มทช. 101-2563

มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

(Concrete and Reinforced Concrete Works)

1. ขอบข่าย (Scope)

มาตรฐานนี้ เป็นเกณฑ์กำหนดใช้กับโครงสร้างงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก อาทิ เขื่อนป้องกันคันทาง ระบบระบายน้ำ และส่วนประกอบงานทาง เป็นต้น นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานจะระบุเป็นอย่างอื่น

2. ข้อกำหนดวัสดุ (Materials Specifications)

2.1 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานโครงสร้าง ให้ใช้ปูนซีเมนต์ดังต่อไปนี้

2.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทต่างๆ 5 ประเภท ดังนี้

2.1.1.1 ประเภท 1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ทั่วไปที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษ

2.1.1.2 ประเภท 2 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความทนซัลเฟตปานกลางหรือเกิดความร้อนปานกลางขณะทำปฏิกิริยากับน้ำ

2.1.1.3 ประเภท 3 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการค่าความต้านแรงอัดสูงได้เร็ว

2.1.1.4 ประเภท 4 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความร้อนต่ำขณะทำปฏิกิริยากับน้ำ

2.1.1.5 ประเภท 5 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความทนซัลเฟตสูง

2.1.2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.849 : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงสร้างที่สัมผัสหรือได้รับอิทธิพลจากดินเค็ม น้ำเค็ม หรือน้ำกร่อย

2.1.3 ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2594 : ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกชนิดใช้งานทั่วไป สัญลักษณ์ GU

2.2 มวลรวมละเอียด (ทราย)

2.2.1 ต้องเป็นทรายน้ำจืดหรือทรายบก เม็ดหยาบ คม แข็งแกร่ง สะอาดปราศจากวัสดุปนเปื้อน เช่น เปลือกหอย ดิน เถ้าถ่าน หรือสารอินทรีย์ต่างๆ ปนเปื้อน

2.2.2 ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานกรมทางหลวงชนบท จากการทดสอบตาม มทช.(ท) 101 : มาตรฐานการทดสอบวัสดุมวลรวมผสมคอนกรีต และมีค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness Modulus) ตั้งแต่ 2.3 ไม่เกิน 3.1

2.3 มวลรวมหยาบ (หินหรือกรวด)

2.3.1 ต้องเป็นหินหรือกรวดน้ำจืดตามขนาดที่กำหนด แข็งแกร่ง เหนียว ไม่ผุ และสะอาด ปราศจากวัสดุปนเปื้อน ขนาดไม่ใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร และไม่ใหญ่กว่า 1/5 ของด้านในที่แคบที่สุดของแบบหล่อ และต้องไม่ใหญ่กว่า 3/4 ของระยะช่องว่าง (Clear Spacing) ระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด และมีค่าเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดใหญ่สุดที่ยอมให้ ของมวลรวมหยาบ สำหรับโครงสร้างแต่ละชนิด

ชนิดของโครงสร้าง	ขนาดใหญ่สุดที่ยอมให้ (มิลลิเมตร)
ฐานราก เสา คาน	40
พื้นและครีบ	25
ผนังซึ่งมีความหนา ≥12.5 เซนติเมตร	40
ผนังซึ่งมีความหนา <12.5 เซนติเมตร	25

2.3.2 ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานกรมทางหลวงชนบท จากการทดสอบตาม มทช.(ท) 101.1 : มาตรฐานการทดสอบวัสดุมวลรวมผสมคอนกรีต และมีการกระจายของขนาดเม็ดวัสดุได้ตามที่กำหนด

2.4 น้ำ

2.4.1 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตให้ใช้น้ำประปา

2.4.2 ในกรณีที่หาน้ำประปาไม่ได้ ต้องเป็นน้ำจืดปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีตและเหล็กเสริม และต้องมีคุณสมบัติผ่านมาตรฐานกรมทางหลวงชนบท โดยทดสอบคุณสมบัติตาม มทช.(ท) 104 : มาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต

2.5 สารผสมเพิ่ม

2.5.1 สารเคมีผสมเพิ่ม (Chemical Admixtures) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 733: สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต เช่น

2.5.1.1 ประเภทสารลดน้ำ (Water Reducers หรือ Plasticizers)

(1) ลดปริมาณน้ำต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีตแล้ว คงเทได้ดีเหมือนเดิม

(2) เพิ่มการเทได้ดีกว่าเดิม โดยปริมาณน้ำต่อหน่วยปริมาตรคอนกรีตคงเดิม

2.5.1.2 ประเภทสารเร่งการแข็งตัว (Accelerators) เพื่อลดระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตให้สั้นลง

2.5.1.3 ประเภทสารหน่วงการแข็งตัว (Retarders) เพื่อยืดระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตให้ยาวนานขึ้น

2.5.2 หากต้องการใช้สารเคมีผสมเพิ่ม มากกว่า 1 ประเภทพร้อมกัน จะต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อกันของสารเคมีผสมเพิ่ม แต่ละชนิดด้วย ดังนั้นจึงควรปรึกษาผู้ผลิตหรือทำการทดลองผสมก่อน

2.5.3 การใช้สารเคมีผสมเพิ่ม ต้องแสดงรายละเอียดส่วนประกอบหลักทางเคมี ข้อแนะนำในการใช้ ข้อจำกัดต่างๆ รวมถึงปริมาณสูงสุดที่จะใช้ หากไม่มีรายละเอียดดังกล่าว จะต้องทดลองผสมและทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีต เช่น ความสามารถในการเท กำลังที่ระยะต้น กำลังที่ระยะยาวและความคงทน เป็นต้น และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนนำไปใช้

2.6 คอนกรีต

2.6.1 คอนกรีตทั่วไป เป็นคอนกรีตที่ได้จากการผสมวัสดุ ตามข้อ 2.1 ถึง 2.4 และ/หรือสารผสมเพิ่มตามข้อ 2.5 ในอัตราส่วนผสมที่ได้ออกแบบไว้ ด้วยเครื่องผสม โดยแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ตามกำลังอัดของคอนกรีต ดังแสดงในตารางที่ 2 หากไม่มีการระบุชนิดคอนกรีตไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือว่าคอนกรีตที่ใช้ในโครงสร้างทั่วไปเป็นชนิด ค.18

2.6.2 คอนกรีตผสมเสร็จ (Ready-Mixed Concrete) เป็นคอนกรีตที่ได้จากการผสมวัสดุ ตามข้อ 2.1 ถึง 2.4 และ/หรือสารผสมเพิ่ม ตามข้อ 2.5 ในอัตราส่วนผสมที่ได้ออกแบบไว้ ด้วยโรงงานผสมหรือรถผสมคอนกรีต แล้วส่งจนถึงสถานที่ก่อสร้าง โดยแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ตามกำลังอัดของคอนกรีต ดังแสดงในตารางที่ 2 หากไม่ระบุชนิดคอนกรีตไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือว่าคอนกรีตที่ใช้ในโครงสร้างทั่วไปเป็นชนิด ค.18

ตารางที่ 2 ชนิดของคอนกรีตและกำลังอัดประลัยต่ำสุด ที่อายุ 28 วัน

ชนิดคอนกรีต	กำลังอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตมาตรฐานแบบลูกบาศก์ 15*15*15 ซม. (กก./ตร.ซม.)	กำลังอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตมาตรฐานแบบทรงกระบอก 15*30 ซม. (กก./ตร.ซม.)
ค18	180	145
ค21	210	175
ค 24	240	200
ค28	280	235

ค30	300	250
ค 35	350	290
ค42	420	350
ค45	450	400
ค50	500	450

หมายเหตุ 1. ชนิดคอนกรีต เลขต่อท้ายอักษร “ค” แสดงถึงค่ากำลังอัดประลัยต่ำสุด ของแท่งคอนกรีตมาตรฐานแบบลูกบาศก์หารด้วยสิบ

2. งานผิวจราจรคอนกรีต มีค่ากำลังอัดประลัยต่ำสุด ของแท่งคอนกรีตมาตรฐานแบบลูกบาศก์ไม่น้อยกว่า 325 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ให้เป็นไปตาม มทช. 231 : มาตรฐานงานผิวจราจรคอนกรีต

2.7 เหล็กเสริมคอนกรีต

ให้เป็นไปตาม มทช.103 : มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

3. ข้อกำหนดการก่อสร้าง (Construction Requirements)

การก่อสร้างงานคอนกรีต ต้องทำการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตทุกขั้นตอนให้ดี ตั้งแต่การเตรียมวัสดุ การกำหนดอัตราส่วนผสม การผสม การลำเลียง การเท การทำให้แน่น การบ่มและการอื่นๆ เพื่อให้คอนกรีตที่ได้ มีความแข็งแรงและความคงทนตามต้องการ

3.1 ปูนซีเมนต์

3.1.1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมด ถ้าแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้กำหนดว่าเป็นปูนซีเมนต์ประเภทใด ให้ถือว่าเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตามข้อ 2.1.1 หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ชนิดใช้งานทั่วไป สัญลักษณ์ GU ตามข้อ 2.1.3

3.1.2 โครงสร้างที่ต้องการให้รับกำลังอัดสูงได้เร็ว ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3 ตามข้อ 2.1.1.3

3.1.3 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องบรรจุถุงเรียบร้อยหรือเป็นปูนซีเมนต์ที่เก็บในภาชนะบรรจุของบริษัทผู้ผลิต

3.1.4 ปูนซีเมนต์บรรจุถุงต้องเก็บไว้บนที่จัดเตรียมไว้ ในระดับสูงกว่าพื้นอาคารไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ภายในอาคารที่มีหลังคาคลุม มีฝากั้นกันฝนได้ดี และมีการปิดคลุมกันความชื้นอย่างดี

3.1.5 ห้ามใช้ปูนซีเมนต์เสื่อมคุณภาพ อาทิ ปูนซีเมนต์ซึ่งแข็งตัวจับกันเป็นก้อน เป็นต้น

3.1.6 ในโครงสร้างชนิดเดียวกัน เช่น เสา คาน พื้น เป็นต้น ห้ามใช้ปูนซีเมนต์ต่างประเภทตามข้อ 2.1 ผสมเป็นคอนกรีตในคราวเดียวกัน

3.2 มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด

3.2.1 มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ต้องกองที่ที่เหมาะสม แยกกองแต่ละขนาด และป้องกันไม่ให้ปะปนกัน

3.2.2 มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ควรต้องมีการป้องกันไม่ให้เปียกหรือแห้งมากเกินไป ซึ่งอาจส่งผลกระทบกับคอนกรีต อาทิ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เกินกำหนด หรืออุณหภูมิของคอนกรีตสูงขึ้น

3.2.3 ในการกองหรือการเคลื่อนย้ายมวลรวม ต้องไม่ก่อให้เกิดการแยกตัวของขนาดมวลรวม และไม่ให้มีสิ่งสกปรกเข้าปะปน รวมทั้งไม่ทำให้เกิดการแตกหักเป็นชิ้นของมวลรวม

3.3 สารผสมเพิ่ม

3.3.1 การเก็บสารผสมเพิ่มต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อน

3.3.2 ไม่ใช้สารผสมเพิ่มที่เสื่อมสภาพหรือมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปแล้ว

3.3.3 ควรป้องกันไม่ให้สารผสมเพิ่มที่เป็นของเหลว มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้คุณสมบัติของสารผสมเพิ่มเสื่อมคุณภาพ

3.4 ส่วนผสมคอนกรีต

3.4.1 ก่อนเริ่มงานในระยะเวลาสมควร ผู้รับจ้างต้องเสนอผลการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตต่อผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณาตรวจสอบ หรือส่งให้กรมทางหลวงชนบทเป็นผู้ออกแบบส่วนผสม โดยปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ จะต้องกำหนดโดยวิศวกรผู้ออกแบบส่วนผสม ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของคอนกรีตและการใช้งานที่เหมาะสมด้วย อย่างไรก็ตาม ส่วนผสมดังกล่าวไม่เป็นการทำให้ผู้รับจ้างพ้นภาระความรับผิดชอบในกรณีคอนกรีตมีกำลังอัดประลัยต่ำกว่าค่าที่กำหนด

3.4.2 กรณีที่มีปริมาณงานคอนกรีตทั้งสัญญาไม่มากกว่า 50 ลูกบาศก์เมตร หากไม่มีผลการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต ค18 หรือ ค21 หรือ ค24 ให้ใช้ส่วนผสมที่มีปูนซีเมนต์ตามตารางที่ 3 ขณะทำการก่อสร้าง ให้เก็บตัวอย่างส่งทดสอบเป็นรายวันอย่างน้อย 1 ชุด (3 ก้อน) ต่อวัน ซึ่งกำลังอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดด้วย

ตารางที่ 3 ชนิดของคอนกรีตและกำลังอัดประลัยต่ำสุด ที่อายุ 28 วัน

ชนิดของคอนกรีต	กำลังอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตมาตรฐานแบบลูกบาศก์ 15x15x15 ซม. (กก./ตร.ซม.)	ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต่อคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตรต้องไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม)
ค18	180	290
ค21	210	300
ค24	240	320

ทั้งนี้ การใช้แนวทางนี้ ไม่เป็นการทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นภาระความรับผิดชอบ ในกรณีที่งานคอนกรีตที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ มีค่ากำลังอัดประลัยต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด

3.4.3 หลักการของการเลือกส่วนผสม

3.4.3.1 การใส่น้ำในปริมาณมาก ทำให้เทคอนกรีตได้ง่าย แต่จะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลง จึงให้ใส่น้ำในสัดส่วนที่ทำให้ค่าการยุบตัวของคอนกรีตได้ตามแบบกำหนด

3.4.3.2 ขนาดของมวลรวม ต้องพิจารณาจากขนาดของโครงสร้างแต่ละชนิดที่จะเทคอนกรีต ตามข้อ 2.3

3.4.3.3 ปัจจัยด้านความคงทนของคอนกรีตขึ้นอยู่กับ

(1) ขนาดของมวลรวมหยาบ หากมีขนาดใหญ่กว่า จะมีความคงทนนานกว่า

(2) ความทึบน้ำ หากค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์น้อยกว่า หรือปริมาณซีเมนต์มากกว่า จะมีความคงทนนานกว่า

3.4.3.4 กรณีมีการใช้ทราย หรือมีการใช้สารเคมีผสมเพิ่ม ที่มีส่วนประกอบของคลอไรด์อยู่ด้วย ปริมาณคลอไรด์รวมในคอนกรีตของส่วนผสมแต่ละชนิดรวมกัน จะต้องมีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนด

3.5 การผสมคอนกรีต

3.5.1 การผสมที่หน้างาน ด้วยเครื่องโม่ผสมคอนกรีต จะต้องหมุนโม่ด้วยความเร็วระหว่าง 14-20 รอบต่อนาที ก่อนการใส่วัสดุส่วนผสมต่างๆ ลงในโม่ จะต้องเติมให้น้ำบางส่วนลงไปในโม่ก่อน

ใส่วัสดุมวลรวมและปูนซีเมนต์จากภาชนะตวง หลังจากที่ใส่วัสดุมวลรวมและปูนซีเมนต์ลงในโม่ครบแล้ว ให้เติมน้ำโดยการปล่อยให้ไหลลงไปติดต่อกันภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วินาที แต่ไม่เกินหนึ่งในสี่ของระยะเวลาผสมที่ได้กำหนดไว้ จนได้ปริมาณน้ำตามที่กำหนด ระยะเวลาผสมให้เริ่มนับหลังจากใส่วัสดุส่วนผสมต่างๆ นอกจากน้ำลงในโม่หมดแล้ว

เครื่องโม่ผสมที่มีขนาดความจุของโม่ไม่มากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาผสมต้องไม่น้อยกว่า 60 วินาที และไม่มากกว่า 80 วินาที

เครื่องโม่ผสมที่มีขนาดความจุมากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาผสมให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

ถ้าเครื่องผสมเป็นแบบโม่คู่ ระยะเวลาที่เหลื่อมกันระหว่างโม่ จะไม่นับรวมเป็นระยะเวลาผสม

เมื่อผสมคอนกรีตเสร็จแล้ว ให้เทคอนกรีตออกจากโม่ให้หมด ก่อนที่ใส่วัสดุส่วนผสมสำหรับโม่ต่อไป คอนกรีตที่ผสมไม่ถึงระยะเวลาที่กำหนด ห้ามนำมาใช้งาน

ปริมาณคอนกรีตที่ผสมในแต่ละโม่ จะต้องไม่มากกว่าขนาดของความจุของโม่ ซึ่งระบุไว้บนแผ่นป้ายรับรองของบริษัทผู้ผลิต ที่ติดอยู่เครื่องโม่ผสม อาจอนุญาตให้ผสมเกินได้ถึงร้อยละ 10 ของขนาดความจุ หากความข้นเหลวของคอนกรีตสม่ำเสมอ ไม่แยกตัว ไม่ล้นออกจากโม่ และผลการทดสอบกำลังอัดของแท่งคอนกรีตเป็นไปตามข้อกำหนด

ขณะเทคอนกรีต หากมีความข้นเหลวไม่ถูกต้องตามที่กำหนด ห้ามนำมาใช้งาน และคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้ว ห้ามนำกลับมาผสมใหม่โดยการเติมน้ำ หรือวิธีอื่นใด

3.5.2 การผสมด้วยโรงงานผสม การปล่อยวัสดุส่วนผสมต่างๆ และการเติมน้ำลงในโม่ ให้ถือปฏิบัติตามข้อ 3.5.1 เครื่องผสมที่มีขนาดความจุไม่มากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาผสมจะต้องไม่น้อยกว่า 80 วินาที และเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 20 วินาที ต่อความจุที่เพิ่มขึ้น 1 ลูกบาศก์เมตร ยกเว้นแต่มีการตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อคอนกรีต และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเป็นอย่างอื่น

3.5.3 การผสมด้วยรถผสมคอนกรีต อาจจะใช้รถผสมคอนกรีตทำการผสมให้แล้วเสร็จที่โรงงานผสมแล้วนำไปเทที่หน้างาน โดยในระหว่างขนส่งให้กวนคอนกรีตไปด้วย หรืออาจจะใช้รถผสมคอนกรีตทำการผสมให้แล้วเสร็จที่หน้างานก็ได้ ถังผสมคอนกรีตอาจเป็นแบบโม่หมุน แบบใบมีด หรือแบบใบพายหมุนกวนคอนกรีต

ระยะเวลาในการผสม ให้กำหนดจากจำนวนรอบหมุนของโม่ โดยให้โม่หรือใบมีดหมุนไม่น้อยกว่า 70 รอบ และไม่มากกว่า 100 รอบ โดยหมุนด้วยอัตราความเร็วในการผสม

ซึ่งผู้ผลิตระบุไว้บนแผ่นป้ายโลหะ หากการผสมคอนกรีตในแต่ละโม่ลดลงมากกว่า 0.4 ลูกบาศก์เมตร จากปริมาณที่ผู้ผลิตระบุ อาจลดจำนวนรอบในการผสมลงได้ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 50 รอบ หากคอนกรีตที่ผสมถึง 100 รอบแล้ว มีความสม่ำเสมอไม่เพียงพอหรือใช้ไม่ได้ ห้ามใช้รถผสมนั้นๆ จนกว่าจะได้มีการแก้ไขให้ถูกต้อง และอนุญาตให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงาน การนับจำนวนรอบของโม่หรือใบมีดในโม่ ให้ใช้เครื่องนับรอบ โดยเริ่มนับเมื่อใส่วัสดุทั้งหมด รวมทั้งน้ำลงในโม่หมดแล้ว

ในกรณีที่จะใช้น้ำล้างโม่ เป็นส่วนหนึ่งของปริมาณน้ำที่จะใช้ผสมคอนกรีตโม่ต่อไป จะต้องวัดปริมาณของน้ำให้ถูกต้อง เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่จะใส่เพิ่มให้ถูกต้อง โดยผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดปริมาณน้ำส่วนนี้ แต่ถ้าไม่สามารถวัดหรือควบคุมปริมาณของน้ำส่วนนี้ได้ ต้องทำให้ไม่มีน้ำเหลืออยู่ในโม่ก่อนการผสมครั้งต่อไป

3.5.4 การนับเวลาที่ใช้ผสม ให้เริ่มนับเมื่อใส่มวลวัสดุต่างๆ ที่ใช้ผสมทั้งหมดลงในโม่หมดแล้ว

3.5.5 การผสม ต้องทำให้คอนกรีตเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอโดยตลอด มีความข้นเหลวเหมาะสมที่สามารถเทและทำให้แน่นได้

3.6 การลำเลียงและการเทคอนกรีต

3.6.1 ต้องตรวจดูแบบหล่อและการวางเหล็กเสริมให้มั่นคง ถูกต้องตามแบบรายละเอียด พร้อมทั้งทำความสะอาดให้ปราศจากเศษวัสดุที่อยู่ในแบบ อุดรอยรั่วต่างๆ ให้เรียบร้อยแล้ว จึงจะทำการผสมและเทคอนกรีตได้

3.6.2 การลำเลียงและการเทคอนกรีต ต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดการแยกตัวของคอนกรีต

3.6.3 คอนกรีตที่ผสมแล้ว ต้องรีบนำไปเทลงในแบบโดยเร็วก่อนจะแข็งตัว ซึ่งไม่ควรเกิน 30 นาที ยกเว้นมีการใช้สารเคมีผสมเพิ่ม ที่สามารถยืดเวลาการก่อตัวของคอนกรีตออกไปได้ และต้องระวังมิให้เหล็กเสริมเคลื่อนหรือเปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม

3.6.4 ถ้าหากเทคอนกรีตในโครงสร้างส่วนหนึ่งส่วนใดไม่เสร็จในคราวเดียวกัน แล้วมีความจำเป็นต้องหยุดเทคอนกรีต จะต้องหยุดตามตำแหน่งที่ผู้ควบคุมงานกำหนด หรือตามตำแหน่งดังนี้

3.6.4.1. โครงสร้างเสา ควรเทคอนกรีตให้ถึงระดับต่ำกว่าท้องคานไม่เกิน 7.50 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นจุดเก็บเศษวัสดุต่างๆ ก่อนทำงานต่อไป

3.6.4.2. โครงสร้างคาน ให้เทคอนกรีตให้เต็มช่วงคาน หากหยุดเทต้องเตรียมฉากกั้นที่ช่วงกึ่งกลางคานแนวตั้งฉาก หากคานหลักใดมีคานซอยเข้าเชื่อม ให้หยุดเทคอนกรีตคานหลัก ที่ระยะ 1 เท่า ของความลึกของคานหลัก ก่อนถึงจุดตัดคานซอย

3.6.4.3. โครงสร้างพื้น ให้เทคอนกรีตให้เต็มช่วงพื้น หากหยุดเทต้องเตรียมฉากกั้นที่ช่วงกึ่งกลางพื้นแนวตั้งฉาก เมื่อจะเทต่อไปให้ทำผิวคอนกรีตให้หยาบ จนเห็นเม็ดหินโผล่โดยตลอด ปราศจากปราศจากเศษหิน และปูนทรายที่หลุดร่วง แล้วล้างผิวที่ทำหยาบนั้นด้วยน้ำสะอาดทันที ก่อนเทคอนกรีตใหม่ ให้พรมน้ำที่ผิวคอนกรีตให้ชื้นแต่ไม่เปียกโชก

3.6.5. ห้ามเทคอนกรีตในขณะที่มีฝนตก เว้นแต่จะมีที่ป้องกัน และให้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

3.7 การทำให้คอนกรีตแน่นตัว

การทำให้คอนกรีตแน่น สามารถทำได้หลายวิธีตามความเหมาะสม ดังนี้

3.7.1 การกระทุ้งด้วยมือ ซึ่งจะต้องกระทุ้งให้สุดความหนาของชั้นที่กำลังเท หรืออาจจะกระทุ้งเลยไปในชั้นคอนกรีตข้างใต้ลงไปประมาณ 10 เซนติเมตร

3.7.2 การใช้เครื่องสั่นสะเทือนภายในแบบหล่อ

3.7.2.1 ให้จุ่มหัวสั่นสะเทือนขึ้นลงตรงๆ ช้าๆ การจุ่ม ต้องจุ่มจนสุดชั้นคอนกรีตที่เทใหม่จนถึงพื้นหรือชั้นที่เทก่อนหน้านี้

3.7.2.2 ให้จุ่มหัวสั่นสะเทือนเป็นจุดๆ ระยะห่างตั้งแต่ 45 ถึง 75 เซนติเมตร โดยใช้เวลาจุ่มนาน 5 ถึง 15 วินาที

3.7.2.3 การถอนหัวสั่นสะเทือนขึ้น ให้ถอนช้าๆ

3.7.2.4 ในการจุ่มหัวสั่นสะเทือน ต้องระวังอย่าให้หัวสั่นสะเทือนถูกแบบหล่อและเหล็กเสริม เพราะจะทำให้แบบหล่อเสียรูป หรือเหล็กเสริมเคลื่อนผิดตำแหน่งได้

3.7.2.5 ห้ามจุ่มหัวสั่นสะเทือนทิ้งไว้นานเกินไป หรือจุ่มซ้ำที่บริเวณเดียวกัน เพราะจะทำให้คอนกรีตแยกตัว และห้ามใช้เกลี่ยคอนกรีต

3.7.3 การใช้เครื่องสั่นสะเทือนตรึงติดแบบหล่อ สามารถใช้ได้ในโครงสร้างที่มีความหนาน้อย ๆ หรือตำแหน่งที่เข้าไม่ถึง ควรเคลื่อนย้ายเครื่องสั่นสะเทือนบ่อย ๆ เพื่อให้เนื้อคอนกรีตมีความแน่นอย่างทั่วถึง

3.8 การบ่มคอนกรีต

เมื่อเทคอนกรีตแล้วเสร็จ ในระหว่างที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ต้องปกคลุมมิให้ถูกแสงแดดและกระแสลมร้อน และต้องป้องกันมิให้คอนกรีตได้รับการสั่นสะเทือน หรือรับน้ำหนักจากภายนอก และห้ามถอดแบบหรือค้ำยันด้วย เมื่อพ้นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หรือเมื่อเสร็จสิ้นการแต่งผิวหน้าและคอนกรีตเริ่มแข็งตัวแล้ว ต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตทันที

3.8.1 สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่สัมผัสกับไม้แบบ หลังเสร็จสิ้นการแต่งผิวหน้าและคอนกรีตเริ่มแข็งตัว ต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตทันที

3.8.2 สำหรับผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับไม้แบบ ต้องรักษาไม้แบบให้มีความชื้นอยู่เสมอ จนกระทั้งถึงเวลาที่ถอดไม้แบบ หลังจากนั้นต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตทันที

3.8.3 การบ่มคอนกรีต สามารถกระทำได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีรวมกันดังนี้

3.8.3.1 การบ่มแบบเปียก เป็นการทำให้ผิวหน้าของคอนกรีตที่สัมผัสกับบรรยากาศ ยังคงมีความเปียกชื้นอยู่ กรณีคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ชนิดใช้งานทั่วไป สัญลักษณ์ GU ต้องบ่มตลอดเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 7 วัน และไม่น้อยกว่า 3 วัน สำหรับกรณีใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 สามารถทำการบ่มทำได้ดังนี้

(1) การขังน้ำ การบ่มโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่อยู่ในแนวราบ อาทิ แผ่นพื้น พื้นสะพาน เป็นต้น

(2) การใช้วัสดุเปียกชื้นคลุม กรณีใช้ผ้าใบ สีของผ้าใบควรเป็นสีขาวหรือสีอ่อน ไม่ดูดซับความร้อน การบ่มโดยวิธีนี้ใช้ได้ทั้งกับโครงสร้างที่อยู่ในแนวราบและแนวดิ่ง

(3) การฉีดหรือพรมน้ำ การบ่มโดยวิธีนี้ใช้ได้ทั้งสำหรับโครงสร้างที่อยู่ในแนวราบและแนวดิ่ง อาทิ พื้น ผนัง กำแพง เป็นต้น

3.8.3.2 การบ่มโดยป้องกันการเสียน้ำของเนื้อคอนกรีต สามารถทำการบ่มทำได้ดังนี้

(1) การใช้กระดาษกันน้ำซึมได้ กระดาษที่ใช้ควรเป็นกระดาษเหนียวเป็นชั้น ยึดติดกันด้วยกาวประเภทยางมะตอย และเสริมความเหนียวด้วยใยแก้ว การบ่มโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่อยู่ในแนวราบ

(2) การใช้แผ่นพลาสติก แผ่นพลาสติกที่ใช้ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร เหมาะสำหรับงานโครงสร้างที่ไม่เน้นความสวยงามของผิว เช่น รางน้ำ เป็นต้น

(3) การใช้สารเคมี ทำได้โดยฉีดพ่นสารเคมีสำหรับการบ่มลงบนผิวหน้าของคอนกรีตที่ต้องการบ่มและควรฉีดพ่นซ้ำมากกว่า 1 เที่ยว เพื่อให้แผ่นฟิล์มเคลือบผิวหน้าคอนกรีตมีความหนาเพียงพอ และควรฉีดพ่นทันทีที่ผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้ง การบ่มโดยวิธีนี้ จะใช้ได้ต่อเมื่อไม่สามารถบ่มคอนกรีตแบบอื่นได้

3.9 การแต่งผิวคอนกรีต

3.9.1 เมื่อถอดแบบออกแล้ว ถ้าเนื้อคอนกรีตมีลักษณะเป็นรูพรุน หรือขรุขระ ก่อนที่จะดำเนินการต่อไป ให้แจ้งผู้ควบคุมงานตรวจสอบพิจารณาเสียก่อน

3.9.2 เมื่อต้องการ ฉาบปูนทับผิวหน้าคอนกรีต เพื่อทำให้ผิวหน้าคอนกรีตเรียบ ควรราดน้ำให้ชื้นก่อนฉาบ เมื่อฉาบปูนเสร็จแล้ว ให้มีการป้องกันผิวหน้าแห้งเป็นเวลาต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 3 วัน

3.9.3 การฉาบปูนผิวคอนกรีตที่จะใช้ขังน้ำ ให้ฉาบภายในด้วยปูนขัดมัน ส่วนภายนอกให้ฉาบปูนตกแต่งผิวให้เรียบร้อย หรือตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

3.10 ส่วนหุ้มของคอนกรีต

ถ้ามิได้แสดงไว้ในแบบรายละเอียดแล้ว ให้ใช้ส่วนหุ้มคอนกรีต จากผิวไม้แบบถึงผิวนอกเหล็กเสริมดังต่อไปนี้

พื้นทั่วไป ทางเท้า รางระบายน้ำ ที่หนาไม่เกิน 12 เซนติเมตร	1.5 เซนติเมตร
พื้นสะพาน และโครงสร้างระบายน้ำ	2.5 เซนติเมตร
เสา และคาน	2.5 เซนติเมตร
เสาตอม่อ	4.0 เซนติเมตร
ฐานราก	5.0 เซนติเมตร
เสาเข็ม	5.0 เซนติเมตร
โครงสร้างที่สัมผัสดินเค็มหรือน้ำเค็ม	7.5 เซนติเมตร

3.11 การหล่อตัวอย่างคอนกรีตและการทดสอบ

3.11.1 ในการเทคอนกรีต ต้องทำการทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต ทุกครั้งที่เปลี่ยนอัตราส่วนผสมของน้ำกับปูนซีเมนต์ หรือเมื่อผู้ควบคุมงานเห็นว่าคอนกรีตข้นหรือเหลวเกินไป โดยวิธีทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต ให้เป็นไปตาม มทช.(ท) 103 : วิธีการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) ซึ่งค่าการยุบตัวของคอนกรีต ควรเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าการยุบตัวสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่างๆ

งานก่อสร้างประเภทต่างๆ	ค่าการยุบตัวที่ยอมให้ (เซนติเมตร)	
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ฐานราก	7.5	5.0
แผ่นพื้น คาน ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	5.0
เสา ตอม่อ	12.5	5.0
ครีบคอนกรีตเสริมเหล็กและผนังบางๆ	15.0	5.0

3.11.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแบบเหล็กหล่อตัวอย่างคอนกรีต ขนาดมาตรฐานรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร หรือทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร แล้วเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่หน้างานลงในแบบหล่อต่อหน้าผู้ควบคุมงาน แล้วนำไปเก็บบำรุงรักษาตาม มทช.(ท) 102 : มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานและการนำไปบำรุงรักษา

3.11.3 การเก็บตัวอย่างคอนกรีต ให้เก็บทุกวันที่มีการเทคอนกรีตอย่างน้อยวันละ 1ชุด (3 ก้อน) เพื่อนำไปทดสอบหาค่ากำลังอัดคอนกรีต โดยวิธีการเก็บดังนี้

3.11.3.1 เก็บเมื่อหล่อคอนกรีตแต่ละส่วนของโครงสร้าง อาทิ ฐานราก เสา คาน และพื้น

3.11.3.2 เก็บทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแหล่งมวลรวมหยาบ หรือมวลรวมละเอียด

3.11.3.3 เก็บตัวอย่างคอนกรีตไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง ในแต่ละวันที่มีการเทคอนกรีต

3.11.3.4 หากไม่มีการกำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้เก็บตัวอย่างคอนกรีตทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตทุกๆ 50 ลูกบาศก์เมตร และเศษของ 50 ลูกบาศก์เมตร ในกรณีเทพื้นและผนังให้เก็บตัวอย่างคอนกรีตทุกๆ การเทคอนกรีต 250 ตารางเมตร

3.11.3.5 สำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ กำหนดให้เก็บ 3 ช่วง คือ ปากโม่ กลางโม่ และก้นโม่ของรถผสม จำนวนตัวอย่างที่เก็บ ให้เป็นไปตามข้อ 3.11.3.1 ถึง 3.11.3.3

3.11.3.6 การเก็บจากเครื่องโม่ผสม ให้เก็บตัวอย่างจากที่กลางๆ ของปริมาณคอนกรีตที่เทลงในภาชนะรองรับ (กระบะหรือรถเข็นปูน)

3.12 การพิจารณาผลการทดสอบ

คอนกรีตที่หล่อแล้วจะยอมรับได้ต่อเมื่อ ผลการทดสอบกำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

3.12.1 กำลังอัดประลัยของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตามที่แบบกำหนด ถ้าแท่งตัวอย่างคอนกรีตใดมีกำลังอัดประลัยต่ำกว่าที่กำหนด กำลังอัดประลัยเฉลี่ยทั้ง 3 ของตัวอย่าง ต้องสูงกว่าที่กำหนดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 และผลต่างของกำลังอัดประลัยที่มีกำลังต่ำสุด กับค่าที่กำหนดต้องไม่เกินร้อยละ 10

3.12.2 การพิจารณากำลังอัดประลัยเพื่อการตรวจรับงานคอนกรีตก่อนอายุคอนกรีตครบ 28 วัน แต่ไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้ตรวจรับได้ แต่ต้องมีผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของแท่งตัวอย่าง

คอนกรีตที่เก็บจากการเทโครงสร้างจริงที่หน้างาน ให้ค่ากำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตามที่แบบกำหนด

3.12.3 หากปรากฏว่าค่ากำลังอัดประลัยของผลการทดสอบดังกล่าว ไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตามที่แบบกำหนด ผู้รับจ้างต้องสกัดหรือรื้อส่วนที่เทคอนกรีตไปแล้วนั้นออกเสีย แล้วจัดการหล่อใหม่โดยใช้คอนกรีตซึ่งมีคุณภาพได้กำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตามที่แบบกำหนด หรือผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีตรวจสอบที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ทั้งนี้ความเสียหายและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหล่อคอนกรีตใหม่ หรือการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างส่วนนั้น ๆ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

3.12.4 การทดสอบหาค่ากำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องส่งให้หน่วยงานของกรมทางหลวงชนบท หรือหน่วยงานที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและสามารถร่วมทำการทดสอบได้ เป็นผู้ทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

3.13 แบบหล่อ

3.13.1 แบบหล่อต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรงมีผิวเรียบ ไม่ผุ ไม่คดงอ อาทิ เหล็ก ไม้ เป็นต้น

3.13.2 แบบหล่อต้องเข้าแบบให้สนิทเพื่อกันน้ำปูนรั่ว ผิวด้านในของแบบที่สัมผัสกับคอนกรีต ต้องเรียบและต้องล้างให้สะอาดก่อนลงมือเทคอนกรีตเสมอ และลบมุมชิ้นส่วนคอนกรีตชิ้นส่วนคอนกรีตที่เป็นมุมแหลม นอกจากจะมีข้อกำหนดห้ามไว้

3.13.3 จัดให้มีช่องว่างเปิดชั่วคราวที่ด้านล่างของแบบหล่อคอนกรีต เสาหรือผนัง เพื่อให้สามารถทำความสะอาดหรือตรวจสอบก่อนการเทคอนกรีต

3.13.4 ต้องยึดลิ่มสำหรับปรับแต่งระดับหรือระยะของแบบหล่อให้แน่นอยู่กับที่ได้ ภายหลังจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนการเทคอนกรีต

3.13.5 แบบหล่อและนั่งร้านรองรับคอนกรีตเหลว ต้องมั่นคงแข็งแรงพอรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนเมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือนคอนกรีตได้ โดยไม่ทรุดตัวหรือแอ่นตัวจนเสียระดับหรือแนว

3.13.6 หากเกิดการเสียระดับหรือแนวหรือผิดขนาดจนเห็นว่าจะเกิดผลเสียหาย ผู้รับจ้างต้องทุบทำลายชิ้นส่วนนั้นทิ้งชิ้นแล้วหล่อใหม่ให้ถูกต้องโดยจะคิดมูลค่าเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างไม่ได้ ทั้งนี้มิได้ทำให้ผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อผลเสียหายใดๆที่อาจจะเกิดจากการทุบทำลายชิ้นส่วนนั้นๆ

3.13.7 แบบหล่อและค้ำยัน จะถอดออกไม่ได้จนกว่าจะถึงเวลากำหนด การถอดแบบต้องไม่ให้คอนกรีตได้รับการสั่นสะเทือน และให้ถือกำหนดเวลาการถอดแบบ ค้ำยัน และนั่งร้านดังต่อไปนี้

แบบข้างคาน กำแพง ฐานราก	2 วัน
แบบข้างเสา	3 วัน
แบบล่างรองรับพื้นคาน	14 วัน
และเมื่อถอดแล้วให้ค้ำตามจุดต่างๆ ที่เหมาะสมไว้อีก	14 วัน

ทั้งนี้ ให้ยกเว้นในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดแข็งตัวเร็ว ให้ถือกำหนดถอดแบบได้เมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน

3.13.8 แบบหล่อที่รื้อออกแล้ว ก่อนที่จะนำมาใช้ใหม่จะต้องทำความสะอาดและตกแต่งให้เรียบร้อยเสียก่อนจึงจะนำไปใช้อีกได้