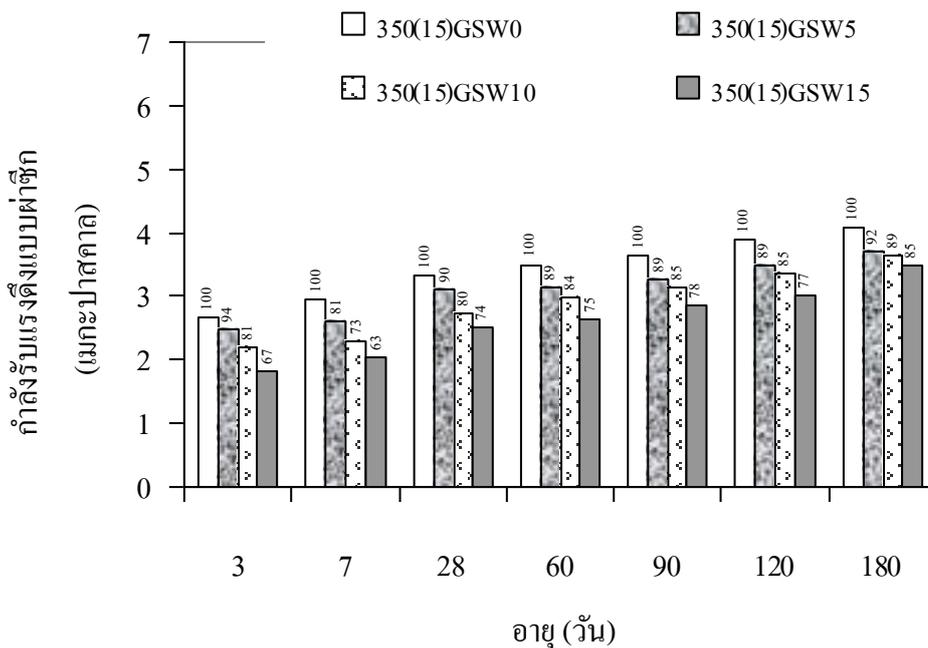
ภาพที่ 5.80 กำลังรับแรงดิ่งแบบแผ่ซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 350 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 10 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก



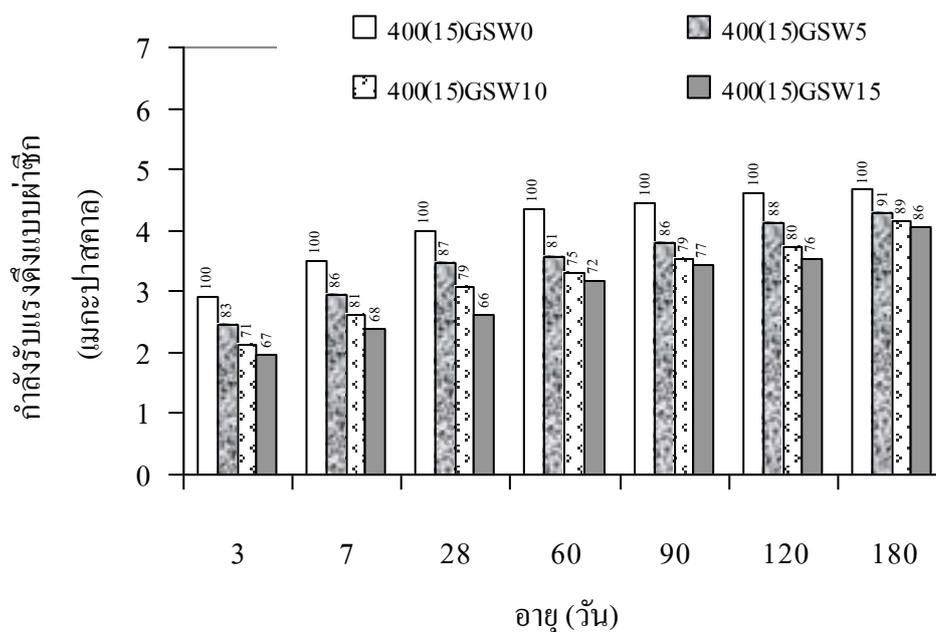
ภาพที่ 5.81 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 400 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 10 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก



ภาพที่ 5.82 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 300 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 15 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก



ภาพที่ 5.83 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 350 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 15 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก

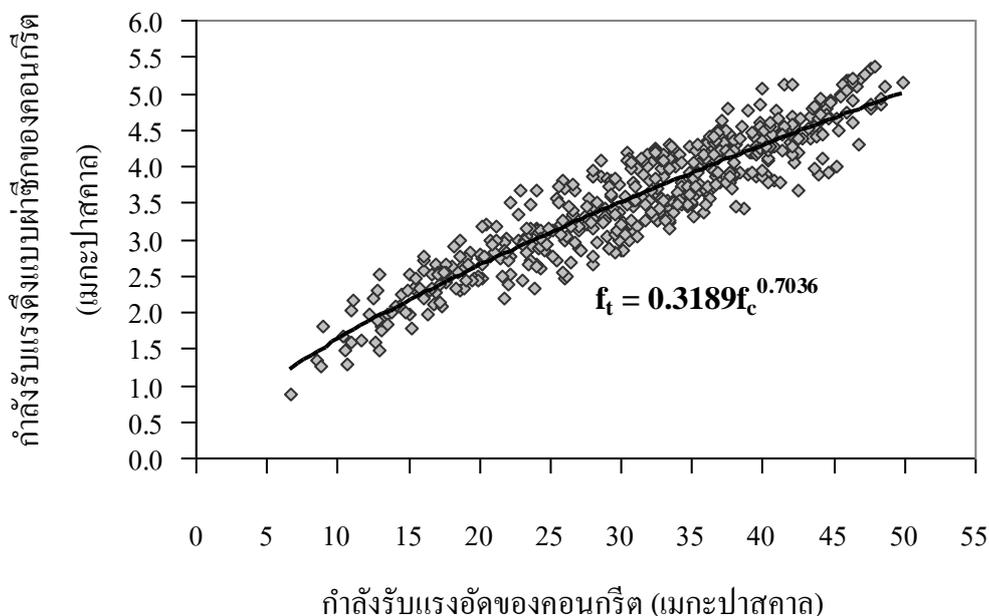


ภาพที่ 5.84 กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากับ 400 กก./ม.³ ค่าการยุบตัวเท่ากับ 15 ± 0.5 ซม. และทำการแทนที่ผงฟูนทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก

5.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จ

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตผสมเสร็จทั้งคอนกรีตชนิดปกติและคอนกรีตผสมผงฟูนทรายใส่แบบแสดงในภาพที่ 5.85 พบว่ากำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกมีค่าเป็นปฏิภาคกับกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต โดยอาศัยความสัมพันธ์พื้นฐาน (Neville, A.M., pp. 309 – 310) ได้สมการความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ (5.1) ซึ่งมีค่าเลขยกกำลังอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.75 ตามที่สถาบันคอนกรีตแห่งอเมริกา (American Concrete Institute) กำหนดไว้

$$f_t = 0.3189f_c^{0.7036} \quad (5.1)$$



ภาพที่ 5.85 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตปกติและคอนกรีตผสมผงฟูนทรายใส่แบบ