



เอกสารประกอบการเรียนรู้
ชื่อวิชา คอนกรีตเทคโนโลยีเบื้องต้น รหัสวิชา 2121-2008
ชื่อหน่วย สารผสมเพิ่ม

หน่วยเรียนที่ 5
สอนครั้งที่ 6
จำนวนชั่วโมง 2

สารผสมเพิ่ม

หัวข้อเรื่อง

- 5.1 ความหมายสารผสมเพิ่ม
- 5.2 สารกักกระจายฟองอากาศ
- 5.3 สารเคมีผสมเพิ่มเพื่องานเฉพาะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 5.1 บอกความหมายสารผสมเพิ่มได้
- 5.2 บอกสารกักกระจายฟองอากาศได้
- 5.3 บอกสารเคมีผสมเพิ่มเพื่องานเฉพาะได้

แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 5

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดคือมาตรฐานที่ใช้แบ่งประเภทสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัว
 - ก. ASTM C493
 - ข. ASTM C494
 - ค. ASTM C495
 - ง. ASTM C496
2. การแบ่งประเภทสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัวแบ่งได้กี่ประเภท
 - ก. 5 ประเภท
 - ข. 6 ประเภท
 - ค. 7 ประเภท
 - ง. 8 ประเภท
3. สารผสมเพิ่มประเภท A คือสารใด
 - ก. สารลดน้ำ
 - ข. สารหน่วงการก่อตัว
 - ค. สารเร่งการก่อตัว
 - ง. สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว
4. สารผสมเพิ่มประเภท B คือสารใด
 - ก. สารลดน้ำ
 - ข. สารหน่วงการก่อตัว
 - ค. สารเร่งการก่อตัว
 - ง. สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว
5. สารผสมเพิ่มประเภท C คือสารใด
 - ก. สารลดน้ำ
 - ข. สารหน่วงการก่อตัว
 - ค. สารเร่งการก่อตัว
 - ง. สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว

6. สารผสมเพิ่มประเภท D คือสารใด
 - ก. สารลดน้ำ
 - ข. สารหน่วงการก่อตัว
 - ค. สารเร่งการก่อตัว
 - ง. สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว
7. สารกักกระจายฟองอากาศมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด
 - ก. เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.05 มม.
 - ข. เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.06 มม.
 - ค. เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.07 มม.
 - ง. เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.09 มม.
8. สารกักการกระจายฟองอากาศตามมาตรฐาน ASTM C260 คุณสมบัติที่วัดคือข้อใด
 - ก. การเยิ้ม น้ำ
 - ข. เวลาก่อตัว
 - ค. ความทนทานต่อการแข็งตัว
 - ง. ถูกทุกข้อ
9. ข้อใดคือคุณสมบัติสารผสมเพิ่มการยึดเหนี่ยว
 - ก. การยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตเก่าและใหม่
 - ข. เพิ่มการยึดเหนี่ยวคอนกรีตกับวัสดุอื่นๆ
 - ค. ทำให้กำลังยึดเหนี่ยว แรงดึง และแรงดัดดีขึ้น
 - ง. ถูกทุกข้อ
10. ข้อใดคือสารผสมเพิ่มกันความชื้น
 - ก. เกลือและกรดลิกโนซัลโฟนิค
 - ข. เกลือและกรดไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิก
 - ค. น้ำมันพีชบางชนิด
 - ง. ถูกทุกข้อ

สารผสมเพิ่ม (ADMIXTURES)

บทนำ

นอกจากใช้ปูนซีเมนต์เพื่อผลิตคอนกรีตที่สามารถใช้ในงานที่แตกต่างกันแล้วการปรับปรุงคุณสมบัติของปูนซีเมนต์หรือคอนกรีตสามารถทำได้โดยการใส่สารเพิ่ม (Additive) หรือสารผสมเพิ่ม (Admixture) สารเพิ่มเป็นวัสดุที่ใส่เพิ่มเข้าไปในขั้นตอนการผลิตปูนซีเมนต์ ส่วนสารผสมเพิ่มเป็นวัสดุหรือสารที่เพิ่มในขั้นตอนของการผสมคอนกรีต ซึ่งแบ่งเป็นสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัว (Water Reducer and Set Controlling Admixture) สารกักกระจายฟองอากาศ (Air Entraining Agent) และสารผสมเพิ่มเพื่องานเฉพาะ

5.1 ความหมายสารผสมเพิ่ม

สารผสมเพิ่ม หมายถึง สารเคมีอื่นๆ นอกเหนือไปจาก ปูนซีเมนต์ วัสดุมวลรวม และน้ำที่ใช้เติมลงในส่วนผสมของคอนกรีต ด้วยจุดประสงค์เพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติบางประการของคอนกรีต สารผสมเพิ่มจะให้ผลแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ที่ใช้ ขนาด รูปร่าง และส่วนขนาดคละของวัสดุมวลรวม น้ำ และอุณหภูมิ

5.1.1 สารลดน้ำและควบคุมการก่อตัว

สารลดน้ำและควบคุมการก่อตัวเป็นสารเคมีผสมเพิ่มที่สำคัญและใช้กันแพร่หลายมากบ่อยครั้งเมื่อกล่าวถึงสารเคมีผสมเพิ่มจะหมายถึง สารในกลุ่มสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัว สารเคมีผสมเพิ่มในกลุ่มนี้ใช้สำหรับตัดแปลงเวลาการก่อตัวและลดปริมาณน้ำของคอนกรีต

การแบ่งประเภทสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัวตามมาตรฐาน ASTM C494

- ประเภท A สารลดน้ำ (Water-Reducing Admixture)
- ประเภท B สารหน่วงการก่อตัว (Retarding Admixture)
- ประเภท C สารเร่งการก่อตัว (Accelerating Admixture)
- ประเภท D สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว (Water-Reducing and Retarding Admixture)
- ประเภท E สารลดน้ำและเร่งการก่อตัว (Water-Reducing and Accelerating Admixture)
- ประเภท F สารลดน้ำพิเศษ (Water-Reducing ,High Range Admixture)
- ประเภท G สารลดน้ำพิเศษและหน่วงการก่อตัว (Water-Reducing, High Range and Retarding Admixture)

5.1.1.1 ประเภท A สารลดน้ำ (Water-Reducing Admixture) ใช้เพื่อวัตถุประสงค์

1. ลดปริมาณน้ำโดยที่ค่ายุบตัว และปูนซีเมนต์เท่าเดิม ทำให้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ลดลง ทำให้กำลัง ความคงทน และความทึบน้ำดีขึ้น
2. ลดปริมาณน้ำโดยที่ค่ายุบตัวและอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่าเดิมทำให้ปริมาณปูนซีเมนต์ลดลงเป็นผลให้ส่วนผสมคอนกรีตประหยัดขึ้น หรือคอนกรีตมีความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชันต่ำลง
3. เพิ่มค่ายุบตัวโดยที่ปริมาณน้ำและปูนซีเมนต์เท่าเดิมทำให้คอนกรีตที่มีความสามารถเทได้ดีขึ้น

แบ่งออกได้เป็น 2 สองประเภท

1. เกลือและกรดลิกโนซัลโฟนิค (Lignosulphonic)
2. เกลือและกรดไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิก (Hydroxy Carboxylic)

สารลดน้ำจำพวกเกลือและกรดไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิกทำให้คอนกรีตเกิดการเย็นน้ำมากขึ้นโดยเฉพาะส่วนผสมที่มีความสามารถทำงานได้สูง สารลดน้ำจำพวกเกลือและกรดลิกโนซัลโฟนิคจะใช้งานได้ง่ายกว่าโดยการทำให้คอนกรีตสดมีการเกาะตัวที่ดีและยังมีคุณสมบัติในการเพิ่มพองอากาศด้วย

สารลดน้ำส่วนมากมักจะหน่วงการก่อตัวของคอนกรีต ดังนั้นจึงใช้สารเร่งการก่อตัวเพื่อชดเชยการหน่วงการก่อตัว และเมื่อใส่สารเร่งการก่อตัวมากเกินไปจะกลายเป็นสารลดปริมาณน้ำและเร่งการก่อตัวได้ มาตรฐาน ASTM C494 จัดให้สารลดน้ำธรรมดาจัดอยู่ในประเภท A ถ้าเป็นสารลดน้ำที่มีคุณสมบัติหน่วงการก่อตัวจะจัดอยู่ในประเภท D และถ้ามีคุณสมบัติลดปริมาณน้ำและเร่งการก่อตัวด้วยจะจัดอยู่ในประเภท E

ปริมาณของสารลดน้ำที่ใช้กันประมาณร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์และสามารถลดน้ำได้ร้อยละ 5 ถึง 15 สารลดน้ำทำให้คอนกรีตมีความสามารถเทได้ดีขึ้น ทำให้การสูบลังคอนกรีตง่ายขึ้น และช่วยให้คอนกรีตที่กระด้างหรือมีส่วนคละของมวลรวมไม่ดีสามารถเทลงแบบได้ง่ายขึ้น ข้อควรระวังในการใช้สารลดน้ำ คือการสูญเสียความสามารถเทได้ เนื่องจากส่วนผสมที่มีค่ายุบตัวเริ่มสูงขึ้น จะมีอัตราการสูญเสียค่ายุบตัวสูงด้วย

5.1.1.2 ประเภท B สารหน่วงการก่อตัว (Retarding Admixture)

สารหน่วงการก่อตัวจัดอยู่ในประเภท B มาตรฐาน ASTM C494 และใช้ในการหน่วงการก่อตัวและแข็งตัวของคอนกรีต และสามารถแบ่งได้เป็น 4 จำพวกคือ

1. เกลือและกรดลิกโนซัลโฟนิค
2. เกลือและกรดไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิก
3. สารจำพวกน้ำตาล
4. เกลือของสารอนินทรีย์จำพวกบอร์เรต ฟอสเฟต สังกะสี และตะกั่ว

สารจำพวกเกลือ กรดลิกโนซัลโฟนิคและไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิกเป็นสารที่นิยมใช้กันและมีคุณสมบัติทั้งหน่วงการก่อตัวและลดปริมาณน้ำ จึงสามารถจัดอยู่ทั้งในพวกสารหน่วงการก่อตัวและสารลดน้ำ น้ำตาลก็สามารถใช้หน่วงการก่อตัวของซีเมนต์ได้โดยใช้ประมาณร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ แต่การใช้น้ำตาลเพื่อหน่วงการก่อตัวของคอนกรีตมีข้อเสียที่สำคัญคือ ทำให้กำลังอัด

คอนกรีตต่ำลงอย่างมากจึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในงานคอนกรีต ส่วนเกลือของสารอนินทรีย์เช่น บอร์เรต ฟอสเฟส สังกะสี และตะกั่ว ก็สามารถหน่วงการก่อตัวได้แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้เช่นกัน

1) คุณสมบัติของสารหน่วงการก่อตัว

สารหน่วงการก่อตัวมีคุณสมบัติยืดเวลาการก่อตัวของปูนซีเมนต์และลดปริมาณความร้อนจากปฏิกิริยา ใช้ลดความร้อนของคอนกรีตที่เทที่อุณหภูมิสูง ใช้ยืดเวลาในการทำงานเมื่อเกิดเหตุเสียเวลาในการลำเลียงและขนส่งในการเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ สามารถทำคอนกรีตชั้นติดกันให้เป็นเนื้อเดียวกันได้โดยการทำให้คอนกรีตชะลอการก่อตัว และเมื่อเทคอนกรีตชั้นต่อไปจะสามารถเขย่าหรือจี้ให้คอนกรีตเป็นเนื้อเดียวกันได้ ไม่เช่นนั้นจะเกิดรอยต่อเย็น

การที่คอนกรีตแข็งตัวช้าลงทำให้การเทคอนกรีตเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสามารถลดปัญหาการแตกร้าวของคอนกรีตเนื่องจากการแอนตัวของแบบหล่อในระหว่างการเทคอนกรีตลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในด้าน การตกแต่งผิวของคอนกรีตโดยการใส่สารหน่วงปฏิกิริยาที่ไม่แบบ ทำให้คอนกรีตที่ติดกับไม้แบบยังไม่แข็งตัวเมื่อเอาไม้แบบออก ซึ่งสามารถใช้แปรงขัดเอาซีเมนต์เพสต์ที่ยังไม่แข็งตัวออกและเหลือผิวโชว์มวลรวม ที่เรียกว่าผนังหรือพื้นหินล้างหรือกรวดล้าง ทำให้สวยงามขึ้น

2) การใช้สารหน่วงการก่อตัว

การใช้สารหน่วงการก่อตัวต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะหากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้คอนกรีตไม่แข็งตัว การใช้น้ำตาลซูโครสในปริมาณร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์สามารถหน่วงการก่อตัวของปูนซีเมนต์ออกไป 4 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามผลกระทบของน้ำตาลในการหน่วงการก่อตัวยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ที่ใช้ด้วย

การใช้น้ำตาลในปริมาณที่สูง เช่น ร้อยละ 0.2 ถึง 1.0 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์จะทำให้คอนกรีตไม่ก่อตัวและใช้แก้ปัญหาเฉพาะหน้าในกรณีที่เครื่องผสมคอนกรีตขัดข้องและไม่สามารถเทคอนกรีตออกมาได้ เพราะการใส่น้ำตาลลงในคอนกรีตในปริมาณข้างต้นจะทำให้คอนกรีตไม่แข็งตัว

3) ประสิทธิภาพของสารหน่วงการก่อตัว

ประสิทธิภาพของสารหน่วงการก่อตัวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การใช้สารหน่วงการก่อตัวที่อุณหภูมิต่ำจะมีประสิทธิภาพในการหน่วงการก่อตัวสูงกว่าที่อุณหภูมิสูง เช่น การใช้กรดซิตริกในปริมาณร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ในส่วนผสมคอนกรีตยืดเวลาการก่อตัวระยะต้นจาก 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็น 20 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

5.1.1.3. ประเภท C สารเร่งการก่อตัว (Accelerating Admixture)

มาตรฐาน ASTM C494 จัดสารเร่งการก่อตัวอยู่ในประเภท C และแบ่งได้เป็น 2 พวกคือ

1. สารเร่งการก่อตัวอย่างฉับพลัน ทำให้เกิดการก่อตัวอย่างรวดเร็วในเวลาไม่กี่นาทีใช้ในงานซ่อมแซมบางอย่างและงานกริตที่ต้องการก่อตัวอย่างรวดเร็ว สารประเภทนี้ได้แก่ เกลืออนินทรีย์จำพวก คาร์บอเนต อลูมิเนต และฟลูออไรด์ ที่ใช้กันในงานคอนกรีต ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมอลูมิเนต สารประเภทนี้จะทำให้ โซเดียมคาร์บอเนต เกิดปฏิกิริยาอย่างฉับพลัน

2. สารเร่งปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้รวดเร็วขึ้น ใช้ในงานคอนกรีตที่อุณหภูมิต่ำและงานที่ต้องการถอดแบบได้เร็วขึ้น โดยเร่งปฏิกิริยาของ C_3S C_2S ทำให้ระยะดอร์แมนต์สั้นลง และสาร

บางตัวอาจเร่งปฏิกิริยาของ C_2S ด้วย สารประเภทนี้แบ่งออกได้เป็น 2 จำพวก คือ เกลืออนินทรีย์ และเกลืออินทรีย์

เกลืออนินทรีย์ เกลืออนินทรีย์ส่วนมากมีคุณสมบัติเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ เกลือคาร์บอเนต คลอไรด์และซัลเฟต เป็นต้น สารที่นิยมใช้กันมากได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ เพราะมีคุณสมบัติตรงตามต้องการและราคาไม่แพง นอกจากนี้ยิปซัมหรือแคลเซียมซัลโฟลูมิเนตยังสามารถใช้ผสมเพิ่ม เพื่อทำให้ปูนซีเมนต์ก่อตัวและแข็งตัวเร็ว โดยการทำให้เกิดเอททริงไคต์ปริมาณมาก

เกลืออินทรีย์ เกลืออินทรีย์ จำพวกไตรเอทานอลามีน (Triethanolamine) แคลเซียมฟอร์มเมต (Calcium Formate) และแคลเซียมซิเตต (Calcium Acetate) เป็นต้น สารเหล่านี้ใช้เพื่อชะลอการยึดเวลาการก่อตัวของคอนกรีตเนื่องจากการใช้สารลดปริมาณน้ำ และใช้เป็นสารเร่งการก่อตัวที่ไม่ส่งผลต่อการกัดกร่อนเนื่องจากสารเหล่านี้ไม่มีไอออนของคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเคมีเร่งการก่อตัวชนิดหนึ่ง การใช้แคลเซียมคลอไรด์ทำให้การคืบและการหดตัวของคอนกรีตเพิ่มขึ้น แม้ว่าการทนต่อสภาวะการแข็งตัวและการละลายของน้ำจะดีในช่วงอายุต้นของคอนกรีตแต่เมื่อคอนกรีตมีอายุมากขึ้นความทนทานจะลดลง นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มที่จะเกิดการกัดกร่อนเนื่องจากซัลเฟตได้ง่ายขึ้น และแนวโน้มต่อการเกิดปัญหาของปฏิกิริยาอัลคาไลซิลิกาเพิ่มขึ้นเช่นกัน

5.1.4 สารลดน้ำพิเศษ

สารลดน้ำพิเศษหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “ซูเปอร์พลาสติกไซเซอร์” สามารถลดน้ำในปริมาณที่มากกว่าสารลดน้ำธรรมดา แต่เนื่องจากมีราคาแพงจึงใช้เฉพาะงานคอนกรีตที่สำคัญและต้องการคุณสมบัติพิเศษ

สารที่ใช้ทำเป็นซูเปอร์พลาสติกไซเซอร์สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. ซัลโฟเนตเตตเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์คอนเดนเซต
2. ซัลโฟเนตเตตแนพทาซีนฟอร์มัลดีไฮด์คอนเดนเซต
3. โมดิฟายด์ลิกโนซัลโฟเนต
4. สารลดน้ำพิเศษอื่น เช่น กรดซัลโฟนิคเอสเทอร์และคาร์โบไฮเดรตเอสเทอร์

สารลดน้ำพิเศษ 2 กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ใช้กันค่อนข้างมากซึ่งเรียกว่า ซูเปอร์พลาสติกไซเซอร์ กลุ่มเมลามีนและแนพทาซีน สารลดน้ำพิเศษเป็นโพลีเมอร์ของสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ซึ่งได้จากการสังเคราะห์ตามกระบวนการโพลีเมอร์ไรเซชันทำให้ได้โมเลกุลที่ยาวและมีมวลสูง เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์และแนพทาซีนฟอร์มัลดีไฮด์มีโมเลกุลของสารลิกโนซัลโฟเนตเป็นองค์ประกอบ กลไกการลดน้ำในส่วนผสมของคอนกรีตได้จำนวนมากมีความคล้ายกับกรณีของการใช้สารลดน้ำธรรมดา แต่ไม่มีผลกระทบต่อความตึงผิวของน้ำมากนัก ดังนั้นจึงเกิดฟองอากาศในส่วนผสมค่อนข้างน้อยทำให้สามารถใช้สารลดน้ำพิเศษในปริมาณที่สูงได้ มาตรฐาน ASTM C494 จัดสารลดน้ำพิเศษอยู่ในประเภท F และสารลดน้ำพิเศษและหน่วงการก่อตัวในประเภท G

ในทางปฏิบัติในการทำคอนกรีตไหลจะหลีกเลี่ยงการใช้มวลรวมที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมโดยเฉพาะที่มีรูปร่างแบนหรือยาวและเพิ่มปริมาณมวลรวมละเอียดอีกร้อยละ 4 ถึง 5 เพื่อช่วยให้คอนกรีตเกาะตัวกันดีขึ้นสิ่งที่ต้องระวังในการใช้คอนกรีตไหล คือ แบบหล่อต้องแข็งแรงเพราะคอนกรีตไหลมีความดันต่อแบบอย่างเต็มที่คล้ายกับแรงดันเนื่องจากน้ำ การใช้สารลดน้ำพิเศษในคอนกรีตโดยไม่ลดปริมาณน้ำทำให้คอนกรีตมีกำลังเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้กำลังของคอนกรีตมีค่าสูงขึ้น

กว่ากรณีของคอนกรีตธรรมดา การสูญเสียค่ายุบตัวของคอนกรีตผสมสารลดน้ำพิเศษที่มีความสามารถเทได้สูงหรือไหลได้จะมีค่ามากกว่าคอนกรีตธรรมดา

การใช้สารลดน้ำไม่ค่อยมีผลกระทบต่อการคืบ การหดตัว ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต และความสามารถในการต้านทานสภาวะของการแข็งตัวและการละลายของน้ำสลับกัน การใช้สารลดน้ำพิเศษเพื่อลดปริมาณน้ำในส่วนผสมคอนกรีตจะทำให้คอนกรีตมีความทึบน้ำมากขึ้น เป็นผลให้ความต้านทานต่อการกัดกร่อนของซัลเฟตดีขึ้น

5.2 สารกักกระจายฟองอากาศ

สารผสมเพิ่มชนิดนี้ในคอนกรีต จะทำให้เกิดฟองอากาศ (Entrained air) ขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.05 มิลลิเมตร กระจายไปในเนื้อคอนกรีตมีความเหลวและไหลลื่นเพิ่มขึ้นเทลงแบบหล่อได้ง่ายช่วยให้คอนกรีตไม่เป็นโพรง

นอกจากนี้คอนกรีตจะมีความทนทานต่อสภาพอากาศเย็นจัดจนเป็นน้ำแข็ง เช่น พื้นที่ห้องเย็น (Cold storage) หรือคอนกรีตในประเทศหนาวโดยฟองอากาศเล็กๆ เหล่านี้ทำให้น้ำในคอนกรีตสามารถขยายตัวได้ไม่เกิดแรงดันจนคอนกรีตแตกร้าวเสียหาย

5.2.1 ประสิทธิภาพของสารกักกระจายฟองอากาศ

ประสิทธิภาพของสารกักกระจายฟองอากาศสามารถวัดได้ โดยใช้การวัดสเปซซิงแพคเตอร์ตามมาตรฐาน ASTM C457 หรือวัดคุณสมบัติของคอนกรีตที่ใส่สารทดสอบเปรียบเทียบกับคอนกรีตควบคุมที่ใส่สารกักการกระจายฟองอากาศตามมาตรฐาน ASTM C260 คุณสมบัติที่วัดได้แก่ การย้มน้ำ เวลาก่อตัว กำลังอัด กำลังดัด ความทนทานต่อการแข็งตัวและละลายของน้ำสลับกัน และการหดตัวแห้ง

สารกระจายกักฟองอากาศทำให้คอนกรีตสดมีความสามารถเทได้ดีขึ้น การเพิ่มฟองอากาศร้อยละ 5 ทำให้ค่าการยุบตัวของคอนกรีตเพิ่มขึ้น 20 ถึง 50 มิลลิเมตร หรือสามารถลดปริมาณน้ำได้ 20 ถึง 30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยที่ค่าการยุบตัวของคอนกรีตสดเท่าเดิม นอกจากนี้การย้มน้ำและการแยกตัวก็จะลดลงด้วย

5.2.2 การใช้สารกักกระจายฟองอากาศ

การใช้สารกักกระจายฟองอากาศช่วยลดปริมาณน้ำในส่วนผสมของคอนกรีตลง ดังนั้นในกรณีที่กำหนดค่าปริมาณปูนซีเมนต์และค่ายุบตัวคงที่ การลดลงของกำลังของคอนกรีตเนื่องจากการใช้สารกักกระจายฟองอากาศสามารถชดเชยได้โดยการลดปริมาณน้ำและปริมาณมวลรวมละเอียด ซึ่งสามารถใช้ได้ดีในส่วนผสมคอนกรีตที่มีปริมาณปูนซีเมนต์ที่ไม่สูงนัก และในบางครั้งอาจทำให้คอนกรีตมีกำลังสูงขึ้น

5.2.3 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงาน

1. วัสดุผสมคอนกรีตและสัดส่วนผสม

- ส่วนละเอียด เช่น ทรายละเอียด หรือ ปริมาณซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้นจะยับยั้งการเกิดฟองอากาศ
- ปริมาณฟองอากาศจะเพิ่มขึ้น โดยลดขนาดของหิน
- สัดส่วนของทรายมีความสำคัญต่อปริมาณฟองอากาศ การเพิ่มทรายขนาด 300-600 ไมโครเมตร จะก่อให้เกิดปริมาณฟอง อากาศมากขึ้น

- น้ำที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีตไม่มีผลต่อปริมาณฟองอากาศที่เกิดขึ้น แต่น้ำกระด้างจะยับยั้งการเกิดฟองอากาศ

2. การผสมและการจี้เขย่า

- การจี้เขย่าคอนกรีตมากเกินไปจะส่งผลให้ปริมาณฟองอากาศลดลง
- คอนกรีตที่มีความสามารถเทได้ต่ำมาก จะก่อให้เกิดฟองอากาศได้ยาก

3. สภาพแวดล้อม

- ปริมาณฟองอากาศในคอนกรีตจะเป็นปฏิภาคผกผันกับอุณหภูมิ

5.3 สารเคมีผสมเพิ่มเพื่องานเฉพาะ

สารเคมีผสมเพิ่มเพื่องานเฉพาะมีอยู่หลายชนิด ผู้อ่านที่สนใจสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากคู่มือการทำคอนกรีต (Manual of Concrete Practice) ของสถาบันคอนกรีตอเมริกา สำหรับสารเคมีผสมเพิ่มเพื่อใช้ในงานเฉพาะที่น่าสนใจ ได้แก่

1. สารผสมเพิ่มการยึดเหนี่ยว
2. สารผสมเพิ่มกันสนิม
3. สารผสมเพิ่มกันความชื้น
4. สารผสมเพิ่มเพื่อขยายตัว

5.3.1 สารผสมเพิ่มการยึดเหนี่ยว

สารจำพวกนี้เป็นสารจำพวกน้ำยาโพลีเมอร์ลาเท็กซ์ (Polymer Latex Emulsion) ใช้สำหรับเพิ่มการยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตเก่าและใหม่ โดยสารนี้จะทำให้เกิดฟิล์มบางๆเคลือบคอนกรีตไว้ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับงานซ่อมแซม และใช้สำหรับเพิ่มการยึดเหนี่ยวคอนกรีตกับวัสดุอื่นๆ เช่น เหล็ก เป็นต้น สารชนิดนี้จะทำให้กำลังยึดเหนี่ยว แรงดึง และแรงดัดดีขึ้น โดยที่กำลังอัดอาจมีค่าสูงหรือต่ำกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมสารเพิ่มการยึดเหนี่ยวซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่นำมาใช้ สำหรับคอนกรีตที่ใช้ผสมสารเพิ่มการยึดเหนี่ยว หากสารดังกล่าวสามารถลดอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์จะทำให้กำลังและความทนทานดีขึ้น ลาท์กซ์โมดิไฟด์คอนกรีตจะมีความต้านทานต่อการขีดสี ความทนทานต่อสภาวะการแข็งตัวและละลายของน้ำสลับกันและความที่บวมขึ้น นอกจากนี้สารจำพวกโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) โพลีไวนิลอะซิเตต (Polyvinyl Acetate) และสารอีพอกซีเรซิน (Epoxy Resin) ก็สามารถใช้ได้เช่นกัน

5.3.2 สารผสมเพิ่มกันสนิม

การที่เหล็กเสริมในคอนกรีตเป็นสนิมส่วนใหญ่แล้วเกิดจากคลอไรด์ในคอนกรีตคลอไรด์อาจมาจากน้ำทะเล น้ำกร่อย หรือมาจากดินที่มีเกลือละลายอยู่ จากนั้นคลอไรด์จะค่อยๆซึมเข้าไปในคอนกรีตจนถึงเนื้อเหล็ก หรือบางกรณีที่ใช้สารแคลเซียมคลอไรด์เป็นสารเร่งการแข็งตัวก็ทำให้มีคลอไรด์ในคอนกรีตได้

การใช้โซเดียมเบนโซเอต (Sodium Benzoate) ในปริมาณร้อยละ 2 ในน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต หรือร้อยละ 10 ของน้ำปูนชั้นเพื่อทาเหล็กเสริมป้องกันสนิมหรือใช้ทั้งสองอย่างรวมกันช่วยป้องกันสนิมได้ดีและยังช่วยเร่งอัตราการเพิ่มกำลังอัดของคอนกรีตด้วย แคลเซียมลิทโนซิลโฟเนตสามารถช่วยลดการเกิดสนิมในเหล็กเมื่อคอนกรีตนั้นมีแคลเซียมคลอไรด์ผสมอยู่ นอกจากนี้ยังมีสาร

ใช้โซเดียมไนเตรตเพื่อช่วยลดการเกิดสนิมในเหล็กอย่างได้ผลมีการศึกษาสารเคมีอีกหลายชนิดในการยับยั้งการเกิดสนิมเหล็ก สารเคมีเหล่านี้ได้แก่ ไฮโปฟอสไฟไรต์(Hypophosphorites)โครเมต ฟอสเฟต และ ฟลูออไรด์ การใช้สารเคมีผสมเพิ่มกันสนิม จะต้องพิจารณาว่ามีความจำเป็นเพียงใด เพราะหากคอนกรีตไม่มีคลอไรด์และเหล็กเสริมมีความสะอาดแล้วไม่มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีผสมเพิ่มกันสนิมแต่อย่างใด

5.3.3 สารผสมเพิ่มกันความชื้น

สารผสมเพิ่มกันความชื้น (Dampproofing Admixture) หรือเรียกกันอีกอย่างหนึ่งว่าสารผสมเพิ่มกันน้ำ (Water-Repellent Admixture) เป็นสารผสมเพิ่มที่ลดความสามารถของโพรงคานาปีลารีของคอนกรีตในการดูดซึมของเหลว ซึ่งทำให้ความชื้นผ่านได้ของคอนกรีตลดลง สารที่ใช้กัน ได้แก่ น้ำมันพืชบางชนิด ไขมันจากสัตว์บางอย่าง ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปิโตรเลียม และสารจำพวกสบู่ สารดังกล่าวถึงแม้ว่าจะช่วยลดการดูดซึมน้ำเข้าในคอนกรีตได้ แต่ก็ไม่สามารถที่จะกันน้ำซึมผ่านได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้แล้วยังอาจทำให้เกิดปัญหาในการใช้และตกแต่งผิวคอนกรีต ปัญหาของการไม่ทึบน้ำในงานคอนกรีตส่วนใหญ่เกิดจากงานคอนกรีตที่ไม่มีคุณภาพ ซึ่งสามารถแก้ได้โดยการใช้คอนกรีตที่เหมาะสม มี w/c ต่ำ มีการเทเขย่าให้แน่น บ่ม และควบคุมอย่างดี

5.3.4 สารผสมเพิ่มเพื่อขยายตัว

สารผสมเพิ่มเพื่อขยายตัว ที่ใช้กันมีอยู่สองชนิด ชนิดแรกได้แก่ สารแคลเซียมซัลโฟลูมิเนต เมื่อนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ก็จะได้ปูนซีเมนต์ขยายตัวหรือปูนซีเมนต์ไม่หดตัว ชนิดที่สองได้แก่ สารที่ผลิตก๊าซ(Gas-Forming) ที่ใช้กันกันมาก ได้แก่ ผงอลูมิเนียม(Aluminum Powder) ซึ่งทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์ และทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจน

การเกิดฟองของก๊าซไฮโดรเจนเล็กๆ ก่อนที่ซีเมนต์เพสต์จะก่อตัวทำให้เกิดการขยายตัว ฟองก๊าซที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่กว่าฟองอากาศที่เกิดจากสารกักกระจายฟองอากาศ ดังนั้นในการใช้งานจึงต้องระมัดระวังปริมาณของก๊าซที่เกิดขึ้นเพราะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงได้มาก

นอกจากสารผสมเพิ่มข้างต้นแล้วยังมีสารผสมเพิ่มอื่นอีกหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารผสมเพิ่มที่ใช้เฉพาะงาน เช่น สารผสมเพิ่มเพื่อใช้ในงานเกราด์ (Grout) สารผสมเพิ่มเพื่อช่วยให้สูบล่องคอนกรีตได้ง่ายขึ้น สารผสมเพิ่มเพื่อเปลี่ยนสีของคอนกรีต สารผสมเพิ่มเพื่อป้องกันการขึ้นราของคอนกรีต การใช้สารผสมเพิ่มเหล่านี้จะต้องพิจารณาถึงปริมาณที่เหมาะสมและจำเป็นจริงๆ เพื่อให้สามารถคงคุณสมบัติที่สำคัญ เช่น กำลัง และความคงทนของคอนกรีตไว้

แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 5

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดคือมาตรฐานที่ใช้แบ่งประเภทสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัว
 - ก. ASTM C493
 - ข. ASTM C494
 - ค. ASTM C495
 - ง. ASTM C496
2. การแบ่งประเภทสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัวแบ่งได้กี่ประเภท
 - ก. 5 ประเภท
 - ข. 6 ประเภท
 - ค. 7 ประเภท
 - ง. 8 ประเภท
3. สารผสมเพิ่มประเภท A คือสารใด
 - ก. สารลดน้ำ
 - ข. สารหน่วงการก่อตัว
 - ค. สารเร่งการก่อตัว
 - ง. สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว
4. สารผสมเพิ่มประเภท B คือสารใด
 - ก. สารลดน้ำ
 - ข. สารหน่วงการก่อตัว
 - ค. สารเร่งการก่อตัว
 - ง. สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว
5. สารผสมเพิ่มประเภท C คือสารใด
 - ก. สารลดน้ำ
 - ข. สารหน่วงการก่อตัว
 - ค. สารเร่งการก่อตัว
 - ง. สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว

6. สารผสมเพิ่มประเภท D คือสารใด
 - ก. สารลดน้ำ
 - ข. สารหน่วงการก่อตัว
 - ค. สารเร่งการก่อตัว
 - ง. สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว
7. สารกักกระจายฟองอากาศมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด
 - ก. เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.05 มม.
 - ข. เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.06 มม.
 - ค. เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.07 มม.
 - ง. เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.09 มม.
8. สารกักการกระจายฟองอากาศตามมาตรฐาน ASTM C260 คุณสมบัติที่วัดคือข้อใด
 - ก. การเยิ้ม น้ำ
 - ข. เวลาก่อตัว
 - ค. ความทนทานต่อการแข็งตัว
 - ง. ถูกทุกข้อ
9. ข้อใดคือคุณสมบัติสารผสมเพิ่มการยึดเหนี่ยว
 - ก. การยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตเก่าและใหม่
 - ข. เพิ่มการยึดเหนี่ยวคอนกรีตกับวัสดุอื่นๆ
 - ค. ทำให้กำลังยึดเหนี่ยว แรงดึง และแรงดัดดีขึ้น
 - ง. ถูกทุกข้อ
10. ข้อใดคือสารผสมเพิ่มกันความชื้น
 - ก. เกลือและกรดลิกโนซัลโฟนิค
 - ข. เกลือและกรดไฮดรอกซีคาร์บอกซิลิก
 - ค. น้ำมันพีชบางชนิด
 - ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน หน่วยที่ 5

ก่อนเรียน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข	ค	ก	ข	ค	ง	ก	ง	ง	ค

หลังเรียน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข	ค	ก	ข	ค	ง	ก	ง	ง	ค

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน หน่วยที่ 5

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกความหมายต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนบอกความหมายของสารผสมเพิ่ม

ตอบ สารผสมเพิ่ม หมายถึง สารเคมีอื่นๆ นอกเหนือไปจาก ปูนซีเมนต์ วัสดุมวลรวม และน้ำที่ใช้เติมลงในส่วนผสมของคอนกรีต ด้วยจุดประสงค์เพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติบางประการของคอนกรีต สารผสมเพิ่มจะให้ผลแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ที่ใช้ ขนาด รูปร่าง และส่วนขนาดคละของวัสดุมวลรวม น้ำ และอุณหภูมิ

2. ให้นักเรียนบอกการแบ่งประเภทสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัวตามมาตรฐาน ASTM C494

ตอบ การแบ่งประเภทสารลดน้ำและควบคุมการก่อตัวตามมาตรฐาน ASTM C494

- ประเภท A สารลดน้ำ (Water-Reducing Admixture)
- ประเภท B สารหน่วงการก่อตัว (Retarding Admixture)
- ประเภท C สารเร่งการก่อตัว (Accelerating Admixture)
- ประเภท D สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว (Water-Reducing and Retarding

Admixture)

- ประเภท E สารลดน้ำและเร่งการก่อตัว (Water-Reducing and Accelerating

Admixture)

- ประเภท F สารลดน้ำพิเศษ (Water-Reducing ,High Range Admixture)

- ประเภท G สารลดน้ำพิเศษและหน่วงการก่อตัว (Water-Reducing, High Range and

Retarding Admixture)

3. ให้นักเรียนบอกประสิทธิภาพของสารกักกระจายฟองอากาศ

ตอบ ประสิทธิภาพของสารกักกระจายฟองอากาศสามารถวัดได้ โดยการใช้การวัดสเปซซิงแพคเตอร์ตามมาตรฐาน ASTM C457 หรือวัดคุณสมบัติของคอนกรีตที่ใส่สารทดสอบเปรียบเทียบกับคอนกรีตควบคุมที่ใส่สารกักการกระจายฟองอากาศตามมาตรฐาน ASTM C260 คุณสมบัติที่วัดได้แก่ การเอี่ยม น้ำ เวลาก่อตัว กำลังอัด กำลังดัด ความทนทานต่อการแข็งตัวและละลายของน้ำสลับกัน และการหดตัวแห้ง