

## บทที่ 5 วิเคราะห์และวิจารณ์ผล

### 5.1 ความเข้ากันได้

จากการศึกษาพบว่าผลที่ได้จากการทดสอบนั้นแตกต่างกัน สาเหตุเหล่านี้เนื่องมาจากส่วนประกอบของทั้งปูนซีเมนต์และสารลดน้ำอย่างแรง โดยจะแยกพิจารณาตามยี่ห้อของสารลดน้ำอย่างแรง และยี่ห้อของปูนซีเมนต์ ซึ่งข้อมูลของปูนซีเมนต์และสารลดน้ำอย่างแรงนั้นได้แสดงไว้ตามตารางที่ 5.1 และ 5.2 ตามลำดับ

#### 5.1.1 พิจารณาตามยี่ห้อของสารลดน้ำอย่างแรง

##### ก. สารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์ เอฟเอฟ (Sikament FF)

ปูนซีเมนต์ที่ทำปฏิกิริยากับสารลดน้ำอย่างแรงยี่ห้อนี้ได้ดีที่สุดคือ ปูนซีเมนต์ตราช้าง เนื่องจากทำให้สารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์ เอฟเอฟ มีจุดอิมตัว (ปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงที่เหมาะสม) น้อยที่สุด และใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ในการทดสอบน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปูนซีเมนต์ตราช้าง มี  $C_3A$  น้อย ซึ่งจาก Hanehara และ Yamada (1999) ได้ทำการศึกษาพบว่าสารลดน้ำอย่างแรงที่เป็นแอฟทาไลน์ซัลโฟเนตจะถูกดูดซับลงบน  $C_3A$  และ  $C_4AF$  มากกว่าบน  $C_3S$  และ  $C_2S$  ดังนั้นถ้าปริมาณ  $C_3A$  มีน้อยก็จะทำให้โมเลกุลของสารลดน้ำอย่างแรงถูกดูดซับลงบน  $C_3S$  และ  $C_2S$  มากขึ้น ดังนั้นการกระจายเม็ดซีเมนต์จึงมีประสิทธิภาพมากขึ้น และ Jiang et al. (1999) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของปริมาณอัลคาไลน์ในปูนซีเมนต์ที่มีผลต่อการทำปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับสารลดน้ำอย่างแรง พบว่าปริมาณอัลคาไลน์ที่เข้าสู่การทำปฏิกิริยาในช่วงแรกมีส่วนสำคัญต่อการทำปฏิกิริยาของสารลดน้ำอย่างแรงกับปูนซีเมนต์ ซึ่งปริมาณอัลคาไลน์ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.4-0.5 เปอร์เซ็นต์ และปูนตราช้างก็มีปริมาณอัลคาไลน์ 0.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม

ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมนั้นสำหรับปูนซีเมนต์แต่ละยี่ห้อค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยมีปูนซีเมนต์อยู่ 2 ยี่ห้อ ที่ใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมสูงกว่ายี่ห้ออื่นคือปูนซีเมนต์ตราเพชร และตราภูเขา โดยใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.43 ในขณะที่ปูนซีเมนต์ยี่ห้ออื่นใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.41 ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.4 ซึ่งปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการทำปฏิกิริยาระหว่าง สารลดน้ำอย่างแรงและปูนซีเมนต์

จุดอิมตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์ เอฟเอฟ เมื่อทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ยี่ห้อต่างๆ พบว่าแตกต่างกันไม่มาก โดยจุดอิมตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์ เอฟเอฟเมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราช้าง ตราเพชร ตราที่ฟิโอแดง ตราภูเขา ตราพญานาคเขียว เท่ากับ 0.5, 1.0, 1.0, 1.2, 2.0

ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าจุดอิมตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟเมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียวนั้นสูงที่สุดดังกราฟในรูปที่ 5.1 แต่เมื่อพิจารณาจากกราฟเวลาในการไหลของซีเมนต์เพสต์ในรูปที่ 4.12 แล้ว จะเห็นว่าเส้นกราฟที่เวลา 60 นาทีเริ่มเข้าใกล้เส้นกราฟที่เวลา 5 นาที ตั้งแต่ที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงเท่ากับ 1.2 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ และเส้นกราฟมาบรรจบกันที่ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ จึงถือว่าจุดอิมตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟเมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ยี่ห้อต่างๆ ก็ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก สาเหตุที่ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียวต้องใช้สารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟในปริมาณมาก อาจเนื่องมาจากปริมาณอัลคาไลน์ในปูนซีเมนต์ค่อนข้างต่ำ ปริมาณ  $C_3A$  ค่อนข้างมาก และความละเอียดของปูนซีเมนต์สูง นอกจากนี้สารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟยังมีปัญหาในการหาจุดอิมตัวอยู่บ้างเมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราเพชรเนื่องจากปูนซีเมนต์ตราเพชรเมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟแล้วมีปัญหาเกี่ยวกับการละลายซึ่งอาจมีผลกับความหนืดของซีเมนต์เพสต์ด้วย ทำให้ค่าเวลาในการไหลที่ได้ไม่ค่อยสัมพันธ์กัน โดยหลังจากผสมซีเมนต์เพสต์เรียบร้อยแล้ว พบว่ามีซีเมนต์เพสต์จับตัวกันเป็นก้อนเล็กๆ ค้างบนตระแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรที่ติดอยู่ส่วนบนของโคน ซึ่งพบในการทดสอบซีเมนต์เพสต์ที่เวลา 5 นาทีหลังการผสมเท่านั้น และเมื่อใช้ปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงเพิ่มขึ้นพบว่าซีเมนต์เพสต์ที่เป็นเม็ดมีจำนวนลดลง



รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างยี่ห้อปูนซีเมนต์กับจุดอิมตัวของสารลดน้ำอย่างแรง Sikament FF

### ข. สารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 (Rheobuild 1000)

ปูนซีเมนต์ทั้ง 5 ยี่ห้อนั้นสามารถใช้ได้ดีกับสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 โดยปูนซีเมนต์ตราช้างสามารถทำปฏิกิริยาคู่ได้ดีที่สุด ซึ่งจุดอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราช้างเท่ากับ 0.6 และจุดอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ยี่ห้ออื่นๆ ก็ต่างกันไม่มากนักดังนี้ 0.6, 0.8, 0.8 และ 1.5 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราเพชร ตราภูเขา ตราที่พีไอแดง และตราพญานาคเขียวตามลำดับดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.2 และจะเห็นได้ว่าจุดอิ่มตัวโดยรวมของสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 นั้นน้อยกว่าสารลดน้ำอย่างแรงยี่ห้ออื่นดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.3 และปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมในการทดสอบนั้น โดยรวมแล้วมีค่าน้อยกว่าสารลดน้ำอย่างแรงยี่ห้ออื่นดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.4 ยกเว้นเมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียว และตราที่พีไอแดง จะใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ในการทดสอบสูงกว่าสารลดน้ำอย่างแรงซีก้าแมนท์เอฟเอฟ ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมในการทดสอบของปูนซีเมนต์ตราช้าง ตราเพชร ตราที่พีไอแดง ตราพญานาคเขียว ตราภูเขา เมื่อทดสอบกับสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 มีค่าเป็น 0.39, 0.41, 0.41, 0.42 และ 0.42 ตามลำดับ ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.4

จุดอิ่มตัวหรือปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงที่เหมาะสมของสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียวนั้นมีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตอนที่ใช้กับปูนซีเมนต์ยี่ห้ออื่นคือเท่ากับ 1.5 แต่ก็น้อยกว่าจุดอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซีก้าแมนท์เอฟเอฟเมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียว และเมื่อพิจารณาจากกราฟในรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟที่ 60 นาทีเริ่มเข้าใกล้เส้นกราฟที่ 5 นาทีตั้งแต่ที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างแรง 0.8 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ แต่เส้นกราฟเข้าใกล้กันมากที่สุดที่ปริมาณสารลดน้ำอย่างแรง 1.5 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ทำให้พอสรุปได้ว่าจุดอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ยี่ห้อต่างๆ ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก

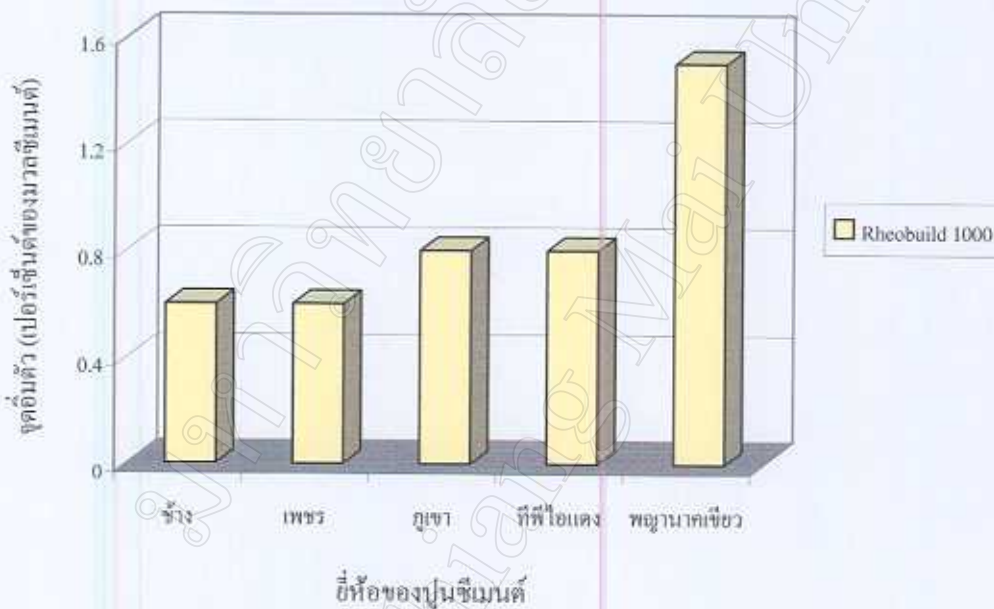
สารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 เมื่อใช้ร่วมกับปูนซีเมนต์ตราเพชร พบว่าซีเมนต์เพสต์จับตัวกันเป็นเม็ดในช่วงเริ่มต้นเช่นเดียวกับสารลดน้ำอย่างแรงซีก้าแมนท์เอฟเอฟ แต่ปริมาณซีเมนต์เพสต์ที่เป็นเม็ดน้อยกว่ามาก และเมื่อเติมสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ปริมาณซีเมนต์เพสต์ที่เป็นเม็ดลดลงจนแทบไม่มีเลย

### ค. สารลดน้ำอย่างแรงดาราเซ็ม 100 (Daracem 100)

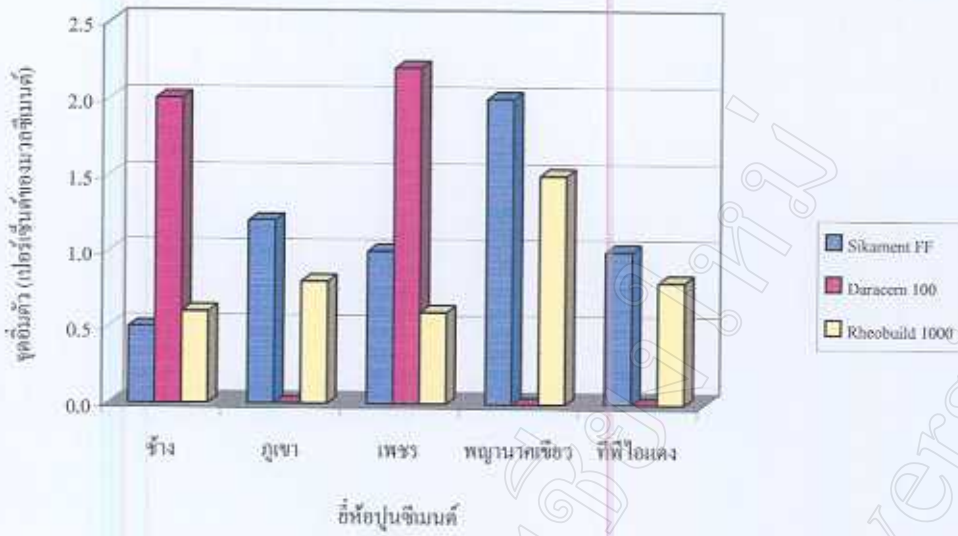
ปูนซีเมนต์ที่เข้ากับสารลดน้ำอย่างแรงดาราเซ็ม 100 ได้ดีคือ ปูนซีเมนต์ตราช้าง และตราเพชรเท่านั้น โดยจุดอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างแรงดาราเซ็ม 100 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราช้าง และตราเพชรนั้นมีค่าเท่ากับ 2.0 และ 2.2 ตามลำดับ โดยปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการ

ทดสอบนั้นเท่ากับคือ 0.41 ส่วนปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียว และตราที่พีไอแดง เมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 แล้วเกิดการเซ็ดตัวที่ผิดปกติที่เรียกว่า False set ซึ่งมากน้อยต่างๆ กันไป และสูญเสียความสามารถในการเทได้เมื่อเวลาผ่านไปไม่นาน ส่วนในการนำสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 มาใช้กับปูนซีเมนต์ยี่ห้อต่างๆ ควรใส่ใจในเรื่องชั้นคอนในการใส่สารลดน้ำอย่างแรง และอาจใช้สารยึดเวลาการก่อตัวร่วมด้วย แล้วดูผลที่ได้ว่าคอนกรีตมีการสูญเสียความเทได้หรือไม่ การก่อตัวล่าช้าหรือไม่ และกำลังอัดที่ได้เป็นเท่าใด ก่อนนำไปใช้งานจริง

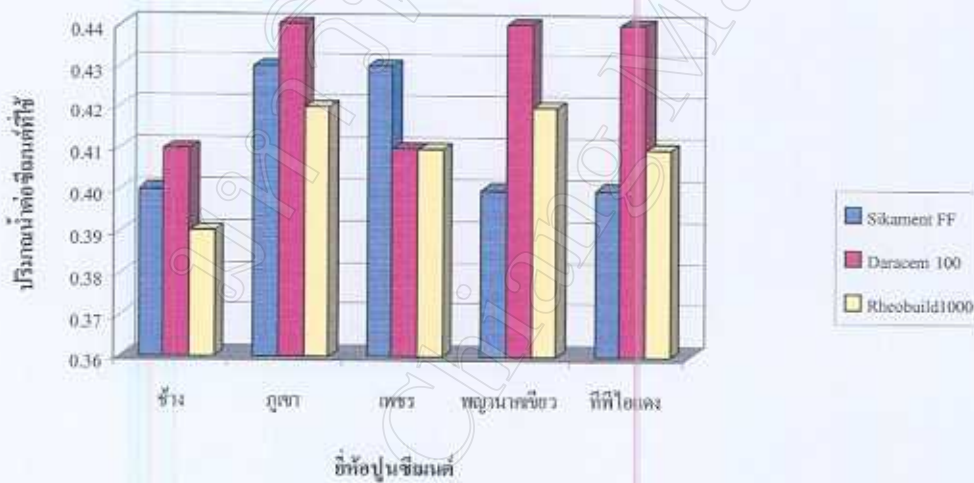
ปูนซีเมนต์ตราเพชรเมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 พบว่าซีเมนต์พิเศษที่ผสมแล้วไม่เป็นเม็ดเหมือน คอนที่ใส่กับสารลดน้ำอย่างแรงซีก้าเมนต์เอฟเอฟ และสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบัว 1000



รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปูนซีเมนต์กับจุดอิมตัวของสารลดน้ำอย่างแรง Rheobuild 1000



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างยี่ห้อปูนซีเมนต์กับจุดอิมควของสารลดน้ำอย่างแรงแต่ละยี่ห้อ



รูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ทดสอบกับยี่ห้อปูนซีเมนต์

### 5.1.2 พิจารณาตามยี่ห้อของปูนซีเมนต์

#### ก. ปูนซีเมนต์ตราช้าง

ปูนซีเมนต์ตราช้างสามารถใช้ได้ดีกับสารลดน้ำอย่างแรงทั้งสามยี่ห้อ เมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงซีก้าเมนต์เอฟเอฟและสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 นั้นทำให้สารลดน้ำอย่างแรงมีจุดอิมตัวใกล้เคียงกัน แต่เมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 นั้นพบว่าจุดอิมตัวสูงขึ้นและมีการสูญเสียความสามารถในการเทได้อยู่เพียงเล็กน้อยดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.3 ดังนั้นในการนำไปใช้งานกับคาราเซ็ม 100 นั้นอาจต้องใส่ใจเรื่องขั้นตอนในการใส่สารลดน้ำอย่างแรงซึ่งอาจช่วยให้ปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงที่ใช้ลดลง และช่วยไม่ให้คอนกรีตสูญเสียความสามารถในการเทได้ หรืออาจใช้สารยึดเวลาการก่อตัวมาใช้ร่วมกับสารลดน้ำอย่างแรงเพื่อลดปริมาณสารลดน้ำอย่างแรง และช่วยไม่ให้คอนกรีตสูญเสียความสามารถในการเทได้

ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบกับสารลดน้ำอย่างแรงทั้งสามยี่ห้อที่ใกล้เคียงกัน โดยเมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 จะใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ต่ำที่สุดคือ 0.39 และเมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 จะใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์สูงที่สุดคือ 0.41 ส่วนเมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงซีก้าเมนต์เอฟเอฟนั้น ใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ 0.40 ดังแสดงในรูปที่ 5.4

#### ข. ปูนซีเมนต์ตราภูเขา

ปูนซีเมนต์ตราภูเขาสามารถใช้ได้ดีกับสารลดน้ำอย่างซีก้าเมนต์เอฟเอฟ กับสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 โดยจุดอิมตัวของสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราภูเขาเท่ากับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ต่ำกว่าจุดอิมตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซีก้าเมนต์เอฟเอฟเมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราภูเขาซึ่งเท่ากับ 1.2 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.3 แต่เมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างคาราเซ็ม 100 แล้วพบว่าความสามารถในการเทได้อยู่ระดับปานกลางและการสูญเสียความสามารถในการเทได้เกิดขึ้นเร็วมากทำให้ผลจากวิธีมินิสลัมพ์ไม่สามารถระบุได้ว่าสูญเสียความสามารถในการเทได้เมื่อใด ดังนั้นในการนำสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 มาใช้กับปูนซีเมนต์ตราภูเขาจึงควรใส่ใจในเรื่องขั้นตอนในการใส่สารลดน้ำอย่างแรง และอาจใช้สารยึดเวลาการก่อตัวร่วมด้วย แล้วดูผลที่ได้ว่าคอนกรีตมีการสูญเสียความเทได้หรือไม่ การก่อตัวล่าช้าหรือไม่ และกำลังอัดที่ได้เป็นเท่าใด ก่อนนำไปใช้งานจริง

ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบกับสารลดน้ำอย่างแรงทั้งสามยี่ห้อที่ใกล้เคียงกันมีค่าดังนี้ 0.43, 0.44 และ 0.42 เมื่อทดลองกับสารลดน้ำอย่างแรงซีก้าเมนต์เอฟเอฟ สารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 และสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 ตามลำดับดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.4

### ก. ปูนซีเมนต์ตราเพชร

ปูนซีเมนต์ตราเพชรสามารถใช้ได้ดีกับสารลดน้ำอย่างแรงทั้งสามยี่ห้อ แต่ก็มีปัญหาบ้างเมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟ เพราะซีเมนต์พิเศษที่ผสม ได้มีปัญหาเกี่ยวกับการละลาย ทำให้ซีเมนต์พิเศษจับตัวกันเป็นเม็ดในบางส่วน ทำให้การทดลองเกิดการคลาดเคลื่อนพอสมควรดังที่เห็นได้จากกราฟรูปที่ 5.3 เส้นกราฟที่เวลา 5 นาทีในช่วงแรกมีความหนืดสูงกว่าที่ 60 นาที และเป็นเส้นขึ้นๆ ลงๆ ปัญหานี้อาจจะหมดไปเมื่อทำการผสมคอนกรีตเนื่องจากเม็ดปูนที่เกาะกันบางส่วนนี้ สามารถเอานิ้วมือบีบให้ละลายได้ เมื่อผสมคอนกรีตอาจ โคนหินและทรายช่วยบดให้เม็ดปูนเหล่านี้แตกสลายไป ปัญหาการที่ซีเมนต์พิเศษเป็นเม็ดนี้พบเมื่อใช้กับสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 ด้วยแต่ปริมาณที่เกิดมีน้อยกว่ามาก และแทบจะไม่มีเลยเมื่อใช้ปริมาณสารลดน้ำอย่างแรง 2 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ จึงไม่เกิดผลกระทบกับการทดลองเท่าใด และเมื่อใช้ปูนซีเมนต์ตราเพชรกับสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 พบว่าไม่มีเม็ดปูนเกิดขึ้นเลย จุดอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟ สารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 และสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราเพชรเป็นดังนี้ 1.0, 2.2 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ตามลำดับดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.3 เมื่อดูจากผลแล้วสรุปได้ว่า ปูนซีเมนต์ตราเพชรใช้ได้ดีกับสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 มากที่สุด

ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบกับสารลดน้ำอย่างแรงทั้งสามยี่ห้อ นั้นเป็นดังนี้ ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองกับสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 และสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 นั้นเท่ากันคือ 0.41 แต่ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองกับสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟเท่ากับ 0.43 ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.4

### ง. ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียว

ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียวใช้ได้ดีกับสารลดน้ำอย่างแรงเพียงสองยี่ห้อคือ สารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟ และสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 โดยจุดอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟและสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบีว 1000 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียว นั้นค่อนข้างสูงซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ตามลำดับดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.3 ส่วนสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียว เกิดการก่อตัวที่ผิดปกติที่เรียกว่า False Set และสูญเสียความสามารถในการเทได้อย่างมากเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งอาจลองแก้ไขโดย เปลี่ยนขั้นตอนในการใส่สารลดน้ำอย่างแรง หรือใส่สารยึดเวลาการก่อตัวลงไปด้วย หรืออาจใช้ทั้งสองวิธีร่วมกัน

ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบกับสารลดน้ำอย่างแรงทั้งสามยี่ห้อเป็นดังนี้ 0.40, 0.44 และ 0.42 เมื่อนำปูนซีเมนต์ตราพญานาคเขียวทดสอบกับสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์-เอฟเอฟ สารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 และสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 ตามลำดับ ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.4

#### จ. ปูนซีเมนต์ตราทีพีไอแดง

ปูนซีเมนต์ตราทีพีไอแดงใช้ได้ดีกับสารลดน้ำอย่างแรงเพียงสองยี่ห้อคือ สารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟ และสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 โดยจุดอิ่มตัวของสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟและสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราทีพีไอแดงนั้นมีค่าเท่ากับ 1.0 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ของมวลซีเมนต์ตามลำดับดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.3 ส่วนสารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 เมื่อใช้กับปูนซีเมนต์ตราทีพีไอแดง เกิดการก่อตัวที่ผิดปกติที่เรียกว่า False Set และสูญเสียความสามารถในการเทได้อย่างมากเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งอาจลองแก้ไขโดยเปลี่ยนขั้นตอนในการใส่สารลดน้ำอย่างแรง หรือใส่สารยึดเวลาการก่อตัวลงไปด้วย หรืออาจใช้ทั้งสองวิธีร่วมกัน

ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบกับสารลดน้ำอย่างแรงทั้งสามยี่ห้อเป็นดังนี้ 0.40, 0.44 และ 0.41 เมื่อนำปูนซีเมนต์ตราทีพีไอแดงทดสอบกับสารลดน้ำอย่างแรงซิก้าเมนต์เอฟเอฟ สารลดน้ำอย่างแรงคาราเซ็ม 100 และสารลดน้ำอย่างแรงเรโอบิว 1000 ตามลำดับ ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.4

## 5.2 การแก้ปัญหาการสูญเสียความสามารถในการเทได้จากการใช้สารลดน้ำอย่างแรง

### 5.2.1 เติมสารยึดเวลาการก่อตัว

ในกรณีที่การทำปฏิกิริยาของอินเตอร์สติเชียลเฟสเป็นตัวควบคุมสถานการณ์การก่อตัวของคอนกรีต การใช้สารยึดเวลาการก่อตัวสามารถช่วยแก้ปัญหาการสูญเสียความสามารถในการเทได้ โดยจะต้องหาปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงกับสารยึดเวลาการก่อตัวที่สมดุลกันด้วย ทำให้คอนกรีตไม่สูญเสียความสามารถในการเทได้ในช่วงที่เทลงแบบหล่อ และการพัฒนากำลังรับแรงอัด ไม่ล่าช้า ปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงกับสารยึดเวลาการก่อตัวที่สมดุลกันนั้นไม่คงที่ โดยจะขึ้นอยู่กับปูนซีเมนต์ที่ใช้ หรืออาจเลือกใช้สารลดน้ำอย่างแรงชนิด G ซึ่งผสมสารยึดเวลาการก่อตัวไว้แล้ว

นอกจากนี้การใช้สารยึดเวลาการก่อตัวยังช่วยลดปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงที่เราใช้ได้อีกด้วย ซึ่งการใช้สารยึดเวลาการก่อตัวอาจลดปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงลงได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่จะต้องใส่เลยทีเดียว

### 5.2.2 ขั้นตอนในการใส่สารลดน้ำอย่างแรง

การใส่สารลดน้ำอย่างแรงนั้นสามารถใส่ในช่วงสุดท้ายของการผสมคอนกรีตได้ ซึ่งจะช่วยลดการเกิดการสูญเสียน้ำความสามารถในการเทได้ เนื่องจากแคลเซียมซัลเฟตได้เข้าไปทำปฏิกิริยากับไตรแคลเซียมอลูมิเนตเรียบร้อยแล้ว ทำให้สารลดน้ำอย่างแรงไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับไตรแคลเซียมอลูมิเนตได้ ดังนั้นสารลดน้ำอย่างแรงจึงสามารถทำหน้าที่ในการกระจายเม็ดซีเมนต์ได้เต็มที่ หรือสามารถใช้สารลดน้ำร่วมกับสารลดน้ำอย่างแรงโดยใส่สารลดน้ำในช่วงเริ่มต้นผสมแล้วใส่สารลดน้ำอย่างแรงในช่วงสุดท้ายของการผสมก็ได้ แต่ในการทดลองนี้เอาน้ำผสมกับสารลดน้ำอย่างแรงเลยก็เพื่อความสะดวกในการทดลอง และปริมาณสารลดน้ำอย่างแรงที่ใช้ก็ค่อนข้างน้อยจึงต้องผสมกับน้ำก่อนแล้วเทลงภาชนะเพื่อให้สารลดน้ำอย่างแรงเหลือติดอยู่ที่บีกเกอร์น้อยที่สุด