

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2243-2564

เหล็กกล้าคาร์บอนสำหรับงานย่ำหัว  
และงานทอขึ้นรูปเย็น

CARBON STEEL WIRE RODS FOR COLD HEADING

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 77.140.60

ISBN 978-616-580-505-6



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
เหล็กกลวคาร์บอนสำหรับงานย้ำหัว  
และงานทุบขึ้นรูปเย็น

มอก. 2243-2564

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400  
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 139 ตอนพิเศษ 78 ง  
วันที่ 4 เมษายน พุทธศักราช 2565

## อนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 2/9 เหล็กลวดคาร์บอนต่ำ

อนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 2/9 เหล็กลวดคาร์บอนต่ำ ได้รับการแต่งตั้งจากกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 2 เหล็กทรงยาวและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง ให้จัดทำร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กลวดคาร์บอนต่ำ สำหรับงานย้ำหัวและงานทอขึ้นรูปเย็น ดังรายชื่อต่อไปนี้

### ประธาน

รองศาสตราจารย์ประสงค์ ศรีเจริญชัย

ผู้ทรงคุณวุฒิ

### อนุกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวินชัย พงษ์สุกิจวัฒน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิจวัฒน์ ภู่วรรณ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นายประจวบ ล่องสุวรรณ

สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

นายรุ่งโรจน์ เลิศอารมย์

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

นายชัยฤทธิ์ วศินสมบัติ

สมาคมอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์คอนกรีตไทย

นายเบญจพงษ์ โล่ห์ชิตกุล

สมาคมเหล็กลวด

นายเกียรติศักดิ์ จิระขจรวงศ์

สมาคมส่งเสริมการรับช่วงการผลิตไทย

นายพีระ กิตติวรธนกุล

นายอดิศร สุขพันธ์ถาวร

สมาคมผู้ผลิตเหล็กทรงยาวจากเตาอาร์คไฟฟ้า

นายสุปดิษฐ์ ฌ หนองคาย

สมาคมการค้าเหล็กทรงยาวมาตรฐาน

นายธีรยุทธ เลิศศิริรังสรรค์

สมาคมการค้าเหล็กลวดไทย

### อนุกรรมการและเลขานุการ

นายชัยภักดิ์ ภักธรจินดา

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กลวดคาร์บอนสำหรับงานย้าหัวและงานทุบขึ้นรูปเย็น นี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรก เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก. 2243-2548 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 123 ตอนที่ 95ง วันที่ 14 กันยายน พุทธศักราช 2549 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้มีความทันสมัยเหมาะสมกับ เทคโนโลยีในปัจจุบัน จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเดิม และกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้น ใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

- JIS G 3507-1: 2010 Carbon steel for cold heading – Part 1: wire rods
- JIS G 0320: 2009 Standard test method for heat analysis of steel products
- JIS G 0321: 2017 Product analysis and its tolerance for wrought steel
- JIS G 0404: 2014 Steel and steel products - General technical delivery requirements
- JIS G 0558: 2007 Steels - Determination of depth of decarburization

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2558





**ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม**

**ฉบับที่ ๖๔๗๕ ( พ.ศ. ๒๕๖๔ )**

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
เหล็กถลุงคาร์บอนสำหรับงานย้ำหัวและงานทุบขึ้นรูปเย็น

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กถลุงคาร์บอนสำหรับงานย้ำหัวและงานทุบขึ้นรูปเย็น มาตรฐานเลขที่ มอก. 2243-2548

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๓๕๑๗ (พ.ศ. ๒๕๔๙) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กถลุงคาร์บอนสำหรับงานย้ำหัวและงานทุบขึ้นรูปเย็น ลงวันที่ ๒๖ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๔๙ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กถลุงคาร์บอนสำหรับงานย้ำหัวและงานทุบขึ้นรูปเย็น มาตรฐานเลขที่ มอก. 2243-2564 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด ๑๒๐ วัน นับตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๔ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๔

**สุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ**

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม





# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## เหล็กลวดคาร์บอนสำหรับงานย้าหัว

### และงานทุบขึ้นรูปเย็น

#### 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมผลิตภัณฑ์เหล็กลวดคาร์บอนสำหรับงานย้าหัวและงานทุบขึ้นรูปเย็น เพื่อนำไปใช้ทำแป้นเกลียว ตะปูเกลียว สลักเกลียว แหวนรอง และอื่น ๆ
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงเหล็กเส้นหรือเหล็กลวดที่มีลักษณะภาคตัดกลม ที่ได้มีประกาศกำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไว้แล้ว

#### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 เหล็กลวดคาร์บอนสำหรับงานย้าหัวและงานทุบขึ้นรูปเย็น ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กลวด” หมายถึง ผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนกึ่งสำเร็จรูปมีภาคตัดกลมเป็นเส้นยาวที่ม้วนเป็นขด ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีและชั้นคุณภาพตามตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2
- 2.2 ขด (coil) หมายถึง เหล็กลวดเส้นหนึ่งที่มีความยาวต่อเนื่องกันโดยปราศจากรอยต่อและม้วนเป็นขด
- 2.3 ตำหนิ (defects) หมายถึง ความบกพร่องของเนื้อโลหะในเหล็กลวด เช่น รอยร้าว (crack) ผิวเกย (lap) รอยตะเข็บ (seam) รอยขีดข่วน (scratch) รูเข็ม (pin hole) และสนิมขุม (pitting)
- 2.4 สนิมขุม หมายถึง สนิมที่เกิดก่อนผิวของโลหะจนลึกเป็นหลุม เกิดจากปฏิกิริยาของเหล็กกับออกซิเจน โดยมีความชื้นและสารละลายที่มีคลอไรด์เป็นองค์ประกอบเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (สารละลายที่มีคลอไรด์เป็นองค์ประกอบ เช่น น้ำทะเล)

#### 3. ชั้นคุณภาพ

- 3.1 เหล็กลวดแบ่งตามส่วนประกอบทางเคมี เป็น 38 ชั้นคุณภาพ ตามตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

#### 4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

- 4.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามตารางที่ 3  
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1
- 4.2 ความเบี้ยว ให้เป็นไปตามตารางที่ 3  
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1

**หมายเหตุ** เส้นผ่านศูนย์กลางและความเบี้ยวของเหล็กลวดที่ต้องการเกณฑ์เข้มงวดเป็นพิเศษ แนะนำให้เป็นไปตามภาคผนวก ข.

ตารางที่ 1 ชั้นคุณภาพและส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากบ้ำ

(ข้อ 2.1 ข้อ 3.1 และข้อ 5.1)

หน่วยเป็นร้อยละ

ชั้นคุณภาพ	ส่วนประกอบทางเคมี						หมายเหตุ
	C	Si	Mn	P	S	Al	
SWRCH6R	0.08 สูงสุด	-	0.60 สูงสุด	0.040 สูงสุด	0.040 สูงสุด	-	R หมายถึง เหล็กกล้าเนื้อ พรม (rimmed steel)
SWRCH8R	0.10 สูงสุด	-	0.60 สูงสุด	0.040 สูงสุด	0.040 สูงสุด	-	
SWRCH10R	0.08 ถึง 0.13	-	0.30 ถึง 0.60	0.040 สูงสุด	0.040 สูงสุด	-	
SWRCH12R	0.10 ถึง 0.15	-	0.30 ถึง 0.60	0.040 สูงสุด	0.040 สูงสุด	-	
SWRCH15R	0.13 ถึง 0.18	-	0.30 ถึง 0.60	0.040 สูงสุด	0.040 สูงสุด	-	
SWRCH17R	0.15 ถึง 0.20	-	0.30 ถึง 0.60	0.040 สูงสุด	0.040 สูงสุด	-	
SWRCH6A	0.08 สูงสุด	0.10 สูงสุด	0.60 สูงสุด	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	A หมายถึง เหล็กกล้าเนื้อ แน่นชนิด อะลูมิเนียม (aluminium killed steel)
SWRCH8A	0.10 สูงสุด	0.10 สูงสุด	0.60 สูงสุด	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH10A	0.08 ถึง 0.13	0.10 สูงสุด	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH12A	0.10 ถึง 0.15	0.10 สูงสุด	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH15A	0.13 ถึง 0.18	0.10 สูงสุด	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH16A	0.13 ถึง 0.18	0.10 สูงสุด	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH18A	0.15 ถึง 0.20	0.10 สูงสุด	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH19A	0.15 ถึง 0.20	0.10 สูงสุด	0.70 ถึง 1.00	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH20A	0.18 ถึง 0.23	0.10 สูงสุด	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH22A	0.18 ถึง 0.23	0.10 สูงสุด	0.70 ถึง 1.00	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH25A	0.22 ถึง 0.28	0.10 สูงสุด	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH10K	0.08 ถึง 0.13	0.10 ถึง 0.35	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH12K	0.10 ถึง 0.15	0.10 ถึง 0.35	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH15K	0.13 ถึง 0.18	0.10 ถึง 0.35	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH16K	0.13 ถึง 0.18	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH17K	0.15 ถึง 0.20	0.10 ถึง 0.35	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH18K	0.15 ถึง 0.20	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH20K	0.18 ถึง 0.23	0.10 ถึง 0.35	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH22K	0.18 ถึง 0.23	0.10 ถึง 0.35	0.70 ถึง 1.00	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH24K	0.19 ถึง 0.25	0.10 ถึง 0.35	1.35 ถึง 1.65	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH25K	0.22 ถึง 0.28	0.10 ถึง 0.35	0.30 ถึง 0.60	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH27K	0.22 ถึง 0.29	0.10 ถึง 0.35	1.20 ถึง 1.50	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH30K	0.27 ถึง 0.33	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH33K	0.30 ถึง 0.36	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH35K	0.32 ถึง 0.38	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH38K	0.35 ถึง 0.41	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH40K	0.37 ถึง 0.43	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH41K	0.36 ถึง 0.44	0.10 ถึง 0.35	1.35 ถึง 1.65	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH43K	0.40 ถึง 0.46	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH45K	0.42 ถึง 0.48	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH48K	0.45 ถึง 0.51	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	
SWRCH50K	0.47 ถึง 0.53	0.10 ถึง 0.35	0.60 ถึง 0.90	0.030 สูงสุด	0.035 สูงสุด	-	

หมายเหตุ ทุกชั้นคุณภาพ ปริมาณของ Cu Ni และ Cr ต้องไม่เกิน 0.30% 0.20% และ 0.20% ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ชั้นคุณภาพและส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์

(ข้อ 2.1 ข้อ 3.1 และข้อ 5.2)

หน่วยเป็นร้อยละ

ชั้นคุณภาพ	ส่วนประกอบทางเคมี						หมายเหตุ
	C	Si	Mn	P	S	Al	
SWRCH6R	0.11 สูงสุด	-	0.63 สูงสุด	0.050 สูงสุด	0.050 สูงสุด	-	R หมายถึง เหล็กกล้าเนื้อพอรุน (rimmed steel)
SWRCH8R	0.13 สูงสุด	-	0.63 สูงสุด	0.050 สูงสุด	0.050 สูงสุด	-	
SWRCH10R	0.06 ถึง 0.16	-	0.27 ถึง 0.63	0.050 สูงสุด	0.050 สูงสุด	-	
SWRCH12R	0.08 ถึง 0.18	-	0.27 ถึง 0.63	0.050 สูงสุด	0.050 สูงสุด	-	
SWRCH15R	0.11 ถึง 0.22	-	0.27 ถึง 0.63	0.050 สูงสุด	0.050 สูงสุด	-	
SWRCH17R	0.13 ถึง 0.24	-	0.27 ถึง 0.63	0.050 สูงสุด	0.050 สูงสุด	-	
SWRCH6A	0.11 สูงสุด	0.13 สูงสุด	0.63 สูงสุด	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	A หมายถึง เหล็กกล้าเนื้อแน่นชนิดอะลูมิเนียม (aluminium killed steel)
SWRCH8A	0.13 สูงสุด	0.13 สูงสุด	0.63 สูงสุด	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH10A	0.06 ถึง 0.16	0.13 สูงสุด	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH12A	0.08 ถึง 0.18	0.13 สูงสุด	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH15A	0.11 ถึง 0.22	0.13 สูงสุด	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH16A	0.11 ถึง 0.22	0.13 สูงสุด	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH18A	0.13 ถึง 0.24	0.13 สูงสุด	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH19A	0.13 ถึง 0.24	0.13 สูงสุด	0.66 ถึง 1.04	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH20A	0.15 ถึง 0.27	0.13 สูงสุด	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH22A	0.15 ถึง 0.27	0.13 สูงสุด	0.66 ถึง 1.04	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH25A	0.19 ถึง 0.32	0.13 สูงสุด	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	0.02 ต่ำสุด	
SWRCH10K	0.06 ถึง 0.16	0.08 ถึง 0.40	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH12K	0.08 ถึง 0.18	0.08 ถึง 0.40	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH15K	0.11 ถึง 0.22	0.08 ถึง 0.40	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH16K	0.11 ถึง 0.22	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH17K	0.13 ถึง 0.24	0.08 ถึง 0.40	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH18K	0.13 ถึง 0.24	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH20K	0.15 ถึง 0.27	0.08 ถึง 0.40	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH22K	0.15 ถึง 0.27	0.08 ถึง 0.40	0.66 ถึง 1.04	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH24K	0.16 ถึง 0.29	0.08 ถึง 0.40	1.30 ถึง 1.70	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH25K	0.19 ถึง 0.32	0.08 ถึง 0.40	0.27 ถึง 0.63	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH27K	0.19 ถึง 0.33	0.08 ถึง 0.40	1.15 ถึง 1.55	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH30K	0.24 ถึง 0.37	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH33K	0.27 ถึง 0.40	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH35K	0.29 ถึง 0.42	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH38K	0.32 ถึง 0.46	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH40K	0.34 ถึง 0.48	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH41K	0.33 ถึง 0.49	0.08 ถึง 0.40	1.30 ถึง 1.70	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH43K	0.37 ถึง 0.51	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH45K	0.39 ถึง 0.53	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH48K	0.42 ถึง 0.56	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	
SWRCH50K	0.44 ถึง 0.58	0.08 ถึง 0.40	0.57 ถึง 0.94	0.040 สูงสุด	0.045 สูงสุด	-	

หมายเหตุ ทุกชั้นคุณภาพ ปริมาณของ Cu Ni และ Cr ต้องไม่เกิน 0.30% 0.20% และ 0.20% ตามลำดับ

ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลาง และความเบี้ยว

(ข้อ 4.1 และข้อ 4.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง		ความเบี้ยว สูงสุด
ค่าที่ระบุ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	
ไม่เกิน 15	±0.30	0.4
มากกว่า 15 ถึงไม่เกิน 25	±0.40	0.5
มากกว่า 25 ถึงไม่เกิน 32	±0.50	0.6
มากกว่า 32 ถึง 50	±0.60	0.7

5. ส่วนประกอบทางเคมี

5.1 ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากบ้ำ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ข้อกำหนดทั่วไปและการชักตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ ให้ปฏิบัติตาม JIS G 0404

5.2 ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ ให้เป็นไปตามตารางที่ 2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน  
แนะนำให้เป็นไปตามข้อ 8.

ทั้งนี้การทดสอบส่วนประกอบทางเคมีให้ปฏิบัติตาม JIS G 0320 โดยเลือกวิธีทดสอบที่เหมาะสมจากวิธีที่ระบุใน  
มาตรฐานดังกล่าวหรือที่เทียบเท่า

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

เหล็กหล่อต้องมีผิวเรียบ และปราศจากรอยตำหนิใด ๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อการนำไปใช้งาน อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบลดและการกำจัดส่วนที่มีรอยตำหนิ ตลอดทั้งความยาวของเส้น โดยทั่วไปกระทำได้ยาก การประเมินและจัดการรอยตำหนิที่เป็นผลเสียหายต่อการนำไปใช้งาน จึงให้เป็นข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ทำได้ หากเป็นกรณีที่น่าเป็น

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความลึกของรอยตำหนิที่ผิว (flaw depth)

สำหรับเหล็กหล่อชั้นคุณภาพกลุ่มเหล็กกล้าเนื้อแน่นชนิดอะลูมิเนียม และเหล็กกล้าเนื้อแน่น ต้องไม่เกิน 0.10 mm

สำหรับเหล็กหล่อชั้นคุณภาพกลุ่มเหล็กกล้าเนื้อพรุน หรือเทียบเท่า ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 32 mm ต้องไม่เกิน 0.20 mm

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

**หมายเหตุ** สำหรับเกณฑ์ความลึกของรอยตำหนิที่ผิวที่เข้มงวดเป็นพิเศษ แนะนำให้เป็นไปตามรายละเอียดใน ภาคผนวก ค.

- 6.3 ความลึกของการสูญเสียคาร์บอน (decarburized depth) (เป็นข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ทำ)  
กำหนดเฉพาะชั้นคุณภาพ SWRCH30K ถึงชั้นคุณภาพ SWRCH50K ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 32 mm โดยให้เป็นไปตามตารางที่ 4  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม JIS G 0558 โดยวิธีส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

#### ตารางที่ 4 ความลึกของการสูญเสียคาร์บอน

(ข้อ 6.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความลึกของการสูญเสียคาร์บอน (เฟร์ไรต์) สูงสุด	ความลึกของการสูญเสียคาร์บอนรวม สูงสุด
ไม่เกิน 15	0.02	0.15
มากกว่า 15 ถึง 25	0.03	0.20
มากกว่า 25 ถึง 32	0.04	0.25

### 7. เครื่องหมายและฉลาก

- 7.1 ที่ขีดของเหล็กกลวดทุกชนิดต้องมีป้ายที่ไม่ฉีกขาด และไม่หลุดง่ายผูกติดอยู่ และที่ป้ายนั้น อย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน
- (1) คำว่า “เหล็กกลวดคาร์บอนสำหรับงานย้ำหัวและงานทุบขึ้นรูปเย็น”
  - (2) ชั้นคุณภาพ
  - (3) เส้นผ่านศูนย์กลาง (ค่าที่ระบุ) เป็นมิลลิเมตร
  - (4) มวล เป็นกิโลกรัม
  - (5) หมายเลขของการหลอมแต่ละครั้ง หรือ เครื่องหมายอื่นใดที่เทียบเท่า
  - (6) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

### 8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน แนะนำให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

## 9. การทดสอบ

### 9.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง และความเบี้ยว

#### 9.1.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่วัดได้ละเอียดอย่างน้อย 0.01 mm

#### 9.1.2 วิธีทดสอบ

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขึ้นตัวอย่าง 3 ตำแหน่ง ภายในส่วนของความยาวขึ้นตัวอย่างโดยหมุนขึ้นตัวอย่างไปรอบ ๆ อ่านค่าสูงสุดและต่ำสุด แสดงวิธีวัดดังรูปที่ 1

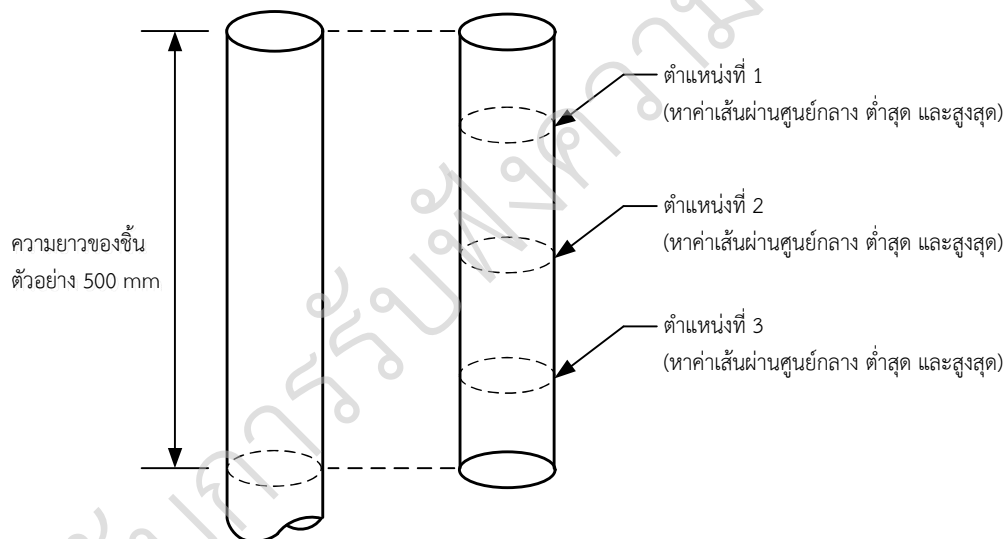
#### 9.1.3 การรายงานผล

##### 9.1.3.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง

รายงานเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดและเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดจากที่วัดได้แต่ละตำแหน่ง

##### 9.1.3.2 ความเบี้ยว

รายงานผลต่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดกับเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุด จากที่วัดได้แต่ละตำแหน่ง



รูปที่ 1 วิธีวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง

(ข้อ 9.1.2)

## 9.2 ความลึกของรอยตำหนิที่ผิว

### 9.2.1 เครื่องมือ

กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายไม่ต่ำกว่า 100 เท่า หรือเครื่องวัดที่มีความละเอียดอย่างน้อย 0.005 mm

### 9.2.2 วิธีทดสอบ

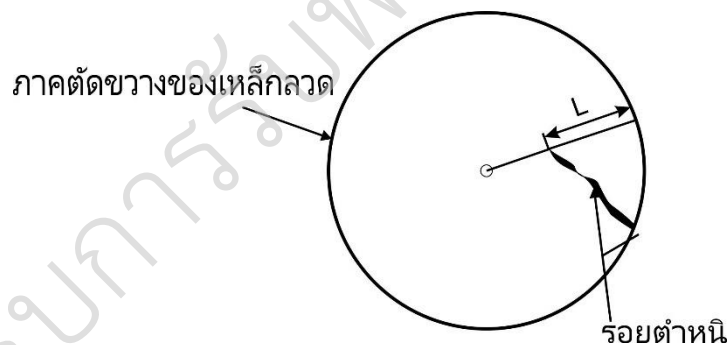
9.2.2.1 จุ่มชิ้นทดสอบในภาชนะที่มีสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 35% โดยปริมาตร โดยให้ความลึกของชิ้นทดสอบที่จุ่มในสารละลายประมาณ 200 mm จนกระทั่งเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบลดลง 1% จากเส้นผ่านศูนย์กลางเดิม แต่ต้องไม่เกิน 0.1 mm ล้างชิ้นทดสอบและเช็ดให้แห้ง

9.2.2.2 ตรวจสอบจุ่มรอยตำหนิตลอดความยาว และพื้นที่โดยรอบของชิ้นทดสอบส่วนที่จุ่มในสารละลาย กรณีพบรอยตำหนิ ให้ทำวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

- (1) ตัดชิ้นทดสอบแนวภาคตัดขวาง แล้วนำไปตรวจสอบความลึกของรอยตำหนิที่ผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดังรูปที่ 2
- (2) วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง แล้วขีดผิวชิ้นทดสอบที่ปรากฏตำหนิออกจนตำหนิหายไป จากนั้นจึงวัดเส้นผ่านศูนย์กลางอีกครั้งด้วยไมโครมิเตอร์

### 9.2.3 การรายงานผล

รายงานผลความลึกของรอยตำหนิที่ผิว โดยกรณี 9.2.2.2 (1) ให้วัดความลึกของรอยตำหนิที่ผิวที่มากที่สุด (L) ดังรูปที่ 2 ส่วนกรณี 9.2.2.2 (2) ให้หาผลต่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางก่อนและหลังการขีดที่มากที่สุด เป็นมิลลิเมตร



เมื่อ L คือ ความลึกของรอยตำหนิที่ผิว เป็นมิลลิเมตร

### รูปที่ 2 การวัดความลึกของรอยตำหนิที่ผิว

(ข้อ 9.2.2.2 (1) และข้อ 9.2.3)

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เหล็กลวดที่มีชั้นคุณภาพและเส้นผ่านศูนย์กลางเดียวกัน ที่ทำหรือซื้อขายหรือส่งมอบในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
  - ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบเส้นผ่านศูนย์กลาง ความเปี้ยว ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลาก
    - ก.2.1.1 ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามขนาดตัวอย่างที่กำหนดในตารางที่ ก.1 โดยให้ตรวจสอบรายการเครื่องหมายและฉลาก และตัดปลายขดเหล็กลวดข้างใดข้างหนึ่งเป็นชั้นตัวอย่างขดละชั้น ยาวชั้นละประมาณ 2 000 mm ตามรูปที่ ก.1 เพื่อทดสอบรายการเส้นผ่านศูนย์กลาง ความเปี้ยว และลักษณะทั่วไป
    - ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 4.2 ข้อ 6.1 และข้อ 7.1 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าเหล็กลวดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

**ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบเส้นผ่านศูนย์กลาง ความเปี้ยว ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลาก**

(ข้อ ก.2.1.1)

มวลต่อรุ่น ตัน	ขนาดตัวอย่าง ขด	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 90	5	0
มากกว่า 90 แต่ไม่เกิน 150	8	0
มากกว่า 150 แต่ไม่เกิน 500	13	1
มากกว่า 500 แต่ไม่เกิน 1 200	20	1
มากกว่า 1 200 แต่ไม่เกิน 10 000	32	2
มากกว่า 10 000	50	3



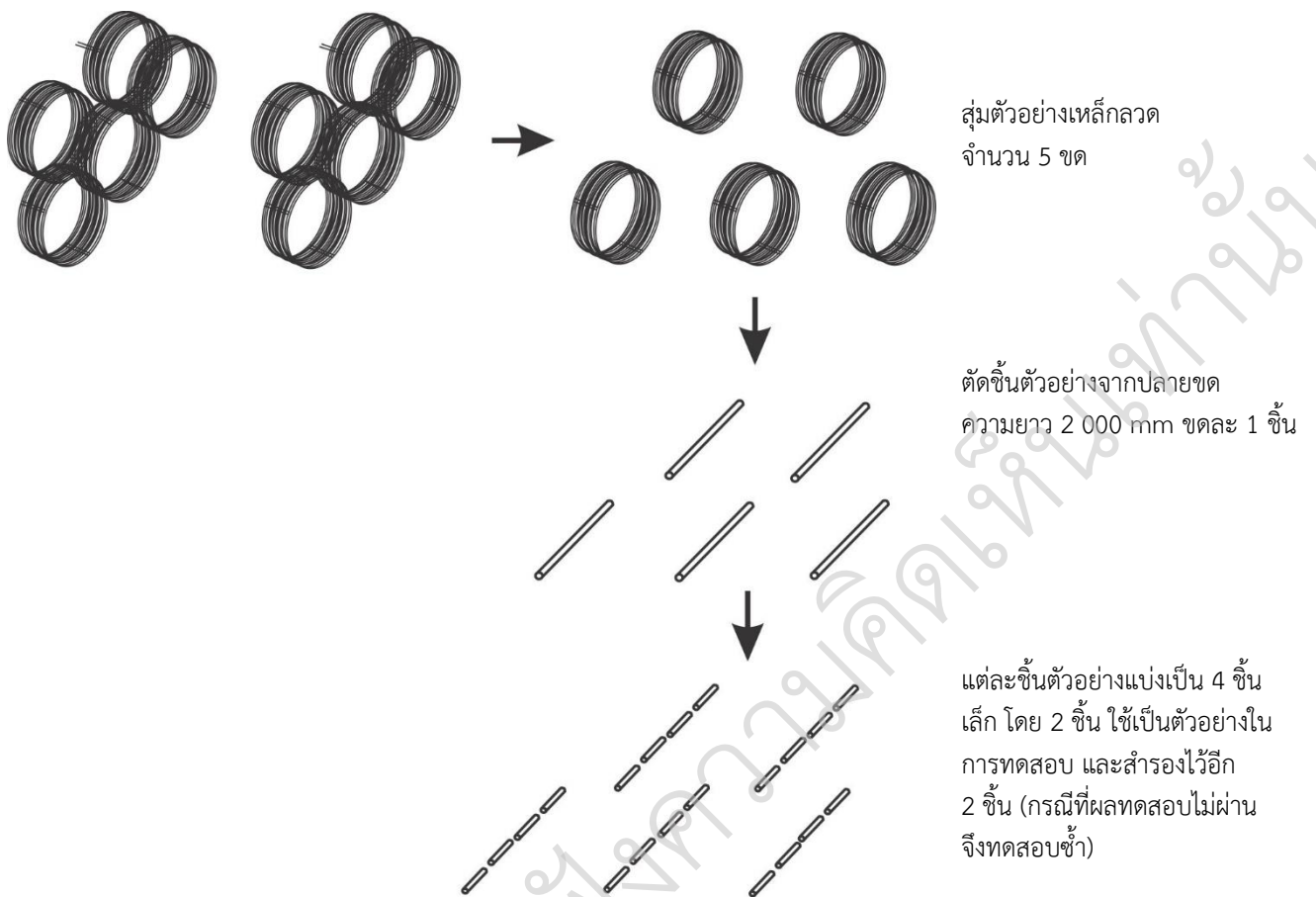
- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบส่วนประกอบทางเคมี และความลึกของรอยตำหนิที่ผิว
- ก.2.2.1 ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ก.2.1 ตามขนาดตัวอย่างที่กำหนดในตารางที่ ก.2 มาตัดเป็นตัวอย่างทดสอบ โดยตัดแต่ละชิ้นตัวอย่างให้ได้ความยาวเพียงพอสำหรับทำชิ้นทดสอบ ได้อย่างน้อย 4 ชิ้นเพื่อใช้ทดสอบ 2 ชิ้น และสำรองไว้สำหรับทดสอบซ้ำ 2 ชิ้น ตามรูปที่ ก.1
- ก.2.2.2 ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 5.2 และข้อ 6.2 จึงจะถือว่าเหล็กวูดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด หากชิ้นทดสอบไม่เป็นไปตามข้อใด ให้ใช้ชิ้นทดสอบที่สำรองไว้มาทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบซ้ำต้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดของรายการทดสอบนั้น จึงจะถือว่าเหล็กวูดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.2 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบส่วนประกอบทางเคมี และความลึกของรอยตำหนิที่ผิว  
(ข้อ ก.2.2.1)

มวลต่อรุ่น ตัน	ขนาดตัวอย่าง ชุด	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 1 000	5	0
มากกว่า 1 000 แต่ไม่เกิน 5 000	8	0
มากกว่า 5 000 แต่ไม่เกิน 10 000	13	0
มากกว่า 10 000	20	0

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเหล็กวูดต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 และข้อ ก.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเหล็กวูดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้



รูปที่ ก.1 ตัวอย่างวิธีเตรียมชิ้นทดสอบสำหรับการทดสอบเส้นผ่านศูนย์กลาง ความเปี้ยว  
ลักษณะทั่วไป เครื่องหมายและฉลาก ส่วนประกอบทางเคมี และความลึกของรอยตำหนิที่ผิว  
ของมวลต่อรุ่นไม่เกิน 90 ตัน  
(ข้อ ก.2.1.1 และข้อ ก.2.2.1)

## ภาคผนวก ข.

## เส้นผ่านศูนย์กลางและความเบี้ยว กรณีเข้มงวดเป็นพิเศษ

(ข้อ 4.)

(ให้ไว้เป็นข้อแนะนำ)

- ข.1 กรณีเหล็กหลอดที่มีข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ทำระบุเส้นผ่านศูนย์กลางและความเบี้ยวที่เข้มงวดเป็นพิเศษ แบ่งเป็นประเภท A และ B ให้เป็นไปตามตารางที่ ข.1

## ตารางที่ ข.1 เส้นผ่านศูนย์กลางและความเบี้ยวที่เข้มงวดเป็นพิเศษ

(ข้อ ข.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ประเภท	เส้นผ่านศูนย์กลาง		ความเบี้ยว สูงสุด
	ค่าที่ระบุ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	
A	ไม่เกิน 15	$\pm 0.15$	0.23
	มากกว่า 15 ถึง 25	$\pm 0.20$	0.30
	มากกว่า 25 ถึง 32	$\pm 0.25$	0.38
B	ไม่เกิน 15	$\pm 0.23$	0.35
	มากกว่า 15 ถึง 25	$\pm 0.30$	0.45
	มากกว่า 25 ถึง 32	$\pm 0.38$	0.57

ภาคผนวก ค.

ความลึกของรอยตำหนิ กรณีเข้มงวดเป็นพิเศษ

(ข้อ 6.2)

(ให้ไว้เป็นข้อแนะนำ)

ค.1 กรณีเหล็กกลวที่มีข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ทำระบุความลึกของรอยตำหนิที่เข้มงวดเป็นพิเศษ มีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ค.1.1 ความลึกของรอยตำหนิที่เข้มงวดเป็นพิเศษ สำหรับเหล็กกลวชั้นคุณภาพกลุ่มเหล็กกล้าเนื้อแน่นชนิดอะลูมิเนียม และเหล็กกล้าเนื้อแน่น ให้เป็นไปตามตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 ความลึกของรอยตำหนิที่เข้มงวดเป็นพิเศษ

สำหรับเหล็กกลวชั้นคุณภาพกลุ่มเหล็กกล้าเนื้อแน่นชนิดอะลูมิเนียม และเหล็กกล้าเนื้อแน่น

(ข้อ ค.1.1)

เป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความลึกของรอยตำหนิ สูงสุด
ไม่เกิน 15	0.05
มากกว่า 15 ถึง 25	0.07

ค.1.2 ความลึกของรอยตำหนิที่เข้มงวดเป็นพิเศษ สำหรับเหล็กกลวชั้นคุณภาพกลุ่มเหล็กกล้าเนื้อพูน หรือเทียบเท่า ให้เป็นไปตามตารางที่ ค.2

ตารางที่ ค.2 ความลึกของรอยตำหนิที่เข้มงวดเป็นพิเศษ

สำหรับเหล็กกลวชั้นคุณภาพกลุ่มเหล็กกล้าเนื้อพูน หรือเทียบเท่า

(ข้อ ค.1.2)

เป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความลึกของรอยตำหนิ สูงสุด
ไม่เกิน 15	0.15