

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2140-2560

เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น
สำหรับงานรถยนต์

COLD REDUCED FLAT STEEL FOR AUTOMOBILE USES

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 77.140.50

ISBN 978-616-346-508-5

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น
สำหรับงานรถยนต์

มอก. 2140-2560

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรมถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 136 ตอนพิเศษ 5 ง
วันที่ 7 มกราคม พุทธศักราช 2562

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 90

มาตรฐานเหล็กแผ่น

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ประสงค์ ศรีเจริญชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

นาวาเอกอภิรมย์ เงินบำรุง

กรมอุทกหารเรือ

นาวาโทกมล ศิริไล

นายวัชร ขนิษฐบุตร

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

นายวิสิทธิ์ ธีรสุนทร

นายสมศักดิ์ จุลเสน

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

นางสาวพญู ทองจุล

นายธีรยุทธ เลิศศิริรังสรรค์

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

นายสุภาพ จิตรยานนท์

สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย

นายเจริญ แสงแพร

บริษัท เหล็กแผ่นรีดเย็นไทย จำกัด (มหาชน)

นายสุรศักดิ์ จตุรภัทรไพบูลย์

บริษัท สยามสตีลกรุ๊ปอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน)

นายนเรศ กรุดพันธ์

บริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน)

นายประกิต กาญจนการไกร

นายสุวัชชัย ชัยอำนวยสุข

บริษัท สยามยูไนเต็ดสตีล (1995) จำกัด

นายศักดิ์ชัย จงศิริเลิศ

นายปวเรศร์ ปรีดาวิภาต

บริษัท แอล พี เอ็น เพลทมิล จำกัด (มหาชน)

นายกีรติ สาเงิน

นายสุรพงษ์ ณะพงศพิทยา

บริษัท จี เจ สตีล จำกัด (มหาชน)

นายวุฒินันท์ ผลภาณี

บริษัท เอ็นเอส บลูสโคป (ประเทศไทย) จำกัด

นายเดชาคม บุญมา

นายสมเจตน์ นิมานะ

สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย

นายภูวดล ก้อนทอง

นางนฤมล รัตนสกุลชล

บริษัท สหวิริยาเพลทมิล จำกัด (มหาชน)

กรรมการและเลขานุการ

นายชัยภัก ภัทรจินดา

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นสำหรับงานรถยนต์นี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้ารีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัดสำหรับงานรถยนต์ มาตรฐาน เลขที่ มอก. 2140-2546 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไปเล่ม 120 ตอน 69 ง วันที่ 28 สิงหาคม พุทธศักราช 2546 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรที่จะแก้ไขปรับปรุงในสาระสำคัญของมาตรฐาน เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยี รวมทั้งการทำและการใช้ภายในประเทศมากยิ่งขึ้น จึงได้แก้ไขปรับปรุง โดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

JIS G 3135:2006	Cold-reduced high strength steel sheet and strip with improved formability for automobile structural uses
JIS G 0321:2010	Product analysis and its tolerance for wrought steel
JFS A 2001 : 2014	Cold-rolled steel sheet and strip for automobile use
ISO 404 : 2013	Steel and steel products-General technical delivery requirements
มอก. 2172 เล่ม 1-2556	วัสดุโลหะ-การทดสอบแรงดึง-เล่ม 1การทดสอบที่อุณหภูมิห้อง
มอก. 2173-2555	วัสดุโลหะ-การทดสอบการดัดโค้ง
มอก. 2178-2555	วัสดุโลหะ-แผ่นและแผ่นม้วน-การหาค่าอัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติก

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



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 5092 (พ.ศ. 2561)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เหล็กกล้ารีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับงานรถยนต์
และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นสำหรับงานรถยนต์

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้ารีดเย็น แผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับงานรถยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 2140-2546

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2558 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3133 (พ.ศ. 2546) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้ารีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัด สำหรับงานรถยนต์ ลงวันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2546 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นสำหรับงานรถยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 2140-2560 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นสำหรับงานรถยนต์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 2140-2560 ใช้บังคับ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

อุตตม สาวนายน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นสำหรับงานรถยนต์

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมถึงเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ทั้งเหล็กกล้าไม่เจือและเหล็กกล้าเจือ (unalloyed and alloy steel) สำหรับงานรถยนต์
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึง
 - 1.2.1 เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น สำหรับงานอื่นที่ได้กำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว เช่น เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น สำหรับงานทั่วไปและงานดัดขึ้นรูป (มอก.2012)
 - 1.2.2 เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ที่มีความหนามากกว่า 3.20 mm

2. บทนิยาม

- 2.1 ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นสำหรับงานรถยนต์ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่น” หมายถึง เหล็กกล้าแผ่นม้วนรีดเย็น เหล็กกล้าแผ่นแถบรีดเย็น และเหล็กกล้าแผ่นตัดรีดเย็น ที่ได้จากการรีดเย็นเป็นแผ่น ให้ได้ความหนาตามต้องการ แล้วอาจผ่านการอบอ่อน การรีดปรับผิว (skin pass หรือ temper rolling) การรีดเย็นซ้ำในภายหลัง อย่างไม่อย่างหนึ่งหรือรวมกันก็ได้ ซึ่งมีชั้นคุณภาพดังตารางที่ 1
- 2.2 เหล็กกล้าแผ่นม้วนรีดเย็น (cold-rolledwidestrip) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นม้วน” หมายถึง เหล็กแผ่นที่ทำเป็นม้วน มีความกว้างตั้งแต่ 600mm ขึ้นไป
- 2.3 เหล็กกล้าแผ่นแถบรีดเย็น (cold-rolled slit widestrip) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นแถบ” หมายถึง เหล็กแผ่นเป็นม้วนได้จากการตัดซอยเหล็กแผ่นม้วนให้มีความกว้างน้อยกว่า 600 mm
- 2.4 เหล็กกล้าแผ่นตัดรีดเย็น (cold-rolledsheet) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นตัด” หมายถึง เหล็กแผ่นม้วนหรือเหล็กแผ่นแถบ ที่ตัดแบ่งเป็นแผ่น
- 2.5 ขอบรีด (mill edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นที่ได้จากการรีดเย็น โดยมีการตัดแต่งขอบของวัตถุดิบก่อนการรีด แต่ไม่มีการตัดแต่งขอบภายหลังการรีด ขอบรีดนี้อาจบางและฉีกเป็นบางแห่ง หรือมีความไม่สม่ำเสมอหรือมีรอยร้าวได้
- 2.6 ขอบตัด (cut edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นที่ได้จากการตัดภายหลังการรีดเย็นอาจเรียกว่า trimmed edge หรือ slit edge หรือ sheared edge
- 2.7 การรีดปรับผิว หมายถึง การรีดเย็นหลังการอบอ่อนโดยมีวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเพื่อควบคุมขนาด ความแข็ง ความราบ ผิวสำเร็จ และยับยั้งการเกิดริ้วครากหรือรอยยับ (stretcher strain or coil break)

3. ชนิดและชั้นคุณภาพ

3.1 เหล็กแผ่น แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

3.1.1 เหล็กกล้าแผ่นม้วนรีดเย็น

3.1.2 เหล็กกล้าแผ่นแถบรีดเย็น

3.1.3 เหล็กกล้าแผ่นตัดรีดเย็น

3.2 เหล็กแผ่น แบ่งตามลักษณะขอบเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.2.1 ขอบรีด

3.2.2 ขอบตัด

3.3 เหล็กแผ่น แบ่งตามการใช้งานเป็น 28 ชั้นคุณภาพ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะการใช้งานและชั้นคุณภาพ
(ข้อ 2.1 และข้อ 3.3)

ลักษณะการใช้งาน	ชั้นคุณภาพ
เหล็กแผ่นลอน	CRA260M
เหล็กแผ่นสำหรับชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปทั่วไป	CRA340 CRA370 CRA390 CRA440 CRA490 CRA540 CRA590
เหล็กแผ่นที่มีความยืดสูง	CRA590T CRA780T
เหล็กแผ่นที่อัตราส่วนความเค้นครากต่อความต้านแรงดึงมีค่าต่ำ	CRA490L CRA540L CRA590L CRA780L CRA980L CRA980LL CRA980LH CRA1180L CRA1180LL CRA1180LH
เหล็กแผ่นที่อัตราส่วนความเค้นครากสูงขึ้นหลังจากผ่านการอบแข็ง (bake hardening)	CRA270BH CRA340BH
เหล็กแผ่นที่มีอัตราส่วนความเค้นครากต่อความต้านแรงดึงมีค่าสูง	CRA440H CRA590H
เหล็กแผ่นที่มีสมบัติขึ้นรูปลึกได้ดีเป็นพิเศษ	CRA340D CRA370D CRA390D CRA440D

4. สมบัติทางกล

4.1 ความต้านแรงดึง R_m ความเค้นครากบน R_{eH} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก $0.2\%R_{p0.2}$ และความยืด A

ให้เป็นไปตามตารางที่ 2 (ยกเว้น ความหนาเหล็กแผ่นมากกว่า 2.30 mm ให้เป็นไปตามตารางที่ 3)

สำหรับเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพอื่นที่ไม่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 2 และเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 แต่ต้องการระบุความเค้นครากบน R_{eH} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก $0.2\%R_{p0.2}$ และความยืด A เป็นพิเศษให้เป็นไปตามตารางที่ 3

การทดสอบแรงดึง ให้ปฏิบัติตาม มอก. 2172 เล่ม 1 โดยใช้ชิ้นทดสอบหมายเลข 5

สำหรับชั้นคุณภาพ CRA260M และ CRA270BH เตรียมชิ้นทดสอบ โดยตัดตามแนวการรีด

สำหรับชั้นคุณภาพอื่นๆ เตรียมชิ้นทดสอบ โดยตัดตั้งฉากกับแนวการรีด

ตารางที่ 2 ความต้านแรงดึง R_m ความเค้นครากบน R_{eH} หรือ
ความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก $0.2\%R_{p0.2}$ และความยืด A
(ข้อ 4.1)

ชั้นคุณภาพ	R_m ต่ำสุด MPa	R_{eH} หรือ $R_{p0.2}$ ต่ำสุด MPa	A ต่ำสุด %	
			ความหนา mm	
			0.60 ถึงน้อยกว่า 1.00	1.00 ถึง 2.30
CRA340	340	175	34	35
CRA370	370	205	32	33
CRA390	390	235	30	31
CRA440	440	265	26	27
CRA490	490	295	23	24
CRA540	540	325	20	21
CRA590	590	355	17	18
CRA490L	490	225	24	25
CRA540L	540	245	21	22
CRA590L	590	265	18	19
CRA780L	780	365	13	14
CRA980L	980	490	6	7
CRA340BH	340	185	34	35

ตารางที่ 3 ความต้านแรงดึง R_m ความเค้นครากบน R_{eH} หรือ ความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก $0.2\%R_{p0.2}$ และความยืด A เป็นพิเศษ
ข้อ (4.1)

ชั้นคุณภาพ	R_m ต่ำสุด MPa	R_{eH} หรือ $R_{p0.2}$ MPa			A ต่ำสุด %								
		ความหนา mm			ความหนา mm								
		0.40 ถึงน้อยกว่า 0.80	0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00	1.00 ถึง 3.20	0.40 ถึงน้อยกว่า 0.60	0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80	0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00	1.00 ถึงน้อยกว่า 1.20	1.20 ถึงน้อยกว่า 1.60	1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00	2.00 ถึงน้อยกว่า 2.50	2.50 ถึง 3.20	
CRA260M	260	110 ถึง 175	100 ถึง 165	90 ถึง 155	46 ถึง 54	47 ถึง 55	48 ถึง 56	49 ถึง 57	50 ถึง 58	51 ถึง 60	52 ถึง 62	-	
CRA340	340	205 ถึง 305	195 ถึง 295	185 ถึง 285	33 ถึง 43	34 ถึง 44	35 ถึง 45	36 ถึง 46	37 ถึง 47	ต่ำสุด 38	ต่ำสุด 38	-	
CRA370	370	205 ถึง 305	195 ถึง 295	185 ถึง 285	30 ถึง 40	31 ถึง 41	32 ถึง 42	33 ถึง 43	34 ถึง 44	ต่ำสุด 35	ต่ำสุด 35	-	
CRA390	390	245 ถึง 355	235 ถึง 345	225 ถึง 335	29 ถึง 40	30 ถึง 41	31 ถึง 42	32 ถึง 43	33 ถึง 44	ต่ำสุด 34	ต่ำสุด 34	-	
CRA440	440	285 ถึง 390	275 ถึง 380	265 ถึง 370	26 ถึง 38	27 ถึง 39	28 ถึง 40	29 ถึง 41	30 ถึง 42	ต่ำสุด 31	ต่ำสุด 31	-	
CRA590T	590	370 ถึง 520	360 ถึง 510	350 ถึง 500	-	27 ถึง 42	28 ถึง 43	29 ถึง 44	30 ถึง 45	ต่ำสุด 31	ต่ำสุด 31	-	
CRA780T	780	420 ถึง 570	410 ถึง 560	400 ถึง 550	-	17 ถึง 32	18 ถึง 33	19 ถึง 34	20 ถึง 35	ต่ำสุด 21	ต่ำสุด 21	-	
CRA590L	590	340 ถึง 460	330 ถึง 450	320 ถึง 440	-	17 ถึง 32	18 ถึง 33	19 ถึง 34	20 ถึง 35	ต่ำสุด 21	ต่ำสุด 21	-	
CRA780L	780	440 ถึง 610	430 ถึง 600	420 ถึง 590	-	12 ถึง 25	13 ถึง 26	14 ถึง 27	15 ถึง 28	ต่ำสุด 16	ต่ำสุด 16	-	
CRA980L	980	-	590 ถึง 930	580 ถึง 920	-	-	9 ถึง 20	10 ถึง 21	11 ถึง 22	ต่ำสุด 12	ต่ำสุด 12	-	
CRA980LL	980	-	590 ถึง 740	580 ถึง 730	-	-	10 ถึง 20	11 ถึง 21	12 ถึง 22	ต่ำสุด 13	ต่ำสุด 13	-	
CRA980LH	980	-	730 ถึง 930	720 ถึง 920	-	-	9 ถึง 19	10 ถึง 20	11 ถึง 21	ต่ำสุด 12	ต่ำสุด 12	-	
CRA1180L	1 180	-	835 ถึง 1 225	825 ถึง 1 215	-	-	5 ถึง 16	6 ถึง 17	7 ถึง 18	ต่ำสุด 7	ต่ำสุด 7	-	
CRA1180LL	1 180	-	750 ถึง 1 010	740 ถึง 1 000	-	-	6 ถึง 16	7 ถึง 17	8 ถึง 18	ต่ำสุด 8	ต่ำสุด 8	-	
CRA1180LH	1 180	-	870 ถึง 1 210	860 ถึง 1 200	-	-	5 ถึง 16	6 ถึง 17	7 ถึง 18	ต่ำสุด 7	ต่ำสุด 7	-	
CRA270BH	270	135 ถึง 225	125 ถึง 215	115 ถึง 205	40 ถึง 50	41 ถึง 51	42 ถึง 52	43 ถึง 53	44 ถึง 54	ต่ำสุด 45	ต่ำสุด 45	-	
CRA340BH	340	185 ถึง 285	175 ถึง 275	165 ถึง 265	34 ถึง 44	35 ถึง 45	36 ถึง 46	37 ถึง 47	38 ถึง 48	ต่ำสุด 39	ต่ำสุด 39	-	
CRA440H	440	355 ถึง 460	345 ถึง 450	335 ถึง 440	23 ถึง 35	24 ถึง 36	25 ถึง 37	26 ถึง 38	27 ถึง 39	ต่ำสุด 28	ต่ำสุด 28	-	
CRA590H	590	430 ถึง 580	420 ถึง 570	410 ถึง 560	-	17 ถึง 32	17 ถึง 32	18 ถึง 33	18 ถึง 33	ต่ำสุด 18	ต่ำสุด 18	-	
CRA340D	340	165 ถึง 255	155 ถึง 245	145 ถึง 235	35 ถึง 45	36 ถึง 46	37 ถึง 47	38 ถึง 48	39 ถึง 49	ต่ำสุด 40	ต่ำสุด 40	-	
CRA370D	370	175 ถึง 265	165 ถึง 255	155 ถึง 245	33 ถึง 43	34 ถึง 44	35 ถึง 45	36 ถึง 46	37 ถึง 47	ต่ำสุด 38	ต่ำสุด 38	-	
CRA390D	390	205 ถึง 305	195 ถึง 295	185 ถึง 285	31 ถึง 42	32 ถึง 43	33 ถึง 44	34 ถึง 45	35 ถึง 46	ต่ำสุด 36	ต่ำสุด 36	-	
CRA440D	440	245 ถึง 355	235 ถึง 345	225 ถึง 335	28 ถึง 39	29 ถึง 40	30 ถึง 41	31 ถึง 42	32 ถึง 43	ต่ำสุด 33	ต่ำสุด 33	-	

4.2 อัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกเฉลี่ย (average plastic strain ratio)

(เฉพาะเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพ CRA260M CRA270BH CRA340BH CRA340D CRA370D CRA390D และ CRA440D)

ให้เป็นไปตามตารางที่ 4

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 2178

หมายเหตุ อัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกเฉลี่ย \bar{r} คือ อัตราส่วนของความเครียดช่วงพลาสติกคำนวณจากสมการ (1)

$$\bar{r} = \frac{(r_0 + r_{90} + 2r_{45})}{4} \quad (1)$$

\bar{r} คือ อัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกเฉลี่ย

r_0 คือ อัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกในแนวขนานกับแนวการรีด

r_{90} คือ อัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกในทิศทาง 90° เทียบกับทิศทางการรีด

r_{45} คือ อัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกในทิศทาง 45° เทียบกับทิศทางการรีด

ตารางที่ 4 อัตราส่วนความเครียดช่วงพลาสติกเฉลี่ย \bar{r}

(ข้อ 4.2)

ชั้นคุณภาพ	\bar{r} ต่ำสุด	
	ความหนา mm	
	0.50 ถึง 1.00	มากกว่า 1.00 ถึง 1.60
CRA260M	1.8	1.7
CRA270BH	1.4	1.3
CRA340BH	1.1	1.0
CRA340D	1.4	1.3
CRA370D	1.4	1.3
CRA390D	1.4	1.3
CRA440D	1.3	1.2

4.3 ปริมาณการอบแข็ง (bake hardening amount)

(เฉพาะเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพ CRA270BH และ CRA340BH)

ให้เป็นไปตามตารางที่ 5

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม JIS G3135 ภาคผนวก A และเตรียมชิ้นทดสอบหมายเลข 5 ตาม มอก. 2172 เล่ม 1

มอก. 2140-2560

หมายเหตุ ปริมาณการอบแข็งหาได้จากสมการ (2) (ดูรูปที่ 1 และรูปที่ 2)

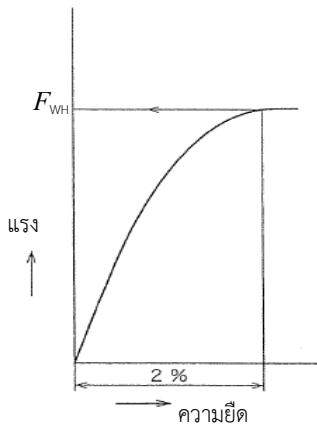
$$\sigma_{BH} = \frac{F_{SA} - F_{WH}}{A_0} \quad (2)$$

σ_{BH} คือ ปริมาณการอบแข็ง เป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

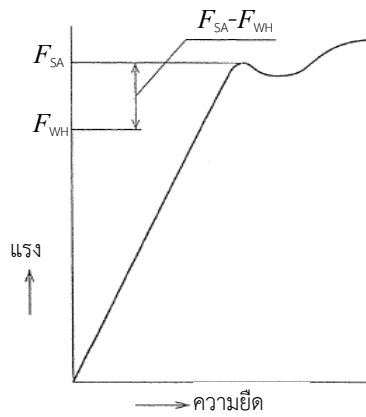
F_{SA} คือ แรงที่จุดครากบนของชิ้นทดสอบเหล็กแผ่นรีดเย็นที่อบแข็งแล้ว เป็นนิวตัน

F_{WH} คือ แรงที่สอดคล้องกับความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดรวม 2% ของชิ้นทดสอบเหล็กแผ่นรีดเย็นที่ยังไม่อบแข็ง เป็นนิวตัน

A_0 คือ พื้นที่หน้าตัดส่วนขนานของชิ้นทดสอบก่อนการทดสอบ เป็นตารางมิลลิเมตร



รูปที่ 1 แรงที่ความเครียดเบื้องต้น
(ข้อ 4.3)



รูปที่ 2 แรงที่จุดครากบนหลังอบแข็ง
(ข้อ 4.3)

ตารางที่ 5 ปริมาณการอบแข็ง σ_{BH}
(ข้อ 4.3)

ชั้นคุณภาพ	σ_{BH} ต่ำสุด MPa
CRA270BH	30
CRA340BH	30

4.4 การตัดโค้ง (เฉพาะเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพในตารางที่ 2)

ให้ไว้เป็นข้อแนะนำในภาคผนวก ข. ข้อ ข.1

5. มวลพื้นฐานและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของรูปร่างและมิติ

5.1 มวลพื้นฐานของเหล็กแผ่น กำหนดให้เท่ากับ 7.85 kg ต่อความหนา 1 mm ต่อพื้นที่ 1 m² และให้ไว้เป็นข้อแนะนำ

5.2 มิติ

ให้เป็นไปตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 มิติของเหล็กแผ่น
(ข้อ 5.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

มิติ	เหล็กแผ่นม้วน	เหล็กแผ่นแถบ	เหล็กแผ่นตัด
ความหนา	ไม่เกิน 3.20	ไม่เกิน 3.20	ไม่เกิน 3.20
ความกว้าง	ไม่น้อยกว่า 600	น้อยกว่า 600	ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ
ความยาว	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ

หมายเหตุ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในและเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของม้วนของเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ

5.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา

ให้เป็นไปตามตารางที่ 7

5.3.1 วิธีการวัดและการรายงานผล

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาที่กำหนดให้ใช้กับส่วนใด ๆ ที่วัดห่างจากขอบข้างไม่น้อยกว่า 15 mm กรณีเหล็กแผ่นแถบที่ความกว้างน้อยกว่า 30 mm วัดตรงแนวกึ่งกลาง เพื่อประโยชน์ในการยอมรับผลิตภัณฑ์

ให้วัดอย่างน้อย 3 จุดจากภาคตัดขวางที่ตั้งฉากกับทิศทางการรีด จากกึ่งกลางความกว้างและขอบข้างแต่ละด้านตามที่กล่าวมาข้างต้น กรณีที่ไม่ทราบทิศทางการรีด ให้วัดจากด้านที่กำหนดเป็นด้านกว้าง บันทึกค่าที่อ่านได้แล้วรายงานค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด

5.3.2 เหล็กแผ่นที่ต้องการเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาแบบเข้มงวด ให้ไว้เป็นข้อแนะนำในภาคผนวก ค. ข้อ ค.1

5.3.3 ให้ใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 0.005 mm

ตารางที่ 7 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาของเหล็กแผ่น
(ข้อ 5.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความต้านแรงดึงกำหนด R_m ต่ำสุด MPa	ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน				
		ความกว้าง				
		น้อยกว่า 630	630 ถึงน้อยกว่า 1 000	1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	1 250 ถึงน้อยกว่า 1 600	1 600ขึ้นไป
ไม่เกิน 270	0.30 ถึงน้อยกว่า 0.40	± 0.04	± 0.04	± 0.04	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
	0.40 ถึงน้อยกว่า 0.60	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.06	± 0.07
	0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80	± 0.06	± 0.06	± 0.06	± 0.06	± 0.07
	0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00	± 0.06	± 0.06	± 0.07	± 0.08	± 0.09
	1.00 ถึงน้อยกว่า 1.25	± 0.07	± 0.07	± 0.08	± 0.09	± 0.11
	1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60	± 0.08	± 0.09	± 0.10	± 0.11	± 0.13
	1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00	± 0.10	± 0.11	± 0.12	± 0.13	± 0.15
	2.00 ถึงน้อยกว่า 2.50 2.50 ถึง 3.20	± 0.12 ± 0.14	± 0.13 ± 0.15	± 0.14 ± 0.16	± 0.15 ± 0.17	± 0.17 ± 0.20
มากกว่า 270 ถึงน้อยกว่า 780	0.40 ถึงน้อยกว่า 0.60	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.07	± 0.08
	0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80	± 0.06	± 0.06	± 0.06	± 0.07	± 0.08
	0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00	± 0.07	± 0.07	± 0.08	± 0.09	± 0.10
	1.00 ถึงน้อยกว่า 1.25	± 0.08	± 0.08	± 0.09	± 0.10	± 0.12
	1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60	± 0.09	± 0.10	± 0.11	± 0.12	± 0.14
	1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00	± 0.10	± 0.11	± 0.12	± 0.14	± 0.16
	2.00 ถึงน้อยกว่า 2.50 2.50 ถึง 3.20	± 0.12 ± 0.14	± 0.13 ± 0.15	± 0.14 ± 0.16	± 0.16 ± 0.18	± 0.18 ± 0.21
780 ขึ้นไป	0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80		± 0.08		± 0.09	ไม่กำหนด
	0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00		± 0.09		± 0.10	ไม่กำหนด
	1.00 ถึงน้อยกว่า 1.25		± 0.10		± 0.12	ไม่กำหนด
	1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60		± 0.12		± 0.14	ไม่กำหนด
	1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00		± 0.14		± 0.16	ไม่กำหนด
	2.00 ถึง 2.30		± 0.16		± 0.18	ไม่กำหนด

5.4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ให้เป็นไปตามตารางที่ 8

5.4.1 วิธีกรวัดและการรายงานผล

ให้วัดเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบทั้ง 2 ปลายที่ตำแหน่งห่างจากปลายประมาณ 1 000 mm แล้วรายงานผลเป็นค่าที่อ่านได้ทั้งสอง

ให้วัดเหล็กแผ่นตัดทั้ง 2 ปลายที่ตำแหน่งห่างจากปลายประมาณ 100 mm แล้วรายงานผลเป็นค่าที่อ่านได้ทั้งสอง

5.4.2 เหล็กแผ่นที่ต้องการเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างแบบเข้มงวด ให้ไว้เป็นข้อแนะนำในภาคผนวก ค. ข้อ ค.2

- 5.4.3 ให้ใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 0.1 mm สำหรับความกว้างน้อยกว่า 600 mm และเครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 0.5 mm สำหรับความกว้างตั้งแต่ 600 mm ขึ้นไป

ตารางที่ 8 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

(ข้อ 5.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
น้อยกว่า 600	± 0.5
600 ถึงน้อยกว่า 1 250	+ 7 0
1 250 ขึ้นไป	+ 10 0

- 5.5 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

ให้ไว้เป็นข้อแนะนำในภาคผนวก ค. ข้อ ค.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว และข้อ ค.4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวแบบขึงงวด

- 5.6 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า (camber)

(เฉพาะเหล็กแผ่นม้วนขอบตัด เหล็กแผ่นแถบ และเหล็กแผ่นตัด)

ให้เป็นไปตามตารางที่ 9

- 5.6.1 เหล็กแผ่นม้วนขอบตัด เหล็กแผ่นแถบ และเหล็กแผ่นตัดความยาว 2 000 mm ขึ้นไป

ให้วัดโดยวางตัวอย่างบนพื้นเรียบในแนวราบ ใช้เครื่องมือที่มีแนวตรง เช่น บรรทัดเหล็กยาว 2 000 mm ทาบเป็นแนวติดกับขอบเหล็กแผ่นด้านข้าง แล้วใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 0.5 mm วัดหาระยะเบี่ยงเบนสูงสุด (a) ของขอบโค้งที่ด้านเว้า โดยให้มีความยาวที่เส้นคอร์ดเท่ากับ 2 000 mm ดังรูปที่ 3 แล้วรายงานค่าที่วัดได้

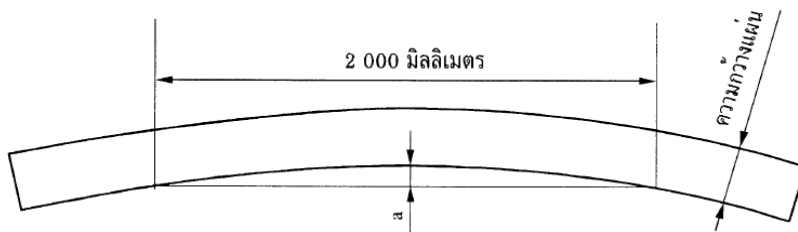
- 5.6.2 เหล็กแผ่นตัดที่มีความยาวน้อยกว่า 2 000 mm

ให้วัดวิธีเดียวกันกับข้อ 5.6.1 โดยใช้ความยาวเต็มแผ่น ดังรูปที่ 4 แล้วรายงานค่าที่วัดได้

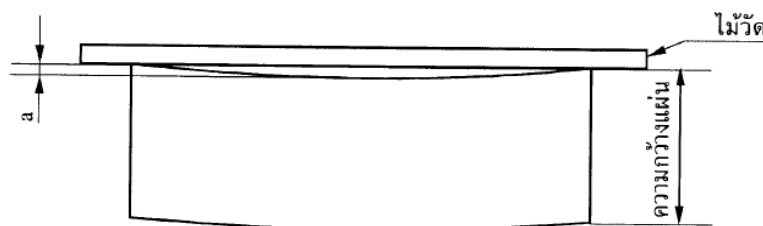
ตารางที่ 9 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า
(ข้อ 5.6)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความต้านแรงดึง กำหนด R_m ต่ำสุด MPa	ความกว้าง	ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้าสูงสุด		
		เหล็กแผ่นตัด ความยาวน้อยกว่า 2 000	เหล็กแผ่นตัด ความยาว 2 000 ขึ้นไป	เหล็กแผ่นม้วนขอบตัด และเหล็กแผ่นแถบ
น้อยกว่า 780	30 ถึงน้อยกว่า 60	8	8 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	
	60 ถึงน้อยกว่า 630	4	4 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	
	630 ขึ้นไป	2	2 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	
780 ขึ้นไป	30 ถึงน้อยกว่า 60	8	8 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	
	60 ถึงน้อยกว่า 630	4	4 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	
	630 ขึ้นไป	3	3 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	



รูปที่ 3 การวัดระยะเบี่ยงเบนสูงสุดของขอบโค้งที่ด้านเว้า กรณีความยาว 2 000 mm ขึ้นไป
(ข้อ 5.6)



รูปที่ 4 การวัดระยะเบี่ยงเบนสูงสุดของขอบโค้งที่ด้านเว้า กรณีความยาวน้อยกว่า 2 000 mm
(ข้อ 5.6)

5.7 ระยะเบี่ยงเบนของความราบ (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

เมื่อวางเหล็กแผ่นตัดในแนวราบปกติแล้ว ให้เป็นไปตามตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ระยะเบี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นตัด
(ข้อ 5.7)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	ระยะเบี่ยงเบนของความราบ สูงสุด		
	ความต้านแรงดึงกำหนด R_m ต่ำสุด MPa		
	ไม่เกิน 440	มากกว่า 440 ถึงน้อยกว่า 780	780 ขึ้นไป
น้อยกว่า 1 000	8	8	11
1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	9	10	12
1 250 ถึงน้อยกว่า 1 600	11	12	14
1 600 ขึ้นไป	13	14	-

หมายเหตุ ระยะเบี่ยงเบนของความราบจะไม่รวมส่วนปลายม้วนที่ไม่สมบูรณ์

5.7.1 ใช้เครื่องมือวัดระยะที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 0.5 mm

5.7.2 เหล็กแผ่นตัดที่ต้องการระยะเบี่ยงเบนของความราบแบบخمงวด ให้ไว้เป็นข้อแนะนำในภาคผนวก ค. ข้อ ค.5

5.8 ความไม่ได้ฉาก (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

ให้ไว้เป็นข้อแนะนำในภาคผนวก ค. ข้อ ค.6

6. ลักษณะทั่วไป

6.1 เหล็กแผ่นต้องปราศจากข้อบกพร่องที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน อย่างไรก็ตาม เหล็กแผ่นม้วนอาจมีข้อบกพร่องอยู่ได้บ้าง เนื่องจากการตรวจสอบโดยตลอดทั้งม้วนและการกำจัดส่วนที่มีข้อบกพร่องของเหล็กแผ่นม้วน โดยทั่วไปทำไม่ได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ หรือวิธีอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า

6.2 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องผิวที่เป็นผลเสียหายของเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นที่ตัดจากเหล็กแผ่นม้วน ให้ใช้กับผิวด้านนอกของเหล็กแผ่นม้วน และให้ใช้กับผิวด้านบนของเหล็กแผ่นที่ตัดจากเหล็กแผ่นม้วน

6.3 เหล็กแผ่นที่ไม่ซีโลมน้ำมัน ยอมให้มีสนิมได้

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่ม้วนของเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นแถบทุกม้วน และที่มัดของเหล็กแผ่นตัดทุกมัด อย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนไม่ลบเลือน และ/หรือไม่หลุดลอกง่าย

- (1) ชนิด ลักษณะขอขบชั้นคุณภาพ เช่น เหล็กกล้าแผ่นม้วนรีดเย็น ขอบรีด CRA440
- (2) หมายเลขการหลอม หรือ รหัสรุ่นที่ทำ
- (3) ความหนา × ความกว้าง × ความยาว เป็น มิลลิเมตร × มิลลิเมตร × มิลลิเมตร
(กรณีเหล็กแผ่นม้วนหรือเหล็กแผ่นแถบ ไม่ต้องระบุความยาว)
- (4) มวล เป็นกิโลกรัม
- (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- (6) ประเทศที่ทำ

กรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตาม ภาคผนวก ก. และให้ใช้สำหรับการตรวจสอบเพื่อการอนุญาตและการติดตามผล

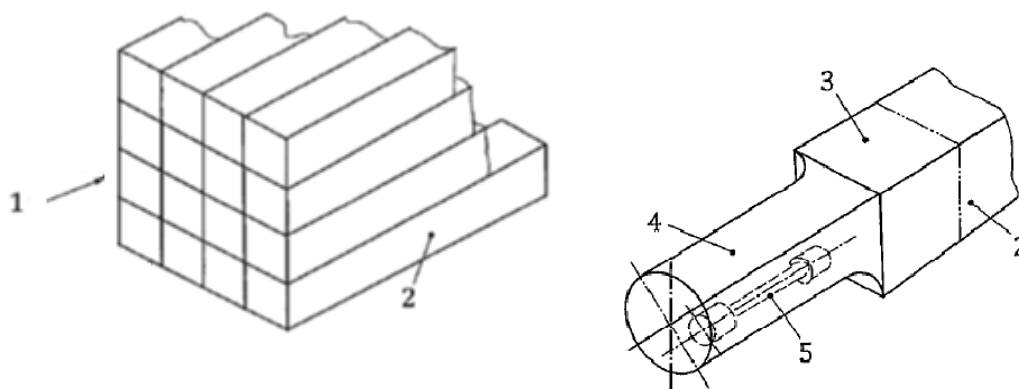
สำหรับระบบควบคุมคุณภาพ อาจกำหนดการชักตัวอย่างและเกณฑ์ที่แตกต่างจากที่กำหนดไว้ในภาคผนวก ก. ได้ แต่ต้องทำให้มั่นใจว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.)

ก.1 คำที่เกี่ยวข้องในการชักตัวอย่างและการเตรียมชิ้นทดสอบอาจอธิบายได้ตามรูปที่ ก.1



คำอธิบาย

1. รุ่น (lot)
2. ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (sample product)
3. ตัวอย่าง (sample)
4. ชิ้นตัวอย่าง (rough specimen)
5. ชิ้นทดสอบ (test piece)

รูปที่ ก.1 คำที่เกี่ยวข้องในการชักตัวอย่างและการเตรียมชิ้นทดสอบ

(ข้อ ก.1 ข้อ ก.2 และข้อ ก.3)

ก.2 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เหล็กแผ่นชนิดชั้นคุณภาพและความหนาเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ก.3 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

ก.3.1 ให้ชักตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 1 ม้วน ต่อทุก 50 t หรือเศษของ 50 t ของเหล็กแผ่นม้วนหรือเหล็กแผ่นแถบ และโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 1 แผ่น ต่อทุก 200 แผ่นหรือเศษของ 200 แผ่นของเหล็กแผ่นตัด สำหรับการทดสอบสมบัติทางกล รูปร่าง มิติ ลักษณะทั่วไป เครื่องหมายและฉลาก

อย่างไรก็ตาม สำหรับการทดสอบสมบัติทางกล รูปร่าง มิติ ลักษณะทั่วไป เครื่องหมายและฉลาก กำหนดให้ขนาดตัวอย่างไม่เกิน 10 ม้วนหรือแผ่น

ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5.2 ข้อ 5.3 ข้อ 5.4 ข้อ 5.6 ข้อ 5.7 ข้อ 6. และข้อ 7. ทุกรายการ จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3.2 กรณีที่การทดสอบตามข้อ ก.3.1 มีผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างรายการใดรายการหนึ่งหรือหลายรายการไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ยอมให้ทดสอบซ้ำได้อีกครั้ง ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ก.3.2.1 กรณีที่หนึ่งรุ่นประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ 1 ม้วนหรือแผ่น

ให้ทดสอบซ้ำในรายการที่ไม่ผ่านจำนวน 2 ครั้ง ผลการทดสอบทั้ง 2 ครั้งต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในรายการนั้น

มอก. 2140-2560

ก.3.2.2 กรณีที่หนึ่งรุ่นประกอบด้วยผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 ม้วนหรือแผ่นให้ดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

(1) คงผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเดิมไว้ในรุ่น

ให้ซึกผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเพิ่ม โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 1 ม้วนหรือแผ่นต่อทุกผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเดิมที่คงไว้ในรุ่น และให้ใช้ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่สุ่มมาใหม่ร่วมกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเดิมสำหรับการทดสอบรายการที่ไม่ผ่าน ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้งหมดต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในรายการนั้น

(2) นำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ออกจากรุ่นทั้งหมด

ให้ซึกผลิตภัณฑ์ตัวอย่างใหม่ โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 2 ม้วนหรือแผ่นต่อทุกผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ได้นำออกจากรุ่น สำหรับการทดสอบสมบัติทางกล รูปร่าง มิติ ลักษณะทั่วไป เครื่องหมายและฉลาก ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5.2 ข้อ 5.3 ข้อ 5.4 ข้อ 5.6 ข้อ 5.7 ข้อ 6. และ ข้อ 7. ทุกรายการ จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

เหล็กแผ่นทุกรุ่นต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามข้อ ก.3.1 หรือ ข้อ ก.3.1 ประกอบกับ ข้อ ก.3.2.1 หรือ ข้อ ก.3.1 ประกอบกับ ข้อ ก.3.2.2 (1) หรือข้อ ก.3.2.2 (2) แล้วแต่กรณี จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข.

(ข้อแนะนำ)

การตัดโค้ง

(ข้อ 4.4)

ข.1 การทดสอบการตัดโค้ง (เฉพาะเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพในตารางที่ 2)

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 2173 โดยเตรียมชิ้นทดสอบตามแนวการรีดความกว้าง 15 mm ถึง 50 mm ความยาวที่เหมาะสมคือประมาณ 2 เท่าของความกว้าง การทดสอบกำหนดให้มุมของการตัดโค้งเท่ากับ 180° ส่วนรัศมีภายในของการตัดโค้ง ให้เป็นไปตามตารางที่ ข.1

เมื่อทดสอบแล้ว ต้องไม่พบรอยแตกที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ตารางที่ ข.1 การตัดโค้ง

(ข้อ ข.1)

ชั้นคุณภาพ	รัศมีตัดโค้ง
CRA340	พับแนบติดกัน
CRA370	พับแนบติดกัน
CRA390	พับแนบติดกัน
CRA440	พับแนบติดกัน
CRA490	พับแนบติดกัน
CRA540	0.5 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ
CRA590	1.0 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ
CRA490L	พับแนบติดกัน
CRA540L	0.5 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ
CRA590L	1.0 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ
CRA780L	3.0 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ
CRA980L	4.0 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ
CRA340BH	พับแนบติดกัน

ภาคผนวก ค.

(ข้อแนะนำ)

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาแบบเข็มงวด เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างแบบเข็มงวด เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวแบบเข็มงวด ระยะเบี่ยงเบนของความราบแบบเข็มงวด และความไม่ได้ฉาก (ข้อ 5.3.2 ข้อ 5.4.2 ข้อ 5.5 ข้อ 5.7.2 และข้อ 5.8)

ค.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาแบบเข็มงวด

เหล็กแผ่นที่ต้องการเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาแบบเข็มงวด ให้เป็นไปตามตารางที่ ค.1 วิธีการวัดและการรายงานผล ให้เป็นไปตามข้อ 5.3.1 โดยใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 0.001 mm

ตารางที่ ค.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาแบบเข็มงวด (ข้อ ค.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความต้านแรงดึงกำหนด R_m ต่ำสุด MPa	ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน				
		ความกว้าง				
		น้อยกว่า 630	630 ถึงน้อยกว่า 1 000	1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	1 250 ถึงน้อยกว่า 1 600	1 600 ขึ้นไป
ไม่เกิน 270	0.30 ถึงน้อยกว่า 0.40	± 0.030	± 0.030	± 0.030	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
	0.40 ถึงน้อยกว่า 0.60	± 0.035	± 0.035	± 0.040	± 0.045	± 0.050
	0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80	± 0.040	± 0.040	± 0.045	± 0.050	± 0.055
	0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00	± 0.040	± 0.040	± 0.045	± 0.050	± 0.055
	1.00 ถึงน้อยกว่า 1.25	± 0.050	± 0.050	± 0.055	± 0.060	± 0.065
	1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60	± 0.060	± 0.060	± 0.065	± 0.070	± 0.075
	1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00	± 0.070	± 0.070	± 0.080	± 0.085	± 0.090
	2.00 ถึงน้อยกว่า 2.50	± 0.075	± 0.075	± 0.085	± 0.090	± 0.095
2.50 ถึง 3.20	± 0.090	± 0.090	± 0.100	± 0.100	± 0.110	
มากกว่า 270 ถึงน้อยกว่า 780	0.40 ถึงน้อยกว่า 0.60	± 0.040	± 0.040	± 0.040	± 0.060	± 0.060
	0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80	± 0.050	± 0.050	± 0.050	± 0.060	± 0.060
	0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00	± 0.060	± 0.060	± 0.060	± 0.070	± 0.080
	1.00 ถึงน้อยกว่า 1.25	± 0.060	± 0.060	± 0.070	± 0.080	± 0.100
	1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60	± 0.070	± 0.080	± 0.090	± 0.100	± 0.110
	1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00	± 0.080	± 0.090	± 0.100	± 0.110	± 0.130
	2.00 ถึงน้อยกว่า 2.50	± 0.100	± 0.100	± 0.110	± 0.130	± 0.140
	2.50 ถึง 3.20	± 0.110	± 0.120	± 0.130	± 0.140	± 0.170
780 ขึ้นไป	0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80		± 0.060		± 0.070	ไม่กำหนด
	0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00		± 0.070		± 0.080	ไม่กำหนด
	1.00 ถึงน้อยกว่า 1.25		± 0.090		± 0.100	ไม่กำหนด
	1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60		± 0.100		± 0.110	ไม่กำหนด
	1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00		± 0.120		± 0.130	ไม่กำหนด
	2.00 ถึง 2.30		± 0.130		± 0.140	ไม่กำหนด

ค.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างแบบเข็มวงวัด

เหล็กแผ่นที่ต้องการเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างแบบเข็มวงวัดให้เป็นไปตามตารางที่ ค.2 วิธีการวัดและการรายงานผลให้เป็นไปตามข้อ 5.4.1 โดยใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 0.5 mm

ตารางที่ ค.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างแบบเข็มวงวัด
(ข้อ ค.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
น้อยกว่า 600	ไม่กำหนด
600 ถึงน้อยกว่า 1 250	+ 3 0
1 250 ขึ้นไป	+ 4 0

ค.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

ให้เป็นไปตามตารางที่ ค.3 ให้วัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบประมาณ 100 mm ทั้ง 2 ข้าง แล้วรายงานผลเป็นค่าต่ำสุด โดยใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 1 mm

ตารางที่ ค.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวของเหล็กแผ่นตัด
(ข้อ ค.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความยาว	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
น้อยกว่า 2 000	+ 10 0
2 000 ถึงน้อยกว่า 3 000	+ 15 0
3 000 ถึงน้อยกว่า 4 000	+ 15 0
4 000 ถึงน้อยกว่า 6 000	+ 20 0

ค.4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวแบบเข็มวงวัด (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

เหล็กแผ่นตัดที่ต้องการเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวแบบเข็มวงวัดให้เป็นไปตามตารางที่ ค.4 ให้วัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบประมาณ 100 mm ทั้ง 2 ข้าง แล้วรายงานผลเป็นค่าต่ำสุด โดยใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 1 mm

ตารางที่ ค.4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวแบบเข้มงวดของเหล็กแผ่นตัด
(ข้อ ค.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร	
ความยาว	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
น้อยกว่า 2 000	+ 4 0
2 000 ถึงน้อยกว่า 3 000	+ 6 0
3 000 ถึงน้อยกว่า 4 000	+ 8 0
4 000 ถึงน้อยกว่า 6 000	+ 10 0

ค.5 ระยะเบี่ยงเบนของความราบแบบเข้มงวด (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

เหล็กแผ่นตัดที่ต้องการระยะเบี่ยงเบนของความราบแบบเข้มงวด ต้องไม่เกินค่าตามตารางที่ ค.5 เครื่องมือวัดให้เป็นไปตามข้อ 5.7.1

ตารางที่ ค.5 ระยะเบี่ยงเบนของความราบแบบเข้มงวดของเหล็กแผ่นตัด
(ข้อ ค.5)

ความกว้าง	ระยะเบี่ยงเบนของความราบสูงสุด		
	ความต้านแรงดึงกำหนด R_m ต่ำสุด MPa		
	ไม่เกิน 440	มากกว่า 440 ถึงน้อยกว่า 780	780 ขึ้นไป
น้อยกว่า 1 000	4	4	-
1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	5	5	-
1 250 ถึงน้อยกว่า 1 600	6	6	-
1 600 ขึ้นไป	7	7	-

หมายเหตุ ระยะเบี่ยงเบนของความราบจะไม่รวมส่วนปลายม้วนที่ไม่สมบูรณ์

ค.6 ความไม่ได้ฉาก (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

ต้องไม่เกิน 1.0% ของความกว้างที่วัดได้เมื่อใช้วิธีแบบตั้งฉาก (ดูรูปที่ ค.1) หรือ ไม่เกิน 0.7% ของความกว้างที่วัดได้เมื่อใช้วิธีแบบเส้นทแยงมุม (ดูรูปที่ ค.2) กรณีที่มีข้อโต้แย้ง ให้ใช้วิธีแบบตั้งฉาก

ใช้เครื่องมือวัดที่อ่านค่าได้ละเอียดอย่างน้อย 1 mm

ค.6.1 วิธีแบบตั้งฉาก

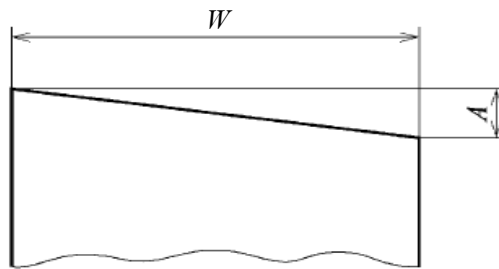
วัดความยาวระหว่างเส้นตั้งฉากที่ลากจากขอบด้านหนึ่งกับขอบอีกด้านหนึ่งของแผ่นเหล็ก (ดูรูปที่ ค.1) นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาความไม่ได้ฉากเป็นร้อยละจากสมการ (ค.1)

$$u = \frac{A}{W} \cdot 100 \quad (\text{ค.1})$$

u คือ ความไม่ตรงฉากของเหล็กแผ่น เป็นร้อยละ

A คือ ความไม่ตรงฉากของเหล็กแผ่น เป็นมิลลิเมตร

W คือ ความกว้างที่วัดได้ของเหล็กแผ่น เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ ค.1 การวัดความไม่ตรงฉาก แบบตั้งฉาก
(ข้อ ค.6.1)

ค.6.2 วิธีแบบเส้นทแยงมุม

วัดเส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้นของเหล็กแผ่น (ดูรูปที่ ค.2) นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาความไม่ตรงฉากเป็นร้อยละจากสมการ (ค.2)

$$u = \frac{|X_1 - X_2|/2}{W} \cdot 100 \quad (\text{ค.2})$$

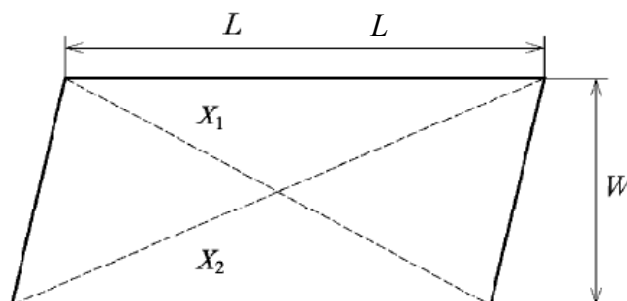
u คือ ความไม่ตรงฉากของเหล็กแผ่น เป็นร้อยละ

X_1 คือ ความยาวของเส้นทแยงมุมเส้นที่ 1 เป็นมิลลิเมตร

X_2 คือ ความยาวของเส้นทแยงมุมเส้นที่ 2 เป็นมิลลิเมตร

W คือ ความกว้างที่วัดได้ของเหล็กแผ่น เป็นมิลลิเมตร

L คือ ความยาวของเหล็กแผ่นเป็นมิลลิเมตร



รูปที่ ค.2 การวัดความไม่ตรงฉากแบบเส้นทแยงมุม
(ข้อ ค.6.2)