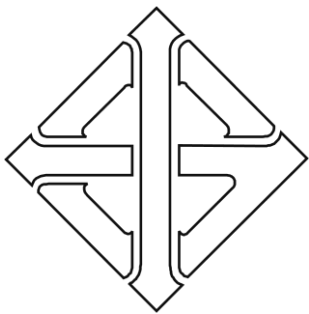




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 2228-2565

เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม 55%

ผสมสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน

HOT-DIP 55% ALUMINIUM/ZINC-COATED FLAT STEEL

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 77.140.50

ISBN

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม 55% ผสมสังกะสี
โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน

มอก. 2228-2565

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรมถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2430 6815

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม ตอนพิเศษ
วันที่ พุทธศักราช 25xx

อนุกรรมการวิชาการรายสาขาคณะที่ 1/4

เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี

อนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 1/4 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี ได้รับการแต่งตั้งจากกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 1 เหล็กทรงแบนและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง ให้จัดทำร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบน เคลือบอะลูมิเนียม 55% ผสมสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน ดังรายชื่อต่อไปนี้

ประธานอนุกรรมการ

นายประจวบ ล่องสุวรรณ

สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

อนุกรรมการ

รองศาสตราจารย์กิจพัฒน์ ภูววรรณ

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

นางสาวกนกวรรณ แสงเกียรติยุทธ

สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางรุจิภรณ์ นาคขุนทด

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นายประทีป วงศ์บัณฑิต

นายสินธิ์ บุญสิทธิ์

กรมโยธาธิการและผังเมือง

นางสาวสุธาสินี อาทิตยเที่ยง

นายมนูญ ธีระวิภาค

สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร

นายเต็ดดวง ไชยมงคล

สมาคมอุตสาหกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และ

นายถาวร โพธิ์ชัยศรี

โทรคมนาคมไทย

นายดอกคุณ บุญเดช

สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย

นายภูวดล ก้อนทอง

นายสุชาติ พลาศศิริ

บริษัท เหล็กแผ่นเคลือบไทย จำกัด

นายวีระพล เกษมสุขไพศาล

นายศักดิ์ชัย จงศิริเลิศ

บริษัท เอ็นเอส-สยามยูไนเต็สตีล จำกัด

นายกฤษณะพงษ์ สิงห์โต

นายทรงพล กรุดพันธ์

บริษัท เจเอฟอี สตีล กัลวาไนซิง (ประเทศไทย) จำกัด

นายฉันทจิตร ถาวรบุตร

สมาคมการค้าผู้ผลิตเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี

นายเกรียงไกร กนกวิไลรัตน์

นายสุชาติ จิตต์เพียร

สมาคมเหล็กไทย

นายจิรพล ยิ่งสิทธิสวัสดิ์

อนุกรรมการและเลขานุการ

นายชัยภักดิ์ ภักธรจินดา

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม 55% ผสมสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน นี้ ได้ประกาศใช้เป็นครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียม/สังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน สำหรับงานทั่วไป งานขึ้นรูป และงานโครงสร้างทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก. 2228-2548 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 122 ตอนที่ 114 ง วันที่ 8 ธันวาคม พุทธศักราช 2548 ต่อมา ได้ประกาศยกเลิกและกำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็นเคลือบอะลูมิเนียม 55 % ผสมสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน แบบต่อเนื่องสำหรับงานทั่วไป งานขึ้นรูป และงานโครงสร้าง มาตรฐานเลขที่ มอก. 2228-2558 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 132 ตอนพิเศษ-234 ง วันที่ 1 ตุลาคม พุทธศักราช 2558 และประกาศแก้ไขเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นเคลือบอะลูมิเนียม 55 % ผสมสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน แบบต่อเนื่อง ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 134 ตอนพิเศษ 111 ง วันที่ 21 เมษายน พุทธศักราช 2560 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรที่จะแก้ไขปรับปรุงในสาระสำคัญของมาตรฐาน เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยี รวมทั้งการทำและการใช้ภายในประเทศมากยิ่งขึ้น จึงได้แก้ไขปรับปรุง โดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

AS 1397-2011	Continuous hot-dip metallic coated steel sheet and strip – coatings of zinc and zinc alloyed with aluminium and magnesium
AS/NZS 1365: 1996	Tolerances for flat-rolled steel products
ISO 14284: 1996	Steel and iron – Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition
ISO 17925: 2004	Zinc and/or aluminium based coatings on steel - Determination of coating mass per unit area and chemical composition - Gravimetry, inductively coupled plasma atomic emission spectrometry and flame atomic absorption spectrometry
ISO 1460: 1992	Metallic coatings-Hot dip galvanized coatings on ferrous materials Gravimetric determination of the mass per unit area
JIS G 0320: 2009	Standard test method for heat analysis of steel products
JIS G 0320: 2009/ AMENDMENT 1: 2015	Standard test method for heat analysis of steel products (Amendment 1)
JIS G 0320: 2009/ AMENDMENT 2: 2017	Standard test method for heat analysis of steel products (Amendment 2)
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 3321: 2019	Hot-dip 55% aluminium-zinc alloy-coated steel sheet and strip
JIS Z 8401: 2019	Rounding of numbers
มอก. 2172 เล่ม 1-2556	วัสดุโลหะ - การทดสอบแรงดึง - เล่ม 1 การทดสอบที่อุณหภูมิห้อง

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



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ (พ.ศ. ๒๕๖๓)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่องยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นเคลือบอะลูมิเนียม ๕๕% ผสมสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อนแบบต่อเนื่อง

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม ๕๕% ผสมสังกะสี

โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นเคลือบอะลูมิเนียม ๕๕% ผสมสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน มาตรฐานเลขที่ มอก. 2228-2559

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ ๔๙๗๓ (พ.ศ. ๒๕๖๐) เรื่องแก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็นเคลือบอะลูมิเนียม ๕๕% ผสมสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อนแบบต่อเนื่อง ลงวันที่ ๑๔ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม ๕๕% ผสมสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน มาตรฐานเลขที่ มอก. 2228-2565 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่กฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม ๕๕% ผสมสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 2228-2565 ใช้บังคับเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่

พ.ศ. ๒๕XX

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม 55% ผสมสังกะสี

โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะเหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน ที่ประกอบด้วยอะลูมิเนียมและสังกะสีเป็นธาตุส่วนใหญ่ของมวลเคลือบ มีความหนาาระบุไม่เกิน 4 mm และความกว้างไม่เกิน 1 500 mm
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ไม่ครอบคลุม
 - 1.2.1 เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบสังกะสีผสมโลหะอื่น ที่ได้กำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอื่นแล้ว เช่น เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบสังกะสีผสมอะลูมิเนียม 5% ถึง 13% และแมกนีเซียม 2% ถึง 4% โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน หรือเหล็กกล้าทรงแบนเคลือบสังกะสีผสมอะลูมิเนียม 0.5% ถึง 6% และแมกนีเซียม 0.4% ถึง 4% โดยกรรมวิธีจุ่มร้อน
 - 1.2.2 เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม 47% ถึง 57% ผสมแมกนีเซียม 1% ถึง 3% ซิลิคอน 1% ถึง 2% และสังกะสี โดยกรรมวิธีจุ่มร้อนแบบต่อเนื่อง
 - 1.2.3 เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบสังกะสีผสมอะลูมิเนียม 4% ถึง 5.5%

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 เหล็กกล้าทรงแบนเคลือบอะลูมิเนียม 55% ผสมสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อน ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี” หมายถึง เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อนหรือเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ที่นำมาเคลือบผิวด้วยอะลูมิเนียมผสมสังกะสีโดยกรรมวิธีจุ่มร้อนทั้ง 2 ด้าน หลังจากนั้นอาจเคลือบสารเคมี เพื่อปรับปรุงสภาพผิว
- 2.2 เหล็กแผ่นม้วนเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นม้วน” หมายถึง เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีที่หมุนพันจนเป็นม้วน (coil) หลังการเคลือบ
- 2.3 เหล็กแผ่นตัดเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นตัด” หมายถึง เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีที่มีลักษณะการส่งมอบเป็นแผ่นเรียบ ลักษณะขอบเป็นได้ทั้งขอบรีดหรือขอบตัด
- 2.4 ผิวเคลือบลายดอกปกติ (normal spangle) หมายถึง ผิวเคลือบที่เกิดจากการขยายตัวของผลึกอะลูมิเนียม และสังกะสีขณะที่เย็นตัว ซึ่งจะทำให้เกิดลายดอกที่ผิว
- 2.5 ผิวเคลือบเรียบ (smooth finish) หมายถึง ผิวเคลือบที่ได้จากการรีดปรับปรุงสภาพผิว (skin pass)

- 2.6 วัสดุพื้น หมายถึง เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อนหรือเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ก่อนนำมาเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี
- 2.7 ขอบเดิม (original edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ที่ทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น โดยไม่มีการตัดแต่งขอบทั้งก่อนและหลังการรีดเย็น และไม่มีการตัดแต่งขอบหลังการเคลือบ
- 2.8 ขอบรีด (mill edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ที่ทำจากวัสดุพื้นที่เป็นขอบรีด และไม่มีการตัดแต่งขอบหลังการเคลือบ
- 2.9 ขอบตัด (cut edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีที่ทำจากวัสดุพื้นที่เป็นขอบตัด โดยไม่มีการตัดแต่งขอบหลังการเคลือบ หรือขอบของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีผสมอะลูมิเนียมที่มีการตัดแต่งขอบหลังการเคลือบ
- หมายเหตุ** ขอบตัดอาจเรียกว่า *trimmed edge* หรือ *slit edge* หรือ *sheared edge* ก็ได้
- 2.10 ความหนาโลหะ หมายถึง ความหนาของวัสดุพื้น (base metal thickness)
- 2.11 ความหนาผลิตภัณฑ์ (product thickness) หมายถึง ความหนาของวัสดุพื้นรวมกับความหนาของมวลเคลือบ
- 2.12 มวลเคลือบ หมายถึง มวลเป็นกรัมต่อตารางเมตร (g/m^2) ของอะลูมิเนียมผสมสังกะสีที่เคลือบในพื้นที่เคลือบ ขึ้นงานบนผิววัสดุพื้นทั้ง 2 ด้าน

3. ชนิด ลักษณะขอบ และชั้นคุณภาพ

- 3.1 เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี แบ่งตามรูปร่างเป็น 2 ชนิด คือ
- 3.1.1 เหล็กแผ่นม้วน
- 3.1.2 เหล็กแผ่นตัด
- 3.2 เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี แบ่งเป็น 3 ลักษณะขอบ คือ
- 3.2.1 ขอบเดิม (เฉพาะวัสดุพื้นเป็นเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น)
- 3.2.2 ขอบรีด
- 3.2.3 ขอบตัด
- 3.3 เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี แบ่งตามการใช้งานเป็น 10 ชั้นคุณภาพ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชั้นคุณภาพ

(ข้อ 3.3)

ชั้นคุณภาพ	การใช้งาน
G1	สำหรับงานทั่วไป (commercial quality)
G2	สำหรับงานขึ้นรูป (drawing quality)
G3	สำหรับงานขึ้นรูปลึก (deep drawing quality)
G250	สำหรับงานโครงสร้าง (structural quality)
G300	
G350	
G450	
G500	
G550	
G560 ¹⁾	

หมายเหตุ ¹⁾ ชั้นคุณภาพ G560 มีความต้านแรงดึงตรงกับชั้นคุณภาพ SGLC570 ของ JIS G 3321

4. มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา

4.1.1 สำหรับเหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

4.1.2 สำหรับเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ให้เป็นไปตามตารางที่ 3

หมายเหตุ กรณีที่ไม่ลอกผิวเคลือบ การประเมินผลเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาทำโดยการนำค่าความหนาเทียบเท่าของวัสดุพื้น ซึ่งได้จากความหนาที่วัดได้จากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (ให้ได้ค่าที่มีความละเอียดถึง 0.001 mm) ลบด้วยความหนาเทียบเท่าของมวลเคลือบตามตารางที่ 13 แล้วปัดเศษให้ได้ความละเอียดถึง 0.01 mm แล้วเปรียบเทียบกับความหนาระบุวงและลบด้วยค่าเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามตารางที่ 2 และตารางที่ 3 แล้วแต่กรณี

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1.1

ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาสำหรับเหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน

(ข้อ 4.1.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนาระบุ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ไม่เกิน 1.60	± 0.16
มากกว่า 1.60 ถึง 2.00	± 0.18
มากกว่า 2.00 ถึง 2.50	± 0.19
มากกว่า 2.50 ถึง 3.00	± 0.21
มากกว่า 3.00 ถึง 4.00	± 0.23

ตารางที่ 3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาสำหรับเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น

(ข้อ 4.1.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนาระบุ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			
	ความกว้าง น้อยกว่า 600	ความกว้าง 600 ถึงน้อยกว่า 1 000	ความกว้าง 1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	ความกว้าง 1 250 ถึง 1 500
น้อยกว่า 0.25	± 0.03	± 0.03	± 0.03	-
0.25 ถึงน้อยกว่า 0.40	± 0.04	± 0.04	± 0.04	-
0.40 ถึงน้อยกว่า 0.60	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.06
0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80	± 0.06	± 0.06	± 0.06	± 0.06
0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00	± 0.06	± 0.06	± 0.07	± 0.08
1.00 ถึงน้อยกว่า 1.25	± 0.07	± 0.07	± 0.08	± 0.09
1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60	± 0.08	± 0.09	± 0.10	± 0.11
1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00	± 0.10	± 0.11	± 0.12	± 0.13
2.00 ถึงน้อยกว่า 2.50	± 0.12	± 0.13	± 0.14	± 0.15
2.50 ถึงน้อยกว่า 3.15	± 0.14	± 0.15	± 0.16	± 0.17
3.15 ถึง 4.00	± 0.16	± 0.17	± 0.19	± 0.20

4.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง ให้สัมพันธ์กับวัสดุพื้น ดังนี้

- (1) เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน ขอบรีด ให้เป็นไปตามตารางที่ 4
- (2) เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน ขอบตัด ให้เป็นไปตามตารางที่ 5
- (3) เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบเดิม ให้เป็นไปตามตารางที่ 6
- (4) เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบรีดและขอบตัด ความกว้างไม่เกิน 600 mm ให้เป็นไปตามตารางที่ 7
- (5) เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบรีดและขอบตัด ความกว้างมากกว่า 600 mm ให้เป็นไปตามตารางที่ 8
- (6) เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบรีดและขอบตัด ที่ต้องการความเข้มงวดเป็นพิเศษ แนะนำให้เป็นไปตามภาคผนวก ข. ตารางที่ ข.1

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1.2

ตารางที่ 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง (วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน ขอบรีด)

(ข้อ 4.2(1))

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
600 ถึง 1 000	+25 0
มากกว่า 1 000 ถึง 1 250	+30 0
มากกว่า 1 250 ถึง 1 500	+35 0

หมายเหตุ สำหรับความกว้างที่น้อยกว่า 600 mm ค่าที่วัดได้ ต้องไม่น้อยกว่าความกว้างระบุ ส่วนค่าบวกให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ทำ

ตารางที่ 5 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง (วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน ขอบตัด)

(ข้อ 4.2(2))

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	ความหนาเรียบ	
	น้อยกว่า 3.00	3.00 ถึง 4.00
น้อยกว่า 150	+1.00 0	+1.50 0
ตั้งแต่ 150 ถึงน้อยกว่า 300	+1.50 0	+2.00 0
ตั้งแต่ 300 ถึงน้อยกว่า 450	+2.00 0	+2.50 0
ตั้งแต่ 450 ถึงน้อยกว่า 600	+2.50 0	+3.00 0
ตั้งแต่ 600 ถึงน้อยกว่า 750	+3.00 0	+3.00 0
ตั้งแต่ 750 ถึงน้อยกว่า 1 000	+4.00 0	+4.00 0
ตั้งแต่ 1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	+5.00 0	+5.00 0
ตั้งแต่ 1 250 ถึง 1 500	+6.00 0	+6.00 0

ตารางที่ 6 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง (วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบเดิม)

(ข้อ 4.2(3))

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
600 ถึง 1 000	+25 0
มากกว่า 1 000 ถึง 1 250	+30 0
มากกว่า 1 250 ถึง 1 500	+35 0

ตารางที่ 7 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง
(วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบรีดและขอบตัด ความกว้างไม่เกิน 600 mm)

(ข้อ 4.2(4))

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ไม่เกิน 150	+1.00 0
มากกว่า 150 ถึง 300	+1.50 0
มากกว่า 300 ถึง 450	+2.00 0
มากกว่า 450 ถึง 600	+2.50 0

ตารางที่ 8 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง
(วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบรีดและขอบตัด ความกว้างมากกว่า 600 mm)

(ข้อ 4.2(5))

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
+7 0

4.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว ให้สัมพันธ์กับวัสดุพื้น ดังนี้

- (1) เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน ให้เป็นไปตามตารางที่ 9
- (2) เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ให้เป็นไปตามตารางที่ 10

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1.3

ตารางที่ 9 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว (วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน แผ่นตัด)
(ข้อ 4.3(1))

หน่วยเป็นมิลลิเมตร	
ความยาว	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
น้อยกว่า 2 000	+10 0
2 000 ถึงน้อยกว่า 4 000	+15 0
4 000 ถึงน้อยกว่า 6 000	+20 0
6 000 ถึงน้อยกว่า 12 000	+30 0
12 000 ขึ้นไป	+50 0

ตารางที่ 10 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว (วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น แผ่นตัด)
(ข้อ 4.3(2))

หน่วยเป็นมิลลิเมตร	
ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว
ไม่เกิน 1.50	+7 0
มากกว่า 1.50 ถึง 4.00	+10 0

- 4.4 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า
แนะนำให้ปฏิบัติตามภาคผนวก ข. ข้อ ข.2
- 4.5 ความไม่ได้นาก (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด ขอบตัด)
แนะนำให้ปฏิบัติตามภาคผนวก ข. ข้อ ข.3

5. การทำ

- 5.1 ลักษณะผิวเคลือบสำเร็จที่เกิดจากการทำเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี เป็นข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ แบ่งเป็น 2 ประเภท แนะนำให้ใช้สัญลักษณ์ดังนี้
- 5.1.1 ผิวเคลือบลายดอกปกติ สัญลักษณ์ N
- 5.1.2 ผิวเคลือบเรียบ สัญลักษณ์ S

5.2 การปรับสภาพผิว เป็นข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ โดยเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีอาจมีการปรับสภาพผิวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำไปใช้งาน คือทนต่อการกัดกร่อนได้ดียิ่งขึ้น ป้องกันหรือลดการเกิดสนิมจากการเก็บในที่ที่มีความชื้นสูง แบ่งเป็น 4 ประเภท แนะนำให้ใช้สัญลักษณ์ดังนี้

- 5.2.1 ประเภทการเคลือบน้ำมัน สัญลักษณ์ O
- 5.2.2 ประเภทการปรับสภาพผิวทางเคมี และการเคลือบน้ำมัน สัญลักษณ์ CO
- 5.2.3 ประเภทการปรับสภาพผิวทางเคมี สัญลักษณ์ C
- 5.2.4 ประเภทไม่มีการปรับสภาพผิว สัญลักษณ์ M

6. ส่วนประกอบทางเคมี และปริมาณอะลูมิเนียมในมวลเคลือบ

6.1 ส่วนประกอบทางเคมี

ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากเบ้าหรือวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ของวัสดุพื้น ต้องไม่เกินค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 11

ข้อกำหนดทั่วไปและการชักตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ให้ปฏิบัติตาม JIS G 0404 กรณีวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ ให้เตรียมชิ้นทดสอบ (test piece) จากตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งของชิ้นทดสอบจริง

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม JIS G 0320 โดยเลือกวิธีทดสอบจากวิธีที่ระบุในมาตรฐานดังกล่าว

ตารางที่ 11 ส่วนประกอบทางเคมี

(ข้อ 6.1)

หน่วยเป็นร้อยละ

ชั้นคุณภาพ	เมื่อวิเคราะห์จากเบ้า				เมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์			
	C	Mn	P	S	C	Mn	P	S
G1	≤0.12	≤0.50	≤0.040	≤0.035	≤0.15	≤0.53	≤0.050	≤0.045
G2	≤0.10	≤0.45	≤0.030	≤0.030	≤0.13	≤0.48	≤0.040	≤0.040
G3	≤0.08	≤0.40	≤0.020	≤0.025	≤0.11	≤0.43	≤0.030	≤0.035
G250	≤0.12	≤0.50	≤0.040	≤0.035	≤0.15	≤0.53	≤0.050	≤0.045
G300 ¹⁾ G350	≤0.30	≤1.60	≤0.100	≤0.035	≤0.33	≤1.63	≤0.110	≤0.045
G450 G500 G550	≤0.20	≤1.20	≤0.040	≤0.030	≤0.23	≤1.23	≤0.050	≤0.040
G560	≤0.30	≤2.50	≤0.200	≤0.050	≤0.33	≤2.53	≤0.210	≤0.060

หมายเหตุ ¹⁾ อาจใช้เหล็กกล้าไนโตรจิไนซ์ (nitrogenized steel) สำหรับเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีผสมอะลูมิเนียม ชั้นคุณภาพ G300 ที่ความหนามากกว่า 1.00 mm

6.2 ปริมาณอะลูมิเนียมในมวลเคลือบ

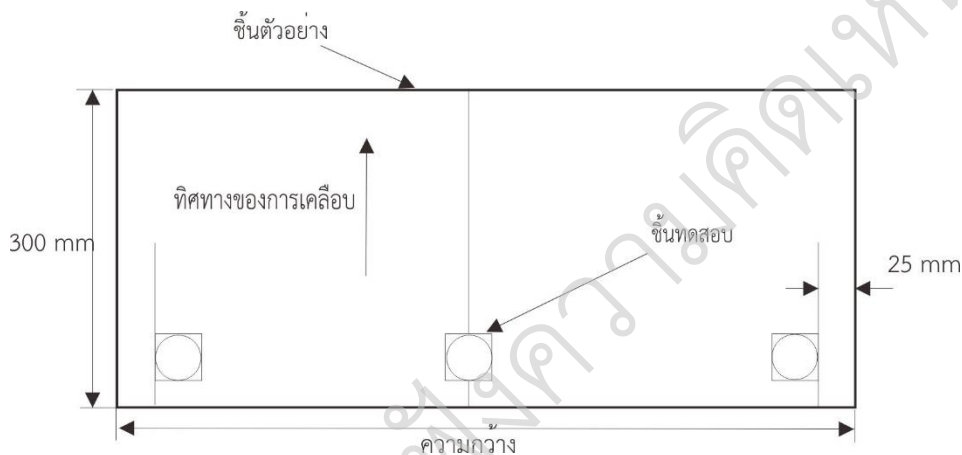
เมื่อวิเคราะห์จากผิวเคลือบของผลิตภัณฑ์ ปริมาณอะลูมิเนียมต้องมีค่าตั้งแต่ 50.0% ถึง 60.0% โดยมวล

กรณีมีการเติมซิลิคอนรวมทั้งธาตุอื่นเป็นส่วนประกอบในมวลเคลือบ ให้ผู้ทำผลิตภัณฑ์รายงานค่าปริมาณธาตุดังกล่าวในรายงานผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วย

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 17925 หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า เช่น วิธีวัดด้วยเครื่องมือเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ หรือวิธีเทเทรต ตามภาคผนวก ค. กรณีมีข้อโต้แย้งให้ปฏิบัติตาม ISO 17925

การเตรียมชิ้นทดสอบ ให้ตัดจากชิ้นตัวอย่างที่ตัดจากแผ่นม้วนหรือแผ่นตัด ความยาวไม่น้อยกว่า 300 mm และความกว้างเต็มหน้าแผ่นม้วน หรือเต็มหน้าแผ่นตัด จากนั้นตัดชิ้นทดสอบจากชิ้นตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปวงกลม จำนวน 3 ชิ้นตามตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 1 โดยพื้นที่ของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 1 900 mm² ถึง 3 500 mm² กรณีมีข้อโต้แย้ง ให้ตัดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยมีด้านแต่ละด้านเท่ากับ 50 ± 5 mm

รายงานผลทุกค่าที่วัดได้ โดยแต่ละชิ้นทดสอบ ค่าทุกค่าที่วัดได้ต้องเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด



รูปที่ 1 ชิ้นทดสอบส่วนประกอบทางเคมีในมวลเคลือบ

(ข้อ 6.2)

7. คุณลักษณะที่ต้องการ

7.1 ลักษณะทั่วไป

- 7.1.1 เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ต้องปราศจากตำหนิที่เป็นผลเสียต่อการใช้งาน อย่างไรก็ตาม เหล็กแผ่นม้วนอาจมีข้อบกพร่องได้บ้าง เนื่องจากการตรวจสอบโดยตลอดทั้งม้วน และการกำจัดส่วนที่มีข้อบกพร่องของเหล็กแผ่นม้วนโดยทั่วไปทำไม่ได้ แต่หากจำเป็นจะต้องกำจัดส่วนที่มีข้อบกพร่องข้างต้น วิธีในการกำจัดข้อบกพร่อง ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ทำ
- 7.1.2 หากมิได้ตกลงกันเป็นอย่างอื่น ข้อกำหนดที่เกี่ยวกับข้อบกพร่องที่เป็นผลเสียของเหล็กแผ่นม้วน และเหล็กแผ่นตัดที่ตัดจากเหล็กแผ่นม้วน ให้ใช้กับผิวด้านนอกของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี และให้ใช้กับผิวด้านบนของเหล็กแผ่นตัดที่ตัดจากเหล็กแผ่นม้วน
- 7.1.3 ตำหนิ ได้แก่ รู (hole) แยกชั้น (laminated) ตำหนิที่ผิว (surface flaw)

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ กรณีการควบคุมคุณภาพของโรงงานอาจใช้วิธีอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า

7.2 มวลเคลือบ

สัญลักษณ์การเคลือบและมวลเคลือบให้เป็นไปตามตารางที่ 12 ความหนาของการเคลือบที่เทียบเท่า ให้เป็นไปตามตารางที่ 13

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2

ตารางที่ 12 มวลเคลือบสำหรับเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี

(ข้อ 7.2)

หน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร

สัญลักษณ์การเคลือบ	มวลเคลือบต่ำสุด รวมทั้ง 2 ด้าน		มวลเคลือบต่ำสุด 1 ด้าน
	การทดสอบแบบ 3 จุด ¹⁾	การทดสอบแบบ 1 จุด	การทดสอบแบบ 1 จุด
AZ070	70	60	24
AZ090	90	75	30
AZ100	100	85	34
AZ120	120	102	40
AZ150	150	130	52
AZ165	165	140	56
AZ170	170	145	58
AZ185	185	160	64
AZ200	200	170	68

หมายเหตุ ¹⁾การทดสอบมวลเคลือบต่ำสุดรวม 2 ด้านแบบ 3 จุดเป็นการทดสอบแบบหาค่าเฉลี่ยซึ่งได้จากการเอาค่าที่วัดได้จากการทดสอบแบบ 1 จุด (2 ด้าน) ของชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นมารวมกันแล้วหารด้วย 3

ตารางที่ 13 ความหนาของการเคลือบที่เทียบเท่า

(ข้อ 4.1 และข้อ 7.2)

สัญลักษณ์การเคลือบ	ความหนาของการเคลือบที่เทียบเท่า mm
AZ070	0.026
AZ090	0.033
AZ100	0.037
AZ120	0.043
AZ150	0.054
AZ165	0.062
AZ170	0.062
AZ185	0.067
AZ200	0.072

- 7.3 ความเค้นครากล่าง R_{eL} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก 0.2% $R_{p0.2}$ ความต้านแรงดึง R_m และความยืด A

ให้เป็นไปตามตารางที่ 14 สำหรับเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีชั้นคุณภาพ G1 G2 และ G3 และตารางที่ 15 สำหรับชั้นคุณภาพ G250 G300 G350 G450 G500 G550 และ G560

การเตรียมชิ้นทดสอบให้ตัดตั้งฉากกับแนวการรีดสำหรับชั้นคุณภาพ G1 G2 และ G3 และให้ตัดขนานกับแนวการรีดสำหรับชั้นคุณภาพ G250 G300 G350 G450 G500 G550 และ G560

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 2172 เล่ม 1

ตารางที่ 14 ความเค้นครากล่าง R_{eL} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก 0.2% $R_{p0.2}$ ความต้านแรงดึง R_m และความยืด A ของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีชั้นคุณภาพ G1 G2 และ G3

(ข้อ 7.3)

ชั้นคุณภาพ	R_{eL} ต่ำสุด MPa	R_m ต่ำสุด MPa	A ต่ำสุด ¹⁾ %	
			ความยาวพิกัดเดิมของชิ้นทดสอบ mm	
			50	80
G1	-	-	-	-
G2	-	-	30	27
G3	-	-	35	32

หมายเหตุ ¹⁾ ทดสอบเฉพาะเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีที่มีความหนาตั้งแต่ 0.6 mm ขึ้นไป

ตารางที่ 15 ความเค้นครากล่าง R_{eL} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก 0.2% $R_{p0.2}$ ความต้านแรงดึง R_m และความยืด A ของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี

ชั้นคุณภาพ G250 G300 G350 G450 G500 G550 และ G560

(ข้อ 7.3)

ชั้นคุณภาพ	R_{eL} ต่ำสุด MPa	R_m ต่ำสุด MPa	A ต่ำสุด ²⁾ %	
			ความยาวพิกัดเดิมของชิ้นทดสอบ mm	
			50	80
G250	250	320	25	22
G300	300	340	20	18
G350	350	420	15	14
G450 ³⁾	450	480	10	9
G500 ⁴⁾	500	520	8	7
G550 ⁵⁾	550	550	2	2
G560	560	570	-	-

หมายเหตุ ¹⁾ ความเค้นคราก ในที่นี้ คือความเค้นครากล่าง (lower yield stress) กรณีความเค้นครากไม่ปรากฏชัดเจน ให้วัดความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก 0.2%

²⁾ ทดสอบเฉพาะเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีที่มีความหนาตั้งแต่ 0.6 mm ขึ้นไป

³⁾ สำหรับวัสดุพื้นผิวที่มีความหนาระบุตั้งแต่ 1.50 mm ขึ้นไป ที่ผ่านการอบอ่อนในช่วงพื้นผิว (recovery annealing) ซึ่งยังไม่เกิดการตกผลึกใหม่ (recrystallization) หลังจากการอบอ่อน

- 4) สำหรับวัสดุพื้นที่มีความหนาาระบุมากกว่า 1.00 mm แต่น้อยกว่า 1.50 mm ที่ผ่านการอบอ่อนในช่วงพื้นผิว ซึ่งยังไม่เกิดการตกผลึกใหม่หลังจากการอบอ่อน
- 5) สำหรับวัสดุพื้นที่มีความหนาาระบุน้อยกว่า 1.00 mm ที่ผ่านการอบอ่อนในช่วงพื้นผิว ซึ่งยังไม่เกิดการตกผลึกใหม่หลังจากการอบอ่อน โดยใช้ค่าความเค้นคราก ที่ 0.2% ของความเค้นพิสูจน์ และความต้านแรงดึง ในการทดสอบ

7.4 การติดยึดของผิวเคลือบโดยการตัดโค้ง

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.3 แล้ว ที่ผิวเคลือบตรงส่วนโค้งด้านนอกของชิ้นทดสอบต้องไม่ลอก ยกเว้นบริเวณที่ห่างจากขอบด้านยาวข้างละ 7 mm

7.5 ระยะเบี่ยงเบนของความราบ (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด)

เมื่อวางตัวอย่างเหล็กแผ่นตัดในแนวราบตามปกติแล้ว ระยะเบี่ยงเบนของความราบต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดตามตารางที่ 16 กรณีวัสดุพื้นเป็นเหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน และตามตารางที่ 17 กรณีวัสดุพื้นเป็นเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4

ตารางที่ 16 ระยะเบี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นตัด

กรณีวัสดุพื้นเป็นเหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน

(ข้อ 7.5)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนาอะลูมิเนียม	ระยะห่างปลายทั้งสองข้างของแนวที่โก่ง	ระยะเบี่ยงเบนของความราบสูงสุด
ไม่เกิน 2	ไม่เกิน 500	10
	มากกว่า 500 ถึง 750	15
	มากกว่า 750 ถึง 1 000	20
	มากกว่า 1 000 ถึง 1 500	25
มากกว่า 2 ถึง 4	ไม่เกิน 500	8
	มากกว่า 500 ถึง 750	12
	มากกว่า 750 ถึง 1 000	15
	มากกว่า 1 000 ถึง 1 500	20

ตารางที่ 17 ระยะเบี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นตัด

กรณีวัสดุพื้นเป็นเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น

(ข้อ 7.5)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ระยะห่างปลายทั้งสองข้างของแนวที่โก่ง	ระยะเบี่ยงเบนของความราบ สูงสุด
ไม่เกิน 500	5
มากกว่า 500 ถึง 750	7
มากกว่า 750 ถึง 1 000	10
มากกว่า 1 000 ถึง 1 500	15

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่ม้วนของเหล็กแผ่นม้วนทุกม้วน และที่มัดของเหล็กแผ่นตัดทุกมัด อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดดังต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน ไม่ลบเลือนหรือหลุดลอกง่าย

- (1) ชนิด ลักษณะขอบ ชั้นคุณภาพ สัญลักษณ์การเคลือบ ลักษณะผิวเคลือบ การปรับสภาพผิว เช่น เหล็กแผ่นม้วน ขอบตัด G2AZ150NC
- (2) ความหนา $\times$ ความกว้าง $\times$ ความยาว เป็น มิลลิเมตร $\times$ มิลลิเมตร $\times$ มิลลิเมตร กรณีเป็นม้วนไม่ต้องระบุความยาว
- (3) จำนวนแผ่นในมัด (กรณีเหล็กแผ่นตัด) หรือมวลเป็นกิโลกรัม (กรณีเหล็กแผ่นม้วน)
- (4) วันเดือนปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
- (5) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- (6) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

9.1 แนะนำให้เป็นไปตาม ภาคผนวก ก. สำหรับการตรวจสอบเพื่อการอนุญาตและการติดตามผล

สำหรับระบบควบคุมคุณภาพของผู้ทำ อาจกำหนดเกณฑ์ที่แตกต่างจากที่กำหนดไว้ในภาคผนวก ก. ได้ เพื่อให้มั่นใจว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสอดคล้องกับข้อกำหนดในมาตรฐานนี้

10. การทดสอบ

10.1 มิติ

10.1.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา

10.1.1.1 วิธีวัด

(1) เหล็กแผ่นม้วน

กรณีขอบรีดวัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 25 mm จากขอบข้างทั้งสอง กรณีขอบตัดวัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 10 mm จากขอบข้างทั้งสองโดยวัดอย่างน้อย 3 จุดจากภาคตัดขวางที่ตั้งฉากกับทิศทางการรีด ที่กึ่งกลางของความกว้างและขอบแต่ละด้านที่กล่าวมาข้างต้น

(2) เหล็กแผ่นตัด

กรณีขอบรีดวัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 25 mm จากขอบทุกด้านกรณีขอบตัดวัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 10 mm จากขอบทุกด้าน กรณีขอบรีดวัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 25 mm กรณีขอบตัดวัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 10 mm โดยวัดอย่างน้อย 3 จุดจากภาคตัดขวางที่ตั้งฉากกับทิศทางการรีด ที่กึ่งกลางของความกว้างและขอบแต่ละด้านที่กล่าวมาข้างต้นโดยวัดทั้ง 2 ปลาย

10.1.1.2 การรายงานผล

ให้รายงานผลค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด เป็นมิลลิเมตร

10.1.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

10.1.2.1 วิธีวัด

วัดความกว้างที่ตำแหน่งห่างจากปลายประมาณ 100 mm ทั้ง 2 ปลายสำหรับเหล็กแผ่นตัด และตำแหน่งที่ 1 ห่างจากปลายม้วนประมาณ 100 mm และตำแหน่งที่ 2 ห่างจากตำแหน่งที่ 1 ไม่น้อยกว่า 1 000 mm สำหรับเหล็กแผ่นม้วน

10.1.2.2 การรายงานผล

ให้รายงานผลทุกค่า เป็นมิลลิเมตร

10.1.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว

10.1.3.1 วิธีวัด

วัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบประมาณ 100 mm ทั้ง 2 ข้าง

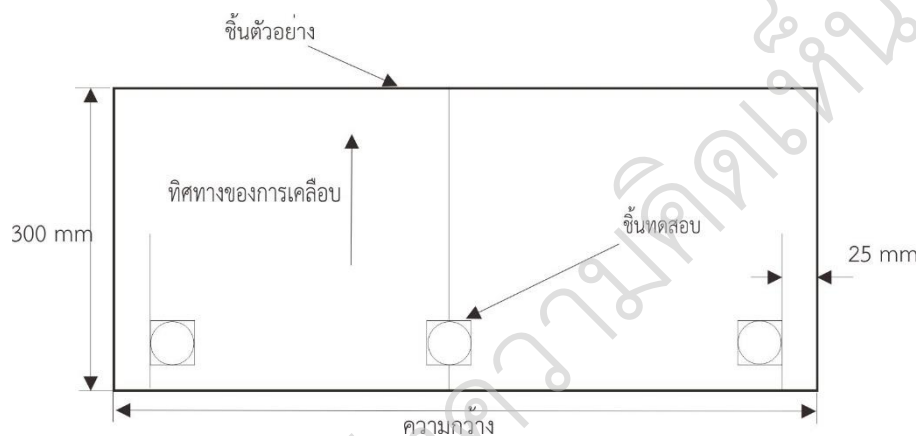
10.1.3.2 การรายงานผล

รายงานผลทุกค่า เป็นมิลลิเมตร

10.2 มวลเคลือบ

10.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นตัวอย่างจากเหล็กแผ่นม้วนหรือจากเหล็กแผ่นตัด ความยาวไม่น้อยกว่า 300 mm และความกว้างเต็มหน้าแผ่นม้วน หรือเต็มหน้าแผ่นตัด หลังจากนั้นตัดชิ้นทดสอบจากชิ้นตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปวงกลม จำนวน 3 ชิ้นตามตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 2 โดยชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 2 000 mm² สำหรับการหามวลเคลือบด้วยสารละลาย และขนาดตั้งแต่ 314 mm² ถึง 2 581 mm² สำหรับการหามวลเคลือบด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์



รูปที่ 2 ตำแหน่งของชิ้นทดสอบ

(ข้อ 10.2.1)

10.2.2 วิธีทดสอบ

10.2.2.1 การหามวลเคลือบด้วยสารละลาย

- 1) เตรียมสารละลายโดยเติมสาร Hexamethylenetetramine จำนวน 3.50 g ในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.19 g/ml จำนวน 500 ml และเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาณ 1 000 ml
- 2) วัดขนาดและชั่งมวลของตัวอย่างก่อนลอกสารเคลือบ
- 3) ลอกสารเคลือบด้วยสารละลายตามข้อ 1) หลังจากนั้นทำความสะอาดชิ้นงานและทำให้แห้งสนิทแล้วชั่งมวลของตัวอย่าง
- 4) คำนวณหามวลเคลือบ จากสมการ

$$\rho_A = \frac{(m_1 - m_2)}{A} \times 10^6$$

เมื่อ ρ_A คือ มวลเคลือบ เป็นกรัมต่อตารางเมตร

m_1 คือ มวลชิ้นตัวอย่างก่อนลอกสารเคลือบ เป็นกรัม

m_2 คือ มวลชิ้นตัวอย่างหลังลอกสารเคลือบ เป็นกรัม

A คือ พื้นที่ผิวของชิ้นตัวอย่าง เป็นตารางมิลลิเมตร

หมายเหตุ

1. $A = \text{ด้าน} \times \text{ด้าน}$ หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร สำหรับชิ้นตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. $A = \pi r^2/4$ หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร สำหรับชิ้นตัวอย่างเป็นรูปวงกลม

10.2.2.2 การหามวลเคลือบด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์

วัดมวลเคลือบของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นของแต่ละด้านด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ โดยวัดเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ที่เป็นรังสีปฐมภูมิของ $\text{ZnK}\alpha$ (ความยาวคลื่น 0.143 5 nm)

10.2.3 การรายงานผล

10.2.3.1 สำหรับมวลเคลือบ 1 ด้าน

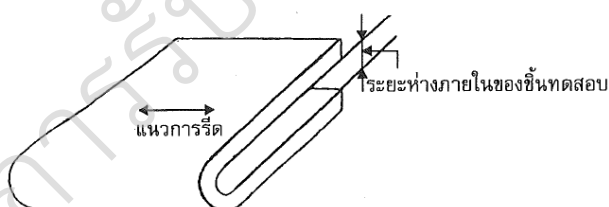
ให้รายงานค่ามวลเคลือบ 1 จุดของแต่ละด้านในแต่ละชั้น (6 ค่าจาก 3 ชั้นทดสอบ)

10.2.3.2 สำหรับมวลเคลือบ 2 ด้าน

- (1) ให้รายงานค่ามวลเคลือบ 1 จุดรวมทั้ง 2 ด้านในแต่ละชั้น (3 ค่าจาก 3 ชั้นทดสอบ)
- (2) ให้รายงานค่ามวลเคลือบเฉลี่ยของชั้นทดสอบทั้ง 3 ชั้นโดยการเอาค่าในข้อ (1) รวมกันแล้วหารด้วย 3 (1 ค่าเฉลี่ยจาก 3 ชั้นทดสอบรวมกัน)

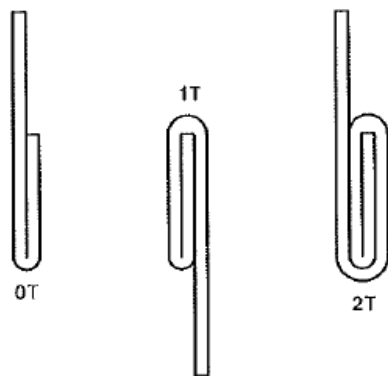
10.3 การติดแน่นของผิวเคลือบโดยการตัดโค้ง

ตัดตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี เป็นชิ้นทดสอบขนาด 70 mm x 150 mm โดยให้ด้านกว้างขนานกับแนวการรีด (rolling direction) ตัดโค้งโดยมีระยะห่างภายในของชิ้นทดสอบและมุมตัดโค้งไม่เกินตามที่กำหนดดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 และดังตารางที่ 18 และตารางที่ 19



รูปที่ 3 การติดแน่นของผิวเคลือบโดยการตัดโค้ง

(ข้อ 10.3)



รูปที่ 4 การดัดแน่นของผิวเคลือบโดยการดัดโค้ง (ภาพตัดขวาง)

(ข้อ 10.3)

ตารางที่ 18 การดัดแน่นของผิวเคลือบโดยการดัดโค้งสำหรับเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี

ชั้นคุณภาพ G1 G2 และ G3

(ข้อ 10.3)

ชั้นคุณภาพ	ระยะห่างภายในของชั้นทดสอบ
G1	พับแนบติดกัน (0T)
G2	
G3	

ตารางที่ 19 การติดยึดของผิวเคลือบโดยการตัดโค้งสำหรับเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี
ชั้นคุณภาพ G250 G300 G350 G450 G500 G550 และ G560

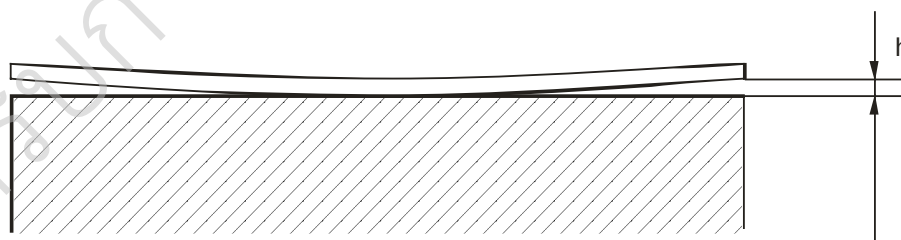
(ข้อ 10.3)

หน่วยเป็นองศา			
ชั้นคุณภาพ	สัญลักษณ์ของการเคลือบ	ระยะห่างภายในของชั้นทดสอบ	มุมตัดโค้ง
G250	AZ070	พับแนบติดกัน(0T)	180
	AZ090		
	AZ100		
	AZ120		
	AZ150		
	AZ165	1 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ(1T)	
	AZ170		
	AZ185		
AZ200			
G300	ทุกสัญลักษณ์	1 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ (1T)	
G350		1 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ (1T)	
G450		2 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ (2T)	
G500		2 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ (2T)	
G550		2 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ (2T)	
G560		2 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ (2T)	

10.4 ระยะเบี่ยงเบนของความราบ

10.4.1 วิธีวัด

วางตัวอย่างเหล็กแผ่นตัดภายใต้น้ำหนักของตัวเองบนพื้นเรียบในแนวราบ หาค่าระยะห่างสูงสุดระหว่างพื้นผิวด้านล่างของแผ่นตัวอย่างกับพื้นราบ (h) โดยใช้ความยาวเต็มแผ่นแต่ไม่เกิน 2 000 mm อ่านค่าให้ละเอียดถึง 0.5 mm เป็น ระยะเบี่ยงเบนของความราบ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การวัดระยะเบี่ยงเบนของความราบ

(ข้อ 10.4.1)

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างเกณฑ์ตัดสิน

(ให้ไว้เป็นข้อเสนอแนะ)

(ข้อ 9.1)

- ก.1 รุน ในที่นี้ หมายถึง เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีชนิด ลักษณะขอบ ชั้นคุณภาพ ความหนา ลักษณะผิวเคลือบ การปรับสภาพผิว และมวลเคลือบเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบ หรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลาก ของเหล็กแผ่นม้วน
- ก.2.1.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นม้วน โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1
- ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 4.2 ข้อ 7.1 และข้อ 8.1 ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นม้วนรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลาก ของเหล็กแผ่นม้วน

(ข้อ ก.2.1.1)

ขนาดรุ่น ตัน	ขนาดตัวอย่าง ม้วน	เลขจำนวนที่ยอมรับ ม้วน
ไม่เกิน 50	1	0
มากกว่า 50 แต่ไม่เกิน 200	3	0
มากกว่า 200	5	0

หมายเหตุ การทดสอบมิติให้วัดห่างจากต้นม้วนไม่น้อยกว่า 500 mm

- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว ลักษณะทั่วไป ระยะเปียงเบนของความราบ และเครื่องหมายและฉลาก ของเหล็กแผ่นตัด
- ก.2.2.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นตัด โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.2
- ก.2.2.2 จำนวนตัวอย่างทุกตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 4.2 ข้อ 4.3 ข้อ 7.1 ข้อ 7.5 และข้อ 8.1 ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.2 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นตัดรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.2 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา
เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว ลักษณะทั่วไป
ระยะเบี่ยงเบนของความราบ และเครื่องหมายและฉลาก ของเหล็กแผ่นตัด

(ข้อ ก.2.2.1)

ขนาดรุ่น ตัน	ขนาดตัวอย่าง แผ่น	เลขจำนวนที่ยอมรับ แผ่น
ไม่เกิน 5	1	0
มากกว่า 5 แต่ไม่เกิน 20	3	0
มากกว่า 20	5	0

ก.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบส่วนประกอบทางเคมี

- ก.2.3.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ ก.2.1.2 หรือ ก.2.2.2 แล้ว จำนวน 3 ตัวอย่าง
- ก.2.3.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.1 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบปริมาณอะลูมิเนียมในมวลเคลือบ

- ก.2.4.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ ก.2.1.2 หรือ ก.2.2.2 แล้ว จำนวน 3 ตัวอย่าง
- ก.2.4.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.4.3 หากผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ยอมให้ทดสอบซ้ำได้อีกครั้ง โดยตัดชิ้นทดสอบจาก ชิ้นตัวอย่างเดิม หรือจากแผ่นม้วนหรือแผ่นตัดเดิม ผลการทดสอบทุกค่าต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.5 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความเค้นครากล่าง R_{eL} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก 0.2% $R_{p0.2}$ ความต้านแรงดึง R_m และความยืด A และการติดแน่นของผิวเคลือบโดยการดัดโค้ง

- ก.2.5.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ ก.2.1.2 หรือ ก.2.2.2 แล้ว จำนวน 3 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีปริมาณเพียงพอที่จะทำเป็นชิ้นทดสอบ ความเค้นครากล่าง R_{eL} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก 0.2% $R_{p0.2}$ ความต้านแรงดึง R_m และความยืด A และการติดแน่นของผิวเคลือบโดยการดัดโค้ง
- ก.2.5.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 7.3 และข้อ 7.4 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.6 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบมวลเคลือบ

ก.2.6.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ ก.2.1.2 หรือ ก.2.2.2 แล้ว จำนวน 3 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีปริมาณเพียงพอที่จะทำเป็นชิ้นทดสอบ มวลสารที่เคลือบ

ก.2.6.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 7.2 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสินของผลิตภัณฑ์

เหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามข้อ ก.2.1.2 หรือข้อ ก.2.2.2 ประกอบกับข้อ ก.2.3.2 ข้อ ก.2.4.3 ข้อ ก.2.5.2 และข้อ ก.2.6.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข.

มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเพิ่มเติม

(ให้ไว้เป็นข้อเสนอแนะ)

(ข้อ 4.2(6) ข้อ 4.4 และข้อ 4.5)

มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเพิ่มเติมในภาคผนวก ข. นี้ เป็นข้อตกลงพิเศษระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ

- ข.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง (วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบรีดและขอบตัด) ที่ต้องการความเข้มงวดเป็นพิเศษ

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนให้เป็นไปตามตารางที่ ข.1

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

ตารางที่ ข.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง
(วัสดุพื้นทำจากเหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น ขอบรีดและขอบตัด) ที่ต้องการความเข้มงวดเป็นพิเศษ

(ข้อ 4.2(6) และข้อ ข.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้างระบุ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			
	แผ่นม้วน			แผ่นตัด
	ความหนา น้อยกว่า 1.00	ความหนา 1.00 ถึง 3.00	ความหนา มากกว่า 3.00	
น้อยกว่า 150	+0.20 0	+0.40 0	+0.60 0	+1.00 0
ตั้งแต่ 150 ถึงน้อยกว่า 300	+0.40 0	+0.60 0	+0.80 0	+1.00 0
ตั้งแต่ 300 ถึงน้อยกว่า 450	+0.60 0	+0.80 0	+1.00 0	+1.00 0
ตั้งแต่ 450 ถึงน้อยกว่า 600	+0.80 0	+1.00 0	+1.00 0	+1.00 0
ตั้งแต่ 600 ถึงน้อยกว่า 750	+1.00 0	+1.00 0	+1.00 0	+1.00 0
ตั้งแต่ 750 ถึงน้อยกว่า 1 000	+1.50 0	+1.50 0	+1.50 0	+1.50 0
ตั้งแต่ 1 000 ถึง 1 500	+2.00 0	+2.00 0	+2.00 0	+2.00 0

- ข.2 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า
ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ ข.2

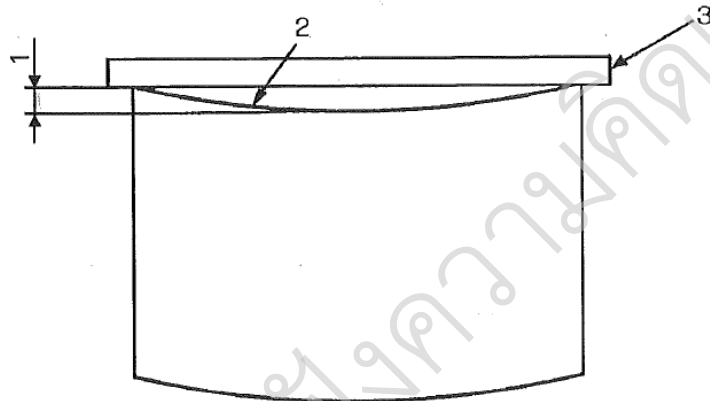
ตารางที่ ข.2 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า

(ข้อ 4.4 และข้อ ข.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน	0.4% ของความยาว
เหล็กกล้าทรงแบนรีดเย็น	0.2% ของความยาว

การวัดให้วางตัวอย่างบนพื้นเรียบในแนวราบ ใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดอย่างน้อย 0.5 mm วัดระยะเบี่ยงเบนสูงสุด (1) ของขอบโค้งที่ด้านเว้า ดังรูปที่ ข.1 แล้วรายงานค่าที่ได้จากการวัด



1. ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า
2. ขอบโค้งที่ด้านเว้า
3. ไม้วัดแบบตรง

รูปที่ ข.1 การวัดระยะเบี่ยงเบนสูงสุดของขอบโค้งที่ด้านเว้า

(ข้อ 4.4 และข้อ ข.2)

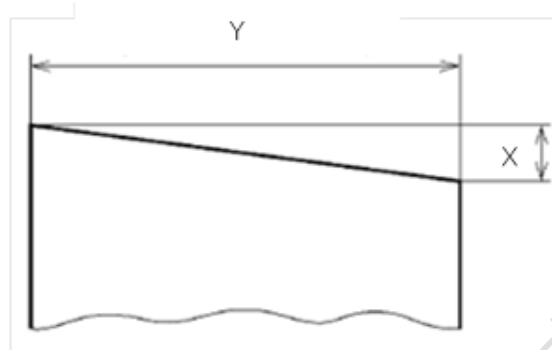
- ข.3 ความไม่ได้นაკ (เฉพาะเหล็กแผ่นตัด ขอบตัด)

ไม่เกิน 1% ของความกว้างที่วัดได้ โดยวิธีการวัดแบบตั้งฉาก หรือไม่เกิน 0.7% ของความกว้างที่วัดได้โดยการวัดแบบเส้นทแยงมุม (หากมีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีการวัดแบบตั้งฉาก)

การวัดแต่ละวิธี มีรายละเอียดดังนี้

ข.3.1 วิธีการวัดแบบตั้งฉาก

วัดความยาวระหว่างเส้นตั้งฉากที่ลากจากขอบด้านหนึ่งกับขอบของอีกด้านหนึ่งของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ตัวอย่างดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 การวัดความไม่ได้ฉากแบบตั้งฉาก

(ข้อ 4.5 และข้อ ข.3.1)

ค่าที่วัดได้ นำมาคำนวณหาค่าความไม่ได้ฉากจากสูตร

$$A = X / Y$$

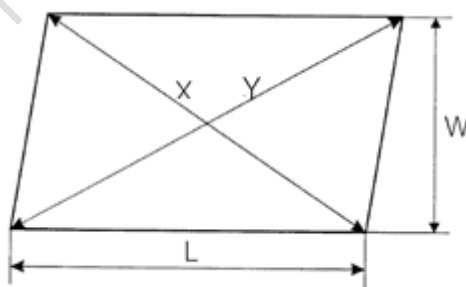
เมื่อ A คือ ความไม่ได้ฉากของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี

X คือ ความยาวระหว่างเส้นตั้งฉากที่ลากจากขอบด้านหนึ่งกับขอบของอีกด้านหนึ่งของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี เป็นมิลลิเมตร

Y คือ ความกว้างจริงที่วัดได้ของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี เป็นมิลลิเมตร

ข.3.2 วิธีการวัดแบบเส้นทแยงมุม

วัดเส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้นของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี ดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 การวัดความไม่ได้ฉากแบบเส้นทแยงมุม

(ข้อ 4.5 และข้อ ข.3.2)

ค่าที่วัดได้ นำมาคำนวณหาค่าความไม่ได้ฉากจากสูตร

$$A = \left| \frac{X - Y}{2} \right|$$

เมื่อ A คือ ความไม่ได้อากของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี

X คือ ความยาวของเส้นทแยงมุมเส้นที่ 1 เป็นมิลลิเมตร

Y คือ ความยาวของเส้นทแยงมุมเส้นที่ 2 เป็นมิลลิเมตร

L คือ ความยาวของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี เป็นมิลลิเมตร

W คือ ความกว้างของเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสี เป็นมิลลิเมตร

ภาคผนวก ค.

การหาปริมาณอะลูมิเนียมในมวลเคลือบด้วยวิธีไทเทรต

(ข้อ 6.2)

ค.1 สรุปความ

เป็นการทดสอบหาปริมาณของอะลูมิเนียมในมวลเคลือบด้วยวิธีไทเทรตแบบย้อนกลับ (back titration)

ค.2 สารละลายทดสอบ

ค.2.1 สารละลาย Inhibited hydrochloric acid

เตรียมโดยละลาย Hexamethylenetetramine 3.5 g ในกรดไฮโดรคลอริก ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 1.18 g/cm^3 [35% โดยมวล] ปริมาตร 500 ml เจือจางสารละลายด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 000 ml เพื่อใช้เป็นสารละลายลอกมวลเคลือบ

ค.2.2 สารละลาย 50% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

เตรียมโดยเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาตร 50 ml ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 50 ml

ค.2.3 สารละลาย 0.06 N EDTA disodium salt

เตรียมโดยละลาย 22.5 g ของเกลือ EDTA ด้วยน้ำกลั่น และทำปริมาตรให้เป็น 1 000 ml

ค.2.4 ไซลีนอลอเรนจ์ อินดิเคเตอร์ (Xylenol Orange indicator)

เตรียมโดยละลายไซลีนอลอเรนจ์ 0.1 g ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 50 ml

ค.2.5 สารละลายมาตรฐานซิงค์คลอไรด์ (12.12 mg/ml)

เตรียมโดยละลายผงสังกะสี ที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.9% ปริมาณ 12.12 g ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น : น้ำกลั่น 1:1 ปริมาตร 100 ml แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 000 ml

ค.2.6 สารละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ (NH_4F) 160 g/l

เตรียมโดยละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ 160 g ด้วยน้ำกลั่น และทำปริมาตรให้เป็น 1 000 ml

ค.3 ขั้นตอนทดสอบ

ค.3.1 ขนาดของขั้นตอนทดสอบ

ตัดขั้นตอนทดสอบเป็นรูปวงกลมหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยพื้นที่ของขั้นตอนทดสอบแต่ละชิ้น ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง $1\,900 \text{ mm}^2$ ถึง $3\,500 \text{ mm}^2$

ค.3.2 ตำแหน่งและจำนวนของขั้นตอนทดสอบ

กรณีตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมผสมสังกะสีทำโดยกรรมวิธีจุ่มร้อนแบบต่อเนื่อง ให้เตรียมขั้นตอนทดสอบ 1 ชิ้น จากแต่ละตำแหน่ง จำนวน 3 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 1 หรือตำแหน่งที่ใกล้เคียงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ค.3.3 การทำความสะอาดชิ้นทดสอบ

ล้างคราบน้ำมันออกจากชิ้นทดสอบตามความจำเป็น ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์แล้วทำให้แห้ง ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ต้องไม่เป็นอันตรายต่อชั้นเคลือบ

ค.4 วิธีทดสอบ

- (1) นำชิ้นทดสอบทั้งหมด 3 แผ่น (กรณีมวลเคลือบน้อยให้เพิ่มจำนวนแผ่นตัวอย่าง) ไปชั่งมวลก่อนและหลังการลอกมวลเคลือบด้วยสารละลายกรด ที่ได้จากข้อ ค.2.1 บันทึกค่ามวลของมวลเคลือบที่ลอกได้ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณข้อ ค.5 โดยจะต้องมีมวลรวม 1.25 g โดยประมาณ
- (2) นำสารละลายที่ได้จากการลอกมวลเคลือบในข้อที่ (1) เติม 50% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ได้จากข้อ ค.2.2 จำนวน 5 หยด ถึง 6 หยด และนำไปต้มให้เดือด 3 min ถึง 5 min เพื่อให้ปฏิกิริยาออกซิไดส์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำไปกรองโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างตะกอนด้วยสารละลายกรดที่ได้จากข้อ ค.2.1 สลับกับน้ำที่ขจัดไอออน (DI หรือ deionized water) ครั้งละ 30 ml จำนวน 2 ครั้ง จากนั้นเจือจางด้วยน้ำที่ขจัดไอออน ในขวดวัดปริมาตรขนาด 200 ml
- (3) ปิเปตสารละลายในข้อ (2) มาจำนวน 25 ml เติมสารละลาย 0.06 N EDTA disodium Salt ที่ได้จากข้อ ค.2.3 ปริมาตร 100 ml นำไปปรับ pH ให้ได้ 5 ถึง 6 โดยใช้สาร Hexamethylenetetramine และนำไปต้มให้เดือดนาน 5 min ถึง 10 min
- (4) ทำสารละลายในข้อ (3) ให้เย็น แล้วเติมโซลีนอลออเรนจ์ อินดิเคเตอร์ ที่ได้จากข้อ ค.2.4 ปริมาตร 2 ml นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิงค์คลอไรด์ (12.12 mg/ml) ที่ได้จากข้อ ค.2.5 จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูเข้ม
- (5) เติมสารละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ ที่ได้จากข้อ ค.2.6 จำนวน 25 ml และนำไปต้มให้เดือดนาน 5 min ถึง 10 min
- (6) ทำสารละลายในข้อ (5) ให้เย็น จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิงค์คลอไรด์ (12.12 mg/ml) ที่ได้จากข้อ ค.2.5 จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูเข้ม บันทึกปริมาตรที่อ่านได้ของตัวไทเทรต (titrant) เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร (ml) เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณข้อ ค.5

ค.5 การคำนวณหาปริมาณอะลูมิเนียม Al ในมวลเคลือบ

คำนวณหาปริมาณอะลูมิเนียมเป็นร้อยละ จากสมการต่อไปนี้ ละเอียดถึงทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง

$$Al = \frac{V \times 26.98 \times 8 \times 1.212}{M \times 65.38}$$

เมื่อ

V คือ ปริมาตรของตัวไทเทรต เป็นมิลลิลิตร

M คือ มวลที่ได้จากการลอกมวลเคลือบ เป็นกรัม