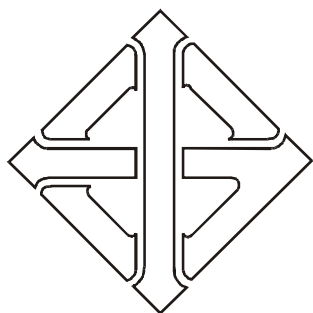




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2542 เล่ม 2— 2556

อาคารคอนกรีต

เล่ม 2 วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีต

CONCRETE BUILDING

PART 2 : MATERIALS FOR CONCRETE BUILDING

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 91.080.40

ISBN 978-616-231-415-5

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อาคารคอนกรีต

เล่ม 2 วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีต

มอก. 2542 เล่ม 2— 2556

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 02 202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 130 ตอนพิเศษ 52 ง

วันที่ 26 เมษายน พุทธศักราช 2556

คณะผู้จัดทำร่างมาตรฐาน
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาคารคอนกรีต
เล่ม 2 วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีต

ประธานกรรมการ

ศ.ดร.ชัย จาตุรพิทักษ์กุล

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

กรรมการ

รศ.เอนก ศิริพานิชกร

สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

ผศ.ดร.วิเชียร ชาลี

มหาวิทยาลัยบูรพา

ผศ.ดร.ทวีชัย สำราญวานิช

ดร.วีรชาติ ตั้งจิรภัทร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผศ.ดร.ปิตินันต์ กร้ามาตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นายขจรศักดิ์ มโนทรัพย์ศักดิ์

บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)

นายบุญรอด คุปติทัฬหี

บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด

นายวันทยาวิธ วงศ์ทองแก้ว

บริษัท บอรอล คอนกรีต (ประเทศไทย) จำกัด

นายปุณณมาน นรรัตน์

บริษัท สยามวิชัยและนวัตกรรม จำกัด

นางสาวรัตน ทวีรัตน์ภรณ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรรมการและเลขานุการ

ผศ.ดร.สมิตร ส่งพิริยะกิจ

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก หากต้องการอาคารคอนกรีตที่มีคุณภาพและสมบัติดี จำเป็นต้องมีการคัดเลือกวัสดุที่ดีและเหมาะสมมาใช้ในการก่อสร้าง ปัจจุบันวัสดุชนิดใหม่จำนวนมากถูกใช้ในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตวัสดุเหล่านี้ได้รับการพัฒนาและนำมาใช้ในการเพิ่มหรือปรับปรุงคุณภาพของอาคารคอนกรีตให้ดีขึ้น เพื่อเป็นการส่งเสริม และแนะนำการเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต เล่ม 2 วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีต ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นเล่มหนึ่งในชุดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต ซึ่งมีดังนี้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต เล่ม 1 หลักเกณฑ์ทั่วไป

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต เล่ม 2 วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีต

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต เล่ม 3 การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต เล่ม 4 การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต เล่ม 5 การออกแบบอาคารคอนกรีตอัดแรง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต เล่ม 6 ข้อแนะนำสำหรับการออกแบบโดยคำนึงถึงความคงทนและอายุการใช้งานของโครงสร้างอาคารคอนกรีต

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อาคารคอนกรีต เล่ม 7 ข้อแนะนำในการบำรุงรักษาอาคารคอนกรีต

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้จัดทำขึ้น ด้วยความร่วมมือด้านการมาตรฐาน ระหว่างสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกับสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากผู้ทำ ผู้ใช้ และเอกสารฉบับล่าสุดต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ASTM A 820/A 820M-06	Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete
ASTM C 31/C 31M-03a	Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
ASTM C 39/C 39M-05	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C 109/C 109M-08	Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)
ASTM C 114-10	Standard Test Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement
ASTM C 403/C 403M-08	Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance
ASTM C 595/C 595M-10	Standard Specification for Blended Hydraulic Cements
ASTM C 618-08a	Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete
ASTM C 845-04	Standard Specification for Expansive Hydraulic Cement
ASTM C 989-09a	Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars
ASTM C 1116/C 1116M-10	Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete
ASTM C 1240-05	Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures
ASTM C 1603-05a	Standard Test Method for Measurement of Solids in Water

BS EN 197-1 : 2000	Cement – Part 1 : Composition, specifications and conformity criteria for common cements
JIS A 6202 : 1997	Expansive Additive for Concrete
ACI 440.1R-03	Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars
ACI 440.2R-02	Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures
มอก. 15 เล่ม 1-2547	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 เกณฑ์กำหนดคุณภาพ
มอก. 20-2543	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเส้นกลม
มอก. 24-2548	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย
มอก. 95-2540	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง
มอก. 420-2540	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับ คอนกรีตอัดแรง
มอก. 566-2528	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มวลผสมคอนกรีต
มอก. 733-2530	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต
มอก. 737-2549	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต
มอก. 747-2531	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีต
มอก. 849-2532	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอชโซลาน
มอก. 874-2548	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สารกระจายกักฟองอากาศสำหรับ คอนกรีต
มอก. 943-2533	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยดัดเย็นเสริม คอนกรีต
มอก. 985-2533	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับทำคอนกรีตไหล
มอก. 2135-2545	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถ้าวลอยจากถ่านหินใช้เป็นวัสดุผสม คอนกรีต
วสท. 1007-2534	มาตรฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน
วสท. 1008-2538	มาตรฐานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีกำลัง
วสท. 1009-2534	มาตรฐานอาคารคอนกรีตอัดแรง
สคท. 1201-2548	คู่มือสารเคมีผสมเพิ่มสำหรับงานคอนกรีต

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม
มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4515 (พ.ศ. 2556)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อาคารคอนกรีต

เล่ม 2 วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีต

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาคารคอนกรีต เล่ม 2 วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก. 2542 เล่ม 2-2556 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้ ทั้งนี้ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2556

ประเสริฐ บุญชัยสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อาคารคอนกรีต

เล่ม 2 วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีต

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานนี้ครอบคลุมวัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรงที่จำเป็น เช่น ปูนซีเมนต์ มวลรวม น้ำ สารผสมเพิ่ม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ลวดเหล็กสำหรับคอนกรีตอัดแรง พลาสติกเส้นเสริมคอนกรีต เส้นใยผสมคอนกรีต ฟงหินปูน สารขยายตัว และปูนซีเมนต์ขยายตัว เพื่อให้ได้อาคารคอนกรีตที่แข็งแรง คงทน เป็นไปตามหลักวิชาการ และประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา
- 1.2 ในกรณีที่มีการกำหนดเพื่อให้วัสดุที่ใช้ในอาคารคอนกรีตที่มีสมรรถนะดีขึ้น ให้นำมาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆ เหล่านั้นมากำหนดร่วมกันให้เป็นหมวดหมู่ในมาตรฐานนี้

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ความต้านแรงอัดของมอร์ตาร์ (compressive strength of mortar) หมายถึง ความเค้นอัดที่มอร์ตาร์รูปลูกบาศก์ ขนาดมาตรฐาน 50 mm × 50 mm × 50 mm สามารถรับได้ มีหน่วยเป็น N/mm² หรือ MPa
- 2.2 ความต้านแรงอัดของคอนกรีต (compressive strength of concrete) หมายถึง ความเค้นอัดที่แท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 mm × สูง 300 mm ที่รับได้มีหน่วยเป็น N/mm² หรือ MPa
- 2.3 มอร์ตาร์ (mortar) หมายถึง ของผสมที่ได้จากการผสมวัสดุประสาน และมวลรวมละเอียด และน้ำเข้าด้วยกัน อาจมีสารผสมเพิ่มหรือไม่ก็ได้
- 2.4 คอนกรีต (concrete) หมายถึง วัสดุที่ประกอบด้วยวัสดุประสาน ซึ่งได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ หรือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกอื่นๆ กับมวลรวม และน้ำ โดยอาจมีหรือไม่มีสารผสมเพิ่ม
- 2.5 คอนกรีตเสริมเหล็ก (reinforced concrete) หมายถึง คอนกรีตที่ใช้เหล็กฝังภายในหน้าตัดเพื่อเสริมกำลัง และทำหน้าที่ในการรับแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่หน้าตัดนั้น ร่วมกับคอนกรีต
- 2.6 คอนกรีตอัดแรง (prestressed concrete) หมายถึง คอนกรีตที่เกิดความเค้นภายในประสิทธิผลตามปกติ โดยลวดที่มีความเค้นดิ่งก่อนที่ให้อาคารรับแรง
- 2.7 อาคารคอนกรีต (concrete building) หมายถึง อาคารที่ก่อสร้างจากคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือ คอนกรีตอัดแรง

- 2.8 มวลรวม (aggregates) หมายถึง วัสดุที่เชื่อมต่อกับปฏิกิริยาทางเคมี มีลักษณะเป็นเม็ดๆ แบ่งเป็น มวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียด เช่น ทราย กรวด หินย่อย มวลรวมละเอียดประดิษฐ์ และมวลรวมเบา ใช้ผสมกับวัสดุประสานเพื่อผลิตเป็นคอนกรีตหรือมอร์ตาร์
- 2.9 มวลรวมหยาบ (coarse aggregate) หมายถึง มวลผสมที่ส่วนใหญ่ค้างอยู่บนตะแกรงร่อนขนาด 4.75 mm และมีส่วนที่ละเอียดกว่าผสมอยู่ได้บ้าง
- 2.10 มวลรวมละเอียด (fine aggregate) หมายถึง มวลผสมที่ส่วนใหญ่ลอดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 4.75 mm ได้ และอาจมีบางส่วนที่หยาบกว่าผสมอยู่ได้บ้าง
- 2.11 มวลรวมเบา (lightweight aggregate) หมายถึง มวลรวมที่มีความหนาแน่นไม่เกิน $1,100 \text{ kg/m}^3$
- 2.12 มวลรวมละเอียดประดิษฐ์ (manufactured sand) หมายถึง มวลรวมละเอียดที่ได้จากกระบวนการทางอุตสาหกรรม เพื่อใช้แทนมวลรวมละเอียดจากแหล่งธรรมชาติ
- 2.13 ซีเมนต์เพสต์ (cement paste) หมายถึง ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ หรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปอชโซลาน หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกอื่นๆ กับน้ำ โดยอาจมีหรือไม่มีสารผสมเพิ่ม
- 2.14 ปอชโซลาน (pozzolan) หมายถึง วัสดุที่มีส่วนประกอบทางเคมีซึ่งส่วนใหญ่เป็นซิลิกา หรือซิลิกาและอะลูมินา มีสมบัติในการประสานเล็กน้อยหรือไม่มีเลย แต่เมื่ออยู่ในรูปเป็นผงละเอียด และมีความชื้นสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิปกติ เกิดเป็นสารประกอบซึ่งมีสมบัติในการประสาน
- 2.15 ซิลิกาฟุ้ง (silica fume) หมายถึง วัสดุที่มีส่วนประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นซิลิกาที่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นผลึก เป็นผลพลอยได้ของโรงงานผลิตซิลิกอนเมททัลและเฟอร์โรซิลิกอนอัลลอยด์
- 2.16 สารผสมเพิ่ม (admixture) หมายถึง วัสดุอื่น ที่นอกเหนือไปจากน้ำ มวลรวม ปูนซีเมนต์ และเส้นใยผสมคอนกรีต ที่ใช้เป็นส่วนผสมในคอนกรีตหรือมอร์ตาร์ ซึ่งอาจผสมรวมกับส่วนผสมอื่นก่อนหรือในระหว่างที่ผสมก็ได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมีและสารผสมเพิ่มที่เป็นแร่
- 2.17 สารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมี (chemical admixture) หมายถึง สารผสมเพิ่มที่อยู่ในรูปของสารเคมีที่ใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตหรือมอร์ตาร์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสมบัติของคอนกรีตหรือมอร์ตาร์ อาจผสมรวมกับส่วนผสมอื่น ก่อนหรือในระหว่างที่ทำการผสมก็ได้
- 2.18 สารผสมเพิ่มที่เป็นแร่ (mineral admixture) หมายถึง สารผสมเพิ่มที่อยู่ในรูปของแร่ ใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตหรือมอร์ตาร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสมบัติของคอนกรีตหรือมอร์ตาร์ อาจผสมรวมกับส่วนผสมอื่น ก่อนหรือในระหว่างที่ทำการผสมก็ได้ ได้แก่ ปอชโซลานต่างๆ เช่น เถ้าลอย ซิลิกาฟุ้ง เถ้าแกลบ เถ้าปาล์มน้ำมัน และเถ้าขานอ้อย เป็นต้น
- 2.19 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (steel bar for reinforced concrete) หมายถึง เหล็กเส้นที่ทำจากเหล็กกล้าอะลูมิเนียม ใช้เสริมคอนกรีตสำหรับรับแรงดึงและแรงอัด ในมาตรฐานนี้แบ่งเป็นสองชนิด คือ เหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย

- 2.20 เหล็กเส้นกลม (round bar) หมายถึง เหล็กเส้นกลมที่มีผิวเรียบ ใช้เสริมคอนกรีตสำหรับงานก่อสร้างโดยทั่วไป
- 2.21 เหล็กข้ออ้อย (deformed bar) หมายถึง เหล็กเส้นกลมที่มีขี้บั้ง และอาจจะมีครีบทึบ เพื่อเพิ่มกำลังยึดระหว่างเหล็กเส้นกับเนื้อคอนกรีต ใช้เสริมคอนกรีตสำหรับงานก่อสร้างทั่วไป
- 2.22 ลวดเหล็กหรือลวดเหล็กตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง (prestressing wire /prestressing strand) หมายถึง ลวดเหล็ก หรือลวดเหล็กตีเกลียวใช้ดึงในชิ้นส่วนหรือโครงสร้างคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตเกิดความเค้นภายใน
- 2.23 พลาสติกเส้นเสริมคอนกรีต (fiber-reinforced polymer bar for reinforced concrete) หมายถึง พลาสติกเส้นทำจากเรซินและเส้นใยต่างๆ เช่น เส้นใยแก้ว เส้นใยคาร์บอน สามารถใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในคอนกรีต มีความต้านแรงดึงสูง แต่ไม่มีจุดคราก และไม่เป็นสนิม
- 2.24 เส้นใยผสมคอนกรีต (fiber for fiber-reinforced concrete) หมายถึง เส้นใยโลหะ เส้นใยโพลิเมอร์ และเส้นใยคาร์บอน เป็นต้น ใช้ในส่วนผสมคอนกรีตเพื่อปรับปรุงสมบัติทางกลของคอนกรีต เช่น ความต้านแรงดึง ความต้านแรงดัด ความต้านการกระแทก เพิ่มความเหนียว และลดรอยร้าวที่ผิวหน้า
- 2.25 ผงหินปูน (limestone powder) หมายถึง ผงแคลเซียมคาร์บอเนต มีความละเอียดสูง ใช้ในการผสมคอนกรีตเพื่อปรับปรุงสมบัติบางประการของคอนกรีต เช่น การก่อตัว ความต้านแรงอัดในระยะต้น การเย็นน้ำ และการหดตัว
- 2.26 สารขยายตัว (expansive additive) หมายถึง สารที่ใช้ในการผสมเพิ่มในส่วนผสมคอนกรีตเพื่อลดการหดตัวในช่วงพลาสติก และการหดตัวแบบแห้ง ซึ่งทำให้การร้าวของคอนกรีตลดลง
- 2.27 ปูนซีเมนต์ขยายตัว (expansive cement) หมายถึง ปูนซีเมนต์ที่มีการขยายตัวสูงเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำ ใช้สำหรับแทนที่ปูนซีเมนต์ที่ระบุในข้อ 3.1 บางส่วน เพื่อลดการหดตัวแบบแห้ง ซึ่งทำให้การร้าวของคอนกรีตลดลง

3. วัสดุก่อสร้าง

3.1 ปูนซีเมนต์

- 3.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ให้เป็นไปตาม มอก. 15 เล่ม 1
- 3.1.2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน ให้เป็นไปตาม มอก.849
- 3.1.3 ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกผสม ให้เป็นไปตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกผสม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C595)

3.2 มวลรวม

- 3.2.1 มวลรวมที่ใช้เป็นมวลผสมของคอนกรีต ต้องสะอาด แข็งแกร่ง ทนทาน ไม่มีสารเคมีเจือปน และไม่มีคราบดินหรือฝุ่นละเอียดเกาะ ซึ่งเป็นเหตุให้ปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำและการยึดหยุ่นของซีเมนต์เพสต์เสียไป ให้เป็นไปตาม มอก. 566
- 3.2.2 มวลรวมละเอียดประดิษฐ์ ให้เป็นไปตาม มอก. 566 และต้องมีส่วนละเอียดที่มีขนาดเล็กกว่า $75\ \mu\text{m}$ ไม่เกิน 3% สำหรับคอนกรีตที่ต้องรับการขัดสี และไม่เกิน 5% สำหรับคอนกรีตทั่วไป ในกรณีที่มีส่วนละเอียดที่มีขนาดเล็กกว่า $75\ \mu\text{m}$ ปราศจากดินหรือหินเซล ให้เพิ่มค่านี้เป็นไม่เกิน 5% สำหรับคอนกรีตที่ต้องรับการขัดสี และไม่เกิน 7% สำหรับคอนกรีตทั่วไป
- 3.2.3 มวลรวมที่อาจเกิดปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์ เมื่อนำมาผสมคอนกรีตที่ใช้กับโครงสร้างสัมผัสสภาพแวดล้อมที่ชื้นหรือสัมผัสกับดินที่ชื้น ต้องไม่มีสารเจือปนที่เกิดปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์จนขยายตัวมากเกินไปจนกำหนดต่อมอร์ตาร์หรือคอนกรีต มวลรวมนี้ใช้ผสมคอนกรีตได้เมื่อปริมาณด่างเทียบเท่าในคอนกรีตมีค่าน้อยกว่า 0.6 % โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ (คำนวณปริมาณด่างเทียบเท่าจาก $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$) หรือมีการผสมปอซโซลานในปริมาณที่ลดการขยายตัวจนอยู่ในระดับที่ไม่เป็นผลเสียกับคอนกรีต (การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 849 ข้อ 9.4)
- 3.2.4 ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของมวลรวมที่จะนำไปใช้ในส่วนผสมคอนกรีตต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดดังนี้
 - (1) $1/5$ ของด้านในที่แคบที่สุดของแบบหล่อ
 - (2) $1/3$ ของความหนาของแผ่นพื้น
 - (3) $3/4$ ของระยะช่องว่างที่น้อยที่สุดระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด

3.3 น้ำ

- 3.3.1 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องไม่มีสารที่มีผลเสียต่อสมบัติของคอนกรีต เช่น ระยะเวลาการก่อตัว การแข็งตัว กำลัง การเปลี่ยนแปลงปริมาตร ความสามารถเทได้ และต้องไม่มีผลทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิม โดยปกติ น้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การบริโภค ใช้สำหรับผสมคอนกรีตได้ ในกรณีน้ำที่ใช้บริโภคไม่ได้ให้ทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1 และวิเคราะห์ปริมาณสารที่ยอมให้มีได้ในน้ำผสมคอนกรีต ให้เป็นไปตามตารางที่ 2
- 3.3.2 น้ำที่มีคลอไรด์ไม่เหมาะสมสำหรับผสมคอนกรีต เนื่องจากมีผลต่อการเกิดสนิมของเหล็กเสริม ถ้ามีความจำเป็นอาจใช้เฉพาะกรณีที่เป็นคอนกรีตไม่เสริมเหล็กเท่านั้น
- 3.3.3 โดยปกติ น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องไม่มีสีและไม่มีสารแขวนลอย ในกรณีที่สงสัยว่าจะใช้น้ำดังกล่าวผสมคอนกรีตได้หรือไม่ ให้ทดสอบความต้านแรงอัดของคอนกรีต ที่อายุ 7 d เมื่อใช้น้ำที่สงสัยเป็นส่วนผสม โดยความต้านแรงอัดของคอนกรีตดังกล่าวต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 90% ของความต้านแรงอัดของคอนกรีตควบคุมที่อายุเดียวกัน และมีสมบัติเป็นไปตามตารางที่ 2

- 3.3.4 ในการทำคอนกรีต น้ำที่ใช้ล้างไม้ผสมคอนกรีตอาจหมุนเวียนนำกลับมาใช้ผสมคอนกรีตได้อีก โดยน้ำดังกล่าวต้องมีสมบัติเป็นไปตามตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สมบัติทางฟิสิกส์
(ข้อ 3.3.1 และ 3.3.3)

สมบัติทางฟิสิกส์	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบ
ความต้านแรงอัดของคอนกรีตที่อายุ 7 วัน	ไม่น้อยกว่า 90 % ของความต้านแรงอัดของคอนกรีตควบคุม	ASTM C31/ C31M ASTM C39/ C39M
ระยะเวลาก่อตัว	ไม่เร็วกว่า 1 h และ ไม่ช้ากว่า 1 h 30 min จากคอนกรีตควบคุม	ASTM C403/ C403M

ตารางที่ 2 ปริมาณสารที่ยอมให้มีได้ในน้ำผสมคอนกรีต
(ข้อ 3.3.1 และ 3.3.3)

สารที่ยอมให้	ปริมาณที่ยอมให้มีได้ (mg/l)	วิธีทดสอบ
คลอไรด์, Cl^- ไม่เกิน	500	ASTM C114
ซัลเฟต, SO_4^{2-} ไม่เกิน	3 000	ASTM C114
ค่าในรูปของ $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ ไม่เกิน	600	ASTM C114
ปริมาณของแข็งทั้งหมด ไม่เกิน	50 000	ASTM C1603

หมายเหตุ : น้ำที่มีกรดเจือปนมีผลต่อความต้านแรงอัดของคอนกรีต ส่วนน้ำที่มีน้ำตาลที่เจือปนมีผลต่อระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต จึงควรหลีกเลี่ยงอย่างเด็ดขาด

3.4 สารผสมเพิ่ม

สารผสมเพิ่ม แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.4.1 สารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมี ที่ใช้ในคอนกรีตให้มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- (1) สารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมี ต้องรักษาส่วนประกอบและคุณภาพของคอนกรีตได้ตลอดการใช้งาน เพื่อให้ได้สมบัติดังต่อไปนี้
 - (1.1) ความคล่องตัวในการเท และความชื้นเหลวที่จะทำให้คอนกรีตสามารถไหลได้เต็มแบบ และหุ้มเหล็กเสริมได้ดี ตามสภาพของการเท โดยไม่แยกตัวหรือเยิ้ม น้ำมากเกินไป
 - (1.2) ความทนทานต่อการใช้งานในสภาวะพิเศษ ได้แก่ คอนกรีตที่สัมผัสกับสารละลายหรือดินที่มีซัลเฟต และคอนกรีตเสริมเหล็กที่สัมผัสกับน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลหรือละอองน้ำทะเล
- (2) ห้ามนำแคลเซียมคลอไรด์หรือสารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมีที่มีส่วนผสมของคลอไรด์ ซึ่งไม่อยู่ในลักษณะสารเจือปนมาใช้กับงานคอนกรีตที่เทหุ้มอะลูมิเนียม หรืองานคอนกรีตหล่อในที่โดยมีแบบหล่ออบสังกะสีอยู่ด้วย
- (3) สารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมี ให้เป็นไปตาม มอก. 733
- (4) สารกระจายกักฟองอากาศสำหรับคอนกรีต ให้เป็นไปตาม มอก. 874
- (5) สารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมีสำหรับทำคอนกรีตไหล ให้เป็นไปตาม มอก. 985

หมายเหตุ ข้อเสนอแนะในการใช้สารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมีให้เป็นไปตาม สทท. 1201

3.4.2 สารผสมเพิ่มที่เป็นแร่ เป็นสารที่ใช้เติมลงในส่วนผสมคอนกรีตก่อนหรือขณะผสม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกิดการประสานในเนื้อคอนกรีตหรือปฏิกิริยาปอซโซลาน หรือทั้งสองอย่าง โดยมีสมบัติดังต่อไปนี้

- (1) สารผสมเพิ่มที่เป็นแร่ต้องสามารถรักษาส่วนประกอบและคุณภาพของคอนกรีตได้ตลอดการใช้งานเช่นเดียวกับสารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมี ที่ใช้ในการผลิตคอนกรีต เพื่อให้ได้คุณลักษณะตามข้อ 3.4.1 (1) (1.1) และ (1.2)
- (2) แก้วฉนวนหินหรือแก้วลอย ให้เป็นไปตาม มอก. 2135
- (3) ซิลิกาฟูม ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซิลิกาฟูม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 1240)

- (4) ตะกรันจากเตาถลุงเหล็กที่บดเป็นผง ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะกรันจากเตาถลุงเหล็กที่บดเป็นผง ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 989)
- (5) ปอชโซลานชนิดอื่น อาทิ เช่น เถ้าแกลบ เถ้าปาล์มน้ำมัน และเถ้าขานอ้อย ที่นอกเหนือจากข้อ 3.4.2 (2) 3.4.2 (3) และ 3.4.2 (4) ให้มีสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปอชโซลานชนิดอื่น ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 618) สำหรับวัสดุปอชโซลาน Class N

3.5 วัสดุเสริมแรง

- 3.5.1 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย ให้เป็นไปตาม มอก. 24
- 3.5.2 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเส้นกลม ให้เป็นไปตาม มอก. 20
- 3.5.3 ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง ให้เป็นไปตาม มอก. 95
- 3.5.4 ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง ให้เป็นไปตาม มอก. 420
- 3.5.5 ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ให้เป็นไปตาม มอก. 737
- 3.5.6 ลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีต ให้เป็นไปตาม มอก. 747
- 3.5.7 ลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยดัดเย็นเสริมคอนกรีต ให้เป็นไปตาม มอก. 943
- 3.5.8 พลาสติกเส้นเสริมคอนกรีต ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพลาสติกเส้นเสริมคอนกรีต ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ACI 440.1R และ ACI 440.2R)

หมายเหตุ เนื่องจากพลาสติกเส้นเสริมคอนกรีตอาจมีปัญหาเรื่องความคงทนในระยะยาว ดังนั้นการใช้งานพลาสติกเส้นเสริมคอนกรีตต้องใช้ความระมัดระวัง และต้องได้รับอนุญาตจากวิศวกรที่รับผิดชอบหรือผู้ตรวจสอบงานก่อน

3.6 เส้นใยผสมคอนกรีต

- 3.6.1 เส้นใยเหล็กที่ใช้ผสมคอนกรีต ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเส้นใยเหล็กที่ใช้ผสมคอนกรีต ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A 820)

- 3.6.2 คอนกรีตที่ผสมเส้นใย ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตที่ผสมเส้นใย ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 1116)

3.7 ผงหินปูน

ผงหินปูน ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผงหินปูน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน BS EN 197-1)

3.8 สารขยายตัวและปูนซีเมนต์ขยายตัว

- 3.8.1 สารขยายตัว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสารขยายตัว ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน JIS A 6202)
- 3.8.2 ปูนซีเมนต์ขยายตัว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ขยายตัว ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณียังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 845)

ภาคผนวก ก

ข้อเสนอแนะการใช้สารผสมเพิ่ม

ก.1 สารผสมเพิ่ม

ปริมาณและการใช้สารผสมเพิ่มที่เป็นสารเคมี และสารผสมเพิ่มที่เป็นแร่ ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรที่รับผิดชอบหรือผู้ตรวจสอบงานก่อน

ก.2 สารผสมเพิ่มอื่น

ปริมาณและการใช้เส้นใยผสมคอนกรีต ผงหินปูน สารขยายตัวและปูนซีเมนต์ขยายตัว ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรที่รับผิดชอบหรือผู้ตรวจสอบงานก่อน

ภาคผนวก ข

ข้อแนะนำในการเก็บรักษาและการทดสอบวัสดุก่อสร้าง

ข.1 ข้อแนะนำในการเก็บรักษาวัสดุก่อสร้าง

ต้องรักษาวัสดุตามข้อ 3.1 – 3.8 เป็นอย่างดี โดยป้องกันมิให้เสื่อมคุณภาพหรือมีสารอื่นเจือปน และห้ามนำวัสดุใดที่ชำรุดหรือเสื่อมคุณภาพแล้วมาใช้ในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเป็นอันขาด

ข.2 ข้อแนะนำในการทดสอบวัสดุ

วิศวกรผู้รับผิดชอบสงวนไว้ซึ่งสิทธิที่จะสั่งให้ทำการทดสอบวัสดุใดๆ ที่จะใช้ผสมคอนกรีต คอนกรีตเสริมเหล็กและ / หรือคอนกรีตอัดแรงเมื่อใดก็ได้ เพื่อตรวจสอบว่าวัสดุนั้นๆ มีสมบัติตรงตามที่กำหนดไว้หรือไม่

การทดสอบคอนกรีตและวัสดุต่างๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ วิศวกรต้องรักษาระเบียบการทดสอบทั้งหมดและเตรียมไว้ให้พร้อมเสมอสำหรับการตรวจสอบในขณะที่ดำเนินการก่อสร้าง และหลังจากที่งานแล้วเสร็จเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี