

บทที่ 4 น้ำ

ปริมาณและคุณภาพของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อกำลังอัดของคอนกรีต ในบทนี้จะมาพิจารณาถึงเรื่องคุณภาพของน้ำ ซึ่งมีความสำคัญมากเพราะสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำอาจจะมีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น เวลาการแข็งตัว กำลังอัด ทำให้สีของคอนกรีตไม่สม่ำเสมอและอาจก่อให้เกิดการกัดกร่อนเหล็กเสริม ด้วยเหตุนี้การเลือกน้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับผสมและบ่มคอนกรีตจึงจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ

4.1 ความสำคัญของน้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตคอนกรีต โดยทำหน้าที่ 3 ประการคือ

- 1) ใช้ผสมกับปูนซีเมนต์เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน รวมทั้งทำให้คอนกรีตมีความสามารถในการเทได้
- 2) ใช้บ่มคอนกรีตให้มีกำลังเพิ่มขึ้น
- 3) ใช้ล้างมวลรวมที่สกปรก

เราต้องการน้ำที่มีคุณภาพดี และปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีต กฎเกณฑ์ทั่วไปของน้ำที่จะใช้ผสมคอนกรีต คือน้ำที่ดื่มได้นับเป็นน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีตได้เสมอ ส่วนปริมาณน้ำผสม นอกจากจะมีผลต่อความสามารถในการใช้งานของคอนกรีตแล้ว ยังมีผลต่อกำลังและความทนทานของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วด้วย

ปัญหาที่มักพบอยู่เสมอเกี่ยวกับปริมาณน้ำในงานคอนกรีตคือ

1) **ในขณะที่เป็นคอนกรีตสด** คอนกรีตต้องการน้ำจำนวนเพียงให้ลื่นไหลเข้าแบบได้ แต่ผู้ทำงานมักจะใส่น้ำปริมาณมากเพื่อให้คอนกรีตเหลวมาก สะดวกในการเทแต่กำลังอัดจะลดต่ำลง

2) **ในขณะที่เป็นคอนกรีตแข็งตัวแล้ว** คอนกรีตต้องการน้ำจำนวนมาก เพื่อบ่มให้กำลังอัดได้พัฒนาขึ้นตามเวลา

แต่ผู้ทำงานก็มักจะละเลยการบ่มคอนกรีต

โดยสรุปคือ คอนกรีตที่ใช้งานทั่วไปจะได้กำลังต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เพราะใช้น้ำไม่เหมาะสมนั่นเอง

4.2 สิ่งเจือปน

ถ้าในน้ำที่ผสมคอนกรีตมีสิ่งเจือปนอยู่มากเกินระดับหนึ่งอาจก่อปัญหาทางด้านคุณภาพ อันได้แก่

- 1) กำลังและความทนทานของคอนกรีตลดลง
- 2) เวลาการก่อตัวเปลี่ยนแปลงไป
- 3) คอนกรีตเกิดการหดตัวมากกว่าปกติ
- 4) อาจมีการละลายของสารประกอบภายในคอนกรีตออกมาแข็งตัวบนผิวคอนกรีต (Efflorescence)

สิ่งเจือปนที่ส่งผลเสียต่อคุณภาพของคอนกรีตมี 3 ประเภทคือ ตะกอน, สารละลาย, อนินทรีย์ และสารละลายอินทรีย์ หากมีสิ่งเจือปนเหล่านี้ปริมาณน้อย ก็จะไม่ก่อให้เกิดผลเสียร้ายแรง

● ตะกอน

หากน้ำมีปริมาณตะกอนเกินกว่า 2,000 ส่วนต่อล้าน (ppm.) อาจจะทำให้ต้องใช้ปริมาณน้ำมากกว่าปกติ การหดตัวของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้น หรือทำให้เกิดเชื้อเกลือบริเวณผิวของคอนกรีต (Efflorescence) ดังนั้นถ้าน้ำที่ใช้ขุ่นมาก ควรปล่อยให้ตกตะกอนเสียก่อน แต่ตะกอนของเหล็กหรือสารอินทรีย์ต่าง ๆ มักไม่ยอมตกตะกอน และในระหว่างการผสมคอนกรีต สารอนินทรีย์เหล่านี้จะเริ่มละลายตัว ผลก็คือ ซีเมนต์จะก่อและแข็งตัวช้าลง นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดฟองอากาศปริมาณมากจนกำลังของคอนกรีตลดลงหรือในทางตรงกันข้าม บางครั้งอาจมีผลกระทบกระเทือนต่อการทำงานของสารกักกระจายฟองอากาศ

• สารละลายอินทรีย์

ตามปกติเราสามารถใช้น้ำที่มีสารละลายอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นไม่เกิน 2,000 ส่วนต่อล้านได้อย่างปลอดภัย ยกเว้นสารละลายบางชนิด เช่น โซเดียมซัลไฟด์เพียง 100 ส่วนต่อล้านก็อาจก่อปัญหาได้ ในทางตรงกันข้าม เราสามารถใช้น้ำทะเลซึ่งมีเกลือละลายอยู่ถึง 35,000 ส่วนต่อล้าน (3.5%) ทำคอนกรีตได้ หากให้ความระมัดระวังอย่างเต็มที่ ในบางครั้งเรายังใช้ประโยชน์โดยใช้สารละลายเป็นสารผสมเพิ่มเติม เช่น แคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งใช้เป็นตัวเร่งการก่อตัว สารละลายของคาร์บอนเนตและโบคาร์บอนเนตจะทำให้ซีเมนต์ก่อตัวเร็วขึ้น แต่หากใช้สารละลายของคาร์บอนเนตหรือซัลเฟตมากเกินไปอาจทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงได้

สารละลายของเกลืออินทรีย์บางชนิด อาจทำให้การก่อตัวและแข็งตัวช้าลง เช่น เกลือของสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส และดีบุก เช่นเดียวกับฟอสเฟต อาร์ซีเนตและบอเรทส์ เราสามารถอนุโลมความเข้มข้นของสารละลายเหล่านี้ได้ถึง 500 ส่วนต่อล้าน สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงในระดับดังกล่าวจะพบได้เช่นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งไม่ได้ผ่านระบบกำจัดสิ่งสกปรกหรือน้ำที่ซึมออกมาจากเหมืองแร่

เราสามารถใช้น้ำที่มีความเป็นกรดโดยไม่มีผลเสียต่อคอนกรีต แต่หากระดับ PH ของน้ำอยู่ต่ำถึง 3.0 ก็มักก่อให้เกิดปัญหา น้ำที่มีความเป็นด่างสูง เช่น มีปริมาณโซเดียมหรือโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เกิน 500 ส่วนต่อล้าน อาจก่อให้เกิดปัญหาในการก่อตัวอย่างรวดเร็วและกำลังของคอนกรีตลดลง

น้ำทะเล ประกอบด้วยเกลือซัลเฟต และคลอไรด์ของโซเดียมและแมกนีเซียม ดังนั้นจึงทำให้คอนกรีตก่อตัวและแข็งตัวเร็วขึ้น แต่เมื่ออายุ 28 วัน กำลังอัดจะลดลงเพราะเกลือซัลเฟตจะทำให้การตกผลึกของ Ettringite ช้าลง นอกจากนี้ไอออนของคลอไรด์มีผลต่อการสึกกร่อนของเหล็กเสริม จึงไม่ควรใช้น้ำทะเลสำหรับคอนกรีตอัดแรง หรือแม้แต่คอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาถ้าสามารถหลีกเลี่ยงได้

• สารละลายอินทรีย์

สารอินทรีย์ทำให้น้ำมีสีและทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ช้าลง สารประกอบอินทรีย์หลายชนิดในน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลเสียต่อปฏิกิริยาไฮเดรชัน หรือก่อให้เกิดฟองอากาศในปริมาณที่สูง ตามปกติจึงต้องระมัดระวังการใช้น้ำ

จากโรงงานอุตสาหกรรมยกเว้นกรณีที่น้ำได้ผ่านโรงกำจัดน้ำเสีย ซึ่งจะลดสารละลายอินทรีย์ลงในระดับที่ปลอดภัย

วิธีสังเกตอย่างง่ายว่าน้ำนั้นใช้ผสมคอนกรีตได้หรือไม่ดังนี้

ความสะอาด น้ำต้องไม่มีสารเน่าเปื่อย ปฏิกูล หรือตะไคร่น้ำ

สี น้ำต้องใส ถ้ามีสีแสดงว่ามีสารแขวนลอยต่างๆ มาก

กลิ่น น้ำต้องไม่มีกลิ่นเน่า ถ้ามีกลิ่นก็มักจะมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก

รส น้ำต้องไม่มีรส ถ้ามีรสกร่อยหรือเค็ม แสดงว่ามีเกลือร่อยอยู่มาก ถ้ามีรสเปรี้ยว แสดงว่าเป็นกรด ถ้าฝาด แสดงว่าเป็นด่าง แต่โดยทั่วไปความเป็นกรดหรือด่างของน้ำมักไม่มากนักจนสามารถชิมรสแล้วรู้

4.3 ข้อกำหนดของน้ำผสมคอนกรีต

ข้อกำหนดทั่วไปที่เกี่ยวกับน้ำผสมคอนกรีต จะต้องมีการขอขเขตระดับความเข้มข้นไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

ปริมาณของแข็ง ไม่มากกว่า 2,000 ppm.

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (PH) อยู่ในช่วง 6-8

ปริมาณซัลเฟต ไม่มากกว่า 1,000 ppm.

ปริมาณคลอไรด์ ไม่มากกว่า 500 ppm.

นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดของเขตความเข้มข้นของสิ่งเจือปนโดยละเอียด ดังตารางที่ 4.1

สิ่งเจือปน	ความเข้มข้น	
	สูงสุด (PPM)	ผลกระทบ/ตัวอย่าง
ตะกอน	2,000	- ตะกอนดินเหนียว สารอินทรีย์
เห็ดรา	500-1,000	- เพิ่มฟองอากาศ
เกลือคาร์บอเนต	1,000	- ลดเวลาการก่อตัว
เกลือโบคาร์บอเนต	400-1,000	- 400 ส่วนต่อล้านส่วน สำหรับเกลือโบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม
โซเดียมซิลเฟต	10,000	- อาจเพิ่มกำลังระยะแรก แต่ลดกำลังระยะยาว
แมกนีเซียมซิลเฟต	40,000	
โซเดียมคลอไรด์	20,000	- ลดเวลาการก่อตัว
แคลเซียมคลอไรด์	50,000	
แมกนีเซียมคลอไรด์	40,000	- ลดกำลังสูงสุด
เกลือของเหล็ก	40,000	
ฟอสเฟต, อาร์ซีเนต, บอราตส์	500	- ลดเวลาการก่อตัว
เกลือของสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส และดีบุก	500	
กรดอินทรีย์	10,000	- PH ไม่ต่ำกว่า 3.0
โซเดียมไฮดรอกไซด์	500	
โซเดียมซัลไฟด์	100	- ควรทดสอบคอนกรีตทดสอบ
น้ำตาล	500	- มีผลต่อการก่อตัว

ตารางที่ 4.1 ขอบเขตและผลกระทบของสิ่งเจือปนในน้ำ

4.4 การทดสอบคุณสมบัติ

การทดสอบน้ำผสมคอนกรีตนี้ จะทำการทดสอบเปรียบเทียบการก่อตัวและกำลังอัดกับน้ำกลั่นปริมาณที่จะนำมาทดสอบจะต้องไม่น้อยกว่า 5 ลิตร น้ำที่เหมาะสมสำหรับผสมคอนกรีตควรมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ค่าการก่อตัวเริ่มต้น (Initial Setting Time) ต่างจากตัวอย่างที่ทำจากน้ำกลั่นไม่เกิน 30 นาที

2) ค่าเฉลี่ยของกำลังอัดของตัวอย่างที่ใช้น้ำที่นำมาทดสอบต้องได้ค่าไม่น้อยกว่า 90% ของกำลังอัดของตัวอย่างที่ใช้น้ำกลั่น

ถ้าผลการทดสอบที่ได้ออกนอกค่าที่กำหนด แสดงว่าน้ำนั้นมีผลต่อคอนกรีต อาจแก้ไขโดยการเปลี่ยนแหล่งน้ำที่จะนำมาผสมคอนกรีต หรือถ้าผลการทดสอบแสดงว่าค่ากำลังอัดของตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 80% ของค่ากำลังอัดเฉลี่ยของตัวอย่างที่ใช้น้ำกลั่น อาจใช้น้ำนี้แต่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมคอนกรีต

4.5 คุณภาพน้ำที่ใช้ล้างมวลรวมและบ่มคอนกรีต

น้ำสำหรับล้างคอนกรีต ควรมีคุณสมบัติเหมือนน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต เพราะน้ำนี้จะเคลือบอยู่บนผิวของมวลรวมและสามารถเข้าไปทำอันตรายต่อคอนกรีตเหมือนกับน้ำที่ใช้ผสมข้อที่ควรระวังคือ ต้องคอยเปลี่ยนน้ำที่ใช้ล้างมวลรวมอย่างสม่ำเสมอ เพราะเมื่อล้างไปช่วงเวลาหนึ่ง น้ำจะขุ่น การใช้ต่อไปจะไม่เกิดผลดีอย่างไร กลับอาจทำให้เกิดความสกปรกเพิ่มขึ้นด้วย

ส่วนน้ำสำหรับบ่มคอนกรีต ไม่ควรมีสิ่งเจือปนที่จะทำปฏิกิริยากับคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว เช่น สารพวกซิลเฟต หรือสารที่ทำให้เกิดคราบสกปรก อันจะส่งผลให้ ผิวคอนกรีตเกิดรอยเปื้อน หรือเป็นตัวการทำให้สีจับกับผิวคอนกรีตได้ไม่ดี และหลุดร่อนในภายหลัง