

สทร. HSR-CT-2002:2568

มาตรฐานกำหนดคุณลักษณะเฉพาะคอนกรีตที่เกี่ยวข้องกับการรับน้ำหนักและความคงทนสำหรับ
โครงการรถไฟความเร็วสูง

Standards specifications for concrete related to load bearing and durability for
high-speed rail projects

1. ขอบข่าย

- 1.1 ข้อกำหนดทางเทคนิคฉบับนี้กำหนดการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต และรายการคุณลักษณะเฉพาะของคอนกรีตในงานก่อสร้างรถไฟความเร็วสูงที่เกี่ยวข้องกับการรับน้ำหนักและความคงทน ซึ่งมีความต้องการข้อกำหนดพิเศษบางประการที่ต่างจากโครงสร้างทั่วไป เช่น การกำหนดสมบัติของคอนกรีตที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในระยะยาว อายุการใช้งานในสภาพแวดล้อมการใช้งานต่างๆ เป็นต้น ข้อกำหนดฉบับนี้ไม่ครอบคลุมคอนกรีตชนิดพิเศษบางประเภท เช่น คอนกรีตมวลเบา คอนกรีตผสมเส้นใย คอนกรีตสมรรถนะสูงพิเศษ เป็นต้น
- 1.2 ใช้ระบบหน่วย SI (International System Unit) เป็นหน่วยสำหรับข้อกำหนดนี้
- 1.3 คุณลักษณะเฉพาะคอนกรีตที่เกี่ยวข้องกับการรับน้ำหนักและความคงทนสำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูงให้เป็นไปตามแบบแปลน ข้อกำหนดในรายการประกอบแบบเฉพาะงานสัญญาผู้ว่าจ้าง หากเอกสารดังกล่าวไม่ได้ระบุในเรื่องใดไว้ ก็สามารถใช้มาตรฐานฉบับนี้อ้างอิงได้

2. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานอ้างอิงต่อไปนี้จะยึดตามฉบับปรับปรุงล่าสุดในทุก ๆ ครั้งที่มีการบังคับใช้ในมาตรฐาน แต่ต้องไม่ขัดกับมาตรฐานฉบับนี้

- 2.1 มยพ. 1332 มาตรฐานงานคอนกรีตเมื่อพิจารณาความคงทนและอายุการใช้งาน
- 2.2 มอก. 1736 เล่ม 3 การทดสอบคอนกรีต เล่ม 3 สมบัติของคอนกรีตสด
- 2.3 มอก. 1736 เล่ม 14 การทดสอบคอนกรีต เล่ม 14 ระยะเวลาก่อตัวของคอนกรีต โดยวิธีความต้านทานการแทรกผ่าน
- 2.4 มอก. 409 วิธีทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งทดสอบคอนกรีต
- 2.5 มอก. 1736 เล่ม 10 การทดสอบคอนกรีต เล่ม 10 การหา modulus of elasticity ในการรับแรงอัด
- 2.6 มอก. 1736 เล่ม 8 การทดสอบคอนกรีต เล่ม 8 การหาการหดตัวแบบแห้งของคอนกรีตตัวอย่าง ที่เตรียมจากภาคสนามหรือห้องปฏิบัติการ

- 2.7 มอก. 1736 เล่ม 12 การทดสอบคอนกรีต เล่ม 12 การหาความต้านทานคาร์บอนชั้นของคอนกรีต – วิธีเร่งคาร์บอนชั้น
- 2.8 มอก. 2752 เล่ม 25 วิธีทดสอบปูนซีเมนต์ เล่ม 25 วิธีทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวของมอร์ตาร์ปูนซีเมนต์ ไฮดรอลิกสัมผัสกับสารละลายซัลเฟต
- 2.9 สทร. HSR-CT-4001 มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตสดในสนามสำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.10 สทร. HSR-CT-4002 มาตรฐานการทดสอบการยุบตัวของคอนกรีตสดสำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.11 สทร. HSR-CT-4003 มาตรฐานการทดสอบการไหลแผ่ของคอนกรีตสดสำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.12 สทร. HSR-CT-4004 มาตรฐานการทดสอบอุณหภูมิของคอนกรีตสดสำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.13 สทร. HSR-CT-4005 มาตรฐานการทดสอบการเย็นของคอนกรีตสดสำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.14 สทร. HSR-CT-4006 มาตรฐานการทดสอบปริมาณอากาศคอนกรีตโดยวิธีความดันสำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.15 สทร. HSR-CT-4007 มาตรฐานการทดสอบความเป็นไปได้ในการทำปฏิกิริยาระหว่างต่างกับมวลรวม (ทดสอบโดยแท่งทดสอบมอร์ตาร์) สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.16 สทร. HSR-CT-4008 มาตรฐานการทดสอบการขยายตัวเนื่องจากการทำปฏิกิริยาระหว่างต่างกับซิลิกา (ทดสอบโดยแท่งทดสอบคอนกรีต) สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.17 สทร. HSR-CT-4009 มาตรฐานการทดสอบการคืบตัวของคอนกรีตภายใต้แรงอัด สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.18 สทร. HSR-CT-4010 มาตรฐานการทดสอบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของมอร์ตาร์ที่สัมผัสกับสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.19 สทร. HSR-CT-4011 มาตรฐานการทดสอบการขยายตัวอิสระของคอนกรีตขยายตัว สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง
- 2.20 ASTM C1260 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)
- 2.21 ASTM C1152/C1152M Standard Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete
- 2.21 ASTM C1202 Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
- 2.23 GB/T 80052 Standard for Test Methods for Long-term Performance and Durability of Concrete

2.24 ASTM C78/C78M Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

2.25 ASTM C496 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

2.26 GB/T 50080 Standard for test method of performance on ordinary fresh concrete

3. นิยาม

“การคืบตัว” (creep) หมายถึง พฤติกรรมที่คอนกรีตมีความเครียดเพิ่มขึ้นตามเวลาภายใต้แรงกระทำ หรือน้ำหนักบรรทุกที่คงค้างเป็นระยะเวลานาน

“การทำลายโดยซัลเฟต” (sulfate attack) หมายถึง การทำลายโดยสารละลายซัลเฟต ซึ่งอาจเกิดขึ้นทางกายภาพหรือทางเคมี หรือทั้งสองอย่างโดยซัลเฟตที่มีเป็นปกติอยู่ในดิน น้ำใต้ดิน น้ำทะเล หรือที่มีอยู่ในคอนกรีตหรือในมอร์ตาร์ โดยปฏิกิริยาทางเคมีส่วนใหญ่จะเกิดกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในเนื้อซีเมนต์เพสต์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพ

“การหดตัวแบบแห้ง” (drying shrinkage) หมายถึง การหดตัวเนื่องจากการสูญเสียความชื้นจากคอนกรีตไปสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นการเปลี่ยนแปลงด้านความยาวหรือปริมาตร

“กำลังอัดประลัยของคอนกรีต” (compressive strength) หมายถึง กำลังอัดสูงสุดตามแกนยาวที่แท่งคอนกรีตทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มม. สูง 300 มม. หรือทรงลูกบาศก์ที่มีขนาด 150 มม. x 150 มม. x 150 มม. สามารถรับได้ หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นกำลังอัดดังกล่าวในมาตรฐานนี้ให้ใช้กำลังอัดประลัยที่อายุ 28 วันเป็นเกณฑ์

“ความคงทน” (durability) หมายถึง ความสามารถของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในการต้านทานการเสื่อมสภาพ

“ความลึกคาร์บอนเนชัน” (carbonation depth) หมายถึง ระยะที่วัดจากผิวของคอนกรีต เข้าไปข้างในเนื้อคอนกรีตจนถึงแนวแบ่งแยกระหว่างส่วนที่เกิดคาร์บอนเนชันและยังไม่เกิดคาร์บอนเนชัน จากปฏิกิริยาคาร์บอนเนชัน

“คอนกรีต” (concrete) หมายถึง วัสดุที่ประกอบขึ้นด้วยส่วนผสมของวัสดุประสาน เช่น ปูนซีเมนต์หรือปูนซีเมนต์ผสมวัสดุป่อโซลัน มวลรวมละเอียด เช่น ทราย มวลรวมหยาบ เช่น หินหรือกรวด และน้ำ โดยมีหรือไม่มีสารเคมีหรือแร่ผสมเพิ่ม

“คาร์บอนเนชัน” (carbonation) หมายถึง ปฏิกิริยาระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากสิ่งแวดล้อมกับสารละลายไฮดรอกไซด์ในเพสต์ มอร์ตาร์ หรือคอนกรีต ได้ผลลัพธ์เป็นสารประกอบคาร์บอนเนต

“ปฏิกิริยาระหว่างต่างกับมวลรวม” (alkali-aggregate reaction) หมายถึง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเนื้อคอนกรีตระหว่างต่างในคอนกรีตกับแร่ซิลิกาที่มีอยู่ในมวลรวมที่สามารถทำปฏิกิริยากับต่างได้ โดยปฏิกิริยาดังกล่าวก่อให้เกิดการขยายตัวในเนื้อคอนกรีตที่นำไปสู่ความเสียหายของโครงสร้างคอนกรีตในระยะยาวได้

“วัสดุประสาน” (Cementitious Material หรือ Binder) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ผสมแร่ผสมเพิ่ม เมื่อนำมาผสมกับน้ำจะเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้แข็งตัว เมื่อผสมกับมวลรวมจะเป็นคอนกรีต

“อายุการใช้งาน” (service life) หมายถึง ระยะเวลาในการใช้งานของโครงสร้างคอนกรีตโดยที่โครงสร้างคอนกรีตดังกล่าวยังมีความแข็งแรงและความปลอดภัยในระดับที่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกที่ออกแบบได้

4. อายุการใช้งาน

โครงสร้างหลักที่รับน้ำหนักบรรทุกที่ถ่ายมาจากระบบรางรถไฟความเร็วสูง เช่น เสาค้ำ ฐานราก เสาคานและพื้นของโครงสร้างยกระดับที่รับน้ำหนักของระบบราง เป็นต้น หรือโครงสร้างที่มีผลต่อการใช้งานระบบรางรถไฟความเร็วสูงที่ทำให้ต้องหยุดการเดินรถหากต้องการการบำรุงรักษา ซ่อมแซม เช่น อุโมงค์ กำแพงกันดิน เป็นต้น หรือโครงสร้างหลักในสถานีหรือโครงสร้างใต้ดินที่ยากต่อการเข้าถึงในการบำรุงรักษา กำหนดให้มีอายุการใช้งาน 100 ปี ส่วนอายุการใช้งานของโครงสร้างอื่นสามารถกำหนดอายุการใช้งานตามความเหมาะสม

5. ข้อกำหนดการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

(1) การเลือกสัดส่วนผสมต้องคำนึงถึงกำลังการรับน้ำหนักบรรทุก วิธีการก่อสร้าง ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมประเภทการก่อสร้าง และอื่นๆ

(2) ข้อกำหนดการออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตเมื่อพิจารณาความคงทนและอายุการใช้งาน สามารถอ้างอิง มยพ. 1332 รวมถึงข้อกำหนดเพิ่มเติมที่กำหนดไว้ในเอกสารโครงการก่อสร้าง

5.1 ข้อกำหนดทั่วไป

(1) วัสดุและส่วนผสมคอนกรีตจะต้องได้รับการยืนยันตามการออกแบบอายุการใช้งาน สภาพแวดล้อม ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับสมบัติที่ออกแบบ และเทคนิคการก่อสร้างของโครงสร้างคอนกรีต

(2) วัสดุทดแทนปูนซีเมนต์ เช่น แกลลอย ซิลิกาฟูม ผงหินปูน เป็นต้น สามารถใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สมบัติคอนกรีตตามประเภทสภาพแวดล้อมที่ใช้งานและสมบัติที่ออกแบบ

(3) เมื่อคอนกรีตมีข้อกำหนดในการป้องกันการแตกร้าวจากการหดตัวในกรณีโครงสร้างที่มีลักษณะแผ่นบาง เช่น แผ่นพื้น ผนัง และกำแพง เป็นต้น หรือการเทรอตต่อ ควรใช้สารขยายตัว (expansive agent) หรือสารป้องกันการแตกร้าว (anti-cracking agent) ที่สามารถลดความเสี่ยงต่อการแตกร้าวของคอนกรีตได้ สารขยายตัวควรเลือกใช้วิธีการผสมภายในและปริมาณของสารขยายตัวที่ใช้จะนับรวมอยู่ในวัสดุประสานทั้งหมด เมื่อใช้สารป้องกันการแตกร้าวที่เป็นผง ปริมาณการใช้จะนับรวมอยู่ในวัสดุประสานทั้งหมดเช่นกัน

5.2 ปริมาณอัลคาไลทั้งหมดในคอนกรีต (total alkali content in concrete)

ปริมาณอัลคาไลในคอนกรีตหากมีสูงมากเกินไปอาจมีผลเสียต่อสมบัติด้านความคงทนของคอนกรีต โดยเฉพาะเรื่องการเกิดปฏิกิริยาระหว่างต่างกับมวลรวม จึงมีความจำเป็นในการควบคุม

(1) กำหนดปริมาณอัลคาไลทั้งหมดในคอนกรีตให้เป็นไปตามข้อกำหนดออกแบบ ในกรณีที่ไม่มีข้อกำหนดในแบบ ให้กำหนดปริมาณอัลคาไลในปูนซีเมนต์ (Na_2O equivalent) ไม่เกินร้อยละ 0.60 หรือปริมาณอัลคาไลทั้งหมดในคอนกรีต ไม่เกิน 3.0 kg/m^3 เพื่อป้องกันความเสียหายจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างอัลคาไลกับมวลรวม

(2) ปริมาณอัลคาไลทั้งหมดในคอนกรีต หมายถึง ผลรวมของปริมาณอัลคาไลของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตทั้งหมด โดยในการคำนวณปริมาณอัลคาไลของเถ้าลอยและตะกรันบดเตาถลุงเหล็กให้ใช้ค่าปริมาณอัลคาไลที่ละลายได้ของเถ้าลอยเท่ากับ $1/6$ ของปริมาณอัลคาไลทั้งหมดของเถ้าลอย และใช้ค่าปริมาณอัลคาไลที่ละลายได้ของตะกรันบดเตาถลุงเหล็กเท่ากับ $1/2$ ของปริมาณอัลคาไลทั้งหมดของตะกรันบดเตาถลุงเหล็ก

(3) สามารถยืนยันผลทดสอบความเป็นไปได้ในการทำปฏิกิริยาระหว่างต่างกับมวลรวมตามมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4007 มาตรฐานการทดสอบความเป็นไปได้ในการทำปฏิกิริยาระหว่างต่างกับมวลรวม (ทดสอบโดยแท่งทดสอบมอร์ตาร์) สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง หรือ ASTM C1260

5.3 ปริมาณคลอไรด์ไอออนทั้งหมดในคอนกรีต (total chloride ion in concrete)

ปริมาณคลอไรด์ในคอนกรีตหากมีสูงมากเกินไปจะมีผลเสียต่อสมบัติด้านความคงทนของคอนกรีต โดยเฉพาะเรื่องการเกิดสนิมของเหล็กเสริม จึงมีความจำเป็นในการควบคุม กำหนดปริมาณคลอไรด์ไอออนทั้งหมดที่ยอมให้ในคอนกรีตของคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณคลอไรด์ไอออนทั้งหมดสูงสุดที่ยอมให้ในคอนกรีต (มาตรฐาน มยผ. 1332)

ลักษณะงานก่อสร้าง	ปริมาณคลอไรด์ที่ละลายในกรดในคอนกรีต (ร้อยละโดยน้ำหนักของวัสดุประสาน)
คอนกรีตอัดแรง	0.08
คอนกรีตเสริมเหล็กที่ขณะใช้งานมีการสัมผัสกับคลอไรด์ เช่น กำแพงคลื่น (sea-retaining walls)	0.20
คอนกรีตเสริมเหล็กที่มีสภาพแห้ง หรือขณะใช้งานมีการ ป้องกันความชื้น	1.00
คอนกรีตเสริมเหล็กอื่น	0.30
<u>หมายเหตุ:</u> การหาปริมาณคลอไรด์ไอออนทั้งหมดที่ยอมให้ในคอนกรีตสามารถทดสอบเพื่อหาปริมาณคลอไรด์รวมในตัวอย่างคอนกรีตที่ละลายในกรดตามมาตรฐาน ASTM C1152/C1152M Standard Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete หรือคำนวณจากผลรวมของปริมาณคลอไรด์ที่มีอยู่ในวัสดุทุกชนิดที่ใช้ผสมคอนกรีตก็ได้	

5.4 ปริมาณซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ทั้งหมดในคอนกรีต (total sulfur trioxide in concrete)

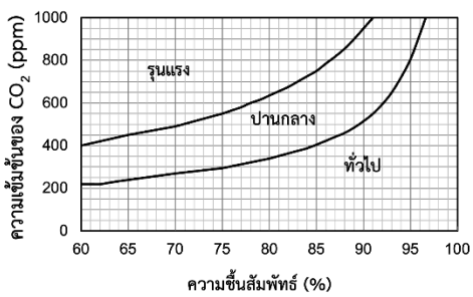
ปริมาณซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ในคอนกรีตหากมีสูงมากเกินไปอาจมีผลเสียต่อสมบัติด้านความคงทนของคอนกรีต โดยเฉพาะเรื่องการขยายตัวที่อาจนำไปสู่การแตกร้าวในระยะยาว จึงมีความจำเป็นในการควบคุม โดยกำหนดปริมาณซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ทั้งหมดในคอนกรีต ไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน

5.5 ปริมาณวัสดุประสานต่ำสุด (minimum binder content) ของคอนกรีต

คอนกรีตที่มีปริมาณวัสดุประสานต่ำเกินไปจะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพต่ำจึงควรกำหนดปริมาณวัสดุประสานต่ำสุดสำหรับคอนกรีตที่ใช้ในโครงการรถไฟความเร็วสูง ปริมาณวัสดุประสานต่ำสุดที่กำหนดขึ้นกับสภาพแวดล้อมการทำลายและระดับความรุนแรง และอายุการใช้งาน

- (1) ประเภทสภาพแวดล้อมและระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม จำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกประเภทสภาพแวดล้อมและระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม (มาตรฐาน มยผ.1332)

สภาพแวดล้อม	ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม	รายละเอียด
คาร์บอนเนชัน ¹⁾	คบ1 : สภาวะทั่วไป	 การแบ่งระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อมคาร์บอนเนชันตามความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความชื้นสัมพัทธ์ในสิ่งแวดล้อมที่ใช้งาน
	คบ2 : ปานกลาง	
	คบ3 : รุนแรง	
คลอไรด์	คร1 : สภาวะทั่วไป	ได้น้ำ หรือระยะทางห่างจากแนวชายฝั่งทะเลเข้าสู่แผ่นดินมากกว่า 100 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร
	คร2 : ปานกลาง	ระยะทางห่างจากแนวชายฝั่งทะเลจนถึงระยะเข้าสู่แผ่นดินไม่เกิน 100 เมตร
	คร3 : รุนแรง	บริเวณละอองคลื่นในทะเล (tidal and splash zone) และบริเวณที่สัมผัสละอองเกลือโดยตรง
ซัลเฟต ²⁾	ซฟ1 : สภาวะทั่วไป	กรณีโซเดียมซัลเฟต: ความเข้มข้นของซัลเฟตไอออนในน้ำน้อยกว่า 150 ppm หรือ ปริมาณซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ในดินน้อยกว่าร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักของดิน
		กรณีแมกนีเซียมซัลเฟต: ความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในน้ำน้อยกว่า 300 ppm
	ซฟ2 : ปานกลาง	กรณีโซเดียมซัลเฟต: ความเข้มข้นของซัลเฟตไอออนในน้ำตั้งแต่ 150 ppm ถึงน้อยกว่า 1,500 ppm หรือปริมาณซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ในดิน ตั้งแต่ร้อยละ 0.1 ถึงน้อยกว่าร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักของดิน
		กรณีแมกนีเซียมซัลเฟต: ความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในน้ำตั้งแต่ 300 ppm ถึงน้อยกว่า 1,000 ppm
	ซฟ3 : รุนแรง	กรณีโซเดียมซัลเฟต: ความเข้มข้นของซัลเฟตไอออนในน้ำตั้งแต่ 1,500 ppm ถึงน้อยกว่า 10,000 ppm หรือปริมาณซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ในดิน ตั้งแต่ร้อยละ 0.2 ถึงน้อยกว่าร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของดิน
		กรณีแมกนีเซียมซัลเฟต: ความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในน้ำตั้งแต่ 1,000 ppm ถึงน้อยกว่า 3,000 ppm
	ซฟ4 : รุนแรงมาก	กรณีโซเดียมซัลเฟต: ความเข้มข้นของซัลเฟตไอออนในน้ำมากกว่า 10,000 ppm หรือ ปริมาณซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ในดินมากกว่าร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของดิน
		กรณีแมกนีเซียมซัลเฟต: ความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในน้ำมากกว่า 3,000 ppm ถึงค่าอิ่มตัว

หมายเหตุ: ¹⁾ ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความชื้นสัมพัทธ์ในสิ่งแวดล้อมที่ใช้งานสามารถหาได้จากการวัดในพื้นที่โดยให้คำนึงถึงการเป็นค่าที่สามารถใช้เป็นตัวแทนในสิ่งแวดล้อมใช้งานของโครงสร้าง หรือจากฐานข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่มีการเก็บข้อมูล

²⁾ ค่าความเข้มข้นของซัลเฟตไอออนในน้ำและปริมาณซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ในดินสามารถหาได้จากการเก็บตัวอย่างทดสอบในพื้นที่ก่อสร้าง หรือจากฐานข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่มีการเก็บข้อมูล

(2) กำหนดปริมาณวัสดุประสานต่ำสุดของคอนกรีตสำหรับแต่ละอายุการใช้งาน สิ่งแวดล้อม และระดับความรุนแรงที่คอนกรีตต้องเผชิญ ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อกำหนดปริมาณวัสดุประสานต่ำสุดของคอนกรีต

สภาพแวดล้อม	ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม	อายุการใช้งาน		
		100 ปี	60 ปี	30 ปี
คาร์บอนเนชั่น	คบ1	280 kg/m ³	260 kg/m ³	260 kg/m ³
	คบ2	300 kg/m ³	280 kg/m ³	280 kg/m ³
	คบ3	320 kg/m ³	300 kg/m ³	300 kg/m ³
คลอไรด์	คร1	320 kg/m ³	300 kg/m ³	300 kg/m ³
	คร2	340 kg/m ³	320 kg/m ³	320 kg/m ³
	คร3	360 kg/m ³	340 kg/m ³	340 kg/m ³
ซัลเฟต	ซฟ1	300 kg/m ³	280 kg/m ³	280 kg/m ³
	ซฟ2	320 kg/m ³	300 kg/m ³	300 kg/m ³
	ซฟ3	340 kg/m ³	320 kg/m ³	320 kg/m ³
	ซฟ4	360 kg/m ³	340 kg/m ³	340 kg/m ³

(3) กรณีคอนกรีตขยายตัว กำหนดปริมาณวัสดุประสานต่ำสุดของคอนกรีตตามตารางที่ 4 การทดสอบการขยายตัวอิสระของตัวอย่างทดสอบคอนกรีตขยายตัวที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตขยายตัวสามารถอ้างอิงมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4011 (มาตรฐานการทดสอบการขยายตัวอิสระของคอนกรีตขยายตัว สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง)

ตารางที่ 4 ข้อกำหนดปริมาณวัสดุประสานชั้นต่ำของคอนกรีตขยายตัว

จุดประสงค์ของการใช้งาน	ปริมาณวัสดุประสานชั้นต่ำ
ชดเชยการหดตัว	300 kg/m ³
เทช่องที่เว้นไว้ชั่วคราวสำหรับลดปัญหาการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวของคอนกรีตหรือการเคลื่อนตัวของโครงสร้างสองข้างของช่องที่เว้นไว้ หรือเติมเต็มรอยต่อที่ต้องการการถ่ายแรง	350 kg/m ³

5.6 อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงสุด (maximum water to binder ratio)

คอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงเกินไปจะทำให้ได้คอนกรีตที่มีความพรุนสูง และมีความคงทนหลายประการต่ำ จึงควรกำหนดอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงสุดสำหรับคอนกรีตที่ใช้ในโครงการรถไฟความเร็วสูง อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงสุดที่กำหนดขึ้นกับสภาพแวดล้อมการทำลายและระดับความรุนแรง และอายุการใช้งาน โดยอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงสุดกำหนดตามอายุการใช้งาน สิ่งแวดล้อม และระดับความรุนแรงที่คอนกรีตต้องเผชิญ ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อกำหนดอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงสุด

สภาพแวดล้อม	ระดับความรุนแรงของสภาพแวดล้อม	อายุการใช้งาน		
		100 ปี	60 ปี	30 ปี
คาร์บอนเนชัน	คป1	0.55	0.60	0.60
	คป2	0.50	0.55	0.55
	คป3	0.45	0.50	0.50
คลอไรด์	คร1	0.45	0.50	0.50
	คร2	0.40	0.45	0.45
	คร3	0.36	0.40	0.40
ซัลเฟต	ซฟ1	0.50	0.55	0.55
	ซฟ2	0.45	0.50	0.50
	ซฟ3	0.40	0.45	0.45
	ซฟ4	0.36	0.40	0.40

5.7 การทดสอบส่วนผสมของคอนกรีต (concrete trial mix)

สำหรับการทดสอบเพื่อกำหนดส่วนผสมคอนกรีต อ้างอิงรายการทดสอบ วิธีการทดสอบ และการคำนวณ สำหรับสมบัติที่กำหนดของคอนกรีตที่เลือกใช้ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายการทดสอบ วิธีการทดสอบ และการคำนวณสำหรับสมบัติที่กำหนดของคอนกรีต

ลำดับ ที่	รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	หมายเหตุ
1.	การยุบตัว	สทร. HSR-CT-4002	การทดสอบทั่วไป
2.	การก่อตัว	มอก. 1736 เล่ม 14	
3.	กำลังอัด	มอก. 409	
4.	ปริมาณอัลคาไลทั้งหมดในคอนกรีต	คำนวณจากผลรวมของปริมาณอัลคาไลของวัสดุที่ใช้ผสมคอนกรีตที่กำหนดให้มีการทดสอบโดยมาตรฐานนี้	
5.	ปริมาณซัลเฟรไตรออกไซด์ทั้งหมดในคอนกรีต	คำนวณจากผลรวมของปริมาณซัลเฟรไตรออกไซด์ของวัสดุที่ใช้ผสมคอนกรีตที่กำหนดให้มีการทดสอบโดยมาตรฐานนี้	
6.	ปริมาณคลอไรด์ไอออนทั้งหมดในคอนกรีต	คำนวณจากผลรวมของปริมาณคลอไรด์ไอออนของวัสดุที่ใช้ผสมคอนกรีตที่กำหนดให้มีการทดสอบโดยมาตรฐานนี้	
7.	การไหลแผ่ และเวลาการไหลแผ่	สทร. HSR-CT-4003	ทดสอบเฉพาะคอนกรีตไหลอัดแน่นด้วยตัวเอง
8.	การเยิ้ม	สทร. HSR-CT-4005	ทดสอบเฉพาะคอนกรีตที่ต้องการให้มีการคงสภาพการยุบตัว (slump retention) นาน หรือมีค่าการยุบตัวสูง
9.	ปริมาณอากาศ	สทร. HSR-CT-4006	ทดสอบเฉพาะคอนกรีตประเภทที่จำเป็นต้องมีการเติมสารกักกระจายฟองอากาศและต้องควบคุมปริมาณฟองอากาศ

ตารางที่ 6 รายการทดสอบ วิธีการทดสอบ และการคำนวณสำหรับสมบัติที่กำหนดของคอนกรีต (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	หมายเหตุ
10.	ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น	มอก. 1736 เล่ม 10	ทดสอบเฉพาะคอนกรีตอัดแรงหรือตามที่กำหนดในการออกแบบ
11.	การทดสอบการแทรกซึมของคลอไรด์	ASTM C1202	ทดสอบเฉพาะคอนกรีตที่ต้องเผชิญกับสิ่งแวดล้อมคลอไรด์
12.	ความต้านทานซัลเฟต	กรณีโซเดียมซัลเฟต ทดสอบ การขยายตัวตามมาตรฐาน มอก. 2752 เล่ม 25 กรณีแมกนีเซียมซัลเฟต ทดสอบการสูญเสียน้ำหนัก ตามมาตรฐาน สทร. HSR- CT-4010	ทดสอบเฉพาะคอนกรีตที่ต้องเผชิญกับสิ่งแวดล้อมซัลเฟตในระดับ ชฟ2 ชฟ3 และ ชฟ4
13.	การหดตัว	มอก. 1736 เล่ม 8	ทดสอบเฉพาะพื้นคอนกรีตฐานรางสำหรับรางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทางคอนกรีต (ballastless track base slab concrete), (double-deck sleeper track bed concrete), คอนกรีตไหลอัดแน่นด้วยตัวเอง, คอนกรีตขยายตัว
14.	ความทึบน้ำ (impermeability)	GB/T 50082	ทดสอบเฉพาะคอนกรีตสำหรับการลาดผนังอุโมงค์และชั้นกันซึมของตัวสะพาน (bridge deck waterproof layer)
15.	การเอี่ยมภายใต้แรงดัน (pressurized bleeding)	GB/T 50080	ทดสอบเฉพาะคอนกรีตสำหรับเสาเข็มเจาะและคอนกรีตที่ต้องอยู่ภายใต้แรงดันสูงในขณะที่เป็นคอนกรีตสด

6. คุณสมบัติเฉพาะของคอนกรีตสด

สมบัติของคอนกรีตสด ทดสอบตาม มาตรฐาน สทร. HSR-CT-4001-6 หรือ มอก. 1736 เล่ม 3

6.1 ความสามารถในการเทได้ (workability)

กำหนดความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตตามประเภทของโครงสร้างคอนกรีต วิธีการก่อสร้าง และวิธีการทำให้แน่น ตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อกำหนดความสามารถในการเทได้ของคอนกรีต

วิธีการทำให้แน่น หรือชนิดคอนกรีต	โครงสร้างหลัก / ชนิดของชิ้นส่วน	ความสามารถในการเทได้	
		การทดสอบ	ค่าที่กำหนด
การสั่นสะเทือน เช่น เครื่องจี้ (ลำเลียงคอนกรีตด้วยถัง หรือ ปัมพ์)	เสาเข็ม เสาเข็มเจาะ ฐานราก เสาตอม่อ คาน รูปกล่อง ท่อลอด (culvert) โครงสร้างรูปโค้งคว่ำ ผังหรือกำแพงกันดิน และอื่นๆ	ค่าการยุบตัว	≤ 220 มม.
การไหลอัดแน่นด้วยตัวเอง	เสา เสาที่หุ้มด้วยท่อเหล็ก	ค่าการไหลแผ่	≤ 700 มม.
		เวลาไหลแผ่	2 – 8 วินาที
	เสาเข็มเจาะ	ค่าการไหลแผ่	≤ 600 มม.
		เวลาไหลแผ่	2 – 8 วินาที
คอนกรีตพ่นแบบเปียก (wet process spray)	คาดผนังอุโมงค์ขั้นแรก (Initial support of tunnel)	ค่าการยุบตัว	≤ 220 มม.

หมายเหตุ: คอนกรีตชนิดพิเศษสามารถกำหนดค่าความสามารถในการทำงานได้ (workability) ที่เหมาะสมให้ต่างจากค่าในตารางนี้ได้

6.2 ปริมาณอากาศ (air content)

(1) โดยทั่วไปการกำหนดปริมาณอากาศในคอนกรีตไม่จำเป็นสำหรับสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ในกรณีที่มีความจำเป็นเป็นพิเศษ อาจกำหนดให้ปริมาณอากาศเป็นไปตามข้อกำหนดการก่อสร้าง

(2) กำหนดให้มีการทดสอบปริมาณอากาศเฉพาะคอนกรีตประเภทที่จำเป็นต้องมีการเติมสารกักกระจายฟองอากาศและต้องควบคุมปริมาณฟองอากาศ ตามมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4006

6.3 การเยิ้ม (bleeding)

(1) ในกรณีที่ต้องควบคุมการเยิ้ม กำหนดการเยิ้มของคอนกรีตให้เป็นไปตามข้อกำหนดการก่อสร้าง

(2) หากไม่ได้มีข้อกำหนดเป็นพิเศษ อาจทดสอบการเยิ้มน้ำเฉพาะคอนกรีตที่ต้องการให้มีการคงสภาพการยุบตัว (slump retention) นาน หรือมีค่าการยุบตัวสูง ตามมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4005

6.4 การเย็บภายใต้แรงดัน (pressurized bleeding)

(1) การเย็บภายใต้แรงดัน ทดสอบเฉพาะคอนกรีตสำหรับเสาเข็มเจาะและคอนกรีตที่ต้องอยู่ภายใต้แรงดันสูงในขณะที่เป็นคอนกรีตสด ในกรณีที่จำเป็นต้องควบคุมการเย็บ ภายใต้แรงดัน กำหนดอัตราการเย็บภายใต้แรงดันของคอนกรีตให้เป็นไปตามข้อกำหนดการก่อสร้าง หากไม่มีการกำหนดให้ใช้เกณฑ์อัตราการเย็บภายใต้แรงดันของคอนกรีตไม่มากกว่าร้อยละ 90

(2) ทดสอบตามมาตรฐาน GB/T 50080 หรือมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง

6.5 ระยะเวลาการก่อตัว (setting time)

(1) ระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตไม่ควรสั้นหรือยาวเกินไป โดยกำหนดให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่เหมาะสมกับการขนส่ง การเทคอนกรีต และเทคนิคการบ่ม ที่ได้รับการยืนยันผ่านการทดสอบหรือจากฐานข้อมูลที่มีอยู่

(2) ทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 1736 เล่ม 14

7. คุณสมบัติเฉพาะของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วที่เกี่ยวข้องกับการรับน้ำหนัก

7.1 กำลังอัด (compressive strength)

(1) กำลังอัดของคอนกรีตทดสอบด้วยก้อนตัวอย่างทรงกระบอกขนาด $\varnothing 150$ มม. x 300 มม. หรือก้อนตัวอย่างทรงลูกบาศก์ขนาด 150 มม. ทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 409 อาจพิจารณาใช้ก้อนตัวอย่างทรงกระบอกขนาด $\varnothing 100$ มม. x 200 มม. หรือก้อนตัวอย่างทรงลูกบาศก์ขนาด 100 มม. แทนได้ตามความเหมาะสม

(2) ชั้นกำลังอัดของคอนกรีตที่มีการกำหนดในข้อกำหนดฉบับนี้มีดังในตารางที่ 8 โดยกำลังอัดที่กำหนดในตารางเป็นกำลังอัดที่อายุ 28 วัน ยกเว้นจะมีการกำหนดเป็นอย่างอื่น

(3) กำหนดกำลังอัดขั้นต่ำของเสาเข็มเจาะ (bored pile) และการตาดผนังอุโมงค์ (tunnel lining) ตามประเภทของสิ่งแวดล้อม และระดับความรุนแรงที่คอนกรีตต้องเผชิญ ตามตารางที่ 9 สำหรับโครงสร้างอื่น กำหนดกำลังอัดขั้นต่ำตามชนิดของคอนกรีต อายุการใช้งาน ประเภทของสิ่งแวดล้อม และระดับความรุนแรงที่คอนกรีตต้องเผชิญ ตามตารางที่ 10

ตารางที่ 8 ชั้นกำลังอัดของคอนกรีตที่มีการกำหนดในข้อกำหนดฉบับนี้

ชั้นกำลังอัด* คอนกรีต	ความต้านแรงอัดระบุ (ที่อายุ 28 วัน) MPa ไม่น้อยกว่า	
	ตัวอย่างทดสอบทรงกระบอก Ø ขนาด 150 mm x 300 mm	ตัวอย่างทดสอบทรงลูกบาศก์ ขนาด 150 mm x 150 mm x 150 mm
C25	20.0	25.0
C30	25.0	30.0
C35	29.0	35.0
C40	32.0	40.0
C45	35.0	45.0
C50	40.0	50.0

หมายเหตุ * ตัวเลขชั้นกำลังอัดตามกำลังอัดของตัวอย่างทดสอบทรงลูกบาศก์

ตารางที่ 9 ข้อกำหนดกำลังอัดขั้นต่ำของเสาเข็มเจาะ (bored pile) และการตาดผนังอุโมงค์ (tunnel lining)

สภาพแวดล้อม	ระดับความรุนแรง ของสภาพแวดล้อม	เสาเข็มเจาะของสะพาน และ การตาดผนังอุโมงค์	
		คอนกรีต เสริมเหล็ก	คอนกรีตไม่ เสริมเหล็ก
คาร์บอนเนชั่น	คบ1	C30	C30
	คบ2	C35	C30
	คบ3	C40	C30
คลอไรด์	คร1	C40	C35
	คร2	C45	C35
	คร3	C50	C35
ซัลเฟต	ซฟ1	C35	C35
	ซฟ2	C40	C40
	ซฟ3	C45	C45
	ซฟ4	C45	C45

ตารางที่ 10 ข้อกำหนดกำลังอัดขั้นต่ำของโครงสร้างอื่น

สภาพแวดล้อม	ระดับความ รุนแรงของ สภาพแวดล้อม	อายุการใช้งาน					
		100 ปี		60 ปี		30 ปี	
		คอนกรีต เสริมเหล็ก และ คอนกรีต อัดแรง	คอนกรีต ไม่เสริม เหล็ก	คอนกรีต เสริมเหล็ก และ คอนกรีต อัดแรง	คอนกรีต ไม่เสริม เหล็ก	คอนกรีต เสริมเหล็ก และ คอนกรีต อัดแรง	คอนกรีต ไม่เสริม เหล็ก
คาร์บอนเนชั่น	คบ1	C30	C30	C25	C25	C25	C25
	คบ2	C35	C30	C30	C25	C30	C25
	คบ3	C40	C30	C35	C25	C35	C25
คลอไรด์	คร1	C40	C35	C35	C30	C35	C30
	คร2	C45	C35	C40	C30	C40	C30
	คร3	C50	C35	C45	C30	C45	C30
ซัลเฟต	ซฟ1	C35	C35	C30	C30	C30	C30
	ซฟ2	C40	*	C35	C35	C35	C35
	ซฟ3	C45	*	C40	*	C40	*
	ซฟ4	C50	*	C45	*	C45	*
หมายเหตุ: * ไม่แนะนำให้ใช้คอนกรีตไม่เสริมเหล็ก ถ้าจำเป็นต้องใช้คอนกรีตไม่เสริมเหล็ก ชั้นกำลังอัดขั้นต่ำควรกำหนดเท่ากับชั้นกำลังอัดขั้นต่ำของคอนกรีตเสริมเหล็ก และควรมีมาตรการป้องกันการแตกร้าว							

7.2 กำลังดัด (flexural strength)

- (1) กำลังดัดของแต่ละชนิดโครงสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดออกแบบ
- (2) ทดสอบกำลังดัดตามมาตรฐาน ASTM C78/C78M

7.3 กำลังดึงแบบผ่าซีก (splitting tensile strength)

- (1) กำลังดึงแบบผ่าซีกของแต่ละชนิดโครงสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดออกแบบ
- (2) ทดสอบกำลังดึงแบบผ่าซีกตามมาตรฐาน ASTM C496

7.4 โมดูลัสยืดหยุ่น (elastic modulus)

- (1) โมดูลัสยืดหยุ่นของแต่ละชนิดโครงสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดออกแบบ
- (2) ทดสอบโมดูลัสยืดหยุ่นตามมาตรฐาน มอก. 1736 เล่ม 10

7.5 การคืบตัว (creep)

- (1) การคืบตัวของแต่ละชนิดโครงสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดออกแบบ
- (2) ทดสอบการคืบตัวตามมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4009 (มาตรฐานการทดสอบการคืบตัวของคอนกรีตภายใต้แรงอัด สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง)

8. คุณสมบัติเฉพาะของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วที่เกี่ยวข้องกับความคงทน

8.1 ความต้านทานการเกิดสนิมเนื่องจากคลอไรด์ (chloride resistance)

ในกรณีที่โครงสร้างต้องสัมผัสกับคลอไรด์ในขณะใช้งาน จำเป็นต้องกำหนดข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้านทานการเกิดสนิมเนื่องจากคลอไรด์

ความต้านทานการเกิดสนิมเนื่องจากคลอไรด์กำหนดโดยค่าการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในหน่วยคูลอมบ์ตามอายุการใช้งาน และชั้นกำลังอัดคอนกรีต ตามตารางที่ 11 ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C1202

ตารางที่ 11 ข้อกำหนดค่าการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า

ดัชนีประเมิน	ชั้นกำลังอัด	อายุการใช้งาน		
		100 ปี	60 ปี	30 ปี
ค่าการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า	< C30	< 1500 คูลอมบ์	< 2000 คูลอมบ์	< 2500 คูลอมบ์
	C30-C45	< 1200 คูลอมบ์	< 1500 คูลอมบ์	< 2000 คูลอมบ์
	≥ C50	< 1000 คูลอมบ์	< 1200 คูลอมบ์	< 1500 คูลอมบ์

8.2 ความต้านทานซัลเฟต (sulfate resistance)

ในกรณีที่โครงสร้างต้องสัมผัสกับซัลเฟตในขณะใช้งาน จำเป็นต้องกำหนดข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้านทานซัลเฟต

- (1) พิจารณาข้อแนะนำการเลือกใช้วัสดุประสาน และอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานตามข้อแนะนำในมาตรฐาน มยผ. 1332

(2) ในกรณีที่โครงสร้างอยู่ภายใต้สภาวะสิ่งแวดล้อมโซเดียมซัลเฟต สามารถประเมินความต้านทานโซเดียมซัลเฟตโดยทดสอบการขยายตัวตามมาตรฐาน มอก. 2752 เล่ม 25

(3) ในกรณีที่โครงสร้างอยู่ภายใต้สภาวะสิ่งแวดล้อมแมกนีเซียมซัลเฟต สามารถประเมินความต้านทานแมกนีเซียมซัลเฟตโดยทดสอบการสูญเสียน้ำหนักตามมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4010 (มาตรฐานการทดสอบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของมอร์ตาร์ที่สัมผัสกับสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต) สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง

(4) ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบความต้านทานซัลเฟตของส่วนผสมคอนกรีตที่พิจารณากับส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ทนซัลเฟต สามารถใช้ตัวอย่างทดสอบมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมเช่นเดียวกับมอร์ตาร์ที่อยู่ในคอนกรีตที่ต้องการประเมินเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ที่ผลิตโดยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 5 ตาม มอก. 15 ได้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินว่า คอนกรีตที่มีความต้านทานซัลเฟตดีคือคอนกรีตผสมวัสดุทดแทนปูนซีเมนต์ที่มีการขยายตัวในสารละลายโซเดียมซัลเฟตหรือการสูญเสียน้ำหนักในสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตไม่มากกว่าคอนกรีตที่ผลิตโดยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 5 ตาม มอก. 15

8.3 ความต้านทานคาร์บอนเนชัน (carbonation resistance)

ในกรณีที่โครงสร้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ขณะใช้งาน จำเป็นต้องกำหนดข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้านทานคาร์บอนเนชัน

(1) เกณฑ์ค่าความลึกคาร์บอนเนชันที่ต้องการตามอายุการใช้งานสามารถคำนวณได้โดยใช้มาตรฐาน มยผ. 1332

(2) ทดสอบความลึกคาร์บอนเนชันตามมาตรฐาน มอก. 1736 เล่ม 12 (ISO 1920-12)

8.4 ความเป็นไปได้ในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างด่างกับมวลรวม (alkali-aggregate reaction potential)

กำหนดให้ตรวจสอบมวลรวมที่ใช้ในคอนกรีตสำหรับการก่อสร้างในโครงการรถไฟความเร็วสูง

(1) ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบความเป็นไปได้ของมวลรวมในการทำปฏิกิริยากับด่างในคอนกรีต ให้ทดสอบตามมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4007 (มาตรฐานการทดสอบความเป็นไปได้ในการทำปฏิกิริยาระหว่างด่างกับมวลรวม (ทดสอบโดยแท่งทดสอบมอร์ตาร์) สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง)

(2) หากผลทดสอบระบุว่ามวลรวมมีความเป็นไปได้ในการทำปฏิกิริยากับด่างในคอนกรีต สามารถพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วัสดุทดแทนปูนซีเมนต์ชนิดวัสดุปอซโซลานในส่วนผสมคอนกรีตแล้วทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 1567 และใช้เกณฑ์การตัดสินที่ระบุในมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4007 (มาตรฐานการทดสอบความเป็นไปได้ในการทำปฏิกิริยาระหว่างด่างกับมวลรวม (ทดสอบโดยตัวอย่างทดสอบมอร์ตาร์) สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง)

(3) ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบความเป็นไปได้ของการเกิดปฏิกิริยาระหว่างต่างกับมวลรวมในส่วนผสมคอนกรีต ให้ทดสอบตามมาตรฐาน สทร. HSR-CT-4008 (มาตรฐานการทดสอบการขยายตัวเนื่องจากการทำปฏิกิริยาระหว่างต่างกับซิลิกา (ทดสอบโดยแท่งทดสอบคอนกรีต) สำหรับโครงการรถไฟความเร็วสูง)

8.5 การหดตัว (shrinkage)

- (1) การหดตัวของแต่ละชนิดโครงสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดออกแบบ
- (2) ทดสอบการหดตัวตามมาตรฐาน มอก. 1736 เล่ม 8

8.6 ความทึบน้ำ (Impermeability)

- (1) ความทึบน้ำของแต่ละชนิดโครงสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดออกแบบ
- (2) ทดสอบความทึบน้ำตามมาตรฐาน GB/T 50082 หรือมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง