

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 107 – 2533

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง

STANDARD FOR HOLLOW STRUCTURAL STEEL SECTIONS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

UDC 619.14.018.29-462

ISBN 974-606-151-8

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง

มอก. 107 – 2533

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอนที่ 171
วันที่ 13 กันยายน พุทธศักราช 2533

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 121
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กกลวงสำหรับงานก่อสร้าง

ประธานกรรมการ

นายวิเชียร เต็งอำนวยการ

ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

นายวินิตย์ ชลายนานนท์

ผู้แทนกรมชลประทาน

นายจิโรจน์ สุภาพพงศ์

ผู้แทนกรมโยธาธิการ

นายวิศาล เขาวนัชชูเวชช

ผู้แทนกรุงเทพมหานคร

นายปิง คุณะวัฒน์สถิตย์

ผู้แทนวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

นายศิริจิต วรรณตรี

ผู้แทนสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์

นายสมรรถ บุญรัตพันธ์

นายประทีป ปุณทริกพันธ์

ผู้แทนบริษัท อุตสาหกรรมท่อเหล็ก จำกัด

นายบุญเลิศ พรหมพุทธชาติ

ผู้แทนบริษัท สหวิริยาพาณิชย์ (1962) จำกัด

นายสวัสดิ์ คุหรัตนพิศาล

ผู้แทนบริษัท ไทย-เอเชียสตีลไพพ์ จำกัด

นายเนาวรัตน์ ชนะมูล

ผู้แทนบริษัท ศูนย์บริการเหล็กสยาม จำกัด

นายสมชาย กิจรังสรรค์

ผู้แทนบริษัท ไทยองสตีลไพพ์ จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายฉวีศรี หอมหวล

ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

นายกิตติ อยู่สินธุ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง นี้ได้ประกาศใช้เป็นครั้งแรกตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม เหล็กกลวงสำหรับการก่อสร้าง มาตรฐานเลขที่ มอก.107-2517 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 91 ตอนที่ 224 วันที่ 27 ธันวาคม พุทธศักราช 2517 ต่อมาได้พิจารณาเห็นเป็นการสมควรที่จะได้แก้ไขปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสม กับภาวะในปัจจุบัน จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

JIS G 3444-1982

Carbon Steel Tubes for General Structural Purposes

JIS G 3466-1982

Carbon Steel Square Pipes for General Structural Purposes

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1665 (พ.ศ. 2533)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกลวงสำหรับการก่อสร้าง

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกลวงสำหรับการก่อสร้าง มาตรฐานเลขที่ มอก.107-2517

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 121 (พ.ศ. 2517) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกลวงสำหรับการก่อสร้าง ลงวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2517 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง มาตรฐานเลขที่ มอก.107-2533 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 120 วัน นับแต่วันถัดจากวันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2533

พลตำรวจเอก ประมาธ อติเรกสาร

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด แบบและชั้นคุณภาพ ขนาด มวลและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงชนิดมีตะเข็บเชื่อม ทำด้วยเหล็กกล้าละมุน (mild steel) สามารถเชื่อมได้

2. แบบและชั้นคุณภาพ

- 2.1 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กกลวง” แบ่งตามรูปภาคตัดออกเป็น 3 แบบ คือ
- 2.1.1 แบบกลม แบ่งตามสมบัติในการดึงออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ HS 41 HS 50 และ HS 51
- 2.1.2 แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส แบ่งตามสมบัติในการดึงออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ HS 41 และ HS 50
- 2.1.3 แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบ่งตามสมบัติในการดึงออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ HS 41 และ HS 50

3. ขนาด มวลและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

- 3.1 ชื่อขนาด มิติและมวลต่อเมตรของเหล็กกลวง ให้เป็นไปตามตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และตารางที่ 3 โดยจะมีความคลาดเคลื่อนของมิติได้ตามเกณฑ์ในตารางที่ 4 และตารางที่ 5 และจะมีความคลาดเคลื่อนของมวลได้ตามเกณฑ์ในตารางที่ 6 ซึ่งคำนวณจากสูตร

$$\text{เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ} = \frac{\text{มวลต่อเมตรในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3} - \text{มวลที่ชั่งได้}}{\text{มวลต่อเมตรในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3}} \times 100$$

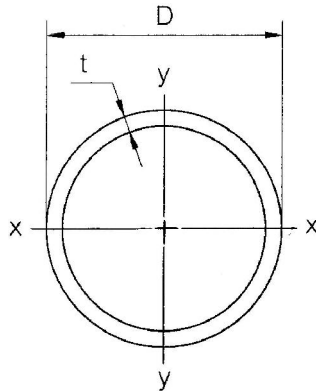
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.1

หมายเหตุ มวลต่อความยาว เมตร คำนวณจากสูตร

$$\text{มวลต่อความยาว 1 เมตร} = 0.785 A \text{ กิโลกรัม}$$

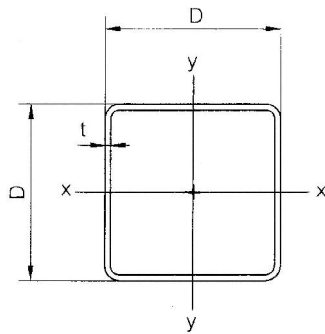
เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัด เป็นตารางเซนติเมตร โดยคำนวณจากสูตรตามภาคผนวก ก.

ตารางที่ 1 ชื่อขนาด มิติ และมวลต่อเมตรของเหล็กกลวงแบบกลม
(ข้อ 3.1)



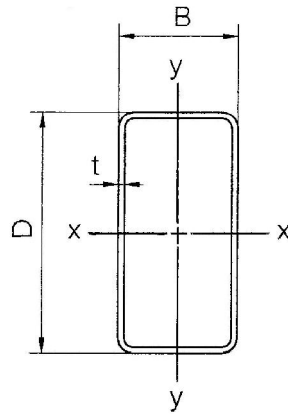
ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	ความหนา	พื้นที่หน้าตัด	มวลต่อเมตร	โมเมนต์ความเฉื่อย	มอดุลัสภาคตัด	รัศมีไจเรชัน
	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
	D	t	A		I	Z	r
15	21.7	2.0	1.238	0.972	0.607	0.560	0.700
20	27.2	2.3	1.799	1.41	1.41	1.03	0.880
25	34.0	2.3	2.291	1.80	2.89	1.70	1.12
32	42.7	2.3	2.919	2.29	5.97	2.80	1.43
40	48.6	2.3	3.345	2.63	8.99	3.70	1.64
		3.2	4.564	3.58	11.8	4.86	1.61
50	60.5	3.2	5.760	4.52	23.7	7.84	2.03
		4.0	7.100	5.57	28.5	9.41	2.00
65	76.3	3.2	7.349	5.77	49.2	12.9	2.59
		4.0	9.085	7.13	59.5	15.6	2.56
80	89.1	3.2	8.636	6.78	79.8	17.9	3.04
		4.0	10.69	8.39	97.0	21.8	3.01
90	101.6	3.2	9.892	7.76	120	23.6	3.48
		4.0	12.26	9.63	146	28.8	3.45
100	114.3	3.2	11.17	8.77	172	30.2	3.93
		4.5	15.52	12.2	234	41.0	3.89
		5.6	19.12	15.0	283	49.6	3.85
125	139.8	4.5	19.13	15.0	438	62.7	4.79
		6.0	25.22	19.8	566	80.9	4.74
150	165.2	4.5	22.72	17.8	734	88.9	5.68
		6.0	30.01	23.6	952	115	5.63
175	190.7	5.0	29.17	22.9	1260	132	6.57
		7.0	40.40	31.7	1710	179	6.50
200	216.3	6.0	39.61	31.1	2190	203	7.44
		8.0	52.35	41.1	2840	263	7.37

ตารางที่ 2 ชื่อขนาด มิติ และมวลต่อเมตรของเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส
(ข้อ 3.1)



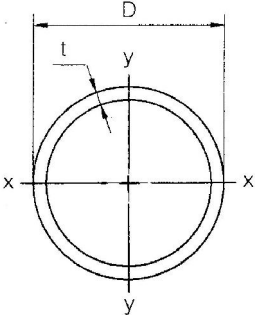
ชื่อขนาด	ความหนา mm	พื้นที่ หน้าตัด cm ²	มวลต่อ เมตร kg/m	โมเมนต์ ความเฉื่อย cm ⁴	มอดุลัส ภาคตัด cm ³	รัศมี ไจเรชัน cm
D × D	t	A		I _x = I _y	Z _x = Z _y	r _x = r _y
25 × 25	2.0	1.737	1.36	1.48	1.19	0.924
	2.3	1.972	1.53	1.61	1.29	0.904
32 × 32	2.3	2.596	2.04	3.71	2.32	1.20
	3.2	3.423	2.69	4.54	2.84	1.15
38 × 38	2.3	3.148	2.47	6.54	3.44	1.44
	3.2	4.191	3.29	8.18	4.30	1.40
50 × 50	2.3	4.252	3.34	15.9	6.34	1.93
	3.2	5.727	4.50	20.4	8.16	1.89
60 × 60	2.3	5.172	4.06	28.3	9.44	2.34
	3.2	7.007	5.50	36.9	12.3	2.30
75 × 75	4.0	8.548	6.71	43.6	14.5	2.26
	3.2	8.927	7.01	75.5	20.1	2.91
90 × 90	4.0	10.948	8.59	90.2	24.1	2.87
	3.2	10.85	8.51	135	29.9	3.52
100 × 100	4.0	13.35	10.48	162	36.0	3.48
	4.5	14.87	11.67	178	39.5	3.46
150 × 150	3.2	12.13	9.52	187	37.5	3.93
	4.0	14.95	11.7	226	45.3	3.89
175 × 175	4.5	16.67	13.1	249	49.9	3.87
	4.5	25.67	20.1	896	120	5.91
200 × 200	6.0	33.63	26.4	1150	153	5.84
	4.5	30.17	23.7	1450	166	6.93
250 × 250	6.0	39.63	31.1	1860	213	6.86
	6.0	45.63	35.8	2830	283	7.88
300 × 300	8.0	59.79	46.9	3620	362	7.78
	9.0	66.67	52.3	3990	399	7.73
350 × 350	6.0	57.63	45.2	5670	454	9.92
	8.0	75.79	59.2	7320	585	9.82
400 × 400	9.0	84.67	66.5	8090	647	9.78
	6.0	69.63	54.7	9960	664	12.0
450 × 450	9.0	102.7	80.6	14300	956	11.8
	12.0	134.5	106	18300	1220	11.7
500 × 500	9.0	120.7	94.7	23200	1320	13.9
	12.0	158.5	124	29800	1700	13.7

ตารางที่ 3 ชื่อขนาด มิติ และมวลต่อเมตรของเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า
(ข้อ 3.1)

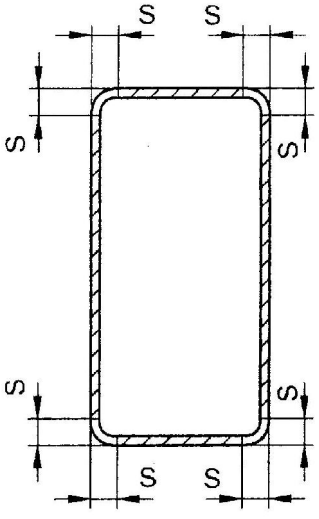


ชื่อขนาด	ความหนา	พื้นที่หน้าตัด	มวลต่อเมตร	โมเมนต์ความเฉื่อย		มอดุลัสภาคตัด		รัศมีไจเรชัน	
	mm	cm ²		kg/m	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm
D × B	t	A		I _x	I _y	Z _x	Z _y	r _x	r _y
50 × 25	2.3	3.102	2.44	9.31	3.10	3.72	2.48	1.73	1.00
	3.2	4.127	3.24	11.6	3.80	4.65	3.04	1.68	0.960
60 × 30	2.3	3.792	2.98	16.8	5.65	5.61	3.76	2.11	1.22
	3.2	5.087	3.99	21.4	7.08	7.15	4.72	2.05	1.18
75 × 38	2.3	4.850	3.81	34.6	12.0	9.23	6.30	2.67	1.57
	3.2	6.559	5.15	45.0	15.4	12.0	8.09	2.62	1.53
75 × 45	2.3	5.172	4.06	38.9	17.6	10.4	7.82	2.74	1.84
	3.2	7.007	5.50	50.8	22.8	13.5	10.1	2.69	1.80
90 × 45	2.3	5.862	4.60	61.0	20.8	13.6	9.22	3.23	1.88
	3.2	7.967	6.25	80.2	27.0	17.8	12.0	3.17	1.84
100 × 50	3.2	8.927	7.01	112	38.0	22.5	15.2	3.55	2.06
	4.0	10.95	8.59	142	46.7	28.4	18.7	3.55	2.03
	4.5	12.17	9.55	147	48.9	29.3	19.5	3.47	2.00
125 × 50	3.2	10.53	8.26	198	46.7	31.6	18.7	4.33	2.11
	4.0	12.95	10.2	238	55.6	38.0	22.0	4.28	2.07
	4.5	14.42	11.3	261	60.6	41.7	24.2	4.25	2.05
125 × 75	3.2	12.13	9.52	257	117	41.1	31.1	4.60	3.10
	4.0	14.95	11.7	311	141	49.7	37.5	4.56	3.07
	4.5	16.67	13.1	342	155	54.8	41.2	4.53	3.04
150 × 80	4.5	19.37	15.2	563	211	75.0	52.9	5.39	3.30
	6.0	25.23	19.8	710	264	94.7	66.1	5.31	3.24
150 × 100	4.5	21.17	16.6	658	352	87.7	70.4	5.58	4.08
	6.0	27.63	21.7	835	444	111	88.8	5.50	4.01
200 × 100	4.5	25.67	20.1	1 330	455	133	90.9	7.20	4.21
	6.0	33.63	26.4	1 700	577	170	115	7.12	4.14

ตารางที่ 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติสำหรับเหล็กกลวงแบบกลม
(ข้อ 3.1)

มิติ มิลลิเมตร		เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	หมายเหตุ
เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอก	ไม่เกิน 50	± 0.5 มิลลิเมตร	
	เกิน 50	\pm ร้อยละ 1	
ความหนา	2.0 ถึง 3.2	± 0.3 มิลลิเมตร	
	4.0 ถึง 8.0	\pm ร้อยละ 10	
ความตรง		\pm ร้อยละ 0.3 ของความยาว	
ความยาว		\pm ไม่กำหนด 0	

ตารางที่ 5 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติสำหรับเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า
(ข้อ 3.1)

มิติ มิลลิเมตร		เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	หมายเหตุ
D ในตารางที่ 2	ไม่เกิน 100	± 1.5 มิลลิเมตร	
D และ B ใน ตารางที่ 3	เกิน 100	\pm ร้อยละ 1.5	
ความโค้งหรือ ความเว้าของ ส่วนราบ	ไม่เกิน 100	ไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร	
	เกิน 100	ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของด้าน	
ความได้ฉาก ของด้านประชิด		± 1.5 องศา	
ความหนา (t)	2.0 ถึง 3.2	± 0.3 มิลลิเมตร	
	4.0 ถึง 12.0	\pm ร้อยละ 10	
ความตรง		\pm ร้อยละ 0.3 ของ ความยาว	
ความยาว	ให้เป็นไปตามที่ ระบุไว้ที่ฉลาก	+ ไม่กำหนด 0	

หมายเหตุ ส่วนราบ คือ ส่วนที่แสดงด้วยเส้นขีดขวางตามรูป

ตารางที่ 6 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลสำหรับเหล็กกลวง
(ข้อ 3.1)

มวลในทางคำนวณ กิโลกรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
น้อยกว่า 600	± 10
600 ถึงน้อยกว่า 2 000	± 7.5
2 000 ขึ้นไป	± 5

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องมีผิวเรียบเกลี้ยง ไม่มีรอยปริแตก ร้าว ไม่มีตะเข็บตามแนวขวาง เหล็กกลวงแบบกลมมีตะเข็บตามแนวท่อได้ 1 ตะเข็บ เหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีตะเข็บตามแนวท่อได้ไม่เกิน 2 ตะเข็บ ถ้ามี 2 ตะเข็บต้องสมมาตรกัน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.2 ส่วนประกอบทางเคมี

ส่วนประกอบทางเคมีของเหล็กกลวงต้องเป็นไปตามตารางที่ 7

การทดสอบให้ใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมีทั่วไปหรือวิธีอื่นใดที่เทียบเท่า

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบทางเคมีของเหล็กกลวง
(ข้อ 4.2)

ชั้นคุณภาพ	ส่วนประกอบทางเคมี สูงสุด ร้อยละ				
	คาร์บอน	ซิลิคอน	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน
HS 41	0.28	-	-	0.048	0.048
HS 50	0.21	0.57	1.53	0.048	0.048
HS 51	0.33	0.37	0.33 ถึง 1.03	0.048	0.048

4.3 สมบัติทางกล

4.3.1 สมบัติของเหล็กกลวงแบบกลม ให้เป็นไปตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สมบัติทางกลของเหล็กกลางแบบกลม
(ข้อ 4.3.1)

รายการ ที่	สมบัติทางกล	เกณฑ์ที่กำหนด			วิธีทดสอบ
		ชั้นคุณภาพ			
		HS 41	HS 50	HS 51	
1	ความเค้นดึง เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	402	490	500	ข้อ 7.2.1
2	คามเค้นคราก เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	235	314	353	ข้อ 7.2.1
3	ความยืด ¹⁾ (เฉพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเกิน 40 มิลลิเมตร) ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	23	23	15	ข้อ 7.2.1
4	การตัดโค้ง (เฉพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกไม่เกิน 50 มิลลิเมตร) มุมของการตัดโค้ง องศา	90	90	90	ข้อ 7.3
5	รัศมีภายในของการตัดโค้ง มิลลิเมตร	6D	6D	8D	
	การกดแบน (เฉพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเกิน 50 มิลลิเมตร) ระยะห่างระหว่างแผ่นกด มิลลิเมตร	2/3D ²⁾	7/8D	7/8D	ข้อ 7.4

หมายเหตุ 1) เมื่อทดสอบการดึงเหล็กกลางแบบกลมที่มีความหนาไม่เกิน 8 มิลลิเมตร ค่าความยืดต่ำสุดให้คำนวณลดลงร้อยละ 1.5 ของค่าที่กำหนดในตาราง

ทุก ๆ ความหนาที่ลดลง 1 มิลลิเมตร

2) D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของเหล็กกลางแบบกลม

- 4.3.2 สมบัติทางกลของเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้เป็นไปตามตารางที่ 9 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.2.2

ตารางที่ 9 สมบัติทางกลของเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า
(ข้อ 4.3.2)

รายการ ที่	สมบัติทางกล	เกณฑ์ที่กำหนด	
		ชั้นคุณภาพ	
		HS 41	HS 50
1	ความเค้นดึง เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	402	490
2	ความเค้นคราก เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	235	314
3	ความยืด ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	23	23

หมายเหตุ ค่าความยืดของเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความหนาไม่เกิน 8 มิลลิเมตร ให้คำนวณลดลงร้อยละ 1.5 ของค่าที่กำหนดในตาราง ทุก ๆ ความหนาที่ลดลง 1 มิลลิเมตร

5. เครื่องหมายและฉลาก

- 5.1 ที่เหล็กกลวงทุกท่อน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน
- (1) ชั้นคุณภาพ โดยสี่เหลี่ยมสำหรับเหล็กกลวงชั้นคุณภาพ HS 41 สี่เหลี่ยมสำหรับชั้นคุณภาพ HS 50 และสี่เหลี่ยมสำหรับ ชั้นคุณภาพ HS 51
 - (2) ชื่อขนาด ความหนา และความยาว
 - (3) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น
- 5.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 6.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เหล็กกลวงแบบ ชั้นคุณภาพและชื่อขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- 6.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด มวลต่อเมตร ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลาก

- 6.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 ท่อน
- 6.2.1.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3, ข้อ 4.1 และข้อ 5.1 จึงจะถือว่าเหล็กกลวงรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 6.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบส่วนประกอบทางเคมี และสมบัติทางกล
 - 6.2.2.1 ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 6.2.1.2 แล้ว เพื่อทดสอบส่วนประกอบทางเคมีและสมบัติทางกล 1 ท่อน และสำรองไว้เพื่อทดสอบซ้ำ 2 ท่อน
 - 6.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.2 และข้อ 4.3 ทุกรายการ จึงจะถือว่าเหล็กกลวงรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ในกรณีที่ตัวอย่างไม่เป็นไปตามข้อ 4.2 หรือข้อ 4.3 รายการใดรายการหนึ่ง ให้ทดสอบซ้ำเฉพาะรายการนั้นด้วยตัวอย่างที่สำรองไว้ 2 ท่อน ผลการทดสอบซ้ำของตัวอย่างทั้งสองต้องเป็นไปตามข้อ 4.2 หรือข้อ 4.3 แล้วแต่กรณี จึงจะถือว่าเหล็กกลวงรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 6.3 เกณฑ์ตัดสิน
 - ตัวอย่างเหล็กกลวงต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.1.2 และข้อ 6.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเหล็กกลวงรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

7. การทดสอบ

7.1 ขนาด

7.1.1 เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก และมิติ D และ B

7.1.1.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

7.1.1.2 วิธีวัด

ให้วัด ณ ที่ห่างจากปลายทั้งสองไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร และตรงกลาง สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก แต่ละแห่งให้วัดอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง ห่างเป็นระยะเท่า ๆ กันโดยประมาณตามแนวเส้นรอบวง สำหรับมิติ D และ B แต่ละแห่งให้วัดมิติละ 2 ตำแหน่งตรงข้ามกัน

7.1.1.3 การรายงานผล

ให้รายงานค่าที่วัดได้ทุกค่า

7.1.2 ความหนา

7.1.2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

7.1.2.2 วิธีวัด

ให้วัดที่ปลายทั้ง 2 ข้าง สำหรับแบบกลม แต่ละข้างให้วัดอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง ห่างเป็นระยะเท่า ๆ กัน โดยประมาณตามแนวเส้นรอบวง สำหรับแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้วัดความหนาทุกด้าน

7.1.2.3 การรายงานผล

ให้รายงานค่าที่วัดได้ทุกค่า

7.1.3 มวลต่อเมตร

7.1.3.1 เครื่องมือ

- (1) เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดและถูกต้อง คลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 1 ของน้ำหนักของเหล็กกลวงที่ชั่ง
- (2) สายวัดโลหะ ที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และยาวพอที่จะวัดความยาวของเหล็กกลวงหนึ่งเส้นได้โดยตลอดในครั้งเดียว

7.1.3.2 วิธีทดสอบ

วัดความยาวของตัวอย่างให้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และชั่งตัวอย่างให้ละเอียดถึง 10 กรัม สำหรับตัวอย่างที่หนักไม่เกิน 10 กิโลกรัม 100 กรัมสำหรับตัวอย่างที่หนักเกิน 10 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 100 กิโลกรัม และ 1 000 กรัมสำหรับตัวอย่างที่หนักเกิน 100 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 1 000 กิโลกรัม แล้วคำนวณหามวลต่อเมตร

7.1.3.3 การรายงานผล

ให้รายงานผลการทดสอบมวลต่อเมตรของตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง และค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ตัวอย่าง

7.1.4 ความโค้งหรือความเว้าของส่วนราบ

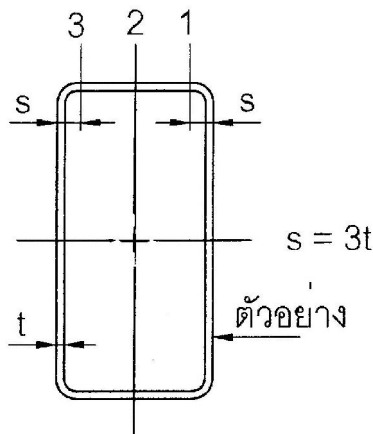
ให้ใช้วิธีที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้วิธีอื่นที่ให้ผลเท่าเทียมกัน

7.1.4.1 เครื่องมือ

- (1) เครื่องวัดแบบมีหน้าปัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร
- (2) โต๊ะระดับ

7.1.4.2 วิธีวัด

- (1) วางตัวอย่างบนโต๊ะระดับ อ่านค่า h_1 h_2 และ h_3 ที่ตำแหน่งที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตำแหน่งในการทดสอบหาความโค้งหรือความเว้าของส่วนราบ
(ข้อ 7.1.4.2(1))

- (2) พลิกตัวอย่างและทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 7.1.4.2(1) จนครบทั้ง 4 ด้าน
- (3) คำนวณหาค่าความโค้งหรือความเว้าจากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ความโค้งหรือความเว้า} = h_2 - \frac{h_1 + h_3}{2}$$

7.1.4.3 การรายงานผล

ให้รายงานค่าความโค้งหรือความเว้าของส่วนราบที่มากที่สุดของแต่ละด้านเป็นมิลลิเมตร หรือเป็นร้อยละของด้าน แล้วแต่กรณี

7.1.5 ความตรง

7.1.5.1 เครื่องมือ

- (1) เชือกหรือเส้นด้ายที่ยาวตลอดความยาวของตัวอย่าง
- (2) ไม้บรรทัดเหล็กที่มีความละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร

7.1.5.2 วิธีวัด

- (1) วางตัวอย่างบนพื้นราบ
- (2) ชึงเชือกหรือเส้นด้ายจากปลายหนึ่งไปยังอีกปลายหนึ่งให้ตึง และขนานกับพื้น
- (3) วัดระยะห่างระหว่างเชือกหรือเส้นด้ายกับผิวชั้นทดสอบที่มากที่สุด ในแนวขนานกับพื้นและตั้งฉากกับแนวเชือกหรือเส้นด้าย และวัดระยะระหว่างจุดสัมผัสของเชือกหรือเส้นด้ายกับตัวอย่าง

7.1.5.3 การรายงานผล

ให้รายงานค่าระยะห่างระหว่างเชือกหรือเส้นด้ายกับผิวชั้นทดสอบ ต่อระยะระหว่างจุดสัมผัสของเชือกหรือเส้นด้ายกับตัวอย่างที่มากที่สุดเป็นร้อยละ

7.1.6 ความยาว

วัดความยาวของตัวอย่างด้วยสายวัดโลหะตามข้อ 7.1.3.1 (2)

7.2 ความเค้นดึง ความเค้นคราก และความยืด

7.2.1 เหล็กกลวงแบบกลม

7.2.1.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบแรงดึง ที่สามารถจ่ายแรงได้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องโดยตลอด ในอัตราความเร็วที่กำหนด

7.2.1.2 ชั้นทดสอบ

- (1) ชั้นทดสอบตัดตามแนวยาวของเหล็กกลวง มีรูปร่างและมิติตามตารางที่ 10
- (2) เฉพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกน้อยกว่า 50 มิลลิเมตร อาจใช้ชั้นทดสอบตามสภาพของตัวอย่างก็ได้ โดยใช้ความยาวพิกัด 50 มิลลิเมตร

7.2.1.3 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 6 การทดสอบท่อเหล็กกล้าโดยการดึง มาตรฐานเลขที่ มอก.244 เล่ม 6

7.2.2 เหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

7.2.2.1 เครื่องมือ

เช่นเดียวกับข้อ 7.2.1.1

7.2.2.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

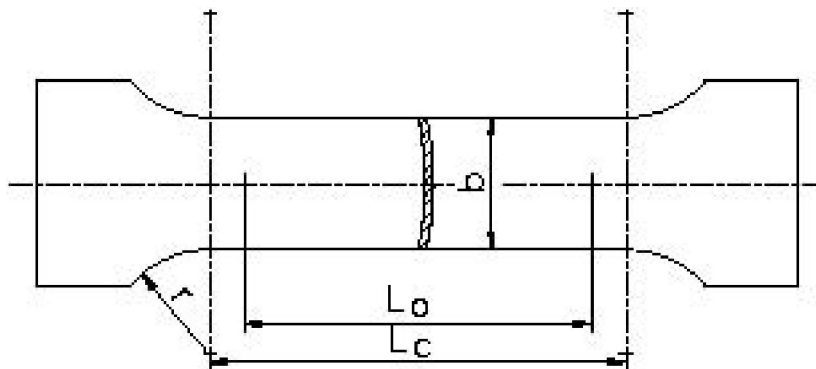
ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบที่มีรูปร่างและมิติตามตารางที่ 11

7.2.2.3 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 5 การทดสอบเหล็กกล้าแผ่นบางโดยการดึง มาตรฐานเลขที่ มอก.244 เล่ม 5

ตารางที่ 10 รูปร่างและมิติของชิ้นทดสอบที่ตัดตามแนวยาวของเหล็กกลวงแบบกลม

(ข้อ 7.2.1.2(1))

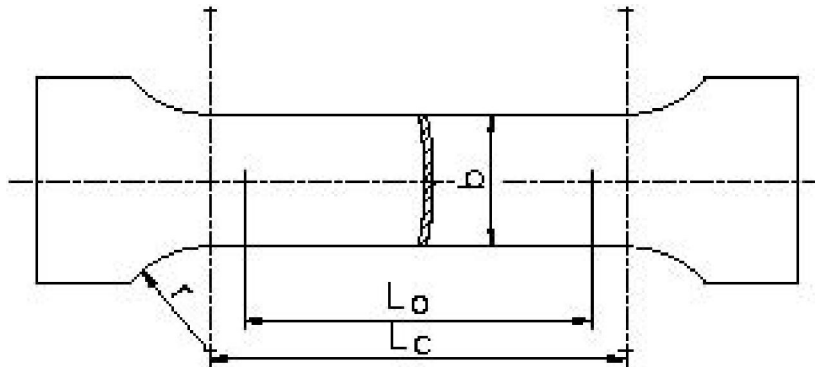


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอกของเหล็ก กลวงแบบกลม D	ความกว้างของ ชิ้นทดสอบระหว่าง ความยาวของส่วนขนาน b	ความยาว พิกัด L ₀	ความยาว ของส่วนขนาน L _c	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า ต่ำสุด r
น้อยกว่า 50	19 ± 0.7	50 ± 0.5	ประมาณ 60	15
50 ถึง 170	25 ± 0.7	50 ± 0.5	ประมาณ 60	15
มากกว่า 170	38 ± 0.7	50 ± 0.5	ประมาณ 60	15

หมายเหตุ ความกว้างของชิ้นทดสอบตลอดความยาวของส่วนขนาน จะแตกต่างกันได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิเมตร

ตารางที่ 11 รูปร่างและมิติของชั้นทดสอบที่ตัดจากเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า
(ข้อ 7.2.2.2)

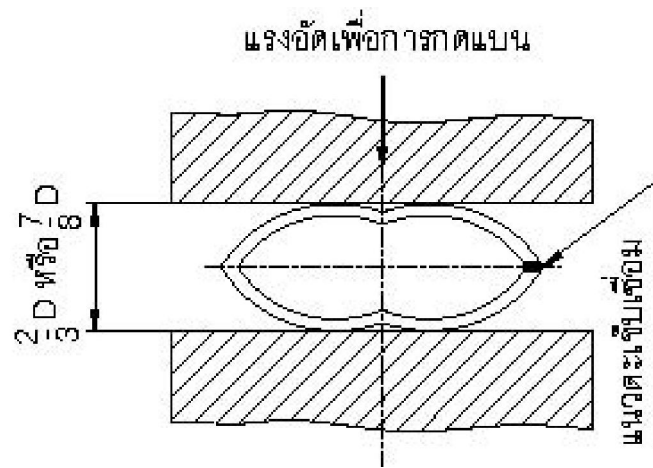


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้างของ ชั้นทดสอบระหว่าง ความยาวของส่วนขนาน b	ความยาว พิกัด L_o	ความยาว ของส่วนขนาน L_c	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า ต่ำสุด r
12.5 ± 0.5	50 ± 0.5	ประมาณ 60	20
25 ± 0.7	50 ± 0.5	ประมาณ 60	15

หมายเหตุ ความกว้างของชั้นทดสอบตลอดความยาวของส่วนขนาน จะแตกต่างกันได้ไม่เกิน 0.08 มิลลิเมตร

- 7.3 การตัดโค้ง (เฉพาะเหล็กกลวงแบบกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกไม่เกิน 50 มิลลิเมตร) ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 13 การทดสอบท่อเหล็กกล้าโดยการตัดโค้ง มาตรฐานเลขที่ มอก.244 เล่ม 13 โดยตัดโค้งเป็นมุม 90 องศา รอบหัวกดซึ่งมีรัศมีภายในของการตัดโค้งตามตารางที่ 8 โดยให้ตะเข็บเชื่อมอยู่ในแนวเส้นรอบวงภายนอกของการตัดโค้งแล้ว ผิวด้านนอกของส่วนโค้งของชั้นทดสอบต้องไม่มีรอยแตก ร้าว หรือปริ
- 7.4 การกดแบน (เฉพาะเหล็กกลวงแบบกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเกิน 50 มิลลิเมตร) ตัดตัวอย่างเป็นชั้นทดสอบยาวไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (อาจแต่งรอยตัดให้เรียบหายคมก็ได้) นำมากดให้แบนระหว่างแผ่นกด โดยใช้อัตราการกดไม่เกิน 25 มิลลิเมตรต่อนาที และให้ตะเข็บเชื่อมอยู่ที่กึ่งกลางระหว่างแผ่นกด ดังรูปที่ 2 เมื่อระยะห่างระหว่างแผ่นกดมีค่าตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 8 แล้ว ชั้นทดสอบต้องไม่แตก ร้าว



รูปที่ 2 การทดสอบการกดแบน
(ข้อ 7.4)

ภาคผนวก

การคำนวณโมเมนต์ความเฉื่อย มอดุลัสภาคตัด รัศมีไจเรชัน มวลต่อเมตร และพื้นที่หน้าตัด
(ข้อ 3.1)

ก.1 เหล็กกลวงแบบกลม

หาค่ามวลต่อเมตรจากสูตร

$$\frac{\text{มวลต่อเมตร}}{\text{กิโลกรัมต่อเมตร}} = 0.02466t(D-t)$$

เมื่อ t คือ ความหนา เป็นมิลลิเมตร

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก เป็นมิลลิเมตร

ก.2 เหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ก.2.1 หาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย มอดุลัสภาคตัด และรัศมีไจเรชัน จากสูตรต่อไปนี้

$$I_x = \frac{t(D-4t)^3}{6} + \frac{1}{2} \left[\frac{(B-4t)t^3}{3} + (B-4t)(D-t)^2t \right] + \frac{\pi t^4}{108} \left[405 - \frac{3 \cdot 136}{\pi^2} \right] + 3\pi t^2 \left[\frac{9(D-4t) + 56t}{18\pi} \right]^2$$

$$I_y = \frac{t(B-4t)^3}{6} + \frac{1}{2} \left[\frac{(D-4t)t^3}{3} + (D-4t)(B-t)^2t \right] + \frac{\pi t^4}{108} \left[405 - \frac{3 \cdot 136}{\pi^2} \right] + 3\pi t^2 \left[\frac{9(D-4t) + 56t}{18\pi} \right]^2$$

$$Z_x = 2 \frac{I_x}{D}$$

$$Z_y = 2 \frac{I_y}{B}$$

$$r_x = \frac{I_x}{A}$$

$$r_y = \frac{I_y}{A}$$

- เมื่อ I_x คือ โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน $x-x$ เป็นเซนติเมตรยกกำลังสี่
 I_y คือ โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกน $y-y$ เป็นเซนติเมตรยกกำลังสี่
 Z_x คือ มอดุลัสภาคตัดรอบแกน $x-x$ เป็นเซนติเมตรยกกำลังสาม
 Z_y คือ มอดุลัสภาคตัดรอบแกน $y-y$ เป็นเซนติเมตรยกกำลังสาม
 r_x คือ รัศมีจายเรชันรอบแกน $x-x$ เป็นเซนติเมตร
 r_y คือ รัศมีจายเรชันรอบแกน $y-y$ เป็นเซนติเมตร
 t คือ ความหนา เป็นมิลลิเมตร
 B, D คือ มิติของเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นมิลลิเมตร

ก.2.2 หาค่าพื้นที่หน้าตัด และมวลต่อเมตร จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่หน้าตัด} &= 2t (B-4t) + 2t (D-4t) + 3\pi t^2 \\ \text{ตารางเซนติเมตร} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลต่อเมตร} &= 0.015 \ 7t (B+D-3.287t) \\ \text{กิโลกรัมต่อเมตร} & \end{aligned}$$

- เมื่อ t คือ ความหนา เป็นมิลลิเมตร
 B, D คือ มิติของเหล็กกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นมิลลิเมตร