

ADMIXTURES & WATER

Manop Kaewmorachoen, Ph.D.



Admixtures & Water

2

- CE 215 – Structural Materials and Testing
- อ.มานพ แก้วโมราเจริญ (Manop Kaewmorachoen, Ph.D.)
- ภาคการศึกษา 2/2554
- ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ แก้ไขตามเงื่อนไขครีเอทีฟคอมมอนส์ (cc-by-sa)
- เอกสารการสอนเผยแพร่ที่ <http://civil.eng.cmu.ac.th/lecture-notes>

สารผสมเพิ่ม



สารผสมเพิ่ม

- admixture(s)
- ผสมในคอนกรีตในช่วงก่อนหรือระหว่างการผสม
- เพื่อปรับปรุงสภาพคอนกรีต หรือการทำงานคอนกรีต

สารผสมเพิ่ม

- 8 ใน 10 ของงานคอนกรีตปัจจุบัน ต้องมีสารผสมเพิ่มอย่างน้อย 1 ตัวผสม
- 4 ใน 10 ของคอนกรีตผสมเสร็จ มักจะมี เถ้าลอย (fly ash) เป็นสารผสมเพิ่ม
- 7 ใน 10 ของคอนกรีต มักจะมี สารลดน้ำ เป็นสารผสม
- แบ่งเป็น 2 ประเภท - แร่ธาตุ และ สารเคมี

สารผสมเพิ่ม

แร่ธาตุ

- เถ้าลอย
- ผงฝุ่นซิลิกา
- ตะกรันเหล็ก

สารเคมี

- สารกักกระจายฟองอากาศ
- สารหน่วงการก่อตัว
- สารเร่งการก่อตัว
- สารลดน้ำ
- สารลดน้ำจำนวนมาก

สารผสมเพิ่ม - แร่ธาตุ



เถ้าลอย (fly ash)

- by-product ของ ถ่านหิน
- economic + ecological
- ใช้ในอเมริกาตั้งแต่ พ.ศ. 2480
- ใช้แทนเนื้อซีเมนต์ (ประหยัด) แต่ไม่เกิน 25%
- พัฒนาคุณสมบัติ
 - เพิ่มความสามารถในการเท
 - ลดการแยกและการแยกตัว
 - เพิ่มความสามารถในการต้านซัลเฟต
 - ฯลฯ



ที่มา: EPA - <http://www.epa.gov/osw/conservation/rrr/imr/ccps/flyash.htm>

ผงฝุ่นซิลิกา (silica fume, microsilica)

9

- by-product ของอัลลอยซิลิกอน
- ประกอบด้วย ซิลิกา จำนวนมาก
- พัฒนาคุณสมบัติ
 - เพิ่มกำลังอัด
 - เพิ่มการต้านการขีดสี
 - ลดการซึมของน้ำ
 - ป้องกันการเกิดกัดกร่อนและสนิมเหล็ก



ที่มา: http://en.wikipedia.org/wiki/Silica_fume

ตะกรันเหล็ก (ground granulated blast furnace slag)

10

- by-product อุตสาหกรรมเหล็ก
- มี 3 เกรด – 80, 100, 120
- พัฒนาคุณสมบัติ
 - เพิ่มความสามารถในการเท
 - เพิ่มระยะเวลาการก่อตัว
 - ลดการเข้มนและการแยกตัว
 - ฯลฯ

สารผสมเพิ่ม - สารเคมี



สารกักกระจายฟองอากาศ (air-entrainment)

12

- เพิ่มความคงทนสำหรับ การแข็งตัว-การละลาย (ในที่อากาศหนาว)
- เพิ่มความสามารถในการทำงานได้
- ลดการเยิ้ม และการแยกตัว
- ถ้าเพิ่มฟองอากาศมาก กำลังลดลง

สารหน่วงการก่อตัว (retarder)

13

- เพิ่มระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต
- ช่วยให้ทำงานสะดวก
- งานก่อสร้างถนน ช่วยลด cold joint
- งานคอนกรีตอัดแรง ช่วยรอกจนกว่าชั้นต่อนจะเสร็จ
- ส่วนประกอบ กรดลิกโนซัลเฟต, กรดไฮดรอกไซคาร์บอซิลิก, น้ำตาล
- กำลั้งคอนกรีตวันแรกลดลง (เนื่องจากก่อตัวช้า)
- อัตราการหดตัวและแตกเพิ่มขึ้น

สารเร่งการก่อตัว (accelerating)

14

- ลดระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต
- เพิ่มกำลังคอนกรีตในช่วงแรก
- ส่วนประกอบ สารอนินทรีย์ สารละลายคลอไรด์, สารละลายคาร์บอเนต, สารละลายคาร์บอเนต นิยมใช้คือ แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2)
- กำลังอัดขั้นสุดท้ายอาจจะลดลงจากปกติ

สารลดน้ำ (plasticizer)

15

- plasticizer หรือ water reducer
- by-product จากอุตสาหกรรมกระดาษ
- เพิ่มความสามารถในการเทได้
- เพิ่มกำลังได้ (ลดอัตราส่วน น้ำต่อซีเมนต์)
- สารลดน้ำทำงานโดยทำให้ประจุไฟฟ้าเป็นกลาง
- ใส่ประมาณ 1-2% ต่อปริมาตรซีเมนต์

สารลดน้ำจำนวนมาก (superplasticizers)

16

- คัดขึ้น ในญี่ปุ่น และเยอรมนี
- ทำให้คอนกรีตเทได้ง่ายขึ้น
- 4 ชนิดที่นิยมใช้
 1. Sulfonated melamine-formaldehyde condensates (SMF)
 2. Sulfonated naphthalene-formaldehyde condensates (SNF)
 3. Modified lignosulfonates (MLS)
 4. Polycarboxylate derivatives
- ทำให้ค่าสแลมป์สูง (17.5–22.5 cm)
- เช่น ถ้าใส่ ชนิด SMF ลงไป 1.5% ในซีเมนต์ Type I เพิ่มค่าสแลมป์ได้อีก 15 cm
- ปัญหาของสารลดน้ำจำนวนมาก เทียบกับสารลดน้ำปกติ คือ slump loss เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

สารผสมเพิ่มชนิดเคมี ประเภทอื่น

17

- สารป้องกันซึม
- สีผสม
- สารลดปฏิกิริยาเคมีของปูนกับหิน
- ฯลฯ



มาตรฐาน

18

- เถ้าลอย - ASTM C 618, AASHTO M 295
- ผงฝุ่นซิลิกา - ASTM C 1240, AASHTO M 307
- ตะกรันเหล็ก - ASTM C 989-82, AASHTO M 302
- สารกักกระจายฟองอากาศ - ASTM C 260, AASHTO M 154
- สารผสมเพิ่มทางเคมี 7 ชนิด - ASTM C 494, AASHTO M 194

หน้าในงานคอนกรีต



น้ำในงานคอนกรีต

20

- ความสำคัญ
- ความบริสุทธิ์ และสิ่งเจือปน

น้ำในงานคอนกรีต

21

- ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต
- ใช้บ่มคอนกรีต
- ใช้ล้างมวลรวม

ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปน

22

ปัญหา

- กำลัง และคุณสมบัติอื่นลดลง
- ระยะเวลาการก่อตัวเปลี่ยนไป
- การเจือปนของสารละลายอื่น

ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปน

23

สิ่งเจือปน

- ตะกอน – ควรน้อยกว่า 2,000 ppm (parts-per-million)
- สารละลายอินทรีย์
- สารละลายอนินทรีย์

ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปน

24

ตัวอย่าง สารละลายอินทรีย์

- แคลเซียมคลอไรด์ – เร่งการก่อตัว
- คาร์บอเนต และ ไบคาร์บอเนต – เร่งการก่อตัว
- คาร์บอเนต หรือ ซัลเฟต – กำลังลดลง
- เหล็กสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว – การก่อตัวช้า
- น้ำทะเล ผสมคอนกรีตได้หรือไม่ ?

ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปน

25

น้ำทะเล

- ประกอบด้วย โซเดียมคลอไรด์ + คลอไรด์ + แมกนีเซียมซัลเฟต
- ปัญหาแรก – เหล็กเป็นสนิม จาก ไอออนของคลอไรด์
- ปัญหาสอง – กำลังลดลง 10-15% ที่ 28 วัน

ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปน

26

น้ำที่เหมาะสม

- ความสะอาด - ต้องไม่มีปนื้อกูล
- สี - ไม่มีสี
- กลิ่น - ไม่มีกลิ่น ถ้ามีกลิ่นแสดงว่ามีสารอินทรีย์อยู่
- รส - ไม่มีรส

ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปน

27

ค่าทั่วไป

- ปริมาณของตะกอน < 2000 ppm
- pH อยู่ในช่วง 6-8
- ปริมาณซัลเฟต < 1000 ppm
- ปริมาณคลอไรด์ < 500 ppm

อ้างอิง

- CM49, จากเสาเข็ม ถึงหลังคา, 2554.
- CPAC, *Concrete Technology*, 2552.