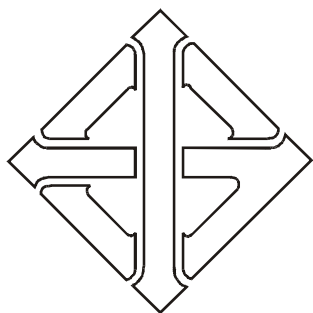




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2256 – 2548

**เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ
และแผ่นตัด สำหรับเคลือบอีแนเมล**

COLD REDUCED CARBON STEEL COIL, STRIP AND SHEET
FOR PORCELAIN ENAMEL

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 77.140.50

ISBN 978-974-292-354-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ
และแผ่นตัด สำหรับเคลือบอีแนเมล

มอก. 2256 – 2548

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศและงานทั่วไปเล่ม 123 ตอนที่ 95ง
วันที่ 14 กันยายน พุทธศักราช 2549

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 90

มาตรฐานเหล็กแผ่น

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ประสงค์ ศรีเจริญชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

นาวาเอกอภิรมย์ เงินบำรุง

กรมอุทกหารเรือ

เรือโทกมล ศิริไล

นายธเนศ เมฆลาย

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

นายปิยวุฒิ ณ พัทลุง

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

นายธีรยุทธ เลิศศิริรังสรรค์

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

นายสุภาพ จิตรายนนท์

สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

นายนเรศ กรดพันธ์

บริษัท เหล็กแผ่นรีดเย็นไทย จำกัด (มหาชน)

นายกิตติธัช อ่วมพัต

นายสุรศักดิ์ จตุรภัทรไพบูลย์

บริษัท สยามสตีลกรุ๊ปอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด(มหาชน)

นายชาติชาย ป้อมลอย

บริษัท สหวิริยาสตีล อินดัสตรี จำกัด (มหาชน)

นายบัณฑิต จัยเจริญ

บริษัท สยามยูไนเต็ดสตีล (1995) จำกัด

นายณัฐจิต ศรีสมวงษ์

นายศักดิ์ชัย จงศิริเลิศ

นายโดมเดช ศรีพิณเพราะ

บริษัท แอล พี เอ็น เพลทมิล จำกัด

นายวิโรจน์ ศิริทัตธำรง

บริษัท นครไทยสตริปมิล จำกัด (มหาชน)

นายเดชาคม บุญมา

บริษัท บลูสโคปสตีล (ประเทศไทย) จำกัด

นายปรีดา ลิขสิทธิ์พงศ์

สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย

นายสมเจตน์ นิมานะ

นายกรกฎ ผดุงจิตต์

บริษัท สหวิริยาเพลทมิล จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายชัยภัก ภัทรจินดา

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เนื่องจากมีการใช้เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น แผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับเคลือบอีแนเมล กันอย่างแพร่หลายภายในประเทศ และเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้ จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น แผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับเคลือบอีแนเมล ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO 6892-1998	Metallic Materials – Tensile Testing at ambient temperature
JIS G 3133-1999	Decarburized Steel Sheets and Strip for Porcelain Enameling
JIS Z 2241-1993	Method of Tensile Test for Metallic Materials
JIS Z 2247-1993	Method of Erichsen Cupping Test
JFS T 2001-1996	Method of Determining the Plastic Strain Ratio for Metallic Sheets and Strip (Japan iron and steel federation standard)
ASTM A 424-00	Standard Specification for Steel Sheet for Porcelain Enameling
BS EN 10209	Cold-rolled Low Carbon Steel Flat Products for Vitreous Enamelling – Technical Delivery Conditions

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในอนุกรมเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นที่ได้ประกาศไปแล้ว มีดังนี้

มอก. 2012-2543	เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับงานทั่วไปและงานขึ้นรูป
มอก. 2140-2546	เหล็กกล้ารีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับงานรถยนต์
มอก. 2183-2547	เหล็กกล้ารีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับเคลือบดีบุก หรือเคลือบโครเมียม/โครเมียมออกไซด์ : รีดเดี่ยว
มอก. 2184-2547	เหล็กกล้ารีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับเคลือบดีบุก หรือเคลือบโครเมียม/โครเมียมออกไซด์ : รีดซ้ำ

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม
มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3519 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับเคลือบอีแนเมล

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับเคลือบอีแนเมล มาตรฐานเลขที่ มอก.2256-2548 ไว้ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2549

สุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับเคลือบอีแนเมล

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมถึงเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัดที่เหมาะสมสำหรับใช้เคลือบอีแนเมลโดยเฉพาะ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับเคลือบอีแนเมล ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่น” หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีส่วนประกอบทางเคมีดังตารางที่ 6 และ 7 และสมบัติทางกลดังตารางที่ 8 และได้จากการรีดเหล็กกล้าคาร์บอนเป็นแผ่นขณะเย็นให้ได้ความหนาตามต้องการแล้วอาจผ่านการอบอ่อน หลังจากนั้นผ่านกรรมวิธีการรีดปรับสภาพ (skin pass หรือ temper rolling) ด้วยก็ได้
- 2.2 เหล็กแผ่นม้วน หมายถึง เหล็กแผ่นที่ทำเป็นม้วน
- 2.3 เหล็กแผ่นแถบ หมายถึง เหล็กแผ่นม้วนที่ตัดแบ่งตามยาว
- 2.4 เหล็กแผ่นตัด หมายถึง เหล็กแผ่นม้วนหรือเหล็กแผ่นแถบที่ตัดแบ่งเป็นแผ่น
- 2.5 การรีดปรับสภาพ หมายถึง การรีดเย็นหลังการอบอ่อนโดยมีวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเพื่อควบคุมขนาด ความแข็ง ความราบ ผิวสำเร็จ และยับยั้งการเกิดริ้วคราก (stretcher strain) หรือรอยยับ (coil break) ในระยะเวลาหนึ่ง
- 2.6 ขอบรีด(mill edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นที่เกิดจากการรีดเย็นโดยไม่มีการตกแต่งภายหลังการรีด ขอบรีดนี้อาจบาง และฉีกเป็นบางแห่ง หรือมีความไม่สม่ำเสมอ หรือร้าว
- 2.7 ขอบตัด(cut edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นที่เกิดจากการตัดหลังจากรีดเย็น

3. ชนิด ลักษณะขอบ ชั้นคุณภาพ และประเภท

- 3.1 เหล็กแผ่น แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ
 - 3.1.1 เหล็กแผ่นม้วน
 - 3.1.2 เหล็กแผ่นแถบ
 - 3.1.3 เหล็กแผ่นตัด
- 3.2 เหล็กแผ่น แบ่งตามลักษณะขอบเป็น 2 ลักษณะ คือ
 - 3.2.1 ขอบรีด
 - 3.2.2 ขอบตัด
- 3.3 เหล็กแผ่น แบ่งตามความสามารถในการขึ้นรูปเป็น 5 ชั้นคุณภาพ คือ
 - 3.3.1 CRPE1 สำหรับใช้กับงานทั่วไป (commercial quality)
 - 3.3.2 CRPE2 สำหรับใช้กับงานขึ้นรูป (drawing quality)
 - 3.3.3 CRPE3 สำหรับใช้กับงานขึ้นรูปลึก (deep drawing quality)
 - 3.3.4 CRPE4 สำหรับใช้กับงานขึ้นรูปลึก โดยไม่เกิดริ้วคราก (stretcher strain) และมีความเหนียว (ductility) ลดลง ภายในระยะเวลาประมาณ 6 เดือน (deep drawing non-aging quality)
 - 3.3.5 CRPE5 สำหรับใช้กับงานขึ้นรูปลึกพิเศษ โดยกระบวนการเติมธาตุทำให้อยู่ตัว (extra deep drawing stabilized interstitial free quality)
- 3.4 เหล็กแผ่น แบ่งตามความสามารถในการนำไปเคลือบอิมัลเป็น 3 ประเภท คือ
 - 3.4.1 ประเภทที่ 1 เหมาะสำหรับนำไปเคลือบอิมัลแบบชั้นเดียว (direct coating) หรือแบบ 2 ชั้น (ground and cover coating)
 - 3.4.2 ประเภทที่ 2 เหมาะสำหรับนำไปเคลือบอิมัลแบบ 2 ชั้น
 - 3.4.3 ประเภทที่ 3 คือ เหล็กแผ่นชั้นคุณภาพ CRPE5 เหมาะสำหรับนำไปเคลือบอิมัลแบบชั้นเดียวหรือแบบ 2 ชั้น

4. มวลพื้นฐาน มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

- 4.1 มวลพื้นฐานของเหล็กแผ่นกำหนดให้เท่ากับ 7.85 กิโลกรัมต่อความหนา 1 มิลลิเมตรต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร และให้ไว้เป็นข้อแนะนำ
- 4.2 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
 - 4.2.1 มิติ
ให้เป็นไปตามตารางที่ 1
 - 4.2.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
 - 4.2.2.1 ความหนา
ให้เป็นไปตามตารางที่ 2
เหล็กแผ่นที่ระบุว่าการเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาเป็นพิเศษ แนะนำให้เป็นไปตามตารางที่ 3

4.2.2.2 ความกว้าง

ให้เป็นไปตามตารางที่ 4

4.2.2.3 ความยาว (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

ให้เป็นไปตามตารางที่ 5

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1

ตารางที่ 1 มิติของเหล็กแผ่น
(ข้อ 4.2.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

มิติ	เหล็กแผ่นม้วน	เหล็กแผ่นแถบ	เหล็กแผ่นตัด
ความหนา	ไม่เกิน 4.00	ไม่เกิน 4.00	ไม่เกิน 4.00
ความกว้าง	ไม่น้อยกว่า 600	ไม่น้อยกว่า 600	ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ขายกับผู้ซื้อ
ความยาว	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ขายกับผู้ซื้อ

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน และเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของม้วนเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ขายกับผู้ซื้อ

ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาของเหล็กแผ่น
(ข้อ 4.2.2.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		
	ความกว้าง ไม่เกิน 1 200	ความกว้างมากกว่า 1 200 ถึง 1 500	ความกว้างมากกว่า 1 500 ถึง 1 850
ไม่เกิน 0.40	± 0.04	± 0.05	-
มากกว่า 0.40 ถึง 0.60	± 0.05	± 0.06	± 0.08
มากกว่า 0.60 ถึง 0.80	± 0.07	± 0.08	± 0.09
มากกว่า 0.80 ถึง 1.00	± 0.08	± 0.09	± 0.10
มากกว่า 1.00 ถึง 1.20	± 0.09	± 0.10	± 0.12
มากกว่า 1.20 ถึง 1.60	± 0.11	± 0.12	± 0.14
มากกว่า 1.60 ถึง 2.00	± 0.13	± 0.14	± 0.16
มากกว่า 2.00 ถึง 2.50	± 0.15	± 0.16	± 0.18
มากกว่า 2.50 ถึง 3.00	± 0.18	± 0.19	± 0.21
มากกว่า 3.00 ถึง 4.00	± 0.20	± 0.21	± 0.23

ตารางที่ 3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาเป็นพิเศษของเหล็กแผ่น
(ข้อ 4.2.2.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		
	ความกว้าง ไม่เกิน 1 200	ความกว้างมากกว่า 1 200 ถึง 1 500	ความกว้างมากกว่า 1 500 ถึง 1 850
ไม่เกิน 0.40	± 0.025	± 0.035	-
มากกว่า 0.40 ถึง 0.60	± 0.035	± 0.045	± 0.05
มากกว่า 0.60 ถึง 0.80	± 0.04	± 0.05	± 0.05
มากกว่า 0.80 ถึง 1.00	± 0.045	± 0.06	± 0.06
มากกว่า 1.00 ถึง 1.20	± 0.055	± 0.07	± 0.07
มากกว่า 1.20 ถึง 1.60	± 0.07	± 0.08	± 0.08
มากกว่า 1.60 ถึง 2.00	± 0.08	± 0.09	± 0.09
มากกว่า 2.00 ถึง 2.50	± 0.10	± 0.11	± 0.11
มากกว่า 2.50 ถึง 3.00	± 0.11	± 0.12	± 0.12
มากกว่า 3.00 ถึง 4.00	± 0.12	± 0.13	± 0.13

ตารางที่ 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างของเหล็กแผ่น
(ข้อ 4.2.2.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ไม่เกิน 1 200	+5 0
มากกว่า 1 200 ถึง 1 500	+7 0
มากกว่า 1 500	+9 0

ตารางที่ 5 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวของเหล็กแผ่นตัด
(ข้อ 4.2.2.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความยาว	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ไม่เกิน 3 000	+20 0
มากกว่า 3 000 ถึง 6 000	+30 0
มากกว่า 6 000	ร้อยละ 0.5 ของความยาวระบุ 0

5. ส่วนประกอบทางเคมี

5.1 ส่วนประกอบทางเคมี

ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากแบ (ให้เป็นข้อแนะนำสำหรับผู้ทำ) ให้เป็นไปตามตารางที่ 6 แต่เมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามตารางที่ 7

การทดสอบให้ใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมีทั่วไปหรือวิธีอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากแบ
(ข้อ 5.1)

หน่วยเป็นร้อยละ

ประเภท	ปริมาณสูงสุด			
	คาร์บอน	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน
1	–	0.40	0.020	0.030
2	0.05	0.50	0.020	0.030
3	0.02	0.35	0.020	0.030

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์
(ข้อ 5.1)

หน่วยเป็นร้อยละ

ประเภท	ปริมาณสูงสุด			
	คาร์บอน	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน
1	0.008	0.43	0.030	0.040
2	0.05	0.53	0.030	0.040
3	0.02	0.38	0.030	0.040

6. คุณสมบัติที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

- 6.1.1 เหล็กแผ่นต้องปราศจากข้อบกพร่อง เช่น เป็นรู แยกชั้น ที่จะเป็ผลเสียหายต่อการทำผลิตภัณฑ์สำเร็จ
สำหรับความไม่สมบูรณ์อื่นๆ ที่ไม่เป็นผลเสียหายต่อการทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ ยอมให้มีได้ด้านเดียว
- 6.1.2 เหล็กแผ่นโดยปกติควรอยู่ในสภาพขโลมน้ำมัน ยกเว้นถ้ามีการระบุเป็นอย่างอื่นในการซื้อขาย
- 6.1.3 เหล็กแผ่นที่ไม่ขโลมน้ำมัน ยอมให้ผิวมีสนิมได้
- การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

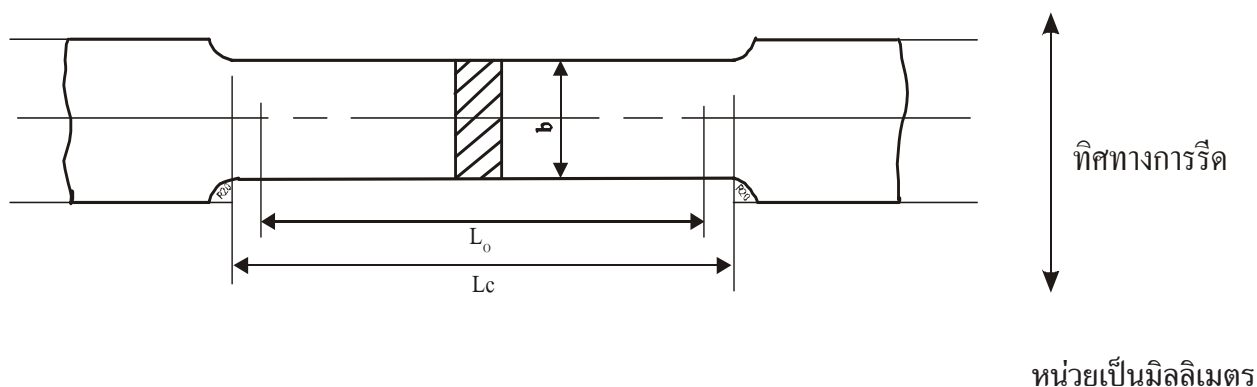
6.2 สมบัติทางกล

- 6.2.1 ความต้านแรงดึงและความยืด
- ให้เป็นไปตามตารางที่ 8
- การทดสอบและการเตรียมชิ้นทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 6892 ตามตัวอย่างดังรูปที่ 1

ตารางที่ 8 ความต้านแรงดึงและความยืด
(ข้อ 6.2.1)

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงดึง เมกะพาสคัล	ความยืดต่ำสุด ร้อยละ	
		หนาไม่เกิน 0.60 มิลลิเมตร	หนาเกิน 0.60 มิลลิเมตร
CRPE1 ¹⁾	สูงสุด 410	27	28
CRPE2	270 ถึง 370	30	31
CRPE3	270 ถึง 350	34	35
CRPE4	270 ถึง 350	36	37
CRPE5	สูงสุด 350	37	38

- หมายเหตุ 1) สำหรับชั้นคุณภาพ CRPE1 สมบัติทางกลกำหนดไว้เป็นค่าแนะนำ
- 2) ความต้านแรงดึงที่จุดคราก กำหนดไว้เป็นค่าแนะนำ โดยไม่ต่ำกว่า 140
เมกะพาสคัล ยกเว้นชั้นคุณภาพ CRPE5 ไม่ต่ำกว่า 120 เมกะพาสคัล



รูปที่ 1 ชิ้นทดสอบความต้านแรงดึงและความยืด
(ข้อ 6.2.1)

- หมายเหตุ 1. กรณี ความยาวเกจเริ่มต้น (L_0) เท่ากับ 50 มิลลิเมตร ความยาวส่วนขนาน (L_c) เท่ากับ 75 มิลลิเมตร และความกว้างของชิ้นทดสอบ (b) เท่ากับ 12.5 ± 1 มิลลิเมตร
2. กรณี ความยาวเกจเริ่มต้น (L_0) เท่ากับ 80 มิลลิเมตร ความยาวส่วนขนาน (L_c) เท่ากับ 120 มิลลิเมตร และความกว้างของชิ้นทดสอบ (b) เท่ากับ 20 ± 1 มิลลิเมตร
3. กรณีเหล็กแผ่นมีความกว้างไม่เพียงพอที่จะตัดชิ้นทดสอบได้ ให้ตัดชิ้นทดสอบตามทิศทางการรีด โดยมีขนาดตามหมายเหตุข้อ 1.

6.2.2 ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติก (mean plastic strain ratio)

ต้องไม่น้อยกว่า 1.6 โดยทดสอบเฉพาะเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพ CRPE5

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม JFS T 2001

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติก (r_m) หมายถึง ค่าอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกที่หาได้จากสูตร

$$r_m = \frac{r_0 + 2r_{45} + r_{90}}{4}$$

เมื่อ r_m คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติก

r_0 คือ ค่าอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกในแนวขนานกับทิศทางการรีด

r_{45} คือ ค่าอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกทำมุม 45 องศากับทิศทางการรีด

r_{90} คือ ค่าอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกทำมุม 90 องศากับทิศทางการรีด

6.3 การซึมผ่านได้ของไฮโดรเจน (hydrogen permeation)

จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 6.7 นาที่ต่อตารางมิลลิเมตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

(หมายเหตุ เหล็กกล้าเจือบอรอนหรือไททาเนียม ค่าการซึมผ่านได้ของไฮโดรเจน อาจระบุเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ขายและผู้ซื้อ)

6.4 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า (camber) (เฉพาะเหล็กแผ่นม้วนขอบตัด เหล็กแผ่นแถบ และเหล็กแผ่นตัดขอบตัด)

ให้เป็นไปตามตารางที่ 9

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3

ตารางที่ 9 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า

(ข้อ 6.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดและลักษณะขอบ	ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า สูงสุด
เหล็กแผ่นม้วนขอบตัดและเหล็กแผ่นแถบ	20 ต่อความยาวทุก ๆ 5 000 (จากการสุม)
เหล็กแผ่นตัดขอบตัด	ร้อยละ 0.40 ของความยาว

6.5 ระยะเบี่ยงเบนของความราบ (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

เมื่อวางเหล็กแผ่นตัดในแนวราบตามปกติแล้ว ระยะเบี่ยงเบนของความราบต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 10

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.4

ตารางที่ 10 ระยะเบี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นตัด

(ข้อ 6.5)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความกว้าง	ระยะเบี่ยงเบนของความราบ
ไม่เกิน 0.70	ไม่เกิน 1 200	15
	มากกว่า 1200 ถึงไม่เกิน 1 500	18
	มากกว่า 1 500	22
มากกว่า 0.70 ถึงไม่เกิน 1.20	ไม่เกิน 1 200	12
	มากกว่า 1200 ถึงไม่เกิน 1 500	15
	มากกว่า 1 500	19
มากกว่า 1.20	ไม่เกิน 1 200	10
	มากกว่า 1200 ถึงไม่เกิน 1 500	12
	มากกว่า 1 500	17

- 6.6 ความไม่ได้น้ำจก (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)
ต้องไม่เกินร้อยละ 1 ของความกว้าง
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.5

7. เครื่องหมาย และฉลาก

- 7.1 ที่ม้วนของเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบทุกม้วน และที่มัดของเหล็กแผ่นตัดทุกมัด อย่างน้อยต้องมีเลข
อักษรหรือเครื่องหมาย แจกจ่ายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (1) คำว่า “เหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นสำหรับเคลือบอีแนเมล”
 - (2) ชนิด ลักษณะขอบ
 - (3) ชั้นคุณภาพ ประเภท ตัวอย่างเช่น CRPE1-1 หรือลักษณะอื่นที่เข้าใจได้ชัดเจน
 - (4) หมายเลขการหลอม หรือ รหัสรุ่นที่ทำ
 - (5) ความหนา × ความกว้าง × ความยาว เป็น มิลลิเมตร × มิลลิเมตร × มิลลิเมตร (กรณีเหล็กแผ่นม้วน
และเหล็กแผ่นแถบไม่ต้องระบุความยาว)
 - (6) มวล เป็นกิโลกรัม
 - (7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
 - (8) ประเทศที่ทำ
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

9. การทดสอบ

9.1 มิติ

9.1.1 ความหนา

9.1.1.1 เครื่องมือ

ใช้เครื่องวัดละเอียด 0.005 มิลลิเมตร (สำหรับตารางที่ 2) และ 0.001 มิลลิเมตร (สำหรับตารางที่ 3)

9.1.1.2 วิธีวัด

- (1) เหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบ

กรณีขอบรีด วัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรจากขอบข้างทั้งสองโดยวัด
อย่างน้อย 3 จุดของแต่ละขอบ

กรณีขอบตัด ความกว้างตั้งแต่ 30 มิลลิเมตรขึ้นไป วัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 15
มิลลิเมตรจากขอบข้างทั้งสอง ถ้าความกว้างน้อยกว่า 30 มิลลิเมตร วัดตรงแนวกึ่งกลาง โดยวัด
อย่างน้อย 3 จุดของแต่ละขอบ

(2) เหล็กแผ่นตัด

กรณีขอบรีด วัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรจากขอบทุกด้าน โดยวัดอย่างน้อย 3 จุดของแต่ละขอบ

กรณีขอบตัด วัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตรจากขอบทุกด้าน โดยวัดอย่างน้อย 3 จุดของแต่ละขอบ

9.1.1.3 การรายงานผล

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

9.1.2 ความกว้าง

9.1.2.1 เครื่องมือ

ใช้เครื่องวัดละเอียด 0.5 มิลลิเมตร

9.1.2.2 วิธีวัด

วัดความกว้างที่ตำแหน่งห่างจากปลายประมาณ 100 มิลลิเมตรทั้ง 2 ปลายสำหรับเหล็กแผ่นตัด และประมาณ 1 000 มิลลิเมตรทั้ง 2 ปลายสำหรับเหล็กแผ่นม้วน แล้วรายงานค่าเฉลี่ย

9.1.3 ความยาว (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

9.1.3.1 เครื่องมือ

ใช้เครื่องวัดละเอียด 1 มิลลิเมตร

9.1.3.2 วิธีวัด

วัดความยาวที่ตำแหน่งห่างจากขอบประมาณ 100 มิลลิเมตร ทั้ง 2 ข้าง แล้วรายงานค่าเฉลี่ย

9.2 การซึมผ่านได้ของไฮโดรเจน (hydrogen permeation)

9.2.1 เครื่องมือ

9.2.1.1 ชุดเครื่องวัดการซึมผ่านได้ของไฮโดรเจน

9.2.1.2 สารละลายซึ่งเตรียมจาก

(1) สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ร้อยละ 6 โดยปริมาตร เตรียมจากกรดซัลฟูริกเข้มข้น 60 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 940 มิลลิลิตร

(2) เมอร์คิวริกคลอไรด์ (HgCl_2) 0.25 กรัมต่อลิตรของสารละลาย

(3) อาร์เซนิกไตรออกไซด์ (As_2O_3) 0.5 กรัมต่อลิตรของสารละลาย

9.2.1.3 ด่างชะล้างคราบไขมัน สำหรับล้างเหล็กแผ่น

9.2.1.4 น้ำจัดไอออนแล้ว (deionized water)

9.2.1.5 กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 15

9.2.2 การเตรียมตัวอย่าง

9.2.2.1 ตัดชิ้นทดสอบจากตัวอย่างเหล็กแผ่น 4 หน่วย สำหรับ 1 ชุดตัวอย่าง โดยมีขนาดความกว้าง 70 มิลลิเมตร ถึง 90 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

9.2.2.2 นำชิ้นทดสอบมาผ่านกระบวนการชะล้างคราบไขมันและล้างน้ำ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

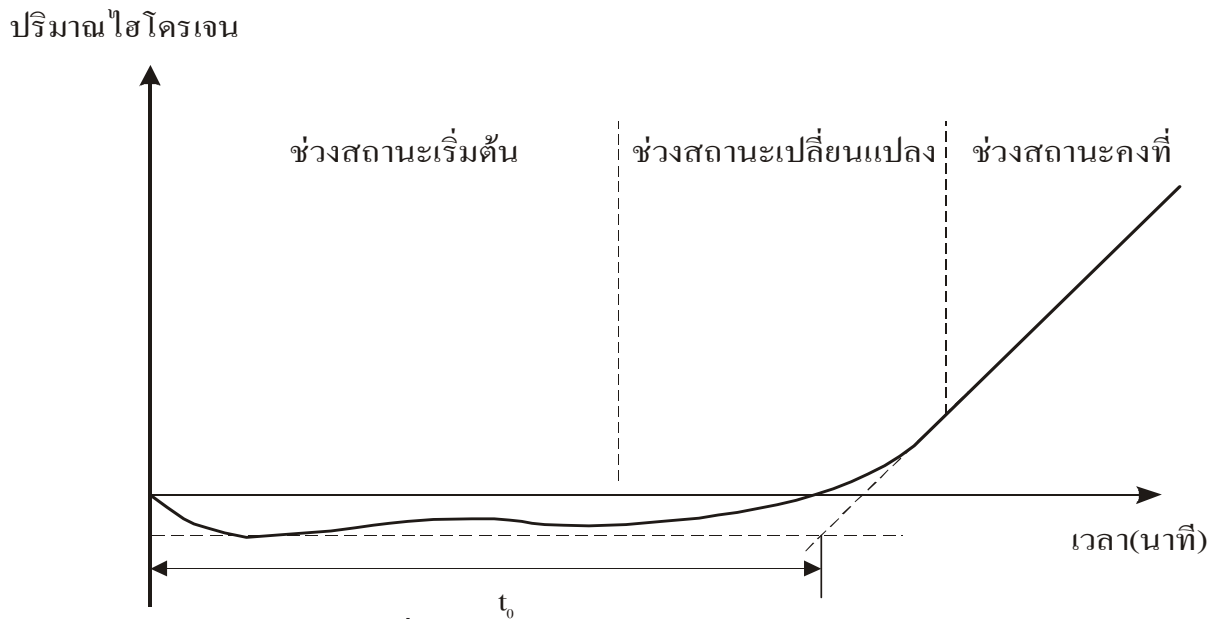
- (1) นำชิ้นทดสอบจุ่มลงในถังใบที่ 1 ที่มีสารละลายต่างชะล้างคราบไขมัน 30 กรัมต่อลิตร (± 5 กรัมต่อลิตร) ในน้ำจัดไอออนแล้ว พร้อมทั้งกวนด้วยเครื่องกวน และควบคุมที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ถึง 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที
- (2) พ่นด้วยน้ำ หรือจุ่มน้ำในถังใบที่ 2 เป็นเวลา 30 วินาที
- (3) จุ่มต่อไปในถังใบที่ 3 ที่มีสารละลายต่างชะล้างคราบไขมัน 20 กรัมต่อลิตร (± 5 กรัมต่อลิตร) ในน้ำจัดไอออนแล้ว พร้อมทั้งกวนด้วยเครื่องกวน และควบคุมที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ถึง 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที
- (4) พ่นด้วยน้ำหรือจุ่มน้ำในถังใบที่ 4 ซึ่งมีอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที
- (5) ล้างด้วยน้ำโดยให้น้ำไหลผ่านตลอด เป็นเวลา 2 นาที

9.2.2.3 การตรวจสอบการชะล้างคราบไขมัน ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

- (1) นำชิ้นทดสอบที่ผ่านกระบวนการชะล้างคราบไขมัน จุ่มในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 10 ถึง 15 เป็นเวลาประมาณ 15 วินาที
- (2) นำมาล้างน้ำ และจุ่มลงในน้ำจัดไอออนแล้ว
- (3) สังเกตตรงฟิล์มของน้ำที่ไหลจากด้านบนลงมาด้านล่าง เมื่อจับชิ้นทดสอบให้อยู่ในแนวตั้งเป็นเวลา 15 วินาทีถึง 20 วินาที ฟิล์มของน้ำควรจะไหลเป็นทางตามปกติ หากแตกต่างกันเป็นทางย่อยไม่รวมกัน ให้กลับไปทำตามขั้นตอนข้อ 9.2.2.2 โดยเพิ่มเวลาการชำระล้าง คราบไขมันใหม่

9.2.3 วิธีการทดสอบ

ใช้เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นทดสอบ โดยส่วนของเครื่องทดสอบซึ่งเป็นรูปกรวยเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร (ตรงตำแหน่งระดับเดียวกับชิ้นทดสอบ) ประกอบอยู่ตรงด้านบนและด้านล่างของชิ้นทดสอบ ประกอบส่วนด้านล่างของกรวยเข้ากับหลอดแคพิลลารี ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ± 0.1 มิลลิเมตร และบรรจุน้ำสียู่ภายในหลอด ส่วนด้านบนของกรวยบรรจุด้วยสารละลายตามเครื่องมือในข้อ 9.2.1.2 จุ่มอุปกรณ์ขั้วไฟฟ้าทั้งลบและบวกที่ให้กระแสตรง 6 โวลต์ และมีความหนาแน่นกระแสเท่ากับ 0.125 แอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตรลงในสารละลายซึ่งรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส ± 0.5 องศาเซลเซียส ให้ชิ้นทดสอบสัมผัสกับสารละลายไม่ต่ำกว่า 10 นาที เพื่อให้อุณหภูมิปรับไปถึงค่าข้างต้น และคงที่ ช่วงระยะเวลานี้เรียกว่าเวลาทำให้อยู่ตัว (stabilization time) ปรับระดับเริ่มต้นของน้ำสีในหลอดแคพิลลารี โดยใช้แท่งลูกสูบซึ่งอยู่บริเวณด้านล่างของเครื่องทดสอบ หลังจากผ่านเวลาทำให้อยู่ตัว 10 นาทีไปแล้ว ให้เริ่มป้อนกระแสไฟฟ้า ซึ่งตรงนี้นับเป็นเวลาเริ่มต้นสำหรับค่า t_0 เวลาซึมผ่านได้ (permeation time) เมื่อเวลาผ่านไป ระดับน้ำสีในหลอดแคพิลลารีจะสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณไฮโดรเจนที่ซึมผ่านชิ้นทดสอบจากสารละลายด้านบนมายังน้ำสีด้านล่าง ซึ่งระดับที่สูงขึ้นนี้จะตรวจวัดโดยโฟโตอิเล็กทริกเซลล์ ที่ต่อกับเครื่องทดสอบซึ่งจะรายงานค่าเป็นปริมาณไฮโดรเจนที่เปลี่ยนแปลงสูงขึ้น เมื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฮโดรเจนและเวลาที่วัด ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟแสดงการซึมผ่านของไฮโดรเจน
(ข้อ 9.2.3)

จากกราฟในรูปที่ 2 หาค่าเวลา t_0 โดยหาจุดตัดระหว่างเส้นปริมาณไฮโดรเจนในช่วงประจุ (charging period) กับเส้นตรงลาดเอียงที่ขนานกับกราฟช่วงสถานะคงที่ (stationary time) จะได้ระยะเวลาช่วงตั้งแต่เริ่มการซึมผ่านของไฮโดรเจนจนมีการเปลี่ยนแปลง และนำค่าช่วงระยะเวลานี้ไปใช้ในสูตรคำนวณหาค่าการซึมผ่านได้ของไฮโดรเจน ดังนี้

$$TH = \frac{t_0}{d^2}$$

TH คือ ค่าการซึมผ่านได้ของไฮโดรเจน

t_0 คือ ระยะเวลาตั้งแต่ไฮโดรเจนเริ่มซึมผ่านจนได้ระดับ ตามรูปที่ 2
หน่วยเป็นนาทื (วัดค่าละเอียดถึง 0.1)

d คือ ความหนาของแผ่นเหล็กชั้นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร (วัดค่าละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร)

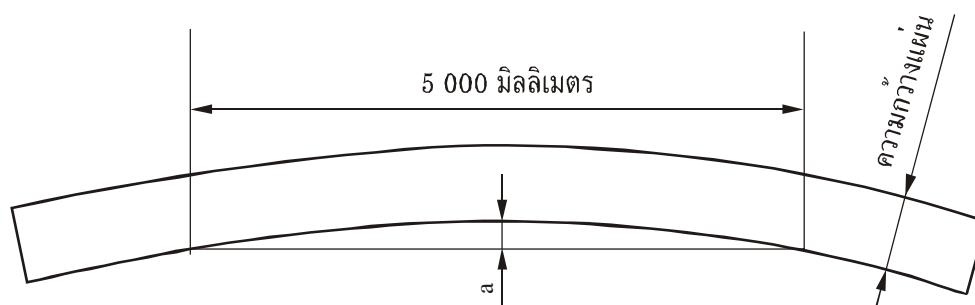
หมายเหตุ การวัดค่าปริมาณไฮโดรเจนและเวลา อาจใช้วิธีอื่นที่ให้ผลเทียบเท่าได้

9.3 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า

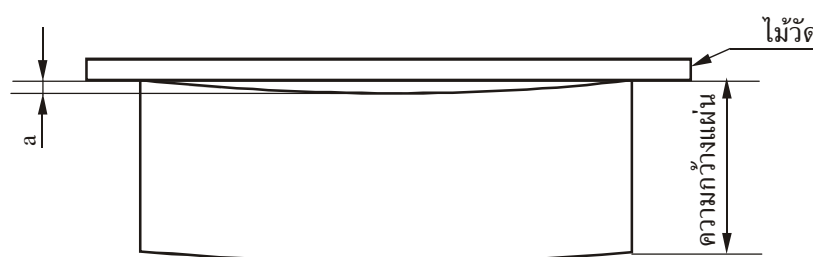
วางตัวอย่างบนพื้นเรียบในแนวราบ ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร วัดระยะเบี่ยงเบนสูงสุด

(a) ของขอบโค้งที่ด้านเว้า โดยให้มีความยาวเส้นคอร์ดเท่ากับ 5 000 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3

สำหรับเหล็กแผ่นตัดขอบตัด ให้ใช้ความยาวเต็มแผ่น ดังรูปที่ 4



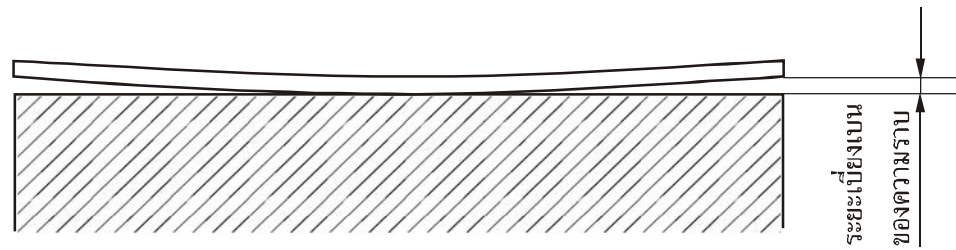
รูปที่ 3 การวัดระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้าสำหรับเหล็กแผ่นม้วนขอบตัด และเหล็กแผ่นแถบ
(ข้อ 9.3)



รูปที่ 4 การวัดระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้าสำหรับเหล็กแผ่นตัดขอบตัด
(ข้อ 9.3)

9.4 ระยะเบี่ยงเบนของความราบ

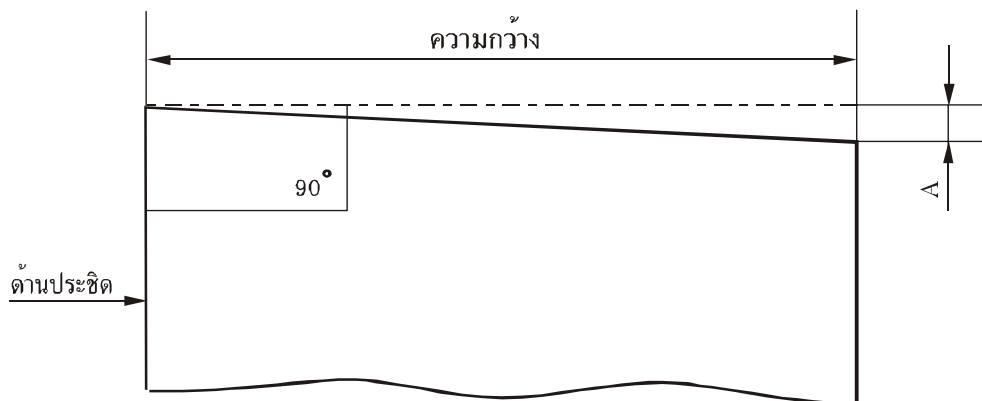
วางตัวอย่างบนพื้นเรียบในแนวราบ ใช้เครื่องวัดละเอียด 0.5 มิลลิเมตร วัดระยะห่างระหว่างผิวล่าง ของตัวอย่างกับพื้นที่ตำแหน่งต่างๆ อ่านค่าสูงสุดให้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร เป็นระยะเบี่ยงเบนของความราบ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การวัดระยะเบี่ยงเบนของความราบ
(ข้อ 9.4)

9.5 ความไม่ได้นาก

ใช้เครื่องวัดละเอียด 0.5 มิลลิเมตร วัดความไม่ได้นาก โดยวัดความเบี่ยงเบน (A) ของขอบแผ่นไปจากเส้นตรงที่ทำมุมฉากกับด้านประชิด ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การวัดความไม่ได้นาก
(ข้อ 9.5)

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เหล็กแผ่น ชนิด ลักษณะขอบ ชั้นคุณภาพ ประเภท และมิติเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือ ส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบมิติ ลักษณะทั่วไป ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้าของเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบ
- ก.2.1.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบ โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1
- ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.2 ข้อ 6.1 และข้อ 6.4 ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบมิติ ลักษณะทั่วไป และระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้าของเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบ

(ข้อ ก.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วย	ขนาดตัวอย่าง หน่วย	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 10	2	0
เกิน 10	8	1

หมายเหตุ การทดสอบมิติให้ตัดตัวอย่างยาว 2 เมตร ห่างจากต้นม้วน
ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร

- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบมิติ ลักษณะทั่วไป ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า ระยะเบี่ยงเบนของความราบ และความไม่ได้นาก ของเหล็กแผ่นตัด
- ก.2.2.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่น โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.2
- ก.2.2.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.2 ข้อ 6.1 ข้อ 6.4 ข้อ 6.5 และข้อ 6.6 ในแต่ละรายการต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.2 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.2 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบมิติ ลักษณะทั่วไป ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า
ระยะเบี่ยงเบนของความราบ และความไม่ได้น้ำหนักของเหล็กแผ่นตัด
(ข้อ ก.2.2)

ขนาดรุ่น หน่วย	ขนาดตัวอย่าง หน่วย	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 10	2	0
เกิน 10	8	1

หมายเหตุ การทดสอบมิติให้ตัดตัวอย่างยาว 2 เมตร ห่างจากต้นม้วน
ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร

ก.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบส่วนประกอบทางเคมี

ก.2.3.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ ก.2.1.2 หรือข้อ ก.2.2.2 จำนวน 2 ตัวอย่าง

ก.2.3.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 5.1 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบสมบัติทางกลและการซึมผ่านได้ของไฮโดรเจน

ก.2.4.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีปริมาณเพียงพอที่จะทำเป็นชิ้นทดสอบสำหรับการทดสอบความต้านแรงดึงและความยืด ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติก(ถ้ามี) และการซึมผ่านได้ของไฮโดรเจน

ก.2.4.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.1 ข้อ 6.2.2 และข้อ 6.3 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเหล็กแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 ข้อ ก.2.2.2 ข้อ ก.2.3.2 และข้อ ก.2.4.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้