

โรงเรียนทหารช่าง กรมการทหารช่าง

หลักสูตร ชั้นนายร้อย เหล่า ช.

แนวสอนวิชา

คอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

(ปฐมนิเทศ)

แผนกวิชา ก่อสร้างและสาธารณูปโภค

ปีงบประมาณ 2555

อนุมัติของ ผบ.รร.ช.กช.

แนวสอนวิชา คอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก (ปฐมนิเทศ) แผนกวิชาก่อสร้างและสาธารณูปโภค ได้พิจารณาปรับปรุงเพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการศึกษาใน โรงเรียนทหารช่าง กรมการทหารช่าง คณะกรรมการตรวจสอบตำราเรียนของ โรงเรียนทหารช่าง กรมการทหารช่าง ได้พิจารณาแล้ว เห็นสมควรใช้เป็นเอกสารประกอบการศึกษาได้

ฉะนั้นจึงให้ใช้แนวสอนวิชา คอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก (ปฐมนิเทศ) แผนกวิชาก่อสร้าง และสาธารณูปโภค เดือน มีนาคม พ.ศ.2555 เป็นเอกสารประกอบการศึกษาได้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

พ.อ. 

(สมยศ ขุนชำนิ)

รอง ผบ.รร.ช.กช. ทำการแทน

ผบ.รร.ช.กช.

15 มี.ค.55

คำนำ

วิชาคอนกรีต มีความมุ่งหมายเพื่อใช้ประกอบการศึกษา หลักสูตรชั้นนายร้อย ของโรงเรียนทหารช่าง โดยที่ แผนกวิชาก่อสร้างและสาธารณูปโภค กองการศึกษา ได้รวบรวมและปรับปรุงขึ้นจากเอกสารหลายเล่ม เพื่อให้ได้เนื้อหาที่สมบูรณ์ สามารถศึกษาให้เข้าใจได้ด้วยตนเอง และสามารถหาหนังสืออ่านประกอบได้หลายเล่ม เช่น คอนกรีตเทคโนโลยี ของ ดร.วินิต ช่อวิเชียร หรือ คอนกรีตเทคโนโลยี ของ ชัชวาล เศรษฐบุตร เป็นต้น

ในการจัดทำวิชาคอนกรีต (ปฐมนิเทศ) ชั้นนายร้อยนี้ เพื่อเป็นการปรับความรู้ความสามารถของนักเรียนตลอดจนพื้นฐานของนักเรียนให้เท่าเทียมกัน นอกจากนี้เป็นแนวทางที่จะศึกษาในเนื้อหาวิชาอย่างละเอียดต่อไป

กองการศึกษา โรงเรียนทหารช่าง

สารบัญ

	หน้า
อนุมัติของผู้บัญชาการ รร.ช.กช.	**ก**
คำนำ	**ข**
สารบัญเนื้อหา	**ค**
สารบัญรูป	**ฉ**
สารบัญตาราง	**ช**
บทที่ 1 คอนกรีต	**1-1**
1. กล่าวทั่วไป	1-1
2. ประเภทของคอนกรีต	1-1
2.1 คอนกรีตล้วน	1-1
2.2 คอนกรีตเสริมเหล็ก	1-1
2.3 คอนกรีตอัดแรง	1-2
3. องค์ประกอบของคอนกรีต	1-2
3.1 ซีเมนต์เพสต์	1-2
3.1.1 ส่วนประกอบและหน้าที่ของซีเมนต์เพสต์	1-2
3.1.2 คุณภาพของซีเมนต์เพสต์	1-2
3.1.3 ปฏิกิริยาระหว่างน้ำและปูนซีเมนต์	1-2
3.2 วัสดุมวลรวม	1-3
3.2.1 ประเภทของวัสดุมวลรวม	1-3
3.2.1.1 วัสดุมวลรวมละเอียด	1-3
3.2.1.2วัสดุมวลรวมหยาบ	1-3
3.2.2 คุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุมวลรวม	1-3
3.2.2.1 กำลัง	1-3
3.2.2.2 ความทนทานต่อการสึกหรอ	1-3
3.2.2.3 ความทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	1-4
3.2.2.4 ความคงตัวต่อปฏิกิริยาเคมี	1-4
3.2.2.5 รูปร่างและผิว	1-4
3.2.2.6 ความสะอาด	1-4
3.2.2.7 ความลดหลั่นของขนาดหรือขนาดอัตราส่วนขนาดคละ	1-5
3.2.2.8 ความชื้นและการดูดซึม	1-5

สารบัญ

	หน้า
3.2.2.9 การพองตัว	1-6
3.2.2.10 โมดูลัสความละเอียด	1-6
3.2.2.11 ขนาดโตสุดของวัสดุมวลรวม	1-6
4. คุณสมบัติที่สำคัญของคอนกรีต	1-7
4.1 คอนกรีตที่อยู่ในสภาพที่ยังเหลว	1-7
4.1.1 ความสามารถเทได้	1-7
4.1.2 การอยู่ตัว	1-8
4.2 คอนกรีตที่อยู่ในสภาพแข็งตัวแล้ว	1-8
5. ปูนซีเมนต์	1-8
5.1 ลักษณะปูนซีเมนต์	1-8
5.2 ประเภทของปูนซีเมนต์ที่แบ่งตามมาตรฐาน มอก.	1-8
5.2.1 ประเภทปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง	1-8
5.2.2 ประเภทปอร์ตแลนด์ประเภทสอง	1-9
5.2.3 ประเภทปอร์ตแลนด์ประเภทสาม	1-9
5.2.4 ประเภทปอร์ตแลนด์ประเภทสี่	1-9
5.2.5 ประเภทปอร์ตแลนด์ประเภทห้า	1-9
5.3 ประเภทของปูนซีเมนต์ที่ไม่แบ่งตามมาตรฐาน มอก.	1-9
5.3.1 ปูนซีเมนต์ซัลเฟตสูง	1-9
5.3.2 ปูนซีเมนต์ซิลิก้า	1-10
5.4 การเก็บปูนซีเมนต์	1-10
6. น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต	1-11
6.1 ลักษณะที่ใช้ผสมคอนกรีต	1-11
6.2 หน้าที่ของน้ำที่ใช่ผสมคอนกรีต	1-11
6.2.1 เคลือบวัสดุมวลรวม	1-11
6.2.2 หล่อลื่นวัสดุมวลรวมทำให้เกิดความเหลว	1-11
6.2.3 ทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์	1-11
7. สารผสมเพิ่ม	1-11
7.1 สารเร่งการก่อตัว	1-12
7.2 สารหน่วงการก่อตัว	1-12

สารบัญ

	หน้า
7.3 สารลดปริมาณน้ำ	1-12
7.4 สารป้องกันน้ำ	1-12
7.5 สารกระจายก๊กฟองอากาศ	1-13

บรรณานุกรม

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 การผสมส่วนผสมคอนกรีต	1-1
รูปที่ 1.2 สภาวะของของวัสดุมวลรวม	1-6
รูปที่ 1.3 การเก็บกองปูนซีเมนต์ถุง	1-10

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ปริมาณของสิ่งเจือปนที่ยอมให้ในวัสดุมวลรวม	1-4
ตารางที่ 1.2 เกณฑ์กำหนดอัตราส่วนขนาดคละของวัสดุผสม	1-5
ตารางที่ 1.3 ขนาดของหินเบอร์ต่าง ๆ	1-6
ตารางที่ 1.4 ค่ายุบตัวสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ	1-7

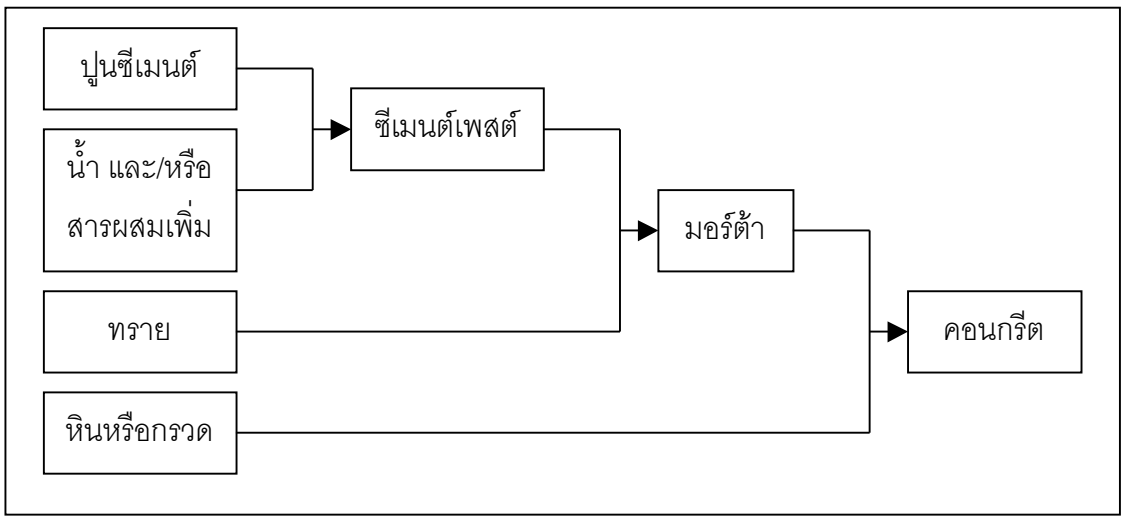
บทที่ 1
คอนกรีต

1. กล่าวทั่วไป

คอนกรีตได้จัดให้เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างอย่างแพร่หลายกันมานานหลายสิบปีแล้วอันเป็นผลมาจากคุณลักษณะที่เด่น ๆ คือ คอนกรีตสามารถออกแบบหล่อหลอมเป็นโครงสร้าง หรือเป็นสิ่งก่อสร้างได้ทุกรูปลักษณะตามต้องการ คอนกรีตมีคุณสมบัติในการรับแรงอัดได้ดี และมีความทนทานสูง ทั้งยังสามารถเลือกใช้ส่วนผสมให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ กัน เพื่อให้เหมาะกับงานก่อสร้างแต่ละชนิดได้ นอกจากนี้คอนกรีตยังสามารถนำมาใช้ร่วมกับวัสดุอื่น เช่น เหล็กจะสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการรับแรงต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม

คอนกรีต เป็นวัสดุก่อสร้างที่ได้จากการผสม ปูนซีเมนต์ หิน ทราย และน้ำ เข้าด้วยกัน ในขณะที่คอนกรีตยังเหลวอยู่ จะถูกเทลงในแบบหล่อเพื่อให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการ เช่น เสา คาน พื้น ผนัง เป็นต้น เมื่อคอนกรีตเริ่มก่อตัว ซีเมนต์จะทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้คอนกรีตจะแข็งตัวขึ้นเรื่อยๆ

สำหรับขั้นตอนการผสมคอนกรีต จะมีแสดงอยู่ในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 การผสมส่วนผสมคอนกรีต

2. ประเภทของคอนกรีต

คอนกรีตที่ใช้ในงานโครงสร้าง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

2.1 คอนกรีตล้วน

เป็นคอนกรีตอย่างเดียวล้วนๆ ไม่มีวัสดุอื่นมาเสริม จะใช้กับโครงสร้างรับแรงอัด

2.2 คอนกรีตเสริมเหล็ก

เป็นคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมร่วมกับคอนกรีต โดยหล่ออยู่ในเนื้อคอนกรีต ใช้กับโครงสร้างที่รับแรงดึง และแรงอัด

2.3 คอนกรีตอัดแรง

เป็นคอนกรีตที่อัดแรงก่อนไว้ก่อนใช้งาน โดยการดึงเหล็กที่ทนแรงดึงสูงให้ยืดออก และตัดเหล็กปล่อยให้เหล็กพยายามหดตัวกลับจากจุดที่ยึดเป็นการอัดแรงให้กับคอนกรีต คอนกรีตอัดแรงสามารถรับแรงได้ดีกว่าเพราะใช้ประโยชน์จากหน้าตัดคอนกรีต ได้ดีกว่าคอนกรีตเสริมเหล็ก

3. องค์ประกอบของคอนกรีต

คอนกรีต คือ วัสดุที่ได้จากผสมกันของปูนซีเมนต์ ทราย หิน น้ำ และสารผสมเพิ่ม ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณลักษณะตามที่ต้องการ หากจะพิจารณาคอนกรีตตามลักษณะเนื้อคอนกรีต จะสามารถแบ่งคอนกรีตออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ซีเมนต์เพสต์ (Cement paste) และวัสดุมวลรวม (Aggregate)

3.1 ซีเมนต์เพสต์ (Cement paste)

3.1.1 ส่วนประกอบ และหน้าที่ของซีเมนต์เพสต์

ซีเมนต์เพสต์ จะประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ น้ำ และอากาศ โดยทั่วไปในเนื้อคอนกรีตจะมีปริมาณของซีเมนต์เพสต์ประมาณ 23 - 40 % โดยปริมาตร ในซีเมนต์เพสต์จะมีปริมาตรของปูนซีเมนต์ 3 - 15 % น้ำ 14 - 21 % และปริมาตรของอากาศที่แทรกอยู่ในช่องว่างประมาณ 8 %

หน้าที่หลักๆ ของซีเมนต์เพสต์ คือ เป็นตัวยึดวัสดุมวลรวมเข้าด้วยกัน

3.1.2 คุณภาพของซีเมนต์เพสต์

คุณภาพของซีเมนต์ส่วนใหญ่ดูที่กำลัง (Strength) เป็นหลัก กำลังของซีเมนต์เพสต์จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ (Water/Cement ratio) โดยถ้าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์มาก (น้ำมาก ปูนน้อย) กำลังของซีเมนต์เพสต์ก็จะน้อย ในทางกลับกันถ้าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์น้อย (น้ำน้อย ปูนมาก) กำลังของซีเมนต์เพสต์จะมากตาม ฉะนั้น การควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีตจึงเป็นเรื่องสำคัญที่สุด การเพิ่มน้ำเพื่อให้คอนกรีตเหลวขึ้น ทำงานได้ง่ายขึ้น โดยไม่เพิ่มปูนซีเมนต์ด้วยจะทำให้คอนกรีตที่ได้มีคุณภาพต่ำกว่าที่ต้องการ

3.1.3 ปฏิกิริยาระหว่างน้ำและปูนซีเมนต์

เมื่อนำน้ำมาผสมกับปูนซีเมนต์ จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ที่เรียกว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration) ซึ่งจะทำให้ปูนซีเมนต์แปรสภาพจากเม็ดเล็กละเอียด เป็นวัสดุที่มีลักษณะคล้ายเจลาติน (หรือวุ้น) ซึ่งจะค่อย ๆ แข็งตัวขึ้นตามลำดับ ตราบเท่าที่ยังมีน้ำเข้าทำปฏิกิริยาอยู่ นั่นคือปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเริ่มต้นตอนแรก และจะช้าลงตามลำดับในตอนหลัง ดังนั้นปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยเพียงใด ขึ้นกับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในคอนกรีตนี่เอง ที่หลังจากที่เทคอนกรีตและถอดแบบแล้ว ต้องทำการบ่มคอนกรีตทันที จุดประสงค์ก็คือ เพื่อให้มีน้ำเข้าทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ตลอดไม่ขาดตอน

ผลลัพธ์ของปฏิกิริยาไฮเดรชั่น นอกจากจะทำให้ซีเมนต์เพสต์แข็งตัวแล้ว ยังมีความร้อนที่ถูกปล่อยออกมาด้วย ความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Heat of Hydration) จะระบายผ่านออกมาทางเนื้อคอนกรีต แต่ถ้าหากมีความร้อนมาก ๆ จะทำให้คอนกรีตเสียกำลังไปและอาจทำให้คอนกรีตแตกร้าวได้ เนื่องจากแรงดันภายในคอนกรีต ฉะนั้น ในการเทคอนกรีตขนาดใหญ่หนา ๆ (เช่น ฐานรากขนาดใหญ่) ความร้อนจะระบายออกไม่ทัน ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้สารผสมเพิ่ม เพื่อลดปริมาณความร้อนที่จะเกิดขึ้น

3.2 **วัสดุมวลรวม** (Aggregates)

วัสดุมวลรวม คือ ส่วนผสมคอนกรีตที่ยึดเข้าไว้ด้วยกันด้วยซีเมนต์เพสต์ วัสดุมวลรวมนี้จะได้จากธรรมชาติ เป็นแร่ธาตุเฉื่อยไม่มีปฏิกิริยา ที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ หินอ่อน หินกรวด และทรายหยาบ การเลือกใช้วัสดุมวลรวมมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้คอนกรีตมีคุณภาพดี

3.2.1 **ประเภทของวัสดุมวลรวม**

วัสดุมวลรวม สามารถแบ่งตามลักษณะขนาดได้เป็น 2 ชนิด คือ

3.2.1.1 **วัสดุมวลรวมละเอียด** (Fine aggregate)

หมายถึงวัสดุมวลรวมที่มีขนาดเล็กกว่า 4.5 มม.หรือเป็นเม็ดที่สามารถลอดผ่านตระแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 แต่ทั้งนี้จะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.07 มม.วัสดุมวลรวมที่เล็กกว่า 0.07 มม. เรียกว่า ฝุ่น (Silt หรือ Clay) วัสดุมวลรวมละเอียดที่ใช้กันทั่วไป คือ ทรายหยาบ

3.2.1.2 **วัสดุมวลรวมหยาบ** (Coarse aggregate)

หมายถึง วัสดุมวลรวมที่มีขนาดตั้งแต่ 4.5 มม.ขึ้นไป หรือที่ไม่สามารถลอดผ่านตระแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 ซึ่งได้แก่ หินย่อย, กรวด การเลือกใช้วัสดุมวลรวมหยาบ อาจกำหนดขนาดเพื่อให้เหมาะสมกับโครงสร้างนั้น ๆ เช่น ขนาดใหญ่ที่สุดของมวลรวมหยาบ อาจเป็น 1 ใน 5 ของความหนาคาน หรือ 1 ใน 3 ของความหนาของแผงพื้น

3.2.2 **คุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุมวลรวม**

วัสดุมวลรวมเป็นองค์ประกอบหลักของคอนกรีต ดังนั้น คุณสมบัติของวัสดุมวลรวม จึงมีผลกระทบต่อคุณภาพของคอนกรีตโดยตรง คุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุมวลรวมจะมีดังต่อไปนี้

3.2.2.1 **กำลัง** (Strength)

วัสดุมวลรวม ต้องมีความสามารถรับน้ำหนักกดได้ไม่น้อยกว่ากำลังที่ต้องการของคอนกรีต โดยทั่วไปหินจะมีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าคอนกรีตมาก กำลังรับแรงอัดของหิน มีค่าประมาณ 700 ถึง 3,500 กก./ซม.^{2}

3.2.2.2 **ความทนทานต่อการสึกหรอ** (Abrasive resistance)

หินที่นำมาผสมคอนกรีตในงาน ต้องทนทานต่อแรงกระแทกและเสียดสีมาก ๆ ได้ โดยเฉพาะคอนกรีตที่ใช้ทำพื้นหรือถนน ซึ่งต้องเผชิญการเสียดสีอยู่ตลอดเวลา

3.2.2.3 **ความทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ** (Temperature resistance)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จะทำให้คอนกรีตเกิดการขยายตัวและหดตัว หากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ ตลอดเวลา จะทำให้เกิดหน่วยแรงมากพอที่จะทำให้คอนกรีตแตกร้าวได้ วัสดุผสมจึงควรทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี คือ ไม่ขยาย หรือหดตัวมาก และทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ ได้ดี

3.2.2.4 **ความคงตัวต่อปฏิกิริยาเคมี**

วัสดุมวลรวมต้องไม่ทำปฏิกิริยา ทางเคมีกับปูนซีเมนต์

3.2.2.5 **รูปร่าง และผิว** (Particle shape and Surface texture)

มีความสำคัญต่อการยึดเกาะกับซีเมนต์เพสต์ และ " ความสามารถเทได้ " ของคอนกรีต ดังนั้น วัสดุที่ใช้ควรมีลักษณะเป็นแง่เหลี่ยมคม และผิวหยาบเพื่อช่วยในการยึดเกาะ และไม่ควรมีรูปทรงเป็นแผ่นแบนๆ หรือเป็นชิ้นยาวๆ เพราะจะทำให้เทได้ยาก ควรมีรูปทรงก้อนกลม หรือลูกบาศก์

3.2.2.6 **ความสะอาด** (Cleanliness)

วัสดุมวลรวม ต้องสะอาดมีสารที่จะทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพต่อคอนกรีตน้อยที่สุด สารเหล่านี้ ได้แก่ เปลือกหอย ขานอ้อย ถ่านหิน ถ่าน เศษไม้ เศษกระดาษ ก้อนหิน โคลนเลน ฝุ่นหรือผงละเอียด (Silt) ถุงพลาสติก ใบไม้ เป็นต้น สิ่งดังกล่าวนี้ทำให้ความทนทาน และแรงยึดเหนี่ยวลดลง บางครั้งทำให้คอนกรีตร้าว, มีกำลังต่ำ, แข็งตัวช้า ปริมาณสิ่งเจือปนที่จะเป็นอันตรายต่อคอนกรีต จะต้องมีไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณของสิ่งเจือปนที่ยอมให้ในวัสดุมวลรวม

สิ่งเจือปนในวัสดุผสม	เปอร์เซ็นต์ที่ยอมให้สูงสุดโดยน้ำหนัก	
	ในวัสดุผสมละเอียด	ในวัสดุผสมหยาบ
1. ดินเหนียว	1	1
2. ฝุ่นหรือผงละเอียดที่ผ่านตระแกรงมาตรฐาน เบอร์ 200		
2.1 คอนกรีตที่รับแรงเสียดสี	5	5
2.2 คอนกรีตทั่วไป	5	5
3. ถ่านหินหรือลิกไนท์		
3.1 สำหรับงานที่อวดผิวหน้า	0.5	0.5
3.2 คอนกรีตทั่วไป	1	1
4. วัสดุอ่อน (เช่น รากไม้, เศษไม้)	-	-

3.2.2.7 **ความลดหลั่นของขนาด หรืออัตราส่วนขนาดคละ** (Gradation)

วัสดุมวลรวมที่ใช้ผสมทำคอนกรีต จะต้องมีความลดหลั่นของขนาดที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้เรียงตัวกันได้แน่น และมีช่องว่างน้อย ทำให้คอนกรีตมีกำลังมากขึ้น ทั้งยังช่วยให้ทำงานได้ง่าย เกณฑ์กำหนดส่วนคละของขนาดวัสดุมวลรวม มีแสดงไว้ในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 **เกณฑ์กำหนดอัตราส่วนขนาดคละของวัสดุผสม**

ขนาดตะแกรง	**เปอร์เซ็นต์สะสมที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาดต่าง ๆ**				
	ทราย	**ตั้งแต่ เบอร์ 4 ถึง 3/4"**	**ตั้งแต่ เบอร์ 4 ถึง 1"**	**ตั้งแต่ เบอร์ 4 ถึง 1 1/2"**	**ตั้งแต่ เบอร์ 4 ถึง 2"**
2 นิ้ว			0	0	0 - 5
1.5 นิ้ว			0	0 - 5	-
1 นิ้ว		0	0 - 5	-	30 - 65
0.75 นิ้ว		0 - 10	-	30 - 65	-
0.5 นิ้ว		-	40 - 75	-	70 - 90
0.375 นิ้ว	0	45 - 80	-	70 - 90	-
เบอร์ 4	0 - 5	90 - 100	90 - 100	95 - 100	95 - 100
เบอร์ 8	0 - 20	95 - 100	95 - 100		
เบอร์ 16	15 - 50				
เบอร์ 30	40 - 75				
เบอร์ 50	70 - 90				
เบอร์ 100	90 - 98				

3.2.2.8 **ความชื้นและการดูดซึม** (Moisture and Absorption)

ภายในก้อนของวัสดุมวลรวม จะประกอบไปด้วย เนื้อ และช่องว่าง ช่องว่างและเนื้อเหล่านี้จะเก็บดูดความชื้นในอากาศเข้าไว้ ทำให้วัสดุอยู่ในสภาวะใดสภาวะหนึ่ง ในสี่สภาวะต่อไปนี้

ก) แห้งด้วยเตาอบ คือ แห้งสนิทโดยตลอด ทำให้วัสดุสามารถดูดความชื้นได้เต็มที่

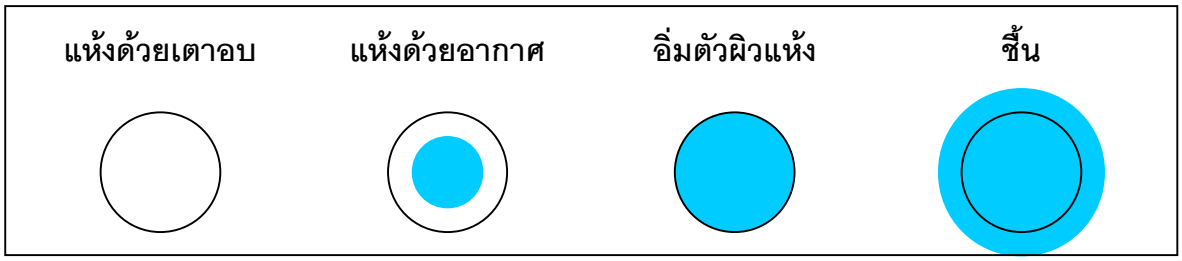
ข) แห้งด้วยอากาศ คือ แห้งที่ผิวแต่มีความชื้นอยู่ภายในช่องว่างข้างใน ทำให้วัสดุสามารถดูดความชื้นได้บ้าง

ค) อิ่มตัวผิวแห้ง คือ มีความชื้นทั่วถึงตลอด สภาวะนี้ถือว่าดีที่สุดสำหรับใช้ผสมคอนกรีต เพราะจะไม่ดูด หรือคายความชื้น

จ) ชื้นหรือเปียก คือ มีน้ำอยู่รอบผิววัสดุ

สภาพความชื้น และการดูดซึมของวัสดุ จะมีผลต่อปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต หากวัสดุสามารถดูดความชื้นได้น้ำในคอนกรีตจะถูกดูดไป ทำให้มีปริมาณน้ำที่เข้าทำปฏิกิริยากับ

ปูนซีเมนต์น้อยลง หรือถ้าวัสดุมีความชื้นมากเกินไป ปริมาณน้ำในคอนกรีตจะเพิ่มขึ้น เท่ากับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 1.2 สภาวะของของวัสดุมวลรวม

3.2.2.9 **การพองตัว** (Particle shape and Surface texture)

ดังได้กล่าวแล้วว่า ความชื้นที่วัสดุมวลรวมเป็นตัวการสำคัญ ทำให้ต้องควบคุมส่วนผสม และอัตราส่วนปริมาณน้ำ นอกจากนั้นแล้ว ความชื้นที่ผิวจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเม็ดทรายทำให้เม็ดทรายแยกตัวห่างออกจากกันปริมาตรจึงเพิ่มขึ้นหรือที่เรียกว่าทรายพองตัว (Bulking of Sand) ปริมาตรการพองตัวขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของความชื้นและขนาดของวัสดุมวลรวม วัสดุมวลรวมที่ละเอียดกว่าจะพองตัวมากกว่าเมื่อความชื้นเท่ากัน สำหรับทรายละเอียดจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นถึง 40 % ทรายหยาบอาจเพิ่มขึ้นถึง 25 % ซึ่งทำให้หน่วยน้ำหนักของทรายละเอียดลดลง 25 % ทรายหยาบลดลง 15 % ตามลำดับ แต่เมื่อทรายอิ่มตัวปริมาตรจะคงที่

3.2.2.10 **โมดูลัสความละเอียด** (Fineness Modulus)

ค่าโมดูลัสความละเอียด (ค่า FM) นี้ เป็นเลขดัชนีที่เป็นปฏิภาคโดยประมาณกับขนาดเฉลี่ยของก้อนวัสดุในวัสดุมวลรวมที่กำหนด นั่นคือวัสดุมวลรวมยิ่งหยาบ ค่า FM ยิ่งสูงขึ้น สำหรับทรายที่ใช้ทำคอนกรีต ควรมีค่า FM ระหว่าง 2.25-3.25 หินที่ใช้ผสมคอนกรีต ควรมีค่า FM ระหว่าง 5.5-7.5

3.2.2.11 **ขนาดโตสุดของวัสดุมวลรวม** (Maximum size of Aggregate)

ขนาดโตสุดของวัสดุมวลรวม ต้องอยู่ในเกณฑ์กำหนดมาตรฐาน และต้องไม่โต กว่า 1/5 ของด้านที่แคบสุดของแบบหล่อ หรือไม่โตกว่า 3/4 ของระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด ทั้งทางดิ่งและทางระดับ ขนาดของหินเบอร์ต่าง ๆ มีแสดงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ขนาดของหินเบอร์ต่าง ๆ

หินเบอร์	ขนาด (มม.)	หินเบอร์	ขนาด (มม.)
0	หินฝุ่น,เศษหินย่อย	3	50 - 75
1	20 – 25	4	75 - 100
2	25 – 50	หินใหญ่พิเศษ	100 ขึ้นไป

4. คุณสมบัติที่สำคัญของคอนกรีต

สำหรับการพิจารณาถึงคุณสมบัติของคอนกรีตที่สำคัญ ๆ ในที่นี้จะแยกพิจารณาคุณสมบัติของคอนกรีตใน 2 ลักษณะ คือ คอนกรีตในสภาพที่ยังเหลว และคอนกรีตในสภาพที่แข็งตัวแล้ว

4.1 คอนกรีตในสภาพที่ยังเหลว

มีคุณสมบัติอยู่ 2 ประการที่ควรพิจารณา คือ

4.1.1 ความสามารถเทได้ (Workability)

ความสามารถเทได้หรือความคล่องตัวในการเท คือ ผลรวมของพลังงานที่ต้องใช้เพื่อเอาชนะแรงเสียดทานระหว่างอนุภาคส่วนผสมในคอนกรีต และแรงเสียดทานระหว่างคอนกรีต กับแบบหล่อและเหล็กเสริมคอนกรีต หากคอนกรีตมีความสามารถเทได้ดี คอนกรีตจะไหลได้เต็มแบบ และหุ้มเหล็กเสริมได้ดี ทั้งยังสามารถทำให้แน่นได้โดยปราศจากการแยกตัว ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อความสามารถเทได้ของคอนกรีต ได้แก่

4.1.1.1 ปริมาณน้ำในส่วนผสม น้ำมากจะช่วยเพิ่มการหล่อลื่นให้คอนกรีต แต่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว จะมีช่องว่างในคอนกรีตมาก ทำให้กำลังของคอนกรีตลดลง

4.1.1.2 คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ และวัสดุมวลรวม

4.1.1.3 ส่วนผสมของคอนกรีต ถ้าใช้ทรายมากจะมีความสามารถการเทได้มากขึ้น แต่กำลังจะลดลง

4.1.1.4 สารผสมเพิ่ม

การทดสอบความสามารถเทได้ของคอนกรีตที่ใช้กันแพร่หลาย คือ การทดสอบหาค่ายุบตัว (Slump Test) ตัวอย่างค่ายุบตัวที่เหมาะสมกับงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไปในประเทศไทยมีแสดงไว้ในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ค่ายุบตัวสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่ายุบตัว (ซม.)
ฐานราก	7.5 +/- 2.5
แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ล.	10.0 +/- 2.5
เสา	10.0 +/- 2.5
ครีบ ค.ส.ล.และผนังบางๆ	10.0 +/- 2.5
ถนน สนามบิน	5.0 +/- 2.5
งานที่ใช้คอนกรีตปั๊ม	10.0 +/- 2.5
เสาเข็มเจาะระบบแห้ง หรือเสาเข็มขนาดเล็ก	10.0 +/- 2.5
งานเทคอนกรีตใต้น้ำ (Trimie)	มากกว่า 15
เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่	มากกว่า 15
งานคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมหนาแน่น	มากกว่า 15

4.1.2 **การอยู่ตัว** (Soundness)

การอยู่ตัวหรือความข้นเหลวหมายถึง การที่คอนกรีตคงความสม่ำเสมอของเนื้อคอนกรีตตลอดช่วงเวลาที่เท หรือขนย้าย คอนกรีตที่มีการอยู่ตัวดี จะสามารถอัดแน่นในแบบหล่อได้ดี โดยไม่เกิดการแยกตัว (Segregation) และไม่เกิดการเยิ้ม (Bleeding) ในปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือวัดค่าการอยู่ตัวจะอาศัยการสังเกตเป็นหลัก

4.2 **คอนกรีตในสภาพที่แข็งตัวแล้ว**

คุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วมีหลายประการ แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดคือ กำลังของคอนกรีต (Strength) กำลังของคอนกรีตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยที่สำคัญมากอย่างหนึ่งคือ อัตราส่วนน้ำ-ซีเมนต์ (water-cement ratio [w/c]) ถ้าใช้น้ำผสมคอนกรีตมากกำลังของคอนกรีตจะน้อย การที่กำลังของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นั้น เป็นผลมาจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับซีเมนต์ น้ำจึงมีความจำเป็นอย่างมากต่อกำลังของคอนกรีต ดังนั้น ในงานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เมื่อผสมคอนกรีตจะต้องควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตให้ได้ตามที่ออกแบบส่วนผสม และเมื่อคอนกรีตเริ่มก่อตัวจะต้องคอยควบคุมให้คอนกรีตสูญเสียน้ำน้อยที่สุด โดยปกติแล้วถือเอากำลังของคอนกรีตเมื่ออายุครบ 28 วัน เป็นมาตรฐานในการบอกกำลังของคอนกรีต และกำลังของคอนกรีตจะหาจากแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก หรือแท่งคอนกรีตรูปทรงลูกบาศก์

5. **ปูนซีเมนต์**

5.1 **ลักษณะของปูนซีเมนต์**

คำว่าปูนซีเมนต์ เป็นคำเรียกสั้นๆ ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) ปูนซีเมนต์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลึกที่เกิดจากเผาส่วนผสมต่าง ๆ แล้วผสมกันเป็นเนื้อเดียว ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของปูนซีเมนต์ คือ แคลเซี่ยม และอลูมิเนียมซิลิเกต ปูนซีเมนต์เมื่อผสมกับน้ำจะเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่เรียกว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (HYDRATION) ซึ่งจะทำให้ปูนแข็งตัว มีคุณสมบัติในการเป็นตัวประสานวัสดุมวลรวมเข้าด้วยกัน

5.2 **ประเภทของปูนซีเมนต์ แบ่งตาม มาตรฐาน มอก.**

สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (ASTM) และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของประเทศไทย ได้แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 5 ประเภท คือ

5.2.1 **ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง**

คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดา และใช้ในงานคอนกรีตตามปกติทั่วไป ที่ไม่อยู่ในสภาวะอากาศรุนแรง ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราช้าง ตราทีพีไอสีแดง ตราพญานาคสีเขียว และตราเพชรเม็ดเดียว

5.2.2 **ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทสอง**

คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตที่เกิดความร้อนต่ำและทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น งานสร้างเขื่อนคอนกรีต กำแพงกันดินหนาๆ หล่อท่อคอนกรีตขนาดใหญ่ ตอม่อสะพาน เป็นต้น ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

5.2.3 **ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทสาม**

คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งตัวเร็ว (High-Early Strength Portland Cement) หรือที่เรียกว่าซูเปอร์ซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ให้กำลังสูงในระยะแรก เนื้อปูนมีลักษณะเป็นผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ผลิตได้โดยการเปลี่ยนสัดส่วนส่วนผสม โดยการเติมสารอื่นและโดยการบดให้ละเอียดยิ่งขึ้นหรือโดยการเผาให้ดีขึ้น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งตัวเร็วมีประโยชน์สำหรับทำคอนกรีตที่ต้องการความเร่งด่วนหรือในกรณีที่ต้องการรื้อแบบหล่อเร็ว ๆ เช่น เสาเข็มคอนกรีต ถนน พื้นและคานที่ต้องการจะใช้เร็ว เป็นต้น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราเอราวัณ ตราพญานาคสีแดง ตราสามเพชร

5.2.4 **ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทสี่**

คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ (Low-Heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่ให้ความร้อนต่ำสุด ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ ใช้กันมากในการก่อสร้างคอนกรีตหลา เช่น เขื่อน เป็นต้น เนื่องจากให้อุณหภูมิของคอนกรีตต่ำกว่าปูนซีเมนต์ชนิดอื่น

5.2.5 **ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทห้า**

คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตได้สูง (Sulfate-Resistant Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์สำหรับใช้กับโครงสร้าง ที่อยู่ภายใต้สภาพที่มีการกระทำของซัลเฟตรุนแรง เช่น ในน้ำ หรือในดินที่มีด่าง (Alkaline) สูง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ มีระยะเวลาการแข็งตัวช้ากว่าประเภทหนึ่ง ตัวอย่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม

5.3 **ประเภทของปูนซีเมนต์ ที่ไม่แบ่งตามมาตรฐาน มอก.**

นอกจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐาน มอก.ทั้ง 5 ประเภทข้างต้นแล้ว ยังมีปูนซีเมนต์ประเภทอื่นที่สำคัญอีก คือ

5.3.1 **ปูนซีเมนต์ซัลเฟตสูง** (Super-Sulfated Cement)

คือ ปูนซีเมนต์ที่ได้จากการบดส่วนผสมของเม็ดตะกรันเตาถลุง,คัลเซียมซัลเฟต และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาเข้าด้วยกัน มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำทะเล และพวกซัลเฟตได้ดี ทั้งยังทนทานต่อ กรด และน้ำมัน

5.3.2 **ปูนซีเมนต์ซิลิก้า** (Cilica)

ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ทาง ม.อ.ก. เรียก “ ปูนผสม ” ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ คือ ปูนซีเมนต์ที่ได้จากการบดเม็ดปูนของ ปูนซีเมนต์ปอร์แลนด์ธรรมดากับทรายประมาณ 25 - 30 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเนื้อซีเมนต์จึงมากขึ้นและมีราคาถูกลง มีลักษณะแข็งตัวช้าไม่ยืดหรือหดตัวมาก เหมาะกับงานก่อ งานถือปูน หรืองานที่ไม่ต้องการกำลังของคอนกรีตมาก ๆ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราเสือ ตรางูเห่า และตรานกอินทรีย์ เป็นต้น

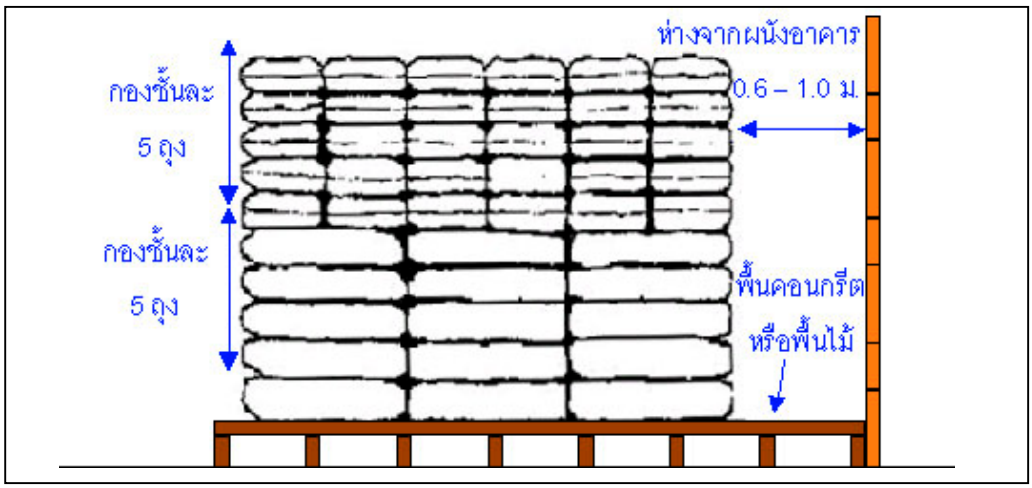
5.4 **การเก็บปูนซีเมนต์**

การเก็บปูนซีเมนต์ไว้ใช้งาน เป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากปูนซีเมนต์เป็นวัตถุที่ดูดความชื้นจากอากาศ หรือของที่อยู่ใกล้เคียงได้ง่าย เมื่อปูนซีเมนต์ได้สัมผัสกับความชื้น จะเกิดเป็นเม็ดและก้อนแข็ง ถ้าหากความชื้นมีเพียง 1 - 2 % ก็ไม่ถือว่าเกิดความเสียหายแต่อย่างใด แต่ถ้ามากไปกว่านี้ จะให้ปูนซีเมนต์แข็งตัวช้าลง และกำลังก็จะลดลงด้วย และถ้าดูดความชื้นเข้าไว้มากกว่า 5 % แล้วปูนซีเมนต์นั้นจะเป็นก้อนแข็งใช้งานไม่ได้

วิธีเก็บปูนซีเมนต์อย่างดีที่สุด คือ เก็บไว้ในสถานที่แห้งมีหลังคาและผนังปกคลุมมิดชิด โดยการเก็บควรเก็บไว้เป็นปริมาณมาก ๆ ในที่เก็บแห่งเดียว การกองเก็บปูนซีเมนต์ ควรกองเก็บให้มีอากาศผ่านเข้าภายในกองได้น้อยที่สุดและต้องระมัดระวังอย่าให้ความชื้นหรือน้ำเข้าทางพื้นได้ ถ้าพื้นเป็นไม้ต้องยกพื้นไม้ให้อยู่พ้นระดับดินขึ้นไปไม่ต่ำกว่า 30 ซม.

การวางถุงปูนซีเมนต์ ควรวางเรียงเป็นชั้น ๆ ที่นิยมทำกันคือ วางตามยาวของถุง 5 ถุง แล้ววางตามขวาง 5 ถุง สลับกัน การวางซ้อนกันไม่ควรให้สูงมากเกินไปกว่าที่จะหยิบมาใช้งานได้สะดวก แต่อย่าวางให้ชิดติดผนังหรือฝา เพราะปูนซีเมนต์อาจถูกความชื้นจากข้างนอกเข้ามาข้างในได้

ในกรณีจำเป็น ต้องวางกองปูนซีเมนต์ไว้กลางแจ้ง ควรหาไม้มาทำเป็นพื้น (ยกพื้น) และต้องเตรียมผ้าใบ(ที่กันน้ำได้) เพื่อใช้คลุมกันความชื้นหรือเวลาฝนตก และในกรณีเช่นนี้ไม่ควรกองเก็บปูนซีเมนต์ไว้นานๆ ควรสั่งมาแต่น้อย แล้วรีบใช้ให้หมดจะดีกว่า



รูปที่ 1.3 **การกองเก็บปูนซีเมนต์ถุง**

6. **น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต** (MIXING WATER)

6.1 **ลักษณะของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต**

น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต ควรต้องสะอาดปราศจากสิ่งเจือปน เช่น กรด ด่าง น้ำมัน และสารอินทรีย์อื่น ๆ มากจนเกินไป จนทำให้เป็นอันตรายต่อคอนกรีตและเหล็กเสริม ตามปกติแล้วน้ำประปา น้ำจืดตามธรรมชาติส่วนใหญ่ ซึ่งไม่มีส่วนผสมของน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน หรือจาก โรงงานอุตสาหกรรม จัดได้ว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีพอที่จะใช้ผสมคอนกรีตได้ดี

น้ำทะเลซึ่งมีเกลือของโซเดียม (NaCl) ละลายอยู่ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ (35,000 PPM.) แม้สามารถใช้ผสมเทคอนกรีตได้ แต่จะทำให้กำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตลดลง 10 – 20 % แต่ถ้าน้ำมีเกลือของโซเดียม เกิน 5.0% จะทำให้กำลังคอนกรีตลดลง 3 % ดังนั้นไม่ควรนำน้ำทะเลมาผสมคอนกรีต ถ้าสามารถหาน้ำจืดใช้แทนได้ นอกจากนี้ยังไม่ควรใช้น้ำทะเลในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ทั้งนี้เพราะจะทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิม และผุกร่อนเร็ว สำหรับงานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในน้ำทะเลควรมีคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมอย่างน้อย 7 ซม.

6.2 **หน้าที่ของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต**

น้ำทำหน้าที่หลายประการในการผสมคอนกรีต หน้าที่ที่สำคัญ ได้แก่

6.2.1 **เคลือบวัสดุมวลรวม**

น้ำทำให้วัสดุมวลรวมเปียก เพื่อให้ปูนซีเมนต์เข้าเกาะได้โดยรอบและจับยึดตัวกันได้

6.2.2 **หล่อลื่นวัสดุมวลรวมทำให้เกิดความเหลว**

เมื่อคอนกรีตมีความเหลวสามารถเทได้ กระทุ้ง เขย่าเข้ารูปแบบหล่อเป็นรูปต่าง ๆ ได้

6.2.3 **ทำปฏิกริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์**

น้ำเมื่อทำปฏิกิริยาเคมี(ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น) จะทำให้ผงซีเมนต์ติดอยู่กับวัสดุมวลรวมกลายเป็นวุ้นช่วยประสานผิวระหว่างวัสดุผสมให้เกาะยึดตัวแน่นเมื่อแข็งตัว สารที่เจือปนอยู่ในน้ำซึ่งมีผลทำให้คุณภาพคอนกรีตเสียไป ได้แก่ พวกฝุ่น หรือผง (Silt) น้ำมัน กรด ด่าง เกลือต่าง ๆ และน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือบ้านเรือนต่างๆ เป็นต้น

7. **สารผสมเพิ่ม** (ADMIXTURES)

สารผสมเพิ่มหมายถึง สารเคมีอื่นๆ นอกเหนือไปจาก ปูนซีเมนต์ วัสดุมวลรวม และน้ำที่ใช้เติมลงในส่วนผสมของคอนกรีต ด้วยจุดประสงค์เพื่อ ปรับเปลี่ยนคุณสมบัติบางประการของคอนกรีต

สารผสมเพิ่มจะให้ผลแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ที่ใช้, ขนาด รูปร่าง และส่วนขนาดคละของวัสดุมวลรวม, น้ำ และอุณหภูมิ ดังนั้น การใช้สารผสมเพิ่ม จึงควรได้ทราบถึงข้อมูล ตลอดจนข้อแนะนำในการใช้ของบริษัทผู้ผลิตโดยละเอียด นอกจากนี้ สารผสมเพิ่มจะให้ผลดี ต่อเมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสม สารผสมเพิ่มที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่

7.1 สารเร่งการก่อตัว (Accelerators)

สารเร่งการก่อตัวจะทำให้คอนกรีตก่อตัวและแข็งตัวเร็วขึ้นกว่าปกติ นอกจากนี้ผลพลอยได้ของการใช้สารเร่งการก่อตัว คือ จะทำให้คอนกรีตมีกำลังในระยะแรกสูงกว่าคอนกรีตธรรมดา โดยทั่วไปแล้วสารเร่งการก่อตัวจะใช้เมื่อต้องการเร่งเวลาการถอดแบบหล่อ หรือเมื่อต้องการให้คอนกรีตรับแรงได้เร็วกว่าปกติ เช่น การทำเสาเข็มธรรมดา และเสาคอนกรีตอัดแรง ใช้อุดรูรั่วในเนื้อคอนกรีต

สารที่นิยมใช้เป็นตัวเร่งการก่อตัวคือ แคลเซี่ยมคลอไรด์ และโซเดี่ยมซิลิเกต เป็นต้น

7.2 สารหน่วงการก่อตัว (Retarders)

สารหน่วงการก่อตัว มีคุณสมบัติช่วยให้คอนกรีตก่อตัวช้ากว่าธรรมดา (เกินกว่า 1 ½ ชั่วโมง) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ ในกรณีที่ต้องเสียเวลาเคลื่อนย้ายคอนกรีตที่ผสมแล้วไปยังจุดเทที่อยู่ไกล ๆ หรือในกรณีที่ต้องใช้เวลาในการเคลื่อนย้าย และการเทนาน ๆ ข้อเสียของการใช้สารหน่วงการก่อตัว คือ จะทำให้กำลังคอนกรีตลดต่ำไปในช่วง 3 วันแรก แต่ผลพลอยได้คือ ช่วยลดปริมาณน้ำได้ประมาณ 5 – 15% ซึ่งเป็นผลทำให้คอนกรีตมีกำลังสูงในระยะเวลาหลัง และมีกำลังเท่ากับหรือสูงกว่าคอนกรีตธรรมดาเมื่อ อายุ 28 วัน

สารชนิดนี้ ได้แก่ แคลเซียม หรือยิบซัม ซึ่งบริษัทผู้ผลิตปูนซีเมนต์ทั้งหลาย ก็ได้ใช้ปนอยู่แล้วในปูนซีเมนต์ที่ผลิต

7.3 สารลดปริมาณน้ำ (Water Reducing Admixture)

สารลดปริมาณน้ำ จะช่วยลดปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในส่วนผสมคอนกรีต แต่ยังได้ความข้นเหลวเทียบเท่ากับคอนกรีตธรรมดา เมื่อใช้น้ำในส่วนผสมคอนกรีตน้อยลง (อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์น้อยลง) จะมีผลในการเพิ่มกำลังของคอนกรีต

สารชนิดนี้เป็นสารอินทรีย์ ส่วนใหญ่ทำมาจากเกลือลิกโนซัลโฟนิค (Lignosulfonic Acid) หรือเกลือ และสารประกอบของกรดไฮดรอกซี่คาร์บอซีลิค (Hydroxycarboxylic Acid) หรือสารประกอบโพลีเมอร์บางชนิด เช่น โพลิเมอร์ไฮดรอกซีเลต (Hydroxylated Polymers)

7.4 สารป้องกันน้ำ (Waterproofing)

สารป้องกันน้ำจะทำให้คอนกรีตทึบน้ำกันน้ำไม่ให้น้ำซึมผ่านได้ สารป้องกันน้ำจะเข้าไปแทรกอุดรูเล็ก ๆ ในคอนกรีตทำให้คอนกรีตทึบน้ำ ถ้าสามารถออกแบบส่วนผสมคอนกรีตให้พอดี และสามารถผสมคอนกรีตได้ตามที่ออกแบบ เมื่อนำคอนกรีตไปหล่อแล้วคอนกรีตจะแน่นทึบกันน้ำ แต่กรณีไม่สามารถทำได้ก็จำเป็นต้องใช้สารชนิดนี้ช่วย สารป้องกันน้ำมักจะใช้กับคอนกรีตที่ต้องการไม่ให้น้ำซึมผ่านได้ เช่น โครงสร้างที่กั้นน้ำห้องใต้ดิน อุโมงค์ สระน้ำ หลังคา พื้นห้องน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้สารป้องกันน้ำยังนำมาใช้กับมอร์ต้า (ปูน ทราย น้ำ) ที่ใช้โบกกำแพง หรือเทพื้นเพื่อกันมิให้ความชื้นซึมเข้าไปได้ และป้องกันราชื้น

สารชนิดนี้เป็นพวก อัลคาไลน์ซิลิเกต (Alkaline Silicates) เช่น โซเดียมซิลิเกตหรืออลูมิเนียมและสังกะสีซัลเฟต (Zinc Sulphates)

7.5 **สารกระจายกักฟองอากาศ** (Air-Entraining Admixture)

สารกระจายกักฟองอากาศ จะช่วยทำให้เกิดฟองอากาศเล็ก ๆ มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น แผ่ปนอยู่ทั่วเนื้อคอนกรีต โดยฟองเหล่านี้จะไม่ทะลุถึงกันได้ ในคอนกรีต 1 ลบ.ม. อาจมีฟองอากาศเล็ก ๆ นี้ประมาณ 3 - 6 % ของเนื้อคอนกรีตทั้งหมดโดยปริมาตร การที่ในเนื้อคอนกรีตมีฟองอากาศขนาดเล็ก ๆ เหล่านี้ จะช่วยทำให้คอนกรีตมีความสามารถในการเทได้มากขึ้น แม้ว่าจะมีปริมาณน้ำน้อยก็ตาม เพราะฟองอากาศเหล่านี้จะช่วยทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นแทนน้ำ นอกจากนี้ช่วยมิให้น้ำในคอนกรีตแข็งเป็นน้ำแข็งก่อนที่คอนกรีตจะก่อตัว ซึ่งเป็นประโยชน์ในการหล่อคอนกรีตในฤดูหนาว หรือในที่ที่มีอากาศหนาวเย็นมาก

สารกระจายกักฟองอากาศยังช่วยลดการแยกตัว, การสูญเสียน้ำ, ไม่รั่วซึมรวมทั้งเพิ่มความต้านทานซัลเฟตด้วย ข้อเสียของการใช้สารนี้ก็คือทำให้คอนกรีตมีกำลังต่ำลง เนื่องจากคอนกรีตมีรูพรุนมาก และในการใช้เครื่องเขย่าคอนกรีต เพื่อทำให้คอนกรีตแน่นตัว ต้องระวังให้มากกว่าเดิม เพราะถ้าเขย่ามากแล้วจะทำให้จำนวนฟองอากาศลดน้อยลงไปเกือบ 50 เปอร์เซ็นต์

สารกระจายกักฟองอากาศมีหลายชนิด อาจทำมาจาก ยางไม้ ไขมัน น้ำมันสัตว์–พืช นอกจากการใช้สารเคมีกระจายกักฟอกอากาศมาผสมในคอนกรีตแล้ว ปัจจุบันยังมีคอนกรีตกระจายกักฟองอากาศซึ่งผลิตขึ้นโดยใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดกระจายกักฟองอากาศ (Air-Enrraining Cement) ซึ่งให้คุณสมบัติเช่นเดียวกันกับการเติมสารดังได้กล่าวมาแล้ว

บรรณานุกรม

ดร.รชฎ กาญจนวนิชย์. อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก. กรุงเทพ :
บริษัท เอเซียเพรส จำกัด.

พิภพ สุนทรสมัย. (2528). ปฏิบัติการและควบคุมงานคอนกรีต. กรุงเทพฯ.
โรงพิมพ์ ภาพพิมพ์.

วินิต ช่อวิเชียร. (2529). คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ.
ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป. สัมพันธ์พาณิชย์.