

# รายการประกอบแบบ

โครงการก่อสร้างถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก  
รหัสสายทาง ขก.ถ. ๘๘๐๐๔ สายทางบ้านแคนเหนือ หมู่ที่ ๑  
ไป บ้านหนองขี้เหิน องค์การบริหารส่วนตำบลแคนเหนือ  
อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

รายละเอียดประกอบแบบ โครงการก่อสร้างถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก ภายในเขตองค์การบริหาร ส่วนตำบลแคนเหนือ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

#### ข้อกำหนดคุณสมบัติวัสดุก่อสร้าง

##### 1. ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่งหรือประเภทที่สามมีคุณสมบัติตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15

##### 2. ทราย

2.1 ต้องเป็นทรายน้ำจืดหรือทรายบกที่มีเม็ดหยาบ คม แข็งแกร่ง สะอาด ปราศจากวัสดุอื่น เช่น เปลือกหอย ดิน เล้าถ่าน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ เจือปน

2.2 ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องมีค่าพิถีความละเอียด (FINENESS MODULUS) ตั้งแต่ 2.3 ถึง 3.1

##### 3. หิน กรวด

หินหรือกรวดที่ใช้จะต้องมีความแข็งแรง เหนียว ไม่ฝุ่นและสะอาดปราศจากวัสดุอื่นเจือปน วัสดุอื่น เช่น เปลือกหอย ดิน เล้าถ่าน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ เจือปน ขนาดใหญ่สุดของหินหรือกรวดที่ใช้ต้องไม่ใหญ่ กว่า 40 มม.

##### 4. น้ำ

น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตและบ่มคอนกรีต จะต้องเป็นน้ำจืดที่สะอาด ปราศจากน้ำมัน กรด ต่าง เกลือ น้ำตาล วัชพืชหรือสารอื่นใด ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อคอนกรีตหรือเหล็กเสริม

##### 5. คอนกรีต

ให้เป็นไปตาม มทข. 101 โดยใช้จำนวนปูนซีเมนต์ไม่น้อยกว่า 350 กก./ลบ.ม.

และแรงอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปลูกบาศก์  $15 \times 15 \times 15$  ซม. ที่อายุครบ 28 วัน ไม่น้อยกว่า 280 กก./ตร.ซม. คอนกรีตที่หล่อเสร็จ ต้องทำการบ่มต่อเนื่องกัน ไม่น้อยกว่า 7 วัน

##### 6. เหล็กเสริม

มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ให้เป็นไปตาม มทข. 103

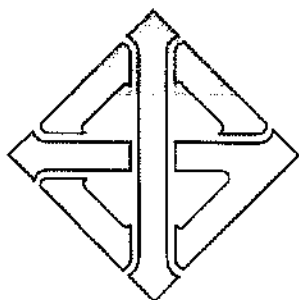
เหล็กเสริมใช้เหล็กเส้นกลมชนิด SR 24 และเหล็กข้ออ้อยชนิด SD 30

7. การแตงผิวหน้าคอนกรีต ให้ทำเมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวแล้วโดยใช้ไม้กวาดหรือแปรงกวาดตามที่ผู้ ควบคุมงานเห็นชอบแล้วให้กวาดด้านขวางก่อนจากขอบหนึ่งไปยังอีกขอบหนึ่งอย่างสม่ำเสมอ และไม่เหลือม กัน โดยตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางถนนและร่องที่เกิดจะต้องลึกไม่เกิน 2 มม.

8. มิติต่าง ๆ เป็นเมตร นอกจากระบุเป็นอย่างอื่น

9. กระดาษขานอ้อยระหว่างรอยต่อจะต้องมีความยืดหยุ่นขณะคอนกรีตขยายหรือหดตัวและแต่ละ รอยจะต้องเป็นแผ่นเดียวตลอดหากในรอยต่อเดียวกันต้องใช้มากกว่า 1 แผ่น จะต้องชนกันให้แน่นสนิท

10. ใช้เหล็ก wire mesh ตาม มอก. 737 ในกรณีที่ต้องทาบบระยะการทาบต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม.



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 15 – 25XX

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

PORTLAND CEMENT

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS

ISBN

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

# ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

### 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดเฉพาะข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพสำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland cement) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ปูนซีเมนต์” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผง ได้จากการบดปูนเม็ดกับแคลเซียมซิลิเฟตรูปใดรูปหนึ่งหรือหลายรูป อาจเติม หินปูน วัสดุผสมเพิ่มอินทรีย์ และวัสดุผสมเพิ่มอินทรีย์ได้
- 2.2 ปูนเม็ด (clinker) หมายถึง ผลึกที่เกิดจากการเผาส่วนผสมต่าง ๆ จนรวมตัวกันสุกพอดี มีส่วนประกอบเคมีที่สำคัญคือ ไฮดรอลิกแคลเซียมซิลิเกต (hydraulic calcium silicate)
- 2.3 หินปูน (limestone) หมายถึง หินตะกอนชนิดหนึ่งซึ่งมีสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate –  $\text{CaCO}_3$ ) หรือคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นส่วนใหญ่แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ
- (1) หินปูนที่มีแคลเซียมสูง (high-calcium limestone) มีแมกนีเซียมคาร์บอเนต 0% ถึง 5%
  - (2) หินปูนแมกนีเซียม (magnesium limestone) มีแมกนีเซียมคาร์บอเนต มากกว่า 5% ถึง 35%
  - (3) หินปูนโดโลไมต์ (dolomitic limestone) มีแมกนีเซียมคาร์บอเนต มากกว่า 35% ถึง 46%

### 3. ประเภท

- 3.1 ปูนซีเมนต์ แบ่งเป็น 5 ประเภท คือ
- 3.1.1 ประเภท 1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ทั่วไปที่ไม่ต้องการสมบัติพิเศษ
  - 3.1.2 ประเภท 2 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความทนซัลเฟตปานกลางหรือเกิดความร้อนปานกลางขณะทำปฏิกิริยากับน้ำ
  - 3.1.3 ประเภท 3 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการค่าความต้านแรงอัดสูงได้เร็ว
  - 3.1.4 ประเภท 4 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความร้อนต่ำขณะทำปฏิกิริยากับน้ำ
  - 3.1.5 ประเภท 5 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความทนซัลเฟตสูง

#### 4. วัสดุ

##### 4.1 ปูนซีเมนต์จะมีวัสดุผสมเพิ่มได้ไม่เกินระบุไว้ ดังต่อไปนี้

- 4.1.1 น้ำหรือแคลเซียมซัลเฟตอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างในปริมาณของซีลเฟอร์ไตรออกไซด์ และปริมาณน้ำหนักที่สูญเสียเนื่องจากการเผา (loss on ignition) ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 1
- 4.1.2 หินปูนในปริมาณไม่เกิน 5.0% โดยมวลของปูนซีเมนต์ หินปูนต้องเป็นวัสดุตามธรรมชาติประกอบด้วยแร่ธาตุอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนตไม่น้อยกว่า 70% โดยมวล ตามบทนิยามข้อ 2.3
- 4.1.3 วัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ (Inorganic processing additions) ในปริมาณไม่เกิน 5.0% โดยมวล ของปูนซีเมนต์ วัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ใส่ได้ไม่มากกว่าหนึ่งชนิดในแต่ละครั้ง ปริมาณที่ใส่ถ้ามากกว่า 1.0% โดยมวล ของปูนซีเมนต์ ต้องเป็นไปตาม มอก. 15 เล่ม 20 ถ้ามีวัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ต้องรายงานปริมาณที่ใช้เป็นร้อยละของมวลปูนซีเมนต์พร้อมกับออกไซด์ของวัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์
- 4.1.4 วัสดุผสมเพิ่มอินทรีย์ (organic processing additions) ต้องเป็นไปตาม มอก. 15 เล่ม 20 ในปริมาณไม่เกิน 1.0% โดยมวลของปูนซีเมนต์

#### 5. คุณลักษณะที่ต้องการ

##### 5.1 สมบัติทางเคมี

ปูนซีเมนต์ต้องมีสมบัติทางเคมีเป็นไปตามตารางที่ 1 แต่อาจเพิ่มเติมรายการตามตารางที่ 2 ได้ถ้ามีการตกลงกันระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 15 เล่ม 18 หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีทดสอบตาม มอก. 15 เล่ม 18 เป็นวิธีตัดสิน

##### 5.2 สมบัติทางฟิสิกส์

ปูนซีเมนต์ต้องมีสมบัติทางฟิสิกส์เป็นไปตามตารางที่ 3 แต่อาจเพิ่มเติมรายการตามตารางที่ 4 ได้ถ้ามีการตกลงกันระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ

สารบัญที่ 1 - สมบัติทางเคมี  
(ข้อ 4.1.1 และข้อ 5.1)

รายการ ที่	สมบัติ	หน่วย	เกณฑ์ที่กำหนด				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1	อะลูมิเนียมออกไซด์ ( $Al_2O_3$ ) ไม่มากกว่า			6.0			
2	ไอร์ออน (II) ออกไซด์ ( $Fe_2O_3$ ) ไม่มากกว่า			6.0		6.5	
3	แมกนีเซียมออกไซด์ ( $MgO$ ) ไม่มากกว่า		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
4	ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ <sup>1)</sup> ( $SO_3$ ) ไม่มากกว่า						
	4.1 เมื่อมีไตรแคลเซียมอะลูมิเนต <sup>2)</sup> ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ) ไม่มากกว่า 8		3.0	3.0	3.5	2.5	2.3
	4.2 เมื่อมีไตรแคลเซียมอะลูมิเนต <sup>2)</sup> ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ) มากกว่า 8		3.5		4.5		
5	น้ำหนักรีดที่สูญเสียเนื่องจากการเผา ไม่มากกว่า						
	5.1 เมื่อไม่ผสมหินปูน	ร้อยละ	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0
	5.2 เมื่อผสมหินปูน	โดยมวล	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
6	กากที่ไม่ละลายในกรดและด่าง ไม่มากกว่า		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
7	ไตรแคลเซียมซิลิเกต <sup>2)</sup> ( $3CaO \cdot SiO_2$ ) ไม่มากกว่า					35	
8	ไดแคลเซียมซิลิเกต <sup>2)</sup> ( $2CaO \cdot SiO_2$ ) ไม่ร้อยละ					40	
9	ไตรแคลเซียมอะลูมิเนต <sup>2)</sup> ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ) ไม่มากกว่า			8	15	7	5 <sup>3)</sup>
10	เทตระแคลเซียมอะลูมิโนเฟอไรต์กับวาทสองเท่าของไตรแคลเซียมอะลูมิเนต <sup>2)</sup> [ $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 + 2(3CaO \cdot Al_2O_3)$ ] หรือสารละลายของแข็งของเทตระแคลเซียมอะลูมิโนเฟอไรต์กับวาทสองเท่าของไตรแคลเซียมอะลูมิโนเฟอไรต์ ( $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 + 2CaO \cdot Fe_2O_3$ ) แก้วแต่กรณี ไม่มากกว่า						25 <sup>3)</sup>



ตารางที่ 3 สมบัติทางฟิสิกส์  
(ข้อ 5.2)

รายการ ที่	สมบัติ	หน่วย	เกณฑ์ที่กำหนด					วิธีทดสอบตาม
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5	
1	ปริมาณอากาศในมอร์ตาร์ <sup>1)</sup> ไม่มากกว่า	ร้อยละโดยปริมาตร	12	12	12	12	12	มอก. 15 เล่ม 13
2	ความละเอียด พื้นผิวจำเพาะ (specific surface) - ทดสอบด้วยสภาพความชื้นผ่านอากาศ (air permeability test) ไม่น้อยกว่า	m <sup>2</sup> /kg	260	260	260	260	260	มอก. 15 เล่ม 6
3	การขยายตัวโดยวิธีออโตคลฟ (autoclave expansion) ไม่มากกว่า	ร้อยละ	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	มอก. 15 เล่ม 11
4	ความต้านแรงอัด <sup>2)</sup> ไม่น้อยกว่า อายุ 1 d อายุ 3 d อายุ 7 d อายุ 28 d	MPa	12.0	10.0	12.0		8.0	
5	ระยะเวลาก่อตัว	MPa	19.0	17.0	24.0	7.0	15.0	
	- ทดสอบแบบไวเคต (Vicat test)					17.0	21.0	
	การก่อตัวระยะต้น ไม่น้อยกว่า	min	45	45	45	45	45	มอก. 15 เล่ม 9
	การก่อตัวระยะปลาย ไม่มากกว่า	min	375	375	375	375	375	

หมายเหตุ <sup>1)</sup> ปริมาณอากาศที่หักจากปูนซีเมนต์ตามเกณฑ์ที่กำหนดนี้ ไม่จำเป็นต้องมีปริมาณอากาศเท่ากับที่มีในมอร์ตาร์

<sup>2)</sup> ค่าความต้านแรงอัดที่อายุโดยอายุหนึ่งจะต้องไม่น้อยกว่าที่ทดสอบได้ที่อายุน้อยกว่า





## 6. การบรรจุ

- 6.1 ให้บรรจุปูนซีเมนต์ในถุงหรือภาชนะอื่นที่ปิดสนิท กันความชื้นและแข็งแรง
- 6.2 หากมิได้ตกลงไว้เป็นอย่างอื่น ปูนซีเมนต์ที่บรรจุถุงสำหรับจำหน่าย ให้มีมวลสุทธิถุงละ 50 kg และไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

## 7. เครื่องหมายและฉลาก

- 7.1 ที่ถุงบรรจุปูนซีเมนต์ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข ตัวอักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ร้าย ชัดเจน
- (1) ชื่อ "ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์"
  - (2) ประเภท
  - (3) มวลสุทธิเป็นกิโลกรัม หรือเมตริกตัน
  - (4) จำนวนปีที่บรรจุ
  - (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
  - (6) ประเทศที่ทำ
- 7.2 ในกรณีที่ภาชนะบรรจุปูนซีเมนต์ไม่สามารถแสดงรายละเอียดตามข้อ 7.1 บนภาชนะบรรจุได้ ให้แจ้งรายละเอียดตามข้อ 7.1 ในใบส่งของ แต่การแสดงมวลสุทธิทั้งหมดให้แสดงมวลสุทธิรวม
- 7.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## 8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ปูนซีเมนต์ประเภทเดียวกันที่ทำต่อเนื่องกัน คราวเดียวกันและแหล่งเดียวกัน ที่ส่งมอบในคราวเดียวกัน หรือที่เข้าไซโลเดียวกันหรือหลายไซโลเรียงกันตามลำดับ หรือที่บรรจุในภาชนะขนส่งซึ่งอาจเป็นรถหนึ่งคันหรือมากกว่าก็ได้ แต่ต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่ขนมาจากไซโลเดียวกัน
- 8.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตาม มอก. 15 เล่ม 16 หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

## ภาคผนวก ก.

## ก1. การคำนวณองค์ประกอบเฟสที่มีในปูนซีเมนต์

ก1.1 ค่าทุกค่าที่คำนวณในภาคผนวกต้องถูกปิดเศษตาม ASTM E29 เมื่อประเมินความสอดคล้องเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด การปิดเศษให้ปิดเศษเหมือนกับตัวเลขในตารางก่อนทำการเปรียบเทียบ เฟสสมมุติซึ่งได้จากการคำนวณไม่จำเป็นต้องหมายความว่าออกไซด์ต่าง ๆ จะปรากฏอยู่จริง หรืออยู่ในลักษณะเฟสนี้ทั้งหมด

ก1.2 ความหมายของเฟสที่แสดง C = CaO, S = SiO<sub>2</sub>, A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, F = Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ยกตัวอย่าง C<sub>3</sub>A = 3CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ปริมาณอะลูมิเนียมออกไซด์ไม่รวมไทเทเนียมออกไซด์ และฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ (TiO<sub>2</sub> และ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ดูหมายเหตุ ก1.1

หมายเหตุ ก1.1 เมื่อเปรียบเทียบการวิเคราะห์ออกไซด์ และคำนวณเฟสจากแหล่งต่าง ๆ หรือจากเวลาที่แตกต่างกัน ต้องตระหนักว่าผลไม่ได้ถูกรายงานในสภาวะเดียวกัน ข้อมูลทางเคมีได้จากวิธีทดสอบอ้างอิงและวิธีทดสอบทางเลือกของวิธีทดสอบตาม มอก. 15 เล่ม 18 (Wet Chemistry) อาจรวมไทเทเนีย และฟอสฟอรัส ใน อะลูมินา เว้นแต่ทำการแก้ไขที่เหมาะสม (ดูวิธีทดสอบตาม มอก. 15 เล่ม 18) เมื่อข้อมูลได้จาก เครื่องมือทดสอบอย่างรวดเร็ว (rapid instrument) สามารถทำให้ค่าในการคำนวณเฟสแตกต่างกันเล็กน้อย ความแตกต่างดังกล่าวโดยปกติจะอยู่ในความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์เมื่อวิธีถูกควบคุมคุณภาพภายใต้เกณฑ์การยอมรับของวิธีทดสอบตาม มอก. 15 เล่ม 18

ก1.3 เมื่ออัตราส่วนร้อยละของ อะลูมิเนียมออกไซด์ กับไอร์รอน (III) ออกไซด์ เท่ากับ 0.64 หรือมากกว่า ร้อยละของไตรแคลเซียมซิลิเกต ไดแคลเซียมซิลิเกต ไตรแคลเซียมอะลูมินา และเทตระแคลเซียมอะลูมินาเฟอไรต์ ต้องถูกคำนวณจากการวิเคราะห์ทางเคมีดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ไตรแคลเซียมซิลิเกต (C}_3\text{S)} &= (4.071 \times \% \text{CaO}) - (7.600 \times \% \text{SiO}_2) - (6.718 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) \\ &\quad - (1.430 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \% \text{SO}_3) \end{aligned} \quad (\text{ก1.1})$$

$$\text{ไดแคลเซียมซิลิเกต (C}_2\text{S)} = (2.867 \times \% \text{SiO}_2) - (0.7544 \times \% \text{C}_3\text{S}) \quad (\text{ก1.2})$$

$$\text{ไตรแคลเซียมอะลูมินา (C}_3\text{A)} = (2.650 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (1.692 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) \quad (\text{ก1.3})$$

$$\text{เทตระแคลเซียมอะลูมินาเฟอไรต์ (C}_4\text{AF)} = 3.043 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3 \quad (\text{ก1.4})$$

ก1.3.1 เมื่ออัตราส่วนระหว่างอะลูมินาออกไซด์กับไอร์รอน (III) ออกไซด์ น้อยกว่า 0.64 จะเกิดสารละลายของแข็งแคลเซียมอะลูมินาเฟอไรต์ ในรูป SS(C<sub>4</sub>AF + C<sub>2</sub>F) ขึ้น จะไม่ปรากฏไตรแคลเซียมอะลูมินาในปูนซีเมนต์ขององค์ประกอบนี้ ไดแคลเซียมซิลิเกตจะถูกคำนวณตามสมการ ก1.2 ปริมาณของสารละลายของแข็งและไตรแคลเซียมซิลิเกต ต้องถูกคำนวณตามสูตร ดังนี้

$$\text{SS(C}_4\text{AF + C}_2\text{F)} = (2.100 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) + (1.702 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) \quad (\text{ก1.5})$$

$$\begin{aligned} \text{ไตรแคลเซียมซิลิเกต (C}_3\text{S)} &= (4.071 \times \% \text{CaO}) - (7.600 \times \% \text{SiO}_2) - (4.479 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) \\ &\quad - (2.859 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \% \text{SO}_3) \end{aligned} \quad (\text{ก1.6})$$

- ก1.4 ถ้าไม่มีการใช้หินปูน และ วัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ในปูนซีเมนต์ หรือไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับหินปูน และ วัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ที่ใช้ในปูนซีเมนต์ เฟสต้องถูกคำนวณโดยใช้ขั้นตอนในสมการ ก1.1 – ก1.6 โดยไม่มีการปรับแก้ไข
- ก1.5 หากไม่มีข้อมูลของปริมาณหินปูนและวัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ ต้องบันทึกว่าไม่มีการปรับแก้สำหรับการใช้หินปูน และวัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ในการประมวลผล
- ก1.6 เมื่อวัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ หรือหินปูน หรือทั้งสองอย่าง ถูกใช้กับปูนซีเมนต์พื้นฐาน (ปูนเม็ดของปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ และแคลเซียมซิลิเฟตที่ถูกเติมต่าง ๆ) ปริมาณของ  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$  และ  $C_4AF$  ต้องถูกปรับแก้ดังนี้
- ก1.6.1 ร้อยละของ  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$  และ  $C_4AF$  ในปูนซีเมนต์พื้นฐาน (ดูหมายเหตุ ก1.2) ต้องถูกหาค่าโดยอ้างอิงตามวิธีวิเคราะห์ทางเคมีใช้วิธีทดสอบตาม มอก. 15 เล่ม 18 และใช้สมการ ก1.1 – ก1.6 ตามความเหมาะสม ปริมาณแต่ละเฟสต้องปรับแก้เพื่อคำนวณสำหรับการใช้หินปูนและวัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ ดังนี้

$$X_f = X_b \times \frac{(100 - L - P)}{100} \quad (ก1.7)$$

เมื่อ

$X_b$  = ร้อยละโดยมวลของ  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$  และ  $C_4AF$  ในปูนซีเมนต์พื้นฐาน (ปูนเม็ดของปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ และแคลเซียมซิลิเฟต ต่าง ๆ)

$L$  = ร้อยละโดยมวลของหินปูน

$P$  = ร้อยละโดยมวลของ วัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ และ

$X_f$  = ร้อยละโดยมวลของ  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$  และ  $C_4AF$  ในผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์

ค่าปรับแก้สำหรับผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ต้องถูกรายงานในรายงานผู้ผลิต

**หมายเหตุ ก1.2** การวิเคราะห์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ หินปูน และ วัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ ถูกหาพร้อมด้วยร้อยละโดยมวลของหินปูน ( $L$ ) และ ร้อยละโดยมวลของ วัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ ( $P$ ) วิธีหนึ่งในการหาค่าประกอบของปูนซีเมนต์พื้นฐาน คือ ใช้สูตรดังนี้

$$O_b = 100 \times (O_f - (L/100 \times O_l) - (P/100 \times O_p)) / (100 - L - P)$$

เมื่อ

$O_b$  = ปริมาณออกไซด์ของปูนซีเมนต์พื้นฐาน (% โดยมวลของปูนซีเมนต์พื้นฐาน)

$O_f$  = ปริมาณออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ (% โดยมวลของผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์)

$O_l$  = ปริมาณออกไซด์ของหินปูน (% โดยมวลของหินปูน) และ

$O_p$  = ปริมาณออกไซด์ของ วัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์ (% โดยมวล ของวัสดุผสมเพิ่มอนินทรีย์)

องค์ประกอบของปูนซีเมนต์พื้นฐานสามารถหาโดยใช้ค่าของการวิเคราะห์ออกไซด์ในสมการ ก1.1 - ก1.6 สมการ ก1.7 ถูกใช้ในการคำนวณองค์ประกอบเฟสที่ปรับแก้

หมายเหตุ ก1.3 ตัวอย่างเช่น

ปูนซีเมนต์ประกอบด้วย หินปูน 3.5% และ วัสดุผสมเพิ่มอินทรีย์ 3.0% และ ปูนซีเมนต์พื้นฐาน มี C<sub>3</sub>S 60%, C<sub>2</sub>S 15%, C<sub>3</sub>A 7% และ C<sub>4</sub>AF 10% องค์ประกอบเฟสที่ปรับแก้ คือ

$$C_{3Sf} = \frac{60 \times (100 - 3.5 - 3.0)}{100} = 56\%$$

$$C_{2Sf} = \frac{15 \times (100 - 3.5 - 3.0)}{100} = 14\%$$

$$C_{3Af} = \frac{7 \times (100 - 3.5 - 3.0)}{100} = 7\%$$

$$C_{4Af} = \frac{10 \times (100 - 3.5 - 3.0)}{100} = 9\%$$

ก1.6.2 ร้อยละของ C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>A และ C<sub>4</sub>AF เท่านั้นที่ถูกปรับแก้ด้วยขั้นตอนใน ก1.6.1

## ก2. ปริมาณหินปูนในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ก2.1 เมื่อใช้หินปูน ปริมาณหินปูนในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์หาได้จากการหา CO<sub>2</sub> ในผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ การวิเคราะห์หา CO<sub>2</sub> อ้างอิงตามวิธีทดสอบตาม มอก. 15-เล่ม 18 ร้อยละของหินปูนในปูนซีเมนต์คำนวณจากผลวิเคราะห์ ปริมาณ CO<sub>2</sub> ในหินปูนที่ใช้

ผู้ผลิตต้องรายงานปริมาณ CO<sub>2</sub> และ ปริมาณหินปูนในปูนซีเมนต์ที่คำนวณได้ในรายงานผลทดสอบจากหม้อบด ปริมาณหินปูนในปูนซีเมนต์คำนวณดังนี้

$$\frac{\%CO_2 \text{ ในปูนซีเมนต์}}{\%CO_2 \text{ ในหินปูน}} \times 100 = \% \text{ หินปูนในปูนซีเมนต์}$$

หมายเหตุ ก2.1 ตัวอย่างเช่น

เมื่อปริมาณ CO<sub>2</sub> ที่วิเคราะห์ได้ในผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ เท่ากับ 1.5% และปริมาณ CO<sub>2</sub> หินปูนเท่ากับ 43% (CaCO<sub>3</sub> ในหินปูน 98%)

แล้ว

$$\frac{1.5}{43} \times 100 = 3.5\% \text{ ปริมาณหินปูนในปูนซีเมนต์}$$

- ก2.2 เกณฑ์การยอมรับของหินปูนที่ถูกใช้ต้องประกอบด้วย  $\text{CaCO}_3$  อย่างน้อย 70% ผู้ทำต้องระบุปริมาณ  $\text{CaCO}_3$  ของหินปูนในรายงานผู้ทำ คำนวณปริมาณ  $\text{CaCO}_3$  ของหินปูน ดังนี้

$$\% \text{CaCO}_3 = 2.274 \times \% \text{CO}_2$$

หมายเหตุ ก2.2 สำหรับการทดสอบปริมาณหินปูนในปูนซีเมนต์ ผู้ซื้อต้องวิเคราะห์ปริมาณ  $\text{CO}_2$  และทำการปรับแก้ปริมาณ  $\text{CaCO}_3$  ในหินปูนเพื่อเปรียบเทียบกับรายงานผู้ทำ

- ก2.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ไม่มีหินปูนประกอบ สามารถมีระดับของ  $\text{CO}_2$  พื้นฐานในการผลิต ตัวอย่างเช่น เกิดจากปฏิกิริยาคาร์บอนชั่น ซึ่งปริมาณ  $\text{CO}_2$  พื้นฐานเป็นส่วนหนึ่งของการคำนวณปริมาณหินปูน

**ภาคผนวก ข.**  
**(ให้ใช้เป็นข้อแนะนำ)**

**ข.1 การเก็บปูนซีเมนต์**

สถานที่เก็บปูนซีเมนต์ ต้องแห้งและสามารถป้องกันความเปียกชื้นมิให้เข้าถึงปูนซีเมนต์ได้ทุกฤดูกาล และเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในลักษณะที่ผู้ตรวจสอบสามารถตรวจสอบได้สะดวก และทราบได้ว่าเป็นปูนซีเมนต์รุ่นใด

**ข.2 เอกสารการสั่งซื้อ ควรระบุประเภทของปูนซีเมนต์ที่ต้องการ พร้อมทั้งสมบัติที่อาจเพิ่มเติมได้ตามต้องการ ถ้าในเอกสารการสั่งซื้อมิได้ระบุประเภทปูนซีเมนต์ ให้ถือว่าเป็นปูนซีเมนต์ประเภท 1**

**ข.3 การตรวจสอบและออกใบรับรอง**

การตรวจสอบและการออกใบรับรองปูนซีเมนต์ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ

**ข.4 การไม่รับของ**

อาจกำหนดเงื่อนไขต่อไปนี้อยู่ในสัญญาซื้อขาย หรือหากมิได้กำหนดไว้ก็อาจใช้เงื่อนไขต่อไปนี้เป็นแนวทางได้ ผู้ซื้ออาจไม่รับปูนซีเมนต์รุ่นนั้นได้ในกรณีต่อไปนี้

**ข.4.1 ผลการทดสอบตัวอย่างปูนซีเมนต์ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในรายการใดรายการหนึ่ง**

**ข.4.2 ปูนซีเมนต์ที่ทดสอบแล้ว หากเก็บในลักษณะปูนซีเมนต์ผง ณ สถานที่เก็บของผู้ทำเกินหกเดือน หรือเก็บในลักษณะปูนซีเมนต์ถุง ณ สถานที่เก็บของผู้ขายเกินสามเดือน หากปรากฏว่าผลการทดสอบซ้ำก่อนนำไปใช้งานที่ผู้ซื้ออาจขอร้องให้ทดสอบซ้ำไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดรายการใดรายการหนึ่ง**

**ข.4.3 เมื่อตรวจสอบพบว่ามวลสุทธิของปูนซีเมนต์ถุง ที่กำหนดมวลสุทธิไว้แน่นอนแล้วน้อยกว่าที่กำหนดไว้เกิน 2% หรือในกรณีที่มีการซื้อขายเป็นจำนวนมาก ถ้ามวลสุทธิเฉลี่ยของปูนซีเมนต์ห้าสิบถุง คำนวณจากมวลที่ได้จากการชั่งตัวอย่างซึ่งเก็บด้วยวิธีสุ่มปูนซีเมนต์แต่ละถุงมีค่าต่ำกว่ามวลสุทธิที่กำหนด**

มทข. 101-2545

## มาตรฐานงานคอนกรีต และคอนกรีตเสริมเหล็ก

**ขอบข่าย** มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง ดังต่อไปนี้ อาคารทั่วไป สะพาน ที่ซังน้ำ และเขื่อน เป็นต้น นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงาน จะระบุเป็นอย่างอื่น

### 1. ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้าง และการทดสอบ (SPECIFICATIONS AND TESTS FOR MATERIALS)

#### 1.1 ปูนซีเมนต์

1.1.1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงสร้างทั้งหมด ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 : มาตรฐานปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

- 1.1.1.1 ประเภท 1 เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา สำหรับใช้ในการก่อสร้างทั่วไป
- 1.1.1.2 ประเภท 2 เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ที่ให้ความร้อนเพียงปานกลาง และมีความต้านทานต่อซัลเฟตปานกลาง
- 1.1.1.3 ประเภท 3 เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทเกิดแรงสูงเร็ว (HIGH EARLY STRENGTH PORTLAND CEMENT) สำหรับใช้ในงานคอนกรีตที่ต้องการให้รับน้ำหนักได้เร็ว
- 1.1.1.4 ประเภท 4 เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทให้ความร้อนต่ำ
- 1.1.1.5 ประเภท 5 เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทซัลเฟตได้สูง

#### 1.2 หิน

1.2.1 ต้องเป็นทรายน้ำจืดหรือทรายบก ที่มีเม็ดหยาบ คม แข็งแกร่ง สะอาดปราศจากวัสดุอื่น เช่น เปลือกหอย ดิน เล้าถ่าน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ เจือปน

1.2.2 ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องมีค่าพิภักัดความละเอียด (FINENESS MODULUS) ตั้งแต่ 2.3 ถึง 3.1

1.2.3 ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มทข.(ท) 101 : มาตรฐานการทดสอบวัสดุมวลผสมคอนกรีต

#### 1.3 หินหรือกรวด

1.3.1 หิน หรือกรวดที่ใช้ต้องแข็งแรง เหนียว ไม่ผุ และสะอาด ปราศจากวัสดุอื่นเจือปน

1.3.2 ขนาดใหญ่สุดของหิน หรือกรวดที่ใช้ต้องไม่ใหญ่กว่า 40 มม. และไม่ใหญ่กว่า 1/5 ของด้านในที่แคบที่สุดของแบบหล่อ และต้องไม่ใหญ่กว่า 3/4 ของช่องว่างระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด

1.3.3 ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มทข.(ท) 101 : มาตรฐานการทดสอบวัสดุมวลผสมคอนกรีต

#### 1.4 น้ำ

1.4.1 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตให้ใช้น้ำประปา



1.4.2 ในกรณีที่หาน้ำประปาไม่ได้ ต้องเป็นน้ำจืดปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต และเหล็กเสริม และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มทข.(ท) 104 : มาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต

## 1.5 คอนกรีต

### 1.5.1 ชนิด และกำลังของคอนกรีต

ชนิดของคอนกรีตที่ใช้ในงานก่อสร้าง มีดังนี้ ค1, ค1-2, ค2, ค3 และ ค4 ดังแสดงในตารางที่ 1 และหากไม่มีการกำหนดเป็นอย่างอื่น คอนกรีตที่ใช้ในโครงสร้างทั่วไป ให้ใช้ชนิด ค1

ตารางที่ 1 ชนิดของคอนกรีต และค่าแรงอัดประลัยต่ำสุด

ชนิดของคอนกรีต	จำนวนปูนซีเมนต์ที่ใช้ต่อคอนกรีต 1 ลบ.ม. (เป็นกิโลกรัม) ต้องไม่น้อยกว่า	แรงอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตมาตรฐาน ที่อายุ 28 วัน (เป็นกิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	
		ลูกบาศก์ 15x15x15 ซม.	ทรงกระบอก Ø 15x30 ซม.
ค 1	290	180	145
ค 1-2	300	210	175
ค 2	320	240	200
ค 3	350	300	250
ค 4	400	420	350

### 1.6 เหล็กเสริมคอนกรีต

ให้เป็นไปตาม มทข. 103 : มาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

## 2. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง (CONSTRUCTION REQUIREMENTS)

### 2.1 ปูนซีเมนต์

- 2.1.1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมด ถ้าแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้กำหนดว่าเป็นปูนซีเมนต์ประเภทใด ให้ถือว่าเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตามข้อ 1.1
- 2.1.2 ถ้าใช้ปูนซีเมนต์ประเภทเกิดแรงสูงเร็วในการก่อสร้างของโครงสร้าง ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3 ตามข้อ 1.1
- 2.1.3 ต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่บรรจุถุงเรียบร้อย หรือเป็นปูนซีเมนต์ที่เก็บในภาชนะบรรจุของบริษัทผู้ผลิต
- 2.1.4 ปูนซีเมนต์บรรจุถุง ต้องเก็บไว้บนพื้นที่ยกสูงกว่าพื้นดินอย่างน้อย 30 เซนติเมตร ในโรงที่มีหลังคาคลุม และมีฝากันกันฝนได้ดี
- 2.1.5 ห้ามใช้ปูนซีเมนต์เสื่อมคุณภาพ เช่น ปูนซีเมนต์ซึ่งแข็งตัวจับกันเป็นก้อน เป็นต้น

- 2.1.6 ในโครงสร้างขึ้นเดียวกัน เช่น เสา คาน พื้น เป็นต้น ห้ามใช้ปูนซีเมนต์ต่างประเภทผสมคอนกรีตปนกัน

## 2.2 มวลผสม

ทราย หิน หรือกรวด ต้องกองในลักษณะที่แยกขนาด และป้องกันมิให้ปะปนกัน

## 2.3 น้ำ

- 2.3.1 ให้ใช้น้ำประปาตามข้อ 1.4 แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้น้ำที่ขุ่นมาผสมคอนกรีตแล้ว ต้องทำน้ำให้ใสก่อนจึงนำมาใช้ได้ โดยอาจปฏิบัติดังนี้ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ลิตร ต่อน้ำขุ่น 200 ลิตร ผสมทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที หรือจนตกตะกอนนอนก้นหมดแล้ว จึงตักเอาน้ำใสมาใช้ได้แต่ทั้งนี้ น้ำต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มทข.(ท) 104 : มาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต

## 2.4 คอนกรีต

- 2.4.1 ส่วนผสมของคอนกรีต ค1, ค1-ค2, ค3 และ ค4 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ทดลองทำส่วนผสมนี้ขึ้นเอง โดยร่วมปรึกษากับวิศวกรผู้ออกแบบ หรือวิศวกรของผู้ว่าจ้าง ถึงส่วนผสมที่เหมาะสมแก่คุณภาพของวัสดุเป็นคราว ๆ ไป การทดลองหาส่วนผสมจะต้องทำล่วงหน้าก่อนใช้งานคอนกรีตจริงในระยะเวลาอันสมควร และจะต้องแจ้งถึงอัตราส่วนที่ผ่านการทดลอง และตัดสินใจใช้ให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อน อย่างไรก็ตามการแจ้งส่วนผสมให้ทราบนี้ไม่เป็นการทำให้ผู้รับจ้างพ้นภาระความรับผิดชอบในเรื่องคอนกรีตไม่ได้กำลังตามต้องการ
- 2.4.2 การเลือกส่วนผสมให้ถือหลักดังนี้
- ก. ปูนซีเมนต์ให้มีไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ ตามตารางที่ 1
  - ข. ปริมาณน้ำให้น้อยที่สุด เพื่อให้คอนกรีตมีความชื้นเหลวพอเหมาะไม่เหลวเกินไป และมีความคล่องตัวในการเท (WORKABILITY)
  - ค. อัตราส่วนผสม และขนาดของมวลผสม ต้องเหมาะสมกับประเภทของโครงสร้างและการใช้งาน

## 2.5 การผสมคอนกรีต

- 2.5.1 การผสมคอนกรีตในสถานที่ก่อสร้าง ให้ผสมด้วยเครื่องผสม และการผสมแต่ละครั้งให้ผสมต่อปูนซีเมนต์ 1 หรือ 2 ถุง
- 2.5.2 สำหรับเครื่องผสมที่มีความจุ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือน้อยกว่า ต้องใช้เวลาผสมนานอย่างน้อย 1 ½ นาที และให้เพิ่มระยะเวลาผสม 15 วินาที ทุก ๆ ความจุที่เพิ่มขึ้น 0.5 ลูกบาศก์เมตร หรือเศษของลูกบาศก์เมตร
- 2.5.3 เครื่องผสมต้องหมุนด้วยความเร็วสม่ำเสมอตามที่ผู้ผลิตกำหนดอัตราความเร็วที่ขอบนอกควรประมาณ 1 เมตร ต่อวินาที

## 2.5.4 การนับเวลาที่ใช้ผสมให้เริ่มนับเมื่อใส่มวลวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ผสมทั้งหมดลงในเครื่องผสมแล้ว

### 2.6 การลำเลียงและการเทคอนกรีต

- 2.6.1 ต้องตรวจดูแบบหล่อ และการวางเหล็กเสริมว่ามั่นคง และถูกต้องตามแบบรายละเอียดพร้อมทั้งทำความสะอาดให้ปราศจากเศษวัสดุที่อยู่ในแบบที่จะเท และอุดรอยรั่วต่าง ๆ เพื่อมิให้น้ำปูนหนืดออกเรียบร้อยแล้วจึงจะทำการเทคอนกรีตได้
- 2.6.2 การลำเลียงและการเทคอนกรีตต้องทำด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้เกิดการแยกตัวของคอนกรีต
- 2.6.3 คอนกรีตที่ผสมแล้วต้องรีบนำไปเทลงในแบบ โดยเร็วก่อนที่คอนกรีตนั้นจะแข็งตัว (ไม่ควรเกิน 30 นาที) และต้องระมัดระวังมิให้เหล็กเสริมเคลื่อน หรือเปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม
- 2.6.4 ถ้าหากเทคอนกรีตในโครงสร้าง ส่วนหนึ่งส่วนใดไม่เสร็จในรวดเดียวแล้วต้องหยุดเทคอนกรีตตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง กำหนดหรือตามตำแหน่ง ดังนี้
  - ก. สำหรับเสา ที่ระดับไม่เกิน 7.5 เซนติเมตร ต่ำจากท้องคานหัวเสา
  - ข. สำหรับคาน ที่กลางคานโดยใช้ไม้กันตั้งฉาก ในกรณีที่คานขอยัดกับคานหลักตรงบริเวณกึ่งกลางช่วงให้เลื่อนรอยต่อในคานออกไปอีกระยะ 1 เท่าของความลึกของคานหลัก
  - ค. สำหรับพื้น ที่กลางแผ่นโดยใช้ไม้กันตั้งฉาก เมื่อจะเทคอนกรีตต่อให้ทำผิวคอนกรีตให้หยาบ ตามวิธีที่ได้รับการรับรองแล้ว จนเห็นเม็ดหินโผล่โดยตลอด ปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเศษหิน ปูนทราย ที่หลุดร่วง ล้างผิวที่ทำหยาบนั้นด้วยน้ำสะอาดทันที ก่อนเทคอนกรีตใหม่ให้พรมน้ำที่ผิวคอนกรีตให้ชื้นแต่ไม่เปียกโชก
- 2.6.5 ห้ามเทคอนกรีตในขณะที่มีฝนตกเว้นแต่จะมีที่ป้องกัน

### 2.7 ทำการให้คอนกรีตแน่นตัว

เมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือนชนิดจุ่ม เพื่อให้คอนกรีตแน่นตัวควรปฏิบัติ ดังนี้

- 2.7.1 ให้จุ่มปลายขึ้นลงตรง ๆ ช้า ๆ การจุ่มต้องจุ่มจนสุดชั้นคอนกรีตที่เทใหม่ และเลยเข้าไปในชั้นได้เล็กน้อย
- 2.7.2 ให้จุ่มหัวสั่นสะเทือนเป็นจุด ๆ ระยะห่างตั้งแต่ 45-75 เซนติเมตร โดยใช้เวลาจุ่มนาน 5-15 วินาที
- 2.7.3 การถอนหัวสั่นสะเทือนขึ้น ให้ถอนช้า ๆ ประมาณ 7.5 เซนติเมตร ต่อวินาที
- 2.7.4 ในการจุ่ม ต้องระวังอย่าให้หัวสั่นสะเทือนถูกแบบหล่อและเหล็กเสริมเพราะจะทำให้แบบหล่อเสียรูปหรือเหล็กเสริมเคลื่อนผิดตำแหน่งได้
- 2.7.5 ห้ามจุ่มหัวสั่นสะเทือนทิ้งไว้นานเกินไป หรือจุ่มซ้ำที่บริเวณเดียวกัน เพราะจะทำให้คอนกรีตแยกตัว และห้ามใช้เกลี่ยคอนกรีต

### 2.8 การบ่มคอนกรีต

เมื่อเทคอนกรีตเสร็จแล้ว ในระหว่างที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัวต้องปกคลุมมิให้ถูกแสงแดด และกระแสลมร้อนต้องป้องกันมิให้คอนกรีตได้รับความเสียหาย และเมื่อพ้นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หรือเมื่อคอนกรีต

แข็งตัวแล้ว ต้องจัดการปมให้คอนกรีตรูมน้ำอยู่ตลอดเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 7 วัน ด้วยการได้ กระสอบชุบน้ำคลุมหรือด้วยการชังน้ำ ฯลฯ

## 2.9 การแต่งผิวคอนกรีต

2.9.1 เมื่อถอดแบบออกแล้ว ถ้าเนื้อคอนกรีตมีลักษณะเป็นรพูน หรือขรุขระก่อนที่จะดำเนินการต่อไปให้ แต่งผิวควบคุมงาน หรือวิศวกรของผู้ว่าจ้างตรวจสอบพิจารณาเสียก่อน

2.9.2 เมื่อต้องการจะฉาบปูนทับผิวหน้าคอนกรีต ทำให้ผิวหน้าคอนกรีตให้ขรุขระ ภาคน้ำให้ชุ่มแล้วจึงฉาบ ปูน เมื่อฉาบปูนเสร็จแล้ว ให้มีการป้องกันผิวหน้าแห้ง เป็นเวลาต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 3 วัน

2.9.3 การฉาบปูนภายในของผิวคอนกรีตที่จะใช้ชังน้ำ ให้ฉาบปูนขัดมัน ส่วนผิวคอนกรีตภายนอกให้ฉาบ ปูนตกแต่งให้เรียบร้อยหรือตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

## 2.10 ส่วนหุ้มของคอนกรีต

ถ้ามิได้แสดงไว้ในแบบรายละเอียดแล้ว ให้ใช้ส่วนหุ้มคอนกรีตจากผิวไม้แบบถึงผิวนอกเหล็กเสริม ดังต่อไปนี้ ยกเว้นโครงสร้างที่สัมผัสดินเค็ม หรือน้ำเค็ม

พื้น	1.5 เซนติเมตร
เสา และคาน	2.5 เซนติเมตร
เสาดอม่อ	4.0 เซนติเมตร
ฐานราก	5.0 เซนติเมตร

## 2.11 การหล่อตัวอย่างคอนกรีตและการทดสอบ

2.11.1 ในการเทคอนกรีตต้องทำ SLUMP TEST ทุกครั้งที่เปลี่ยนอัตราส่วนผสมของน้ำกับปูนซีเมนต์หรือผู้ ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่า คอนกรีตชั้นหรือเลเวลเกินไปวิธีทำ SLUMP TEST ต้องเป็นไปตาม มทข.(ท) 103 : มาตรฐานการทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต ค่าการยุบตัวของคอนกรีตควรเป็นไป ตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าการยุบตัวสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือน

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบตัว (ชม.)	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก	7.5	5
แผ่นพื้น, คาน, ผนัง ค.ส.ล.	10	5
เสา	12.5	5
ครีป ค.ส.ล. และผนังบาง ๆ	15	5

2.11.2 เพื่อเป็นการตรวจสอบภาพของคอนกรีตว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ ผู้รับจ้างต้องจัดหาแบบหลักมาตรฐานมาหล่อตัวอย่างคอนกรีต ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร หรือทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร แล้วเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้านั้น ๆ ปล่อยให้ผู้นับความคุมงานของผู้ว่าจ้าง แล้วนำไปเก็บบำรุงรักษาตาม มทข.(ท) 102 : มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานและการนำไปบำรุงรักษา ของกรมทางหลวงชนบท

2.11.3 ควรเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่จะทดสอบ ให้เก็บทุกวันเมื่อมีกระแสคอนกรีต และอย่างน้อยต้องเก็บ 3 ก้อน เพื่อทดสอบกำลังคอนกรีตเมื่ออายุ 28 วัน โดยใช้วิธีการเก็บ ดังนี้

ก. เก็บเมื่อหล่อคอนกรีตแต่ละส่วนของโครงสร้าง เช่น ฐานราก เสา คาน และพื้น

ข. เก็บทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตทุก ๆ 50 ลูกบาศก์เมตร และเศษของ 50 ลูกบาศก์เมตร

ค. เก็บทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแหล่งทราย หรือหิน-กรวด สำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) การเก็บให้เก็บที่ปาก กลาง และกันไม่ จำนวนตัวอย่างที่เก็บให้เป็นไปตามข้อ ก. และ ข.

## 2.12 การพิจารณาผลการทดสอบ

2.12.1 คอนกรีตที่หล่อแล้ว จะยอมรับได้ต่อเมื่อผลการทดสอบแท่งตัวอย่างคอนกรีตทดลองมาตรฐาน ที่เก็บมาทั้งสามก้อนเมื่ออายุครบ 28 วัน นั้น ตรงตามความต้องการข้อใดข้อหนึ่งในสองข้อต่อไปนี้

ก. กำลังอัดของแท่งคอนกรีตแต่ละก้อน ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ข้อ 1.5.1

ข. ถ้าก้อนใดมีกำลังอัดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ข้อ 1.5.1 แล้ว กำลังอัดเฉลี่ยของทั้งสาม ก้อนนั้นต้องสูงกว่าที่กำหนดไว้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 และผลต่างของกำลังอัดของก้อนที่มีกำลังต่ำสุดกับค่าที่กำหนดไว้ต้องไม่เกินร้อยละ 10 ของค่าที่กำหนดไว้

ในกรณีที่ทดสอบค่าของกำลังคอนกรีตเมื่ออายุ 7 วัน ค่ากำลังอัดของแต่ละก้อนต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของค่าที่กำหนดเมื่ออายุครบ 28 วัน อย่างไรก็ตามการพิจารณาตัดสินกำลังคอนกรีตขั้นสุดท้าย ถือเมื่อก่อนคอนกรีตอายุครบ 28 วัน เป็นเกณฑ์

2.12.2 หากปรากฏว่าค่าแรงอัดประลัย ของผลการทดสอบดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 1.5.1 ผู้รับจ้างต้องสกัด หรือรื้อส่วนที่เทคอนกรีตไปแล้วนั้นออกเสียแล้วจัดการหล่อใหม่โดยใช้คอนกรีต ซึ่งมีคุณภาพได้แรงอัดประลัยไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ 1.5.1 หรือผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีตรวจสอบที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ความเสียหายหรือค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหล่อคอนกรีตใหม่ หรือการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างส่วนนั้น ๆ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น จะคิดมูลค่าเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

2.12.3 การทดสอบหาค่าแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตมาตรฐานนั้น ผู้รับจ้างจะต้องส่งมาให้กรมทางหลวงชนบท หรือส่วนราชการอื่นใด หรือที่ที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างสามารถร่วมทำการทดสอบได้ เป็นผู้ทดสอบค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

## 2.13 แบบหล่อ

- 2.13.1 แบบหล่อต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรง ไม่ยุบ ไม่คดงอ อาทิ เหล็ก ไม้ ฯลฯ
- 2.13.2 แบบหล่อต้องเข้าแบบให้สนิท เพื่อกันน้ำปูนรั่ว ผิวด้านในของแบบที่ติดกับคอนกรีตต้องเรียบและต้องล้างให้สะอาดก่อนลงมือเทคอนกรีตเสมอ
- 2.13.3 แบบหล่อและนั่งร้านรองรับคอนกรีตเหลวต้องมั่นคงแข็งแรงพอรับน้ำหนัก และแรงสั่นสะเทือนเมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือนคอนกรีตได้ โดยไม่ทรุดตัวหรือแอ่นตัวจนเสียระดับ หรือแนว-หวั่นเกิดการเสียระดับ หรือแนวหรือผิดขนาดจนเห็นว่าจะเกิดผลเสียหาย ผู้รับจ้างต้องทุบทำลายชิ้นส่วนนั้นทิ้งขึ้น แล้วหล่อใหม่ให้ถูกต้องโดยจะคิดมูลค่าเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างไม่ได้ ทั้งนี้ได้ทำให้ผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อผลเสียหายใด ๆ ที่อาจจะเกิดจากการทุบทำลายชิ้นส่วนนั้น ๆ
- 2.13.4 แบบหล่อจะถอดออกไม่ได้จนกว่าจะได้กำหนดเวลา การถอดแบบต้องไม่ให้คอนกรีตได้รับความกระเทือน และให้ถือกำหนดเวลาการถอดแบบดังต่อไปนี้

แบบข้างคาน กำแพง ฐานราก	2 วัน
แบบข้างเสา	3 วัน
แบบล่างรองรับพื้น-คาน	14 วัน
และเมื่อถอดแล้วให้ค้าตามจุดต่าง ๆ ที่เหมาะสมไว้อีก	14 วัน

ทั้งนี้ ให้ยกเว้นในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดแข็งตัวเร็ว ซึ่งให้ถือกำหนดถอดแบบได้ทั้งหมดเมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน

- 2.13.5 ห้ามมิให้ขึ้นไปทำการก่อสร้างที่เทคอนกรีตแล้วจนกว่าจะพ้น 24 ชั่วโมง หลังจากเทคอนกรีตครั้งสุดท้ายแบบหล่อส่วนนั้น
- 2.13.6 แบบหล่อที่รื้อออกแล้ว ก่อนที่จะนำมาใช้ใหม่จะต้องทำความสะอาดและตกแต่งให้เรียบร้อยเสียก่อน จึงจะนำไปใช้อีกได้

\*\*\*\*\*

มทข. 102-2545

## มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

ขอขยาย มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างทุกประเภทที่เป็นคอนกรีตอัดแรง

## 1.ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้างและการทดสอบ(SPECIFICATIONS AND TESTS FOR MATERIALS)

## 1.1 คอนกรีต

- 1.1.1 ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ประเภท 3 หรือ ประเภท 5 ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 : มาตรฐานปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และค่าของแรงอัดประลัย (ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH) ของแท่งทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15x30 เซนติเมตร ถ้าไม่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียดแล้ว เมื่อมีอายุครบ 28 วัน ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- 1.1.2 ปูนซีเมนต์ ทราย หิน และน้ำ ที่นำมาใช้ผสมคอนกรีตนั้น จะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มทข. 101 : มาตรฐานงานคอนกรีต และคอนกรีตเสริมเหล็ก ของกรมทางหลวงชนบท

## 1.2 ลวดเหล็ก (PRESTRESSING WIRE)

- 1.2.1 ลวดเหล็กที่ใช้ต้องมีสมบัติทางกลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 95 : มาตรฐานลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง ดังมีรายละเอียดตามตารางต่อไปนี้

## ตารางแสดงสมบัติทางกลของลวดเหล็ก

ลวดเหล็กประเภทไม่คลายแรงและคลายแรง (STRESS-RELIEVED AND NONSTRESS-RELIEVED)

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางมิลลิเมตร	ความเค้นดึงสูงสุด กิโลกรัมแรงต่อตารางมิลลิเมตร		ความเค้นพิสูจน์ ที่ 0.2% offset กิโลกรัมแรงต่อตารางมิลลิเมตร		การทดสอบการดัดกลับ		ความล้า คิดเป็นร้อยละ
		ไม่น้อยกว่า	ไม่มากกว่า	ไม่น้อยกว่า	ไม่มากกว่า	จำนวนครั้ง ไม่น้อยกว่า	รัศมีหัวดัด มิลลิเมตร	ไม่มากกว่า
PC 4	4.00	175	200	130	150	3	12.5	4.5
PC 4A		175	200	150	170			
PC 5	5.00	175	200	130	150	3	15	4.5
PC 5A		175	200	150	170			
PC 7	7.00	160	185	120	140	3	20	4.5
PC 7A		160	185	135	160			
PC 9A	9.00	140	170	125	150	3	25	4.5

**หมายเหตุ** ค่าความล้าที่กำหนดในตารางนี้ไว้สำหรับการทดสอบนาน 10 ชั่วโมงเท่านั้น ส่วนค่าที่ใช้ในการออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานของการออกแบบสากล

- 1.2.2 ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเหล็กที่ยอมให้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 95 : มาตรฐานลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง ดังมีรายละเอียดตามตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเหล็ก

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อน ที่ยอมให้ (มิลลิเมตร)	พื้นที่หน้าตัดระบุ (ตารางมิลลิเมตร)	น้ำหนักระบุ (กิโลกรัมต่อ กิโลเมตร)
PC 4, PC 4A	4.00	±0.050	12.75	98.7
PC 5, PC 5A	5.00	±0.050	19.64	154.0
PC 7, PC 7A	7.00	±0.050	38.48	302.0
PC 9A	9.00	±0.050	63.62	499.0

### 1.3 ลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น (UNCOATED SEVEN-WIRE STRESS-RELIEVED STRAND)

- 1.3.1 ลวดเหล็กตีเกลียวที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติทางกลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 420 : มาตรฐานลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง ดังมีรายละเอียดตามตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงคุณสมบัติทางกลของลวดเหล็กตีเกลียว

ชื่อขนาด	ความต้านแรงดึงที่จุดยึด		แรงดึงสูงสุด (กิโลกรัมแรง) ไม่น้อยกว่า	ความยืด ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	ความล้า ร้อยละ ไม่มากกว่า
	แรงดึงเริ่มต้น (กิโลกรัมแรง)	ความต้านแรงดึง ที่จุดยึด ร้อยละ 1 (กิโลกรัมแรง) ไม่น้อยกว่า			
SPC 6A	410	3,470	4,080	3.5	3.0
SPC 7A	660	5,580	6,580	3.5	3.0
SPC 9A	910	7,710	9,070	3.5	3.0
SPC 11A	1,220	10,430	12,240	3.5	3.0
SPC 12A	1,630	13,880	16,320	3.5	3.0
SPC 15A	2,450	20,820	24,490	3.5	3.0
SPC 9B	1,040	8,870	10,430	3.5	3.0
SPC 11B	1,410	11,950	14,060	3.5	3.0
SPC 12B	1,880	15,910	18,730	3.5	3.0
SPC15B	2,660	22,580	26,580	3.5	3.0



- 1.3.2 ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเหล็กตีเกลียวที่ยอมให้ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 420 : มาตรฐานลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น สำหรับงานคอนกรีตอัดแรงดังมีรายละเอียดตามตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเหล็กตีเกลียว

ชั้นคุณภาพ	ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง มิลลิเมตร	ค่าความแตกต่าง ไม่น้อยกว่า (มิลลิเมตร)	พื้นที่ภาคตัดขวาง ตารางมิลลิเมตร	น้ำหนัก กิโลกรัมต่อ เมตร
1725	SPC 6A	$6.35 \pm 0.40$	0.03	23.22	182
	SPC 7A	$7.94 \pm 0.40$	0.04	37.42	294
	SPC 9A	$9.53 \pm 0.40$	0.05	51.61	405
	SPC 11A	$11.11 \pm 0.40$	0.07	69.68	548
	SPC 12A	$12.70 \pm 0.40$	0.08	92.90	730
1860	SPC 15A	$15.24 \pm 0.40$	0.10	139.35	1,094
	SPC 9B	$9.53 + 0.65$ - 0.15	0.05	54.84	432
	SPC 11B	$11.11 + 0.65$ - 0.15	0.07	74.19	582
	SPC 12B	$12.70 + 0.65$ - 0.15	0.08	98.71	775
	SPC 15B	$15.24 + 0.65$ - 0.15	0.10	140.00	1,102

#### 1.4 การดัดลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดเป็นอย่างอื่นแล้ว ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวจะทำการดัดหรือตัดก็ได้ต่อเมื่อค่าแรงอัดของแท่งทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐาน  $\varnothing 15 \times 30$  เซนติเมตร ของคอนกรีตโครงสร้างนั้นมีค่าไม่น้อยกว่า ค่าที่กำหนด ดังนี้

- งานอาคาร ร้อยละ 80 ของแรงอัดประลัยที่กำหนดให้
- งานสะพาน ร้อยละ 85 ของแรงอัดประลัยที่กำหนดให้
- งานเสาเข็ม ร้อยละ 70 ของแรงอัดประลัยที่กำหนดให้

แต่ทั้งนี้การดัดลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว จะต้องทำให้เกิดค่าแรงอัดในคอนกรีตไม่เกินร้อยละ 60 ของค่าแรงอัดประลัยของคอนกรีตในขณะดัดลวด

### 1.5 ท่อร้อยลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว

- 1.5.1 ท่อร้อยต้องไม่รั่วและไม่ทำปฏิกิริยากับคอนกรีต
- 1.5.2 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อต้องโตกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเหล็กหรือกลุ่มลวดเหล็กอย่างน้อย 6 มิลลิเมตร หรือมีพื้นที่หน้าตัดภายในอย่างน้อย 2 เท่า ของพื้นที่หน้าตัดของลวดเหล็ก หรือกลุ่มลวดเหล็กนั้น

### 1.6 การอัดซีเมนต์เหลว

- 1.6.1 ซีเมนต์เหลวที่ใช้ในการอัดฉีดเข้าไปในโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงนั้น ส่วนผสมของน้ำต่อปูนซีเมนต์ (W/C RATIO) จะต้องเหมือนกับส่วนผสมของคอนกรีตอัดแรง และมีส่วนผสมของอลูมิเนียมฟลายแอส หรือวัสดุอื่นที่ใช้ในการนี้ โดยเฉพาะ ซึ่งจะต้องได้รับความเห็นชอบเสียก่อน
- 1.6.2 การฉีดซีเมนต์เหลวจะต้องทำด้วยเครื่องอัดให้แรงดันประมาณ 8 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และจะเลิกอัดฉีด ซีเมนต์เหลวได้ก็ต่อเมื่อที่ปลายอีกข้างหนึ่งมีซีเมนต์เหลวพุ่งไหลออกมาเต็มท่อและพุ่งไหลลงมาเสมอแล้วจึงอุด ท่อได้

### 1.7 การตัดลวดภายหลังจากการอัดซีเมนต์เหลว

การตัดลวดให้ตัดได้เมื่อซีเมนต์เหลวแข็งตัวแล้วไม่น้อยกว่า 3 วัน โดยการตัดทำได้ดังนี้

- 1.7.1 ใช้เครื่องตัดชนิดความเร็วสูง (HIGH-SPEED ABRASIVE CUTTING WHEEL) หรือเลื่อยตัด (FRICTION SAW) หรือวิธีอื่นใด ที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างแล้ว
- 1.7.2 ใช้เครื่องตัดโลหะชนิดใส่แก๊ส ACETYLENE-OXYGEN ตัด โดยเพิ่มปริมาณของออกซิเจนเข้าไปขณะที่โลหะเริ่มหลอมละลายแต่ควรระวังไม่ให้เปลวไฟ หรือประกายไฟ กระเด็นไปถูกสมอยึด (ANCHORAGE) หรือเส้นลวดเหล็ก (TENDONS)

**หมายเหตุ** ในระบบดึงเหล็กภายหลัง (POST TENSION) วิธีการตัดทั้งวิธีที่ 1 และ 2 จะต้องมียะห่างไม่น้อยกว่า 1 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเหล็ก จากสมอยึด และอุณหภูมิภายในเส้นลวดเหล็กที่ใกล้กับสมอยึดต้องไม่เกิน 200 องศาเซนเซียส เมื่อตัดเรียบร้อยแล้วให้พอกหุ้มรอยตัดด้วยปูนทราย อัตราส่วน 1:1

## 2. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง (CONSTRUCTION REQUIREMENTS)

### 2.1 คอนกรีต

- 2.1.1 ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการจะใช้สารผสม (ADMIXTURE) เช่นสารที่ช่วยให้คอนกรีตแข็งตัวช้าในระยะแรกเพื่อช่วยในการปฏิบัติงาน จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อน
- 2.1.2 กรรมวิธีในการผลิตคอนกรีต เช่น การเท การบำรุงรักษา การติดตั้งไม้แบบ การควบคุมคุณภาพ การยอมรับการวัดผลของกำลังคอนกรีตและอื่น ๆ ให้ถือปฏิบัติเช่นเดียวกับ มทข. 101 : มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

### 2.2 ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว

- 2.2.1 ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวที่ใช้จะต้องมีรายงานการทดสอบเกี่ยวกับความล้า(RELAXATION) จากโรงงานผลิตส่งมายังผู้ว่าจ้างด้วย
- 2.2.2 ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวที่ส่งมาต้องเป็นม้วน และเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 2.2.3 เหล็กเสริมอื่น ๆ ที่มีใช้ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว ซึ่งนำมาใช้ในงานคอนกรีตอัดแรงนี้ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต ของกรมทางหลวงชนบท มทข. 103 : มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต
- 2.2.4 การเก็บตัวอย่าง
  - 2.2.4.1 จะต้องเก็บลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวตัวอย่างต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
  - 2.2.4.2 การเก็บลวดตัวอย่างให้เก็บจากทุกวันที่ดันทวนและปลายม้วนอย่างน้อยแห่งละ 2 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างต้องยาวไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร เพื่อทำการทดสอบสมบัติทางกลตาม มอก. 95 : มาตรฐานลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง และ มอก. 420 : มาตรฐานลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง
- 2.3 การดึงลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว ชนิด 7 เส้น
  - 2.3.1 การดึงลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว ในกรณีที่เป็นแบบดึงเหล็กภายหลัง (POST-TENSION) ถ้าความยาวของลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวยาวเกิน 20 เมตร ให้ดึงทั้งสองปลายและให้ดึงพร้อมๆ กันในกรณีที่ต้องการดึงเหล็กปลายเดียว ยาวเกินกว่า 20 เมตร ต้องได้รับความเห็นชอบจาก วิศวกรของผู้ว่าจ้างก่อน ถ้าเป็นแบบดึงเหล็กก่อน (PRE-TENSION) ให้ดึงเหล็กปลายเดียวได้
  - 2.3.2 ส่วนยึดของลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวที่ดึง จะต้องได้ความยาวตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดในระหว่าง การดึงลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวนั้น ให้ตรวจสอบความยาวของลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวที่ดึงยึด ออกมากับเครื่องวัดแรงอัด (PRESSURE GAUGE) ของเครื่องมือที่ใช้สำหรับดึงลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวนั้น ด้วย
  - 2.3.3 การหดตัวเมื่อ CONE ถูกอัดเข้าที่แล้วลวดจะต้องไม่สั้นไปตาม CONE มากกว่า 4.5 มิลลิเมตร ต่อ CONE หาก มากกว่านี้ให้อยู่ในการวินิจฉัยของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง

\*\*\*\*\*

## มทข.(ท) 103.1-2545

## วิธีการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (SLUMP TEST)

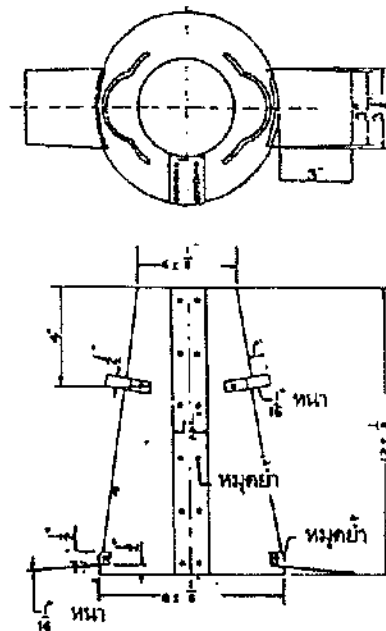
## 1. ขอบข่าย

วิธีการทดสอบนี้ ครอบคลุมถึงการหาค่าความยุบตัวของคอนกรีต ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม โดยเทียบค่าความสูงของคอนกรีตที่ยุบตัวลงหลังจากนำแบบออก กับความสูงของแบบ

## 2. วิธีทำ

## 2.1 เครื่องมือ ประกอบด้วย

2.1.1 แบบ (MOLD) ทำด้วยโลหะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ มีลักษณะเป็นรูปกรวยตัดมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.14 มิลลิเมตร (0.045 นิ้ว) ความสูง  $305 \pm 3$  มิลลิเมตร ( $12 \pm 1/8$  นิ้ว) ฐานแบบมีเส้นผ่านศูนย์กลาง  $303 \pm 3$  มิลลิเมตร ( $8 \pm 1/8$  นิ้ว) และส่วนตัดตอนบนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง  $103 \pm 3$  มิลลิเมตร ( $4 \pm 1/8$  นิ้ว) สำหรับที่ฐาน ต้องมีแผ่นเหล็กสำหรับเหยียบทั้งสองข้าง และแบบที่ใช้ทำการทดสอบจะต้องไม่บิดเบี้ยวหรือเสียรูป



นิ้ว	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	3	3 1/4	4	8	12
มม.	16	32	47.7	63.4	79.1	152.4	190.5	254	508	762

2.1.2 เหล็กกระทุ้ง (TAMPING ROD) เป็นแท่งเหล็กกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว) ยาว 610 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ปลายด้านที่ใช้กระทุ้งมีลักษณะมน

2.2 แบบฟอร์ม ให้บันทึกผลการทดสอบ ในแบบฟอร์มเลขที่ บฟ. มทข.(ท) 103.1-2545 : วิธีการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต

### 2.3 การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างได้แก่คอนกรีต ซึ่งแบ่งมาจากคอนกรีตผสมเสร็จ หรือคอนกรีตที่ไม่ในหน้างาน การทดสอบแต่ละครั้งจะกระทำเมื่อผสมคอนกรีตจำนวนใหม่การเก็บคอนกรีตควรเก็บ ภายในระยะเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากผสมเสร็จ

### 2.4 การทดสอบ

2.4.1 วางแบบ (MOLD) ลงบนพื้นราบโดยให้ด้านที่มีปลายตัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มิลลิเมตร อยู่ด้านบน ด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มิลลิเมตร อยู่ด้านล่าง ใช้ ทำเหยียบแผ่นเหล็กที่ฐานทั้งสองข้างไว้ให้แน่น

2.4.2 ใส่คอนกรีตที่จะทดสอบลงในแบบประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาตรของแบบ แล้วใช้เหล็กกระทุ้งกระทุ้งให้ทั่วผิวของคอนกรีตในแบบ จำนวน 25 ครั้ง

2.4.3 ทำตามวิธีในข้อ 2.4.2 ซ้ำอีก 2 ครั้ง ในการทำครั้งที่ 3 ให้เมื่อคอนกรีตไว้ให้เกินขอบแบบข้างในกรณีที่ใช้กระทุ้งแล้วคอนกรีตพร่องลง ต้องเติมให้เต็มแบบเสมอ

2.4.4 ใช้แท่งเหล็กปาดขอบผิวบนของแบบจนคอนกรีตเรียบ จับที่หุยกแล้วยกแบบขึ้นตามแนวตั้ง ระวังอย่าให้กระทบเนื้อคอนกรีตภายใน วัดระยะที่ยุบตัวของ คอนกรีต เทียบกับระยะความสูงของแบบ

2.4.5 กรณีที่คอนกรีตทดสอบเกิดลิ่มหรือทลายลงทันทีที่ยกแบบขึ้นหรือเกิดไหลออกทางข้างใดข้างหนึ่งเนื่องจากแรงเฉือน ให้ถือว่า การทดสอบยังไม่ได้มาตรฐานต้องยกเลิกและทำการทดสอบใหม่จากข้อ 2.4.1 ถึง 2.4.4

### 3. การคำนวณ

$$\text{ค่าการยุบตัวของคอนกรีต (SLUMP)} = 30 - H$$

เมื่อ H = ระยะความสูงของคอนกรีตที่ทดสอบหลังจากยกแบบออกเป็นเซนติเมตร

### 4. การรายงาน

ค่าการยุบตัวของคอนกรีต ที่ได้ให้จัดเป็นรายงานและสรุปผลเป็นเซนติเมตร ทศนิยม 1 ตำแหน่ง ลงในแบบฟอร์มเลขที่ บฟ. มทข.(ท) 103.1-2545 : วิธีการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต

## 5. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

5.1 ค่าการยุบตัวของคอนกรีตให้เป็นไปตาม มทข . 101-2533 : มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในตาราง ดังนี้

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบตัว (ซม.)	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก	7.5	5
แผ่นพื้น, คาน, ผนัง ค.ส.ล.	10	5
เสา	12.5	5
คืบ ค.ส.ล. และผนังบาง ๆ	15	5

## 6. ข้อควรระวัง

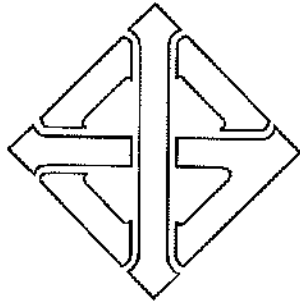
- 6.1 การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตจะไม่เหมาะกับการวัดผลค่ายุบตัวของคอนกรีต ในกรณีที่มีวัสดุผสมมวลหยาบที่ใช้มีขนาดเกิน 2 นิ้วขึ้นไป หรือกรณีที่มีคอนกรีตแห้งเกินไป
- 6.2 ในการกระทุ้งคอนกรีตทดสอบในแบบนั้น ควรกระทุ้งให้ทั่วบริเวณที่หน้า ตัด และควรกระทุ้งบริเวณขอบของแบบให้เบากว่าภายใน เพื่อป้องกันมิให้แบบเสียหายเนื่องจากกระแทกกับเหล็กกระทุ้ง

## 7. หนังสืออ้างอิง

- a. AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS ; ASTM STANDARD : C 143-78
- b. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 213-2520 : คอนกรีตผสมเสร็จ

\*\*\*\*\*

โครงการ.....	บพ. มพช.(ท) 103.1-2545	ทะเบียนทดสอบ.....	
สถานที่ก่อสร้าง.....	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต (SLUMP TEST)	ผู้ทดสอบ	
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....		ผู้ตรวจสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....		อนุมัติ	
ทดสอบวันที่.....แผนที่.....			
ระยะความสูงของคอนกรีตที่ทดสอบหลังยกแบบออก(H) ..... เซนติเมตร  ค่าการยุบตัวของคอนกรีต (SLUMP) = 30-H ..... เซนติเมตร  = ..... เซนติเมตร			
หมายเหตุ :			



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 737 – 2549

## ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

WELDED FABRIC STEEL FOR THE REINFORCEMENT OF CONCRETE

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 77.140.15

ISBN 978-974-292-365-5



**มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต**

**มอก. 737 – 2549**

**สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400  
โทรศัพท์ 0 2202 3300**

**ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 124 ตอนที่ 77ง  
วันที่ 27 มิถุนายน พุทธศักราช 2550**

**คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 485**  
**มาตรฐานลวดเหล็กกล้าเสริมคอนกรีตเหล็กรีดเย็น**

**ประธานกรรมการ**

นายวัฒนชัย สมิทธาการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**กรรมการ**

นายศิริชัย กิจจาวัณ

กรมโยธาธิการและผังเมือง

นายอานนท์ เหลืองบริบูรณ์

กรมทางหลวง

นายปิยกุล สุขไธ

กรมชลประทาน

นายบุญดวง สารศักดิ์

สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร

นายสุรศักดิ์ กิตติวิบูลย์

การเคหะแห่งชาติ

นายพริณ ธีรขจรดี

บริษัท เหล็กสยาม (2001) จำกัด

นายมนต์ชัย เปี่ยมกุลวนิช

ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามชัยตะแกรงเหล็ก

นายพรเทพ จิตอนันตพร

บริษัท ที.เอ็ม.ตะแกรงเหล็ก จำกัด

-

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

-

บริษัท ศรีอำพล จำกัด

**กรรมการและเลขานุการ**

นายธีรยุทธ์ รตนะวรรณ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีตนี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.737-2531 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 105 ตอนที่ 182 วันที่ 8 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2531 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.926-2531 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอนที่ 76 วันที่ 8 พฤษภาคม พุทธศักราช 2533 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงในสาระสำคัญของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดังกล่าว โดยรวมมาตรฐานทั้งสองเป็นมาตรฐานเดียวกัน และได้แก้ไขปรับปรุงรายละเอียดบางประการเพื่อให้ทันต่อเหตุการณ์ ทางวิชาการตลอดจนเนื้อหาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพการผลิตภายในประเทศยิ่งขึ้น จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO 6935-3 : 1992 (E)	Steel for the reinforcement of concrete – Part 3 : Welded fabric
มอก.20-2543	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเส้นกลม
มอก.24-2548	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย
มอก.747-2531	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีต
มอก.943-2533	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยดัดเย็นเสริมคอนกรีต
มอก.2172-2547	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบโลหะโดยการดึงที่อุณหภูมิห้องโดยรอบ
มอก.2173-2547	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบโลหะโดยการดัดโค้ง

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3725 (พ.ศ. 2550)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

มาตรฐานเลขที่ มอก.737-2531

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1266 (พ.ศ.2530) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ลงวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ.2530 และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1420 (พ.ศ.2531) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต (แก้ไขครั้งที่ 1) ลงวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ.2531 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.737-2549 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 90 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2550

โฆสิต ปั้นเปี่ยมรัษฎ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

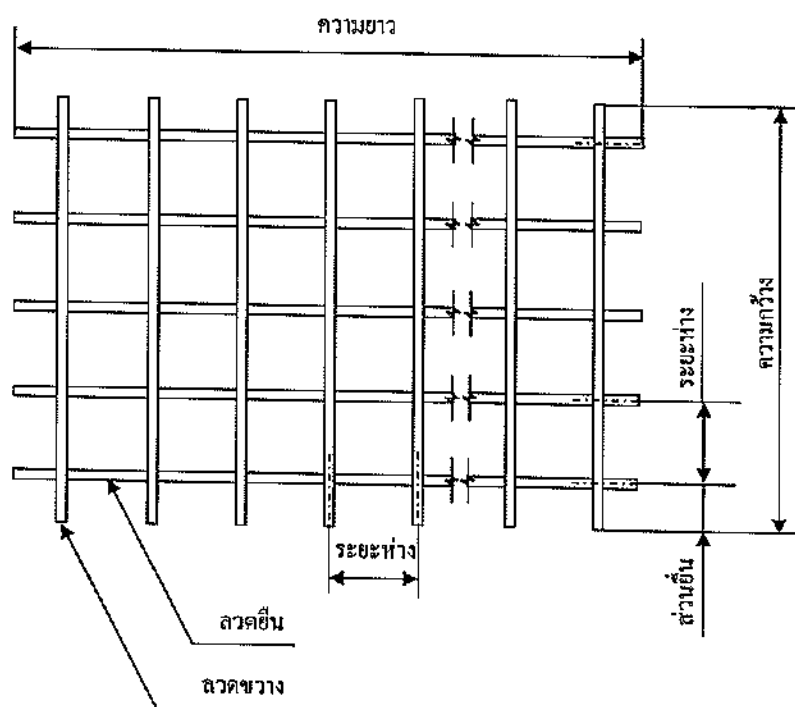
### 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดเฉพาะตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ทำจากลวดเหล็กกล้าดัดเย็นหรือเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 4 มิลลิเมตรถึง 16 มิลลิเมตร ใช้สำหรับเสริมแรงโครงสร้างคอนกรีต

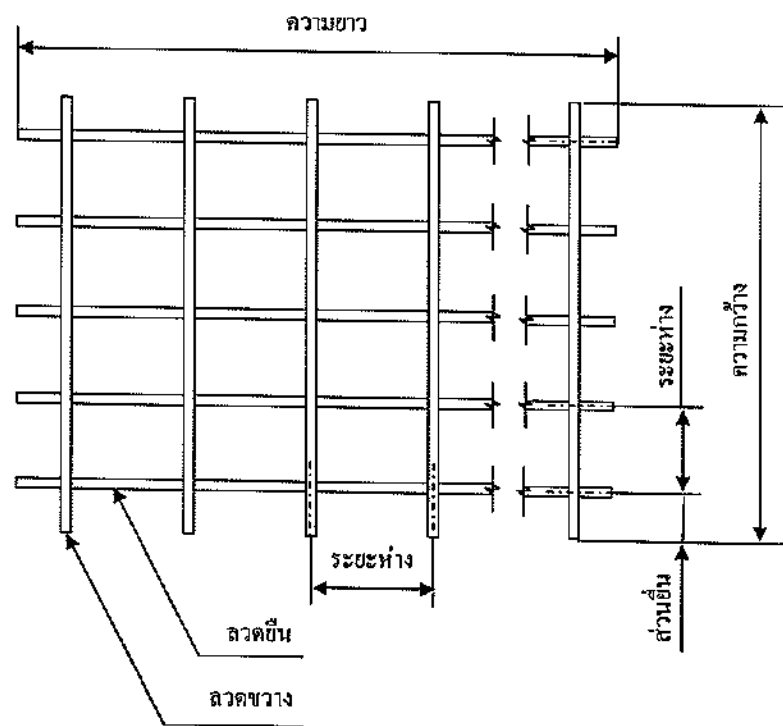
### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

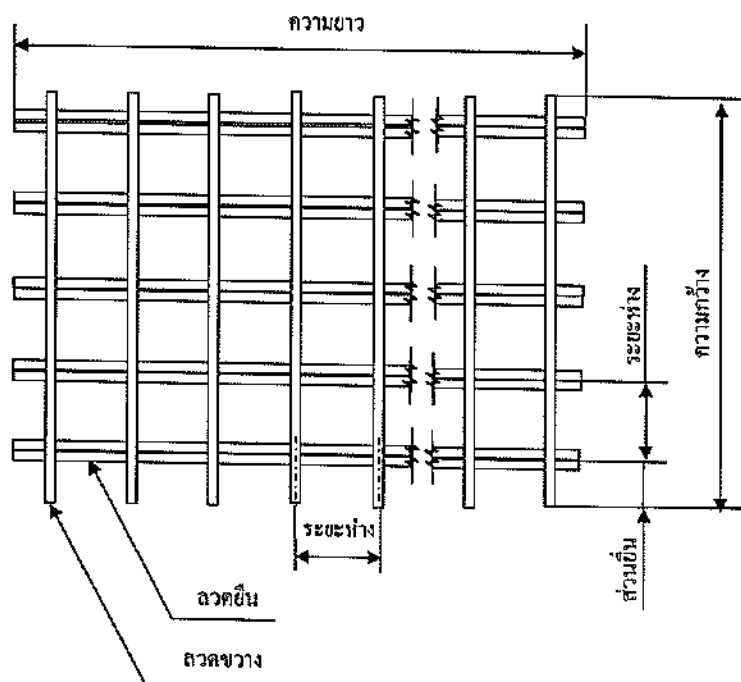
- 2.1 ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ตะแกรง” หมายถึง ตะแกรงลักษณะเป็นผืนหรือม้วน ทำขึ้นโดยนำลวดเหล็กกล้าดัดเย็นหรือเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตมาเชื่อมแบบความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistance welding) ติดกันเป็นตะแกรง โดยที่ตาตะแกรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าก็ได้ (ดูรูปที่ 1 ถึง รูปที่ 4 ประกอบ)



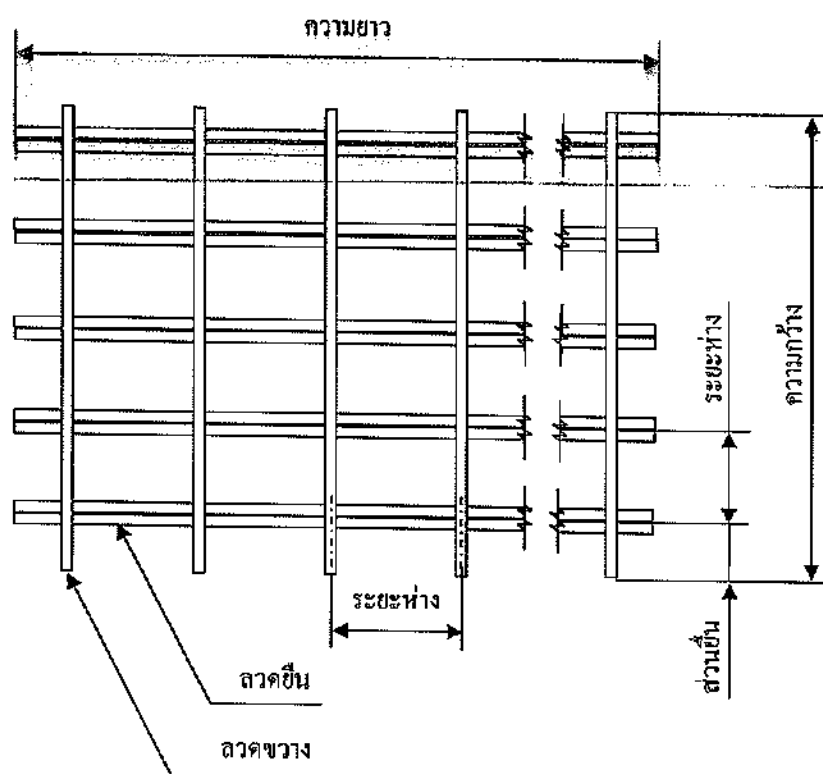
รูปที่ 1 ตาตะแกรงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบลวดเดี่ยว  
(ข้อ 2.1)



รูปที่ 2 ตาตะแกรงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบลวดเดี่ยว  
(ข้อ 2.1)



รูปที่ 3 ตาตะแกรงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบลวดคู่  
(ข้อ 2.1)



รูปที่ 4 ตาข่ายเสริมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบลวดคู่  
(ข้อ 2.1)

2.2 ลวดเหล็กกล้าดัดเย็นหรือเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ลวด” หมายถึง

2.2.1 ลวดเหล็กกล้าดัดเย็น หมายถึง ลวดเหล็กกล้าเส้นกลมหรือข้ออ้อย ที่ทำโดยการรีดเย็นเหล็กสวดที่ได้จากการรีดร้อนเหล็กแท่งจากเตาหลอมแบบโอเพนฮาร์ท (open hearth) เบลิกออกซิเจน (basic oxygen) หรืออิเล็กทริกอาร์คเฟอเรนซ์ (electric arc furnace)

2.2.2 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต หมายถึง เหล็กเส้นที่ทำขึ้นจากเหล็กแท่ง (billet) เหล็กแท่งใหญ่ (bloom) หรือเหล็กแท่งหล่อ (ingot) โดยตรงด้วยกรรมวิธีการรีดร้อน โดยต้องไม่มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นก่อน และเหล็กแท่งดังกล่าวต้องทำมาจากเตาหลอมแบบโอเพนฮาร์ท (open hearth) เบลิกออกซิเจน (basic oxygen) หรืออิเล็กทริกอาร์คเฟอเรนซ์ (electric arc furnace)

2.3 ลวดยืน หมายถึง ลวดที่เป็นแกนหลักในการทำ อาจเป็นลวดเดี่ยวหรือลวดคู่ก็ได้

2.4 ลวดขวาง หมายถึง ลวดเดี่ยวที่นำมาเชื่อมขวางกับลวดยืนให้เป็นตาข่าย

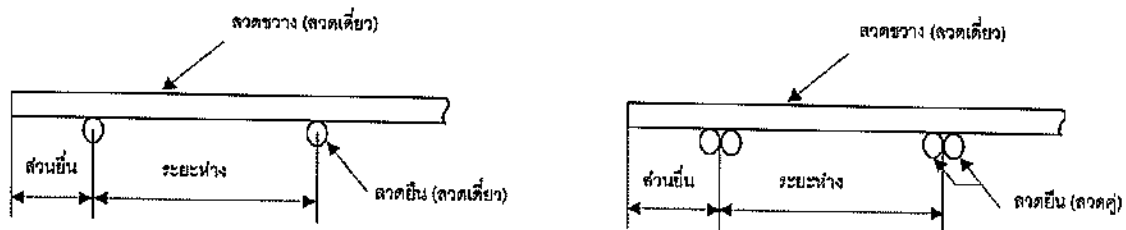
2.5 ลวดคู่ หมายถึง ลวดสองเส้น ชนิด ชั้นคุณภาพ และขนาดเดียวกัน ที่อยู่ประชิดติดกันเป็นคู่ ใช้เฉพาะลวดยืน (ดูรูปที่ 5 ประกอบ)

2.6 ความยาว หมายถึง ด้านยาวของตาข่าย โดยไม่คำนึงถึงทิศทางการผลิต

2.7 ความกว้าง หมายถึง ด้านสั้นของตาข่าย โดยไม่คำนึงถึงทิศทางการผลิต

2.8 ส่วนยื่น หมายถึง ระยะของลวดขวางส่วนที่พันลวดยืนเส้นริม ดังนี้ (ดูรูปที่ 5 ประกอบ)

- ลวดเดี่ยว วัดจากเส้นแนวแกนสมมาตรของลวดยืนเส้นริม
- ลวดคู่ วัดจากจุดสัมผัสของลวดยืนเส้นริม



รูปที่ 5 ส่วนยื่นและระยะห่าง  
(ข้อ 2.5 ข้อ 2.8 และ ข้อ 2.9)

2.9 ระยะห่าง หมายถึง ระยะระหว่างลวดยืนกับลวดยืนหรือลวดขวางกับลวดขวางที่อยู่ข้างเคียง ดังนี้ (ดูรูปที่ 5 ประกอบ)

- ลวดเดี่ยว วัดจากเส้นแนวแกนสมมาตรของลวดข้างเคียง
- ลวดคู่ วัดจากจุดสัมผัสของลวดยืนข้างเคียง

2.10 มัด หมายถึง ตะแกรงจำนวนตั้งแต่สองผืนขึ้นไปที่มีมัดรวมกัน

### 3. ชนิด ชั้นคุณภาพ และแบบ

3.1 ตะแกรงแบ่งตามวัสดุที่ใช้ทำเป็น 4 ชนิด คือ

- 3.1.1 ชนิดทำจากลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.747
- 3.1.2 ชนิดทำจากลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยดัดเย็นเสริมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.943
- 3.1.3 ชนิดทำจากเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเส้นกลม มาตรฐานเลขที่ มอก.20 ชั้นคุณภาพ SR 24
- 3.1.4 ชนิดทำจากเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย มาตรฐานเลขที่ มอก.24 ชั้นคุณภาพ SD 30 SD 40 และ SD 50

3.2 ตะแกรงแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

- 3.2.1 แบบลวดเดี่ยว เป็นตะแกรงที่ทำจากลวดยืนเดี่ยว เชื่อมกับลวดขวางเดี่ยว
- 3.2.2 แบบลวดคู่ เป็นตะแกรงที่ทำจากลวดยืนคู่ เชื่อมกับลวดขวางเดี่ยว



#### 4. ขนาด มวล และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ขนาด มวล และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของสวด ให้เป็นไปตามมาตรฐานเช่นเดียวกับข้อ 3.1 และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของสวดยืนและสวดขวาง ต้องเป็นดังนี้

- แบบสวดเดี่ยว

$$d_{\min} \geq 0.6d_{\max}$$

เมื่อ  $d_{\max}$  คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของสวดเส้นใหญ่

$d_{\min}$  คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของสวดเส้นเล็ก

- แบบสวดคู่

$$0.7d_T \leq d_L \leq 1.25d_T$$

เมื่อ  $d_T$  คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของสวดขวาง

$d_L$  คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของสวดยืน

4.2 ขนาดตะแกรงให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ตามที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของตะแกรง

(ข้อ 4.2)

มิติ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ความยาวและความกว้าง	$\pm 25 \text{ mm}$ หรือ $\pm$ ร้อยละ 0.5 แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า
ระยะห่าง <sup>1)</sup>	$\pm 10 \text{ mm}$ หรือ $\pm$ ร้อยละ 7.5 แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

หมายเหตุ <sup>1)</sup> - ระยะห่างของสวดยืน แนะนำให้มีขนาดเป็นพหุคูณของ 50 มิลลิเมตร และไม่ควรต่ำกว่า 100 มิลลิเมตร

- ระยะห่างของสวดขวาง แนะนำให้มีขนาดเป็นพหุคูณของ 25 มิลลิเมตร และไม่ควรต่ำกว่า 100 มิลลิเมตร

- ในกรณีที่ไม่กำหนดส่วนยื่น แนะนำให้ส่วนยื่นมีขนาดไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

## 5. คุณลักษณะที่ต้องการ

### 5.1 ลักษณะทั่วไป

ตะแกรงต้องมีตาเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า และตะแกรงต้องปราศจากสนิมขุม แต่อาจมีสนิมที่ผิวของลวดได้ สนิมที่ผิวนี้เมื่อแปรงด้วยแปรงทองเหลืองแล้ว จะหายไปโดยที่เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด ไม่เปลี่ยนแปลง

การทดสอบให้ทำโดยการวัดและตรวจพินิจ

### 5.2 จุดเชื่อม

5.2.1 จุดเชื่อมในตะแกรงยอมให้หลุดได้ไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนจุดเชื่อมทั้งผืนหรือไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนจุดเชื่อมในพื้นที่ 14 ตารางเมตรสำหรับตะแกรงที่เป็นม้วน

5.2.2 จุดเชื่อมที่หลุดในลวดเส้นใดเส้นหนึ่งต้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของจำนวนจุดเชื่อมที่ยอมให้สูงสุดตามที่กำหนดในข้อ 5.2.1

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

### 5.3 สมบัติทางกล

#### 5.3.1 แรงเฉือนของจุดเชื่อม

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.3 แล้วค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อมเป็นนิวตัน ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของความเค้นที่จุดครากหรือความเค้นพิสูจน์ที่กำหนดเป็นเมกะพาสคัล คุณพื้นที่หน้าตัดระบุของลวดเส้นใหญ่เป็นตารางมิลลิเมตร

#### 5.3.2 การดึง

เมื่อทดสอบลวดด้วยการดึงตัวอย่างตามข้อ 8.4 แล้ว ต้องมีสมบัติการดึงเป็นไปตามที่กำหนดของวัสดุที่ใช้ทำตะแกรงดังข้อ 3.1

#### 5.3.3 การดัดโค้ง

เมื่อทดสอบลวดด้วยการดัดโค้งตัวอย่างตามข้อ 8.5 แล้ว ต้องมีสมบัติการดัดโค้งเป็นไปตามที่กำหนดของวัสดุที่ใช้ทำตะแกรงดังข้อ 3.1

## 6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ตะแกรงทุกผืนหรือทุกมัดหรือทุกม้วน ต้องมีป้ายผูกติดอยู่ และที่ป้ายนั้นอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน

- (1) คำว่า “ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต”
- (2) ชนิด และชั้นคุณภาพ (ถ้ามี)
- (3) สัญลักษณ์หรือชื่อขนาดของลวดยืง และ สัญลักษณ์หรือชื่อขนาดของลวดขวาง (ในกรณีที่ลวดยืงและลวดขวางมีขนาดเท่ากันให้ทำเครื่องหมายที่ลวดยืงด้วย)
- (4) ระยะห่างของลวดยืงและลวดขวาง เป็นมิลลิเมตร
- (5) ขนาดของผืนหรือม้วนตะแกรง (ความยาวและความกว้าง) เป็นเมตร

(6) จำนวนพื้น (กรณีที่เป็นมัด)

(7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

ตัวอย่าง การแจ้งรายละเอียด

“ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต มอก.737-2549

แบบลวดเดี่ยว ชนิดทำจากลวดเหล็กกล้าดิ่งเย็นเสริมคอนกรีต มอก.747

สัญลักษณ์ของลวดยี่น CDR 5 และลวดขวาง CDR 6

ระยะห่างของลวดยี่น 150 มิลลิเมตร และลวดขวาง 200 มิลลิเมตร

ขนาดตะแกรงยาว 5 เมตร กว้าง 2 เมตร จำนวน 20 พื้น

ผู้ทำ .....

## 7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

## 8. การทดสอบ

8.1 ขนาด มวล ของลวด

วิธีทดสอบ ให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานตามวัสดุที่ใช้ทำ (ข้อ 3.1)

8.2 ขนาดตะแกรง

8.2.1 ความยาวและความกว้าง

ใช้เครื่องวัดละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดความยาวและความกว้าง ที่ตำแหน่งประมาณกึ่งกลางของตะแกรง

8.2.2 ระยะห่าง

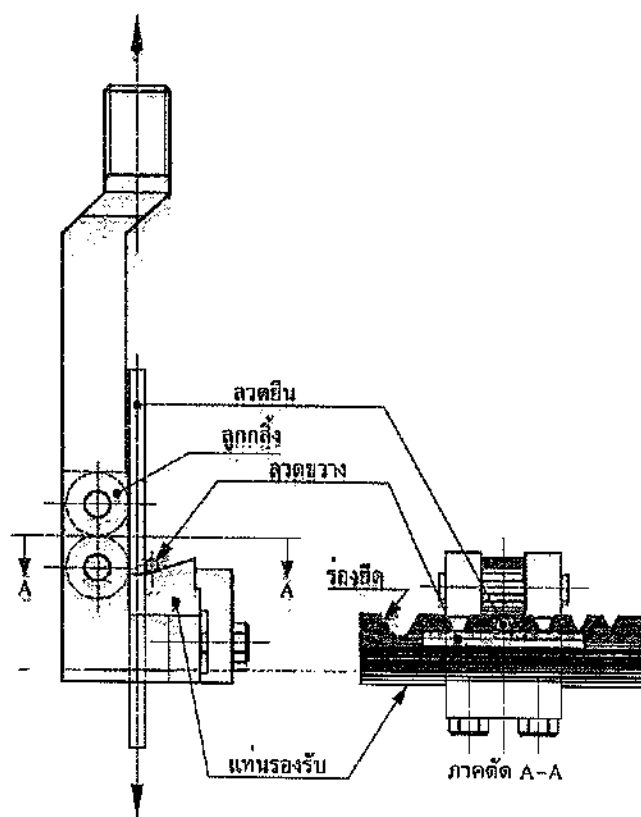
8.2.2.1 ใช้เครื่องวัดละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดระยะห่าง 1 ตาตะแกรงภายในทุก 0.5 เมตร ตลอดความยาวทั้งพื้น ตะแกรงที่เป็นม้วน ให้วัดระยะห่างจากความยาวประมาณ 5 เมตร

8.2.2.2 ให้รายงานผลค่าเฉลี่ย

8.3 แรงเนียนของจุดเชื่อม

8.3.1 เครื่องมือ

มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 6 หรือเครื่องมือที่สามารถให้ผลการทดสอบโดยหลักการเดียวกันได้



รูปที่ 6 การทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม  
(ข้อ 8.3.1)

#### 8.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

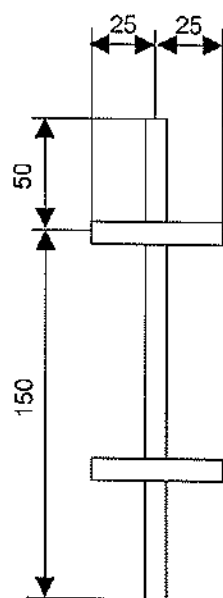
ตัดสวดย่นเพื่อให้ได้สวดขวางทั้งเส้นแล้วเลือกกลุ่มจุดเชื่อมมา 4 จุด ตั้งตัวอย่างในรูปที่ ก.1 แต่ละจุดตัดให้สวดขวางยื่นออกจากสวดย่นทั้งสองข้างประมาณ 25 มิลลิเมตร ส่วนสวดย่นต้องยาวพอที่หัวจับจะยึดไว้ได้โดยสะดวก และกรณีเป็นตะแกรงสวดคู่ จะทดสอบโดยการดึงสวดย่นเพียงเส้นเดียว ส่วนอีกเส้นให้ตัดออกจากสวดขวางโดยไม่ให้มีผลต่อการทดสอบแรงเฉือนจุดเชื่อม (ดูรูปที่ 8)

#### 8.3.3 วิธีทดสอบ

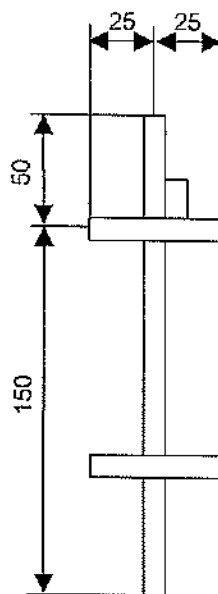
จับชิ้นงานให้ได้ศูนย์ เลือกร่องยึดให้เหมาะสมคือ มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดสวดย่น ให้สวดย่นสัมผัสกับลูกกลิ้งโดยอิสระ สวดขวางวางบนแท่นรองรับ ดึงสวดจากปลายด้านล่างด้วยอัตราความเค้นไม่เกิน 690 เมกะพาสคัลต่อวินาที

#### 8.3.4 การรายงานผล

บันทึกค่าแรงเฉือนของจุดเชื่อมทั้ง 4 จุด แล้วรายงานค่าเฉลี่ย



แบบลวดเดี่ยว



แบบลวดคู่

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 7 การตัดชิ้นทดสอบแรงดึงของจุดเชื่อม  
(ข้อ 8.3.2)

#### 8.4 การดัด

##### 8.4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดลวดเส้นที่จะทดสอบทั้งลวดย่นและลวดขวาง ให้มีจุดเชื่อมและอยู่ระหว่างจุดเชื่อม อย่างละ 1 ชิ้น รวม 4 ชิ้น ให้มีความยาวเพียงพอที่จะนำไปทดสอบ ดังตัวอย่างในรูปที่ ก.1 กรณีชิ้นทดสอบที่มีจุดเชื่อม ให้จุดเชื่อมอยู่ประมาณกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ และตัดลวดอีกทางหนึ่งให้ยื่นออกไปจากลวดเส้นทดสอบทั้งสองข้างประมาณ 25 มิลลิเมตร

##### 8.4.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามมอก.2172

##### 8.4.3 การรายงานผล

ให้รายงานผลการดัดทั้ง 4 ชิ้น

## 8.5 การตัดโค้ง

### 8.5.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดลวดเส้นที่จะทดสอบทั้งลวดขึ้นและลวดทวาง อย่างละ 1 ชิ้น รวม 2 ชิ้น ให้อยู่ระหว่างจุดเชื่อมให้มี ความยาวเพียงพอที่จะนำไปทดสอบ ดังตัวอย่างในรูปที่ ก.1

### 8.5.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามมอก.2173 โดยมีมุมการตัดโค้ง และเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวกดตามที่กำหนดในมอก. ของวัสดุที่ใช้ทำตามข้อ 3.1

### 8.5.3 การรายงานผล

ให้รายงานผลการตัดโค้งทั้ง 2 ชิ้น

## ภาคผนวก ก.

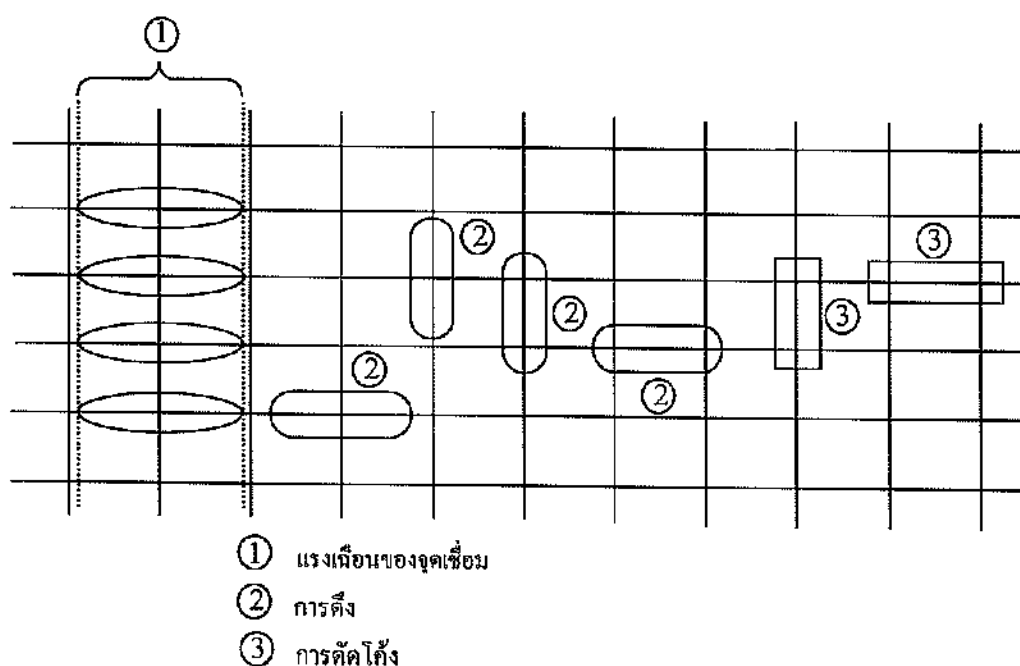
## (ข้อ 7.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ตะแกรงแบบและขนาดเดียวกัน มีระยะห่างเท่ากัน ที่ทำจากลวดชนิดและชั้นคุณภาพเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบขนาด มวล ลักษณะทั่วไป และจุดเชื่อม
- ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตามแผนการชักตัวอย่าง ในตารางที่ ก.1
- ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5.1 และข้อ 5.2 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าตะแกรงรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบขนาด มวล  
ลักษณะทั่วไปและจุดเชื่อม  
(ข้อ ก.2.1)

ขนาดรูน ตารางเมตร	ขนาดตัวอย่าง ผืนหรือม้วน	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 7 000	3	0
เกิน 7 000	13	1

- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสมบัติทางกล
- ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างตะแกรง 1 ผืน ต่อจำนวนตะแกรง 25 000 ตารางเมตรหรือเศษของ 25 000 ตารางเมตร แล้วตัดตัวอย่างตามแนวความกว้างของตะแกรง ลึกเข้าไป 1 เมตร หรือมีลวดขวางไม่น้อยกว่า 6 เส้น จากนั้นนำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบ (ตามรูปที่ ก.1) สำหรับทดสอบแรงฉีกของจุดเชื่อม การดึง และการดัดโค้ง
- ก.2.2.2 เมื่อทดสอบตามข้อ 8.3 แล้ว ถ้าผลการทดสอบไม่เป็นไปตามข้อ 5.3.1 ให้ทดสอบจุดเชื่อมที่เหลือทั้งหมดในลวดขวางเส้นเดียวกัน แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยรวมกับคราวแรก ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อ 5.3.1 จึงจะถือว่าตะแกรงรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.2.3 เมื่อทดสอบตามข้อ 8.4 แล้ว ถ้าผลการทดสอบไม่เป็นไปตามข้อ 5.3.2 ไม่เกิน 1 ชิ้น ให้ใช้ชิ้นทดสอบอีก 2 ชิ้นที่มีลักษณะเดียวกันจากลวดเส้นอื่นในด้านเดียวกันมาทดสอบซ้ำ ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบทั้ง 3 ชิ้นนี้ต้องเป็นไปตามข้อ 5.3.2 ทั้งนี้ผลการทดสอบแต่ละชิ้น ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของข้อ 5.3.2 จึงจะถือว่าตะแกรงรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.2.4 เมื่อทดสอบตามข้อ 8.5 แล้ว ถ้าผลการทดสอบ 1 ชิ้นจากลวดด้านใดไม่เป็นไปตามข้อ 5.3.3 ให้ใช้ชิ้นทดสอบอีก 2 ชิ้นจากลวดด้านนั้นมาทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบต้องเป็นไปตามข้อ 5.3.3 จึงจะถือว่าตะแกรงรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด



รูปที่ ก.1 ตัวอย่างแสดงตำแหน่งการตัดขึ้นทดสอบ  
(ข้อ 8.3.2 ข้อ 8.4.1 และข้อ 8.5.1 และข้อ ก.2.2.1)

### ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างตะแกรงต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 ข้อ ก.2.2.2 ข้อ ก.2.2.3 และข้อ ก.2.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่า ตะแกรงรูนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้



มทช. 103-2545  
**มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต**

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตนี้ ครอบคลุมถึงงานคอนกรีตทั่วไปทั้งหมด ยกเว้นงานเหล็กแรงดึง  
สูงที่ใช้ในคอนกรีตอัดแรง

**2. วัสดุ**

**2.1 เหล็กเส้นกลม (round bar)**

**2.1.1 สมบัติทางกล ต้องเป็นไปตาม ตารางที่ 1**

**ตารางที่ 1 สมบัติทางกลของเหล็กเส้นกลม**

สัญลักษณ์	ความต้านแรง ดึง ที่จุดคราก ไม่น้อยกว่า (กก./ตร.ซม.)	ความต้านแรง ดึง สูงสุด ไม่น้อยกว่า (กก./ตร.ซม.)	ความยืดในช่วง ความยาว 5 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า (ร้อยละ)	การทดสอบด้วยการดัดโค้งเย็น	
				มุมการ ดัด (องศา)	เส้นผ่านศูนย์กลางวง ดัด
SR 24	2400	3900	21	180	1.5 เท่าของเส้นผ่าน - ศูนย์กลางระบุ

สมบัติอื่น ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20 : มาตรฐานเหล็กเส้นเสริม  
 คอนกรีต(เหล็กเส้นกลม)

**2.1.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้**

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับมวลต่อเมตร ของเหล็กเส้นกลม ต้องเป็นไปตาม ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตรสำหรับเหล็กเส้นกลม

ชื่อขนาด	มวลต่อเมตร กิโลกรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตร	
		เฉลี่ย ร้อยละ	แต่ละเส้น ร้อยละ
RB 6	0.222	$\pm 5.0$	$\pm 10.0$
RB 9	0.499	$\pm 3.5$	$\pm 6.0$
RB 12	0.888		
RB 15	1.387		
RB 19	2.226		
RB 22	2.984		
RB 25	3.853		
RB 28	4.834		
RB 34	7.127		

## 2.2 เหล็กข้ออ้อย (deformed bar)

### 2.2.1 สมบัติทางกล ต้องเป็นไปตาม ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติทางกลของเหล็กข้ออ้อย

สัญลักษณ์	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (มิลลิเมตร)	ความต้านแรงดึงที่จุดคราก ไม่น้อยกว่า (กก./ตร. ซม.)	ความต้านแรงดึงสูงสุด ไม่น้อยกว่า (กก./ตร. ซม.)	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า (ร้อยละ)	การทดสอบด้วยการดัดโค้งเย็น	
					มุมการดัด (องศา)	เส้นผ่านศูนย์กลางวงดัด
SD 30	ไม่เกิน 16	3000	4900	17	180	4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
	เกิน 16	4000	5700	15	180	5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 40	ทุกขนาด	5000	6300	13	90	5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 50	ไม่เกิน 25					
	เกิน 25					

สมบัติอื่นต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24 : มาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กข้ออ้อย)

### 2.2.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของเหล็กข้ออ้อยต้องเป็นไปตาม ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตรของเหล็กข้ออ้อย

ชื่อขนาด	มวลต่อเมตร กิโลกรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตร	
		เฉลี่ย ร้อยละ	แต่ละเส้น ร้อยละ
DB 6	0.222	$\pm 7$	$\pm 8$
DB 8	0.395		
DB 10	0.616	$\pm 5$	$\pm 6$
DB 12	0.888		
DB 16	1.578		
DB 20	2.466	$\pm 4$	$\pm 5$
DB 22	2.984		
DB 25	3.853		
DB 28	4.834		
DB 32	6.313	$\pm 3.5$	$\pm 4$
DB 36	7.990		
DB 40	9.865		

### 2.3 ตะแกรงลวดเหล็กเสริมคอนกรีต (wire mesh)

ตะแกรงลวดเหล็กเสริมคอนกรีต ต้องให้ตะแกรงลวดเหล็กกล้าอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

2.3.1 ตะแกรงลวดเหล็กกล้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.737 : ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

2.3.2 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อย ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.926 : ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

### 3. การก่อสร้าง

#### 3.1 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ต้องเป็นเหล็กเส้นใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ต้องมีผิวสะอาดไม่มีสนิม  
ก่อน ไม่เปื้อนน้ำมัน ไม่มีรอยแตกร้าว

#### 3.2 การเก็บวัสดุ

3.2.1 เหล็กเส้นที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง ต้องเก็บไว้ในที่ที่มีหลังคาคลุม หรือมีที่กำบังฝนและต้องเก็บไว้  
เหนือพื้นดิน ไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร

3.2.2 เหล็กเส้นที่นำมาใช้งาน ต้องแยกเก็บไว้เป็นพวก ๆ โดยมีป้ายบอกชนิด และขนาดไว้อย่างชัดเจน

#### 3.3 การตัดเหล็กเส้น

3.3.1 ห้ามตัดเหล็กเส้นโดยวิธีเผาให้ร้อน

3.3.2 การตัดเหล็กเส้นให้เป็นไปตาม ผนวก ก. มทข. 103 : การตัดและการต่อเหล็กเส้น

3.3.3 การตัดเหล็กคอกม้า ความลาดเอียงของเหล็กคอกม้า นอกจากแบบระบุต้องตัดเฉียง เป็นมุม 45 องศา  
ทั้งหมด

#### 3.4 การต่อเหล็กเสริม

3.4.1 เหล็กเสริมของคาน-พื้น นอกจากที่เป็นคานยื่น พื้นยื่น หรือที่แบบระบุต้องต่อในตำแหน่ง ต่อไปนี้

เหล็กล่างของคาน-พื้น ให้ต่อตรงบริเวณหัวเสาหรือคาน

เหล็กบนของคาน-พื้น ให้ต่อตรงบริเวณกลางคาน-พื้น

สำหรับเหล็กเสาให้ต่อตรงจุดหลังพื้นและให้เป็นไปตาม ผนวก ก. มทข. 103 : การตัดและต่อเหล็กเส้น

3.4.2 รอยต่อของเหล็กเสริมแต่ละเส้นที่อยู่ข้างเคียง ต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน และควรเหลื่อมกันประมาณ  
1.00 เมตร หากไม่จำเป็นจริง ๆ แล้วห้ามต่อเหล็ก

3.4.3 การต่อเหล็กอาจทำได้หลายวิธี คือ

3.4.3.1 ในการต่อเหล็กแบบวางทาบเหลื่อมกัน สำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบโดยให้เหลื่อมกันมี  
ระยะยาวไม่น้อยกว่า 40 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้นและปลายของเหล็กที่ต่อ  
ต้องดัดงอขอให้ได้ตาม ผนวก ก. ข้อ 1 ส่วนเหล็กข้ออ้อยให้วางทาบกันมีระยะยาวไม่น้อยกว่า  
30 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กข้ออ้อยนั้นโดยมีต้องงอขอ

3.4.3.2 การต่อโดยวิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า

(1) ไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต้องมีกำลังเพียงพอ การต่อให้เชื่อมแบบต่อชน (butt weld) และต้องเป็นไป  
ตามมาตรฐานของการเชื่อมต่อ รอยต่อต้องมีแรงต้านแรงดึง ได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของแรง  
ต้านแรงดึงสูงสุดของเหล็กเส้นที่คำนวณได้จาก ตารางที่ 1 สำหรับเหล็กเส้นกลมและจากตาราง  
ที่ 3 สำหรับเหล็กข้ออ้อย

(2) การเชื่อมต่อเหล็กให้ปฏิบัติ ดังนี้

- ก. ตัดปลายเหล็กทั้ง 2 ท่อน ที่นำมาเชื่อมให้เฉียงลาดตาม ผนวก ข. มทข. 103 ; การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า
- ข. ทำความสะอาดปลายเหล็กที่ตัดแล้ว นำมาวางให้ได้แนวหรือได้ศูนย์ และมีระยะห่างได้ตาม ผนวก ข. มทข. 103 ; การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า
- ค. ทำการเชื่อมเป็นชั้นหรือเป็นแนว ภายหลังการเชื่อมแนวหนึ่ง หรือชั้นหนึ่งแล้วจะต้องเคาะเอาขี้เหล็กหุ้มชั้น หรือแนวนั้น ๆ ออกทุกครั้งไป แล้วใช้แปรงลวดถูให้สะอาดก่อนจะทำการเชื่อมครั้งต่อไป ปฏิบัติดังนี้เรื่อยไปจนเชื่อมได้ความหนาเต็มตามกำหนด

3.5 การเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อการทดสอบ

- 3.5.1 ผู้รับจ้างต้องตัดเหล็กเส้นทุก ๆ ขนาด แต่ละขนาดยาวไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร เพื่อทำการทดสอบตามข้อ 1
- 3.5.2 การเก็บตัวอย่างให้เก็บหนึ่งตัวอย่างจากเหล็กเส้นเส้นหนึ่ง ต่อจำนวนเหล็กเส้นทุก ๆ 100 เส้น หรือเศษของ 100 เส้นแต่จำนวนตัวอย่างแต่ละขนาดที่ส่งมาทดสอบในแต่ละชุดต้องต้องไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง
- 3.5.3 การเก็บตัวอย่างต้องเก็บจากกองเหล็กเส้นแต่ละชุดที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้าง และต้องเก็บตัวอย่างต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- 3.5.4 เมื่อเก็บตัวอย่างได้เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องนำส่งมายังผู้ว่าจ้างเพื่อทำการทดสอบ ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างอาจแจ้งให้นำไปทดสอบที่หน่วยราชการอื่น ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือก็ได้ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

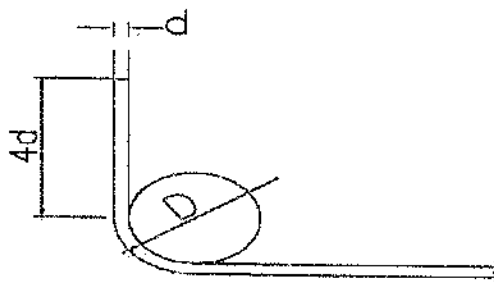
3.6 การพิจารณาผลการทดสอบ

ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ถือว่าเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตชุดนั้นใช้ไม่ได้

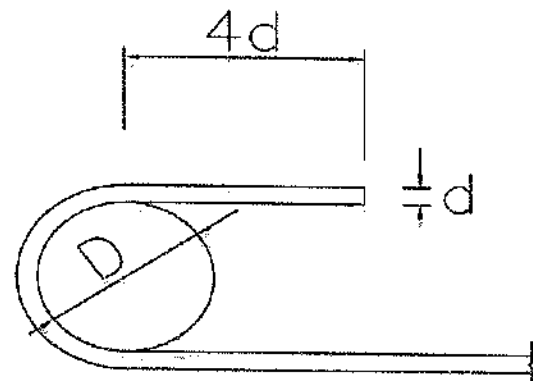
ผนวก ก. มทช. 103  
การตัด และการต่อเหล็กเส้น

1. การงอขอลายเหล็ก

การงอขอให้ใช้วิธีตัดเย็น ดังรูป



ของอ 90 องศา



ของอ 180 องศา

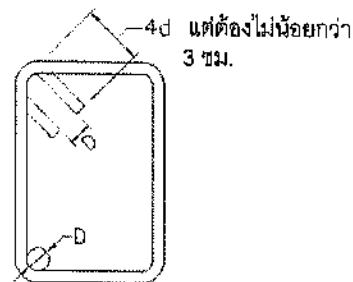
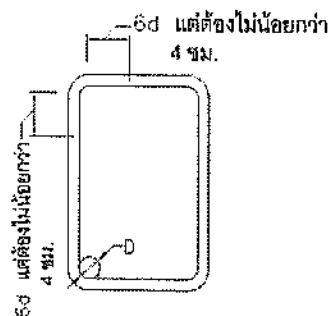
$D$  ไม่น้อยกว่า  $4d$

สำหรับเหล็กเส้นกลม

$D$  ไม่น้อยกว่า  $5d$

สำหรับเหล็กข้ออ้อย SD-30, SD-40 และ SD-50

การงอ 90 องศา ใช้ได้ในเหล็กข้ออ้อยทุกขนาด และเหล็กเส้นกลมขนาดตั้งแต่ 15 มม. ขึ้นไป  
การงอเหล็กปลอก คาน และ เสา ใช้เหล็กขนาด 6 มม. หรือ 9 มม. ให้ปฏิบัติดังนี้



$D = 4$  ซม. สำหรับเหล็กแกนขนาดใหญ่กว่า

25 มม.

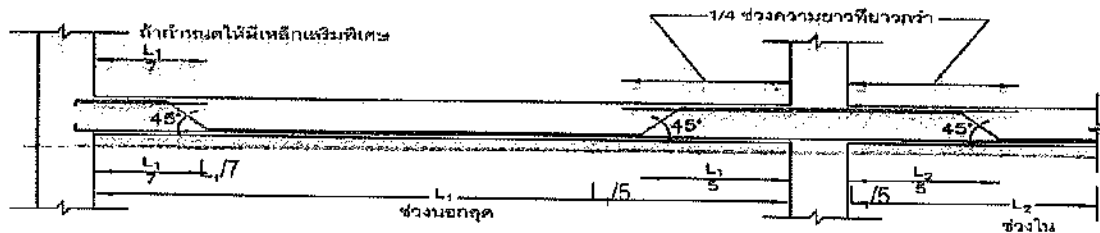
$D = 3$  ซม. สำหรับเหล็กแกนขนาด

19 มม.- 25 มม.

$D = 2$  ซม. สำหรับเหล็กแกนขนาด

12 มม.- 16 มม.

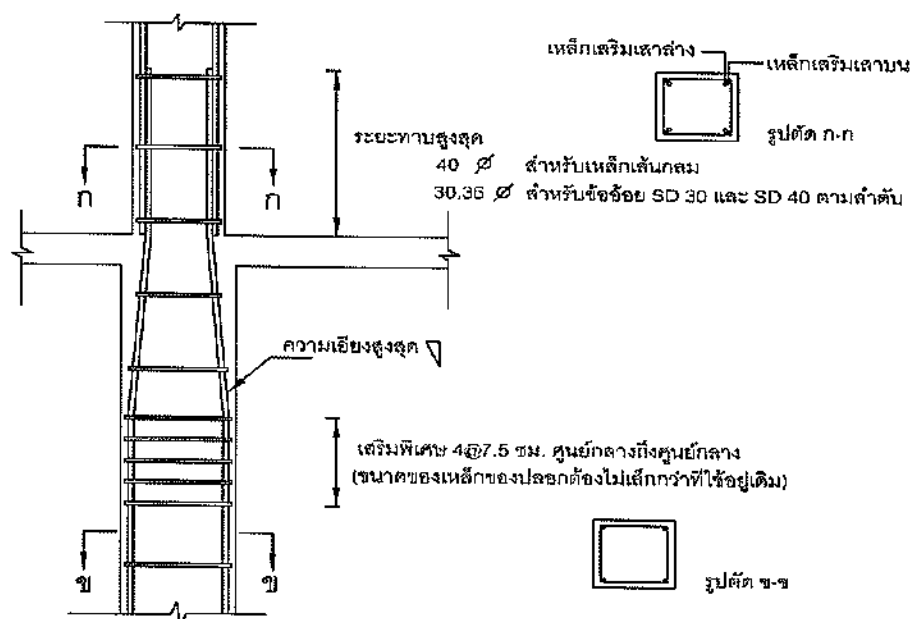
## 2. การตัดเหล็กคอดำ ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด ให้ปฏิบัติ ดังนี้



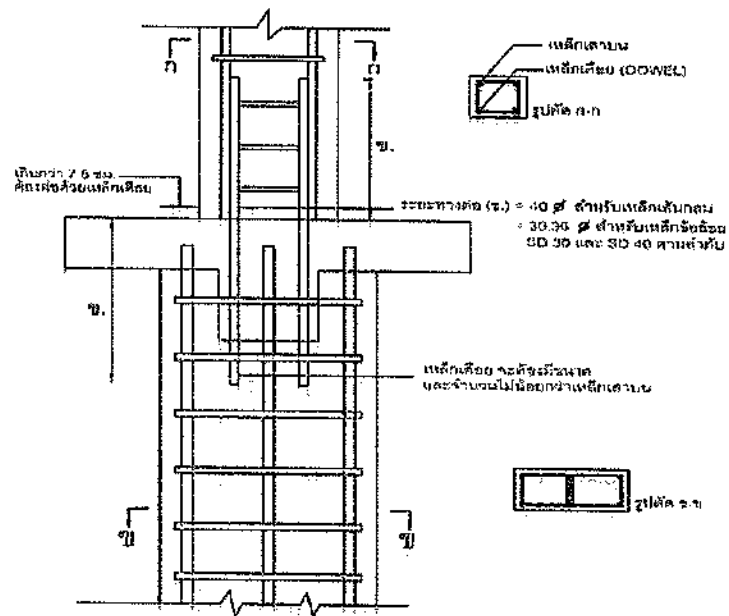
หมายเหตุ ก. รูปที่แสดงเป็นการแสดงการเสริมด้วยเหล็กข้ออ้อย ถ้าเป็นเหล็กเส้นกลมธรรมดา ปลายเหล็กต้องงอขอ ตามข้อ 1

ข. ในกรณีที่คานมีความลึกมากกว่า 1/10 ของความยาวช่วงตำแหน่งต่าง ๆ ของเหล็กคอดำจะใช้ตามรูปข้างบนนี้ไม่ได้

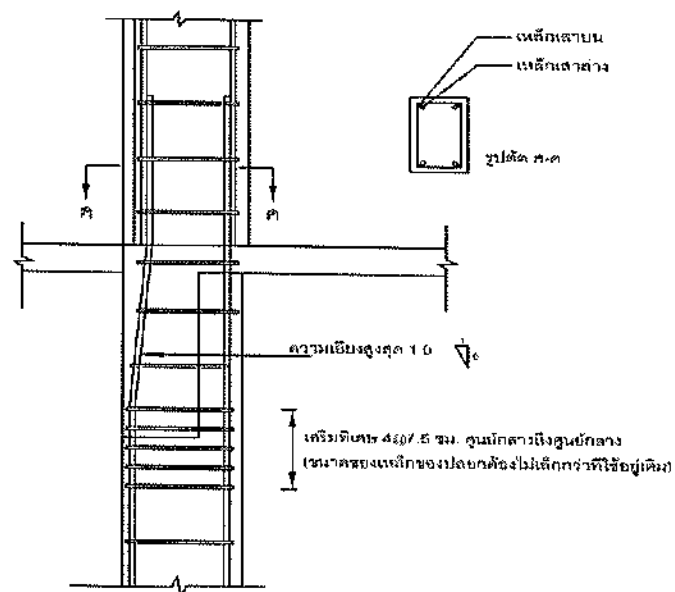
## 3. การต่อเหล็กเสา ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด ให้ปฏิบัติ ดังนี้



รูปที่ 3.1 กรณีเสามีหน้าตัดเท่ากัน



รูปที่ 3.2 กรณีเสาหมอน้ำตัดไม่เท่ากันศูนย์ตรงกัน



รูปที่ 3.3 กรณีเสาหมอน้ำตัดไม่เท่ากันศูนย์เอียงกัน



#### 4. การดำเนินการเชื่อม

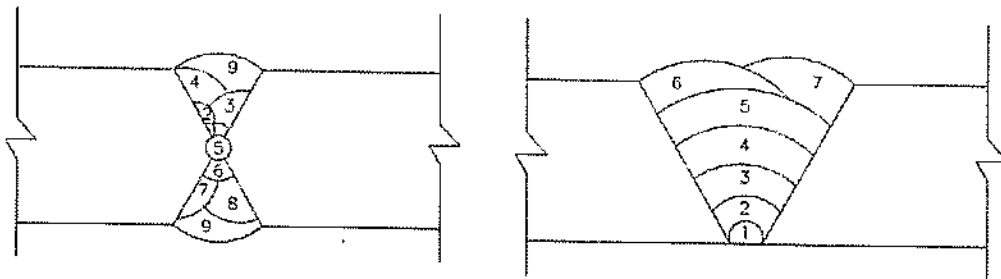
4.1 เหล็กที่จะนำมาเชื่อมจะต้องตัดปลายแล้ววางให้ได้รูป ตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 2

4.2 บริเวณปลายเหล็กที่ตัดก่อนที่จะนำมาเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบและสะอาดปราศจากฝุ่น สีนํ้ามัน

4.3 เหล็กเส้นที่จะนำมาเชื่อมต่อกันจะต้องวางให้ได้แนวเส้นผ่านศูนย์กลางของคันและคัน - ขณะทำการเชื่อม

ควรวางอยู่บนที่รองรับยาวประมาณข้างละ 1 เมตร ห่างจากจุดที่จะเชื่อมต่อ

4.4 การเชื่อมจะต้องเชื่อมเป็นชั้น ๆ หรือเป็นแนว ๆ ตามลำดับดังตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในรูป



เมื่อเชื่อมเสร็จแต่ละชั้นหรือแต่ละแนว การเชื่อมชั้นต่อไปจะต้องเคาะขี้เหล็กออกให้หมดทุกครั้ง แล้วแปรงให้สะอาดเสียก่อน

4.5 ระหว่างการเชื่อมแต่ละแนวให้ปล่อยทิ้งไว้ในอากาศนิ่งจนอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส โดยการวัดที่ผิวตรงจุดกึ่งกลางความยาวของแนวเชื่อม ห้ามกระทำการใด ๆ เพื่อที่จะเร่งให้อุณหภูมิลดลง

\*\*\*\*\*

ผวนก ข. มทช. 103  
การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

1. ลวดเชื่อมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้

ลวดเชื่อมที่นำมาใช้เชื่อม ให้ใช้ลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49 : มาตรฐานลวดเชื่อมมีสารฟลักซ์ให้เชื่อมเหล็กกล้าอะลูมิเนียมด้วยอาร์ก

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมจะต้องเป็นไปตามบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมนั้น ๆ กำหนดไว้

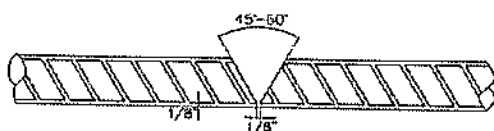
2. การต่อเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย

การเชื่อมต่อจะต้องเป็นไปตามแบบที่กำหนดให้แบบใดแบบหนึ่ง ที่กำหนดไว้ในข้อ 3

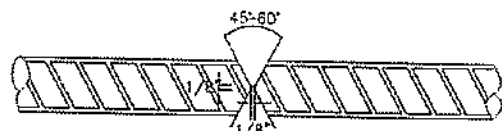
ตำแหน่งการต่อเหล็กจะต้องไม่ต่อ ณ จุดที่เหล็กงอ รอยต่อจะอยู่ห่างจากจุดที่เหล็กงออย่างน้อย 50 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

การต่อเหล็กให้ต่อ ณ ตำแหน่งที่เหล็กรับแรงน้อยที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถต่อเหล็ก ณ จุดที่กำหนดดังกล่าวได้ ให้เสริมเหล็กปลอกมากขึ้นจากเดิมเป็นสองเท่า ในระยะห่างจากปลายของเหล็กที่เชื่อมแต่ละปลายออกไปอย่างน้อย 15 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

3. รูปแบบของการต่อเหล็กกลมและเหล็กข้ออ้อย



Single - V - groove weld



Double - V - groove weld

Full penetration welds