

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็นเคลือบสังกะสี

โดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า คุณภาพทางการค้าและ

คุณภาพสำหรับการขึ้นรูป

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้านเดียวหรือทั้งสองด้าน โดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นแผ่นม้วน แผ่นแถบ และแผ่นตัดที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็นความหนาไม่เกิน 2.30 mm เท่านั้น หรือ อาจนำไปผ่านกระบวนการเคลือบทางเคมี การอบน้ำมัน เพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานมากขึ้น
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ไม่ครอบคลุมเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีด้านเดียวหรือทั้งสองด้าน โดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า ที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็น ที่เป็นไปตาม มอก.2140

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 เหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็นเคลือบสังกะสีโดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า (electrolytic zinc-coated reduced flat carbon steel of commercial and drawing qualities) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี” หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็น สำหรับงานทั่วไปและงานขึ้นรูป ที่นำมาเคลือบพื้นผิวเหล็กด้วยสังกะสีด้านเดียวหรือทั้งสองด้านโดยกรรมวิธีทางไฟฟ้า
- 2.2 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วน หมายถึง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีที่ทำเป็นม้วน (coil) มีความกว้างตั้งแต่ 600 mm ขึ้นไป
- 2.3 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบ หมายถึง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนตัดแบ่งตามยาว (slit coil) มีความกว้างน้อยกว่า 600 mm
- 2.4 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัด (sheet) หมายถึง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนหรือเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบ ที่ตัดแบ่งเป็นแผ่น
- 2.5 มวลสังกะสีที่เคลือบ หมายถึง มวลที่มีหน่วยเป็นกรัมของสังกะสีที่เคลือบต่อพื้นที่ผิวเหล็กแผ่น 1 m^2 ในการเคลือบสังกะสีด้านเดียว

- 2.6 ความหนาระบุ (nominal thickness) หมายถึง ความหนาที่ใช้เรียกแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็น ก่อนเคลือบสังกะสี
- 2.7 ขอบรีด (mill edge) หมายถึง ขอบแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็น ที่ไม่ตกแต่งหลังการรีด
- 2.8 ขอบตัด (trimmed edge) หมายถึง ขอบแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็น ที่ตัดขอบตามยาวหลังการรีด
- 2.9 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีที่ผ่านการยืดแบน (stretcher-levellled sheets) หมายถึง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีที่ผ่านกระบวนการแล้ว ทำให้มีความราบดีขึ้น โดยการจับยึดที่ส่วนปลายของเหล็กแผ่นทั้งสองด้านแล้วดึงยึดให้มีความราบดีขึ้น กระบวนการนี้ทำให้เกิดการคอด (necking) ทางด้านกว้างของแผ่นเหล็ก และความยาวจะเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากความกว้างเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยสามารถควบคุมได้จึงใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนค่าบวกของความกว้าง ตามตารางที่ 5 ส่วนความยาวจะเพิ่มขึ้นมาก จึงไม่สามารถใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนค่าบวกของความยาว ตามตารางที่ 8 และใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของระยะเบี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นตัดที่ผ่านการยืดแบน ตามตารางที่ 9 ซึ่งกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าเกณฑ์ทั่วไป
- 2.10 ระยะโก่งควมคุม (camber) หมายถึง ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า ที่เกิดจากการตัดขอบของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วน แผ่นแถบและแผ่นตัด

3. ชนิด ลักษณะขอบ ชั้นคุณภาพ และสัญลักษณ์

- 3.1 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี มี 3 ชนิด คือ
 - 3.1.1 แผ่นม้วน
 - 3.1.2 แผ่นแถบ
 - 3.1.3 แผ่นตัด
- 3.2 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี แบ่งตามลักษณะขอบเป็น 2 ลักษณะ คือ
 - 3.2.1 ขอบรีด
 - 3.2.2 ขอบตัด
- 3.3 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี แบ่งตามการใช้งานเป็น 5 ชั้นคุณภาพ โดยมีสัญลักษณ์ของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชั้นคุณภาพและสัญลักษณ์ของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี
(ข้อ 3.3)

ชั้นคุณภาพและสัญลักษณ์ของ เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี	การใช้งาน
SECC	งานทั่วไป (commercial quality)
SECD	งานขึ้นรูปทั่วไป (drawing quality)
SECE	งานขึ้นรูปลึก (deep drawing quality)
SECF	งานขึ้นรูปลึก ที่ประกันการไม่เกิดริ้วรอยและรอยยับในระยะเวลาหนึ่ง (deep drawing non-aging quality)
SECG	งานขึ้นรูปลึกพิเศษ ที่ประกันการไม่เกิดริ้วรอยและรอยยับในระยะเวลาหนึ่ง (extra deep drawing non-aging quality)

3.4 สัญลักษณ์ชั้นเทมเปอร์ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์ชั้นเทมเปอร์
(ข้อ 3.4)

ชั้นเทมเปอร์	สัญลักษณ์
ผ่านการอบอ่อนเป็นกระบวนการสุดท้าย	A
ชั้นเทมเปอร์มาตรฐาน	S
1/8 ของความแข็งเต็ม	8
1/4 ของความแข็งเต็ม	4
1/2 ของความแข็งเต็ม	2
ความแข็งเต็ม	1

4. มวลพื้นฐาน มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 มวลพื้นฐานของเหล็กกล้าคาร์บอนทรงแบนรีดเย็น คำนวณจากความหนาแน่นสัมพัทธ์ เท่ากับ 7.85 kg ต่อความหนา 1 mm ต่อพื้นที่ 1 m²

4.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.2.1 ความหนาระบุ

ให้เป็นไปตามตารางที่ 3 สำหรับเหล็กแผ่นที่ถูกระบุว่าต้องการเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาเป็นพิเศษ ต้องเป็นไปตามตารางที่ 4

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.1.1

ตารางที่ 3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาระบุ
(ข้อ 4.2.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนาระบุ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน				
	ความกว้าง น้อยกว่า 600	ความกว้าง 600 ถึงน้อยกว่า 1 000	ความกว้าง 1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	ความกว้าง 1 250 ถึงน้อยกว่า 1 600	ความกว้าง 1 600 ขึ้นไป
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	± 0.07
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 ถึง 2.30	± 0.12	± 0.13	± 0.14	± 0.15	± 0.17

ตารางที่ 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเป็นพิเศษของความหนาระบุ

(ข้อ 4.2.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนาระบุ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			
	ความกว้าง น้อยกว่า 160	ความกว้าง 160 ถึงน้อยกว่า 250	ความกว้าง 250 ถึงน้อยกว่า 400	ความกว้าง 400 ถึงน้อยกว่า 600
น้อยกว่า 0.10	± 0.010	± 0.020	-	-
0.10 ถึงน้อยกว่า 0.16	± 0.015	± 0.020	-	-
0.16 ถึงน้อยกว่า 0.25	± 0.020	± 0.025	± 0.030	± 0.030
0.25 ถึงน้อยกว่า 0.40	± 0.025	± 0.030	± 0.035	± 0.035
0.40 ถึงน้อยกว่า 0.60	± 0.035	± 0.040	± 0.040	± 0.040
0.60 ถึงน้อยกว่า 0.80	± 0.040	± 0.045	± 0.045	± 0.045
0.80 ถึงน้อยกว่า 1.00	± 0.04	± 0.05	± 0.05	± 0.05
1.00 ถึงน้อยกว่า 1.25	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.06
1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60	± 0.05	± 0.06	± 0.06	± 0.06
1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00	± 0.06	± 0.07	± 0.08	± 0.08
2.00 ถึง 2.30	± 0.07	± 0.08	± 0.08	± 0.09

4.2.2 ความกว้าง

- (1) เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนขอบรีด และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดขอบรีด ให้เป็นไปตามตารางที่ 5
- (2) เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนขอบตัด และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดขอบตัดที่มีความกว้างตั้งแต่ 600 mm ขึ้นไป ให้เป็นไปตามตารางที่ 6
- (3) เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบ และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดขอบตัดที่มีความกว้างน้อยกว่า 600 mm ให้เป็นไปตามตารางที่ 7

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.1.2

ตารางที่ 5 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนขอบรีด
และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดขอบรีด
(ข้อ 2.9 และข้อ 4.2.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ตั้งแต่ 600 ถึงน้อยกว่า 1 250	+ 7 0
ตั้งแต่ 1 250 ขึ้นไป	+ 10 0

ตารางที่ 6 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนขอบตัด
และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดขอบตัด
(ข้อ 4.2.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ตั้งแต่ 600 ถึงน้อยกว่า 1 250	+ 3 0
ตั้งแต่ 1 250 ถึง 1 550	+ 4 0

ตารางที่ 7 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบ
และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดขอบตัดที่มีความกว้างน้อยกว่า 600 mm
(ข้อ 4.2.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			
	ความกว้าง น้อยกว่า 160	ความกว้าง 160 ถึงน้อยกว่า 250	ความกว้าง 250 ถึงน้อยกว่า 400	ความกว้าง 400 ถึงน้อยกว่า 600
น้อยกว่า 0.60	± 0.15	± 0.20	± 0.25	± 0.30
0.60 ถึงน้อยกว่า 1.00	± 0.20	± 0.25	± 0.25	± 0.30
1.00 ถึงน้อยกว่า 1.60	± 0.20	± 0.30	± 0.30	± 0.40
1.60 ถึง 2.30	± 0.25	± 0.35	± 0.40	± 0.50

- 4.2.3 ความยาว (เฉพาะเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัด) ให้เป็นไปตามตารางที่ 8
 ถ้าต้องการเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวเป็นพิเศษ ต้องเป็นไปตามตารางที่ 9
 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.1.3

ตารางที่ 8 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาวของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัด
 (ข้อ 2.9 และข้อ 4.2.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

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

หมายเหตุ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับค่าบวกของตารางนี้ ไม่ใช้กับเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดที่ผ่านการยืดแบน (Stretcher-Levelled sheets)

ตารางที่ 9 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเป็นพิเศษของความยาวของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัด
 (ข้อ 2.9 และข้อ 4.2.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความยาว	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
น้อยกว่า 1 000	+ 3 0
ตั้งแต่ 1 000 ถึงน้อยกว่า 2 000	+ 4 0
ตั้งแต่ 2 000 ถึงน้อยกว่า 3 000	+ 6 0
ตั้งแต่ 3 000 ถึงน้อยกว่า 4 000	+ 8 0

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีต้องปราศจากข้อบกพร่อง เช่น เป็นรู เคลือบไม่ติด สนิม ที่ทำให้เกิดผลเสียหายต่อการทำผลิตภัณฑ์สำเร็จ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 สมบัติทางเคมี

5.2.1 มวลสังกะสีที่เคลือบ

ให้เป็นไปตามตารางที่ 10

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.2

ตารางที่ 10 มวลสังกะสีที่เคลือบสำหรับเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี
(ข้อ 5.2.1)

สัญลักษณ์มวลสังกะสี ที่เคลือบ (บนผิวด้านเคลือบ)	มวลสังกะสีที่เคลือบต่ำสุด (1 ด้าน) (g/m ²)	
	การเคลือบที่เท่ากัน ทั้งสองด้าน	การเคลือบ ที่ไม่เท่ากัน
ES ⁽¹⁾	-	⁽²⁾
EB	2.5	-
E8	8.5	8
E16	17	16
E24	25.5	24
E32	34	32
E40	42.5	40
(1) กรณีที่มีการเคลือบด้านเดียว สัญลักษณ์ ES หมายถึงด้านที่ไม่เคลือบสังกะสี เช่น ES/E40		
(2) มวลสังกะสีที่เคลือบต้องไม่เกิน 0.050 g/m ² ยกเว้นที่บริเวณขอบของแผ่นเหล็ก		

5.2.2 การเคลือบทางเคมีและสัญลักษณ์

ให้เป็นไปตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเคลือบทางเคมีและสัญลักษณ์

(ข้อ 5.2.2)

ประเภทของการเคลือบทางเคมี	สัญลักษณ์
การเคลือบด้วยโครเมต ⁽¹⁾	C
การเคลือบด้วยฟอสเฟต ⁽²⁾	P
การเคลือบด้วยสารเคมีที่ปราศจากองค์ประกอบของโครเมต ⁽³⁾	NC
การเคลือบด้วยฟอสเฟตที่ปราศจากองค์ประกอบของโครเมต ⁽⁴⁾	NP
ไม่มีการเคลือบด้วยสารเคมี	M

หมายเหตุ (1) การเคลือบด้วยโครเมต เพื่อทนต่อการกัดกร่อนที่ดียิ่งขึ้น

(2) การเคลือบด้วยฟอสเฟต เพื่อการเตรียมพื้นผิวสำหรับการพ่นสี และเพิ่มประสิทธิภาพการพ่นสี

(3) การเคลือบด้วยสารเคมีที่ปราศจากองค์ประกอบของโครเมต คือต้องไม่มีองค์ประกอบของเฮกซะวาเลนต์โครเมียม (hexavalent chromium)

(4) การเคลือบด้วยฟอสเฟตที่ปราศจากองค์ประกอบของโครเมต คือต้องไม่มีองค์ประกอบของเฮกซะวาเลนต์โครเมียม (hexavalent chromium)

(5) การเคลือบทางเคมีประเภทอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตารางที่ 11 ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

เช่น การเคลือบทางเคมี เพื่อป้องกันการเกิดรอยนิ้วมือและเพิ่มอายุการใช้งานของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี จะเคลือบด้วยเรซินสังเคราะห์พิเศษ

(6) ใช้สัญลักษณ์อื่นแทนสัญลักษณ์ NC และ NP ได้

5.2.3 การอาบน้ำมันและสัญลักษณ์

ให้เป็นไปตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การอาบน้ำมันและสัญลักษณ์

(ข้อ 5.2.3)

การอาบน้ำมัน	สัญลักษณ์
อาบน้ำมัน ⁽¹⁾	O ⁽²⁾
ไม่อาบน้ำมัน	X

หมายเหตุ (1) การอาบน้ำมัน เพื่อป้องกัน หรือลดการเกิดสนิมจากการเก็บในที่เปียกชื้นสูงหรือเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งาน

(2) ใช้สัญลักษณ์อื่นแทนสัญลักษณ์ O ได้ เช่น N

5.3 สมบัติทางกล

5.3.1 ความต้านแรงดึง และความยืด

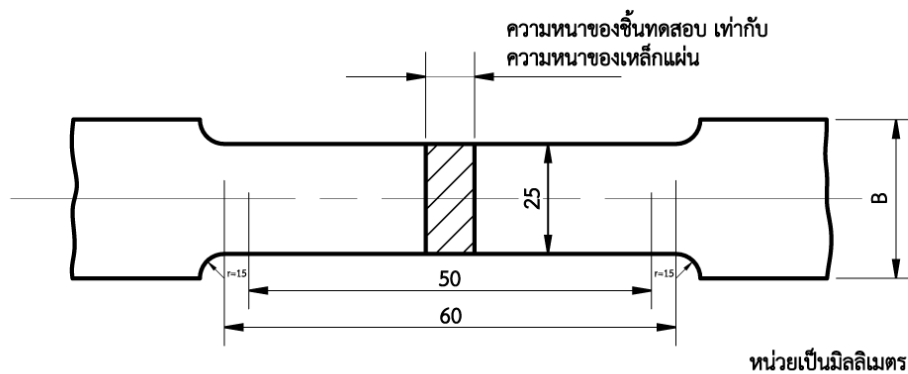
ให้เป็นไปตามตารางที่ 13

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 2172 และเตรียมชิ้นทดสอบตามรูปที่ 1 โดยตัดตามแนวรีด

ตารางที่ 13 ความต้านแรงดึง และความยืด
(ข้อ 5.3.1)

ชั้นคุณภาพ ของเหล็ก แผ่นเคลือบ สังกะสี	ความต้าน แรงดึง ต่ำสุด (MPa)	ความยืดต่ำสุด (%)					
		ความหนาระบุ					
		ความหนา ตั้งแต่ 0.25 mm ถึง น้อย กว่า 0.30 mm	ความหนา ตั้งแต่ 0.30 mm ถึง น้อย กว่า 0.40 mm	ความหนา ตั้งแต่ 0.40 mm ถึง น้อย กว่า 0.60 mm	ความหนา ตั้งแต่ 0.60 mm ถึง น้อย กว่า 1.00 mm	ความหนา ตั้งแต่ 1.00 mm ถึง น้อย กว่า 1.60 mm	ความหนา ตั้งแต่ 1.60 mm ถึง 2.30 mm
SECC	270	28	31	34	36	37	38
SECD	270	30	33	36	38	39	40
SECE	270	32	35	38	40	41	42
SECF	270	-	-	40	42	43	44
SECG	270	-	-	42	44	45	46

หมายเหตุ เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีที่มีความกว้างน้อยกว่า 30 mm ไม่ต้องหา ค่าความต้านแรงดึง และความยืด



รูปที่ 1 ชิ้นทดสอบความต้านแรงดึงและความยืด
(ข้อ 5.3.1)

- 5.3.2 ความแข็ง (เฉพาะเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีชั้นคุณภาพ SECC) ให้เป็นไปตามตารางที่ 14 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 2169 หรือ มอก. 2171

ตารางที่ 14 ความแข็ง

(ข้อ 5.3.2)

สัญลักษณ์ชั้นเทมเปอร์	ความแข็ง	
	HRB	HV
8	50 ถึง 71	95 ถึง 130
4	65 ถึง 80	115 ถึง 150
2	74 ถึง 89	135 ถึง 185
1	ไม่น้อยกว่า 85	ไม่น้อยกว่า 170

หมายเหตุ ค่า HRB (ความแข็งรอกเวลล์สเกล B) และ HV (ความแข็งวิกเกอร์ส) ให้ใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง

- 5.3.3 การตัดโค้ง

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.3 แล้ว ที่ผิวเคลือบตรงส่วนโค้งด้านนอกของชิ้นทดสอบต้องไม่ลอก ไม่มีรอยร้าวที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และบริเวณที่ห่างจากขอบด้านยาวข้างละ 7 mm เนื้อเหล็กต้องไม่เกิดรอยร้าว

- 5.4 ระยะโค้งควบคุมของขอบโค้งที่ด้านเว้า

(เฉพาะเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดขอบตัด เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนขอบตัด และเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบ) ให้เป็นไปตามตารางที่ 15

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.4

ตารางที่ 15 ระยะโค้งควบคุมของขอบโค้งที่ด้านเว้า

(ข้อ 5.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	ระยะเบี่ยงเบนสูงสุดของขอบโค้งที่ด้านเว้า		
	เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี แผ่นตัดขอบตัด ความยาวน้อยกว่า 2 000	เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี แผ่นตัดขอบตัด ความยาว 2 000 ขึ้นไป	เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี แผ่นม้วนขอบตัด และ เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี แผ่นแถบ
30 ถึงน้อยกว่า 60	8	8 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	
60 ถึงน้อยกว่า 600	4	4 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	
600 ขึ้นไป	2	2 ต่อทุก ๆ ความยาว 2 000	

5.5 ความไม่ได้นาก (เฉพาะเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัด)

ต้องไม่เกิน 1 % ของความกว้าง

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.5

5.6 ระยะเบี่ยงเบนของความราบ

เมื่อวางเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดในแนวราบตามปกติแล้ว ระยะเบี่ยงเบนความราบทั้งแบบแผ่นโค้ง (bow wave) ขอบเป็นคลื่น (edge wave) และคลื่นกลางแผ่น (central buckle) ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 16 สำหรับเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดที่ผ่านการยืดแบน (stretcher-levelled sheet) ต้องเป็นไปตามตารางที่ 17

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.6

ตารางที่ 16 ระยะเบี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัด

(ข้อ 5.6)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	แผ่น โกง	ขอบเป็นคลื่น	คลื่นกลางแผ่น
ตั้งแต่ 914 ถึงน้อยกว่า 1 000	12	8	6
ตั้งแต่ 1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	15	9	8
ตั้งแต่ 1 250 ถึงน้อยกว่า 1 600	15	11	8
1 600 ขึ้นไป	20	13	9

หมายเหตุ ตารางนี้ใช้สำหรับเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีที่ทำมาจากเหล็กแผ่นรีดเย็นสัญลักษณ์ของชั้นเทมเปอร์ S ที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 500 mm

ตารางที่ 17 ระยะเบี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดที่ผ่านการยืดแบน

(ข้อ 5.6)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

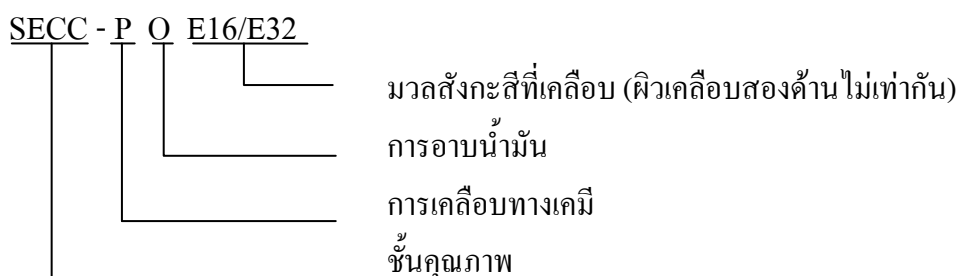
ความกว้าง	แผ่น โกง	ขอบเป็นคลื่น	คลื่นกลางแผ่น
น้อยกว่า 1 000	2	2	2
ตั้งแต่ 1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	3	2	2
ตั้งแต่ 1 250 ถึงน้อยกว่า 1 600	4	3	2
1 600 ขึ้นไป	5	4	2

หมายเหตุ ตารางนี้ใช้สำหรับเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีที่ทำมาจากเหล็กแผ่นรีดเย็นสัญลักษณ์ของชั้นเทมเปอร์ S ที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 500 mm

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ม้วนของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนและแผ่นแถบทุกม้วน และที่มัดของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดทุกมัด อย่างน้อยต้องมีตัวเลข ตัวอักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดดังต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่ลบเลือน และ/หรือหลุดลอกง่าย

- (1) สัญลักษณ์แสดงชั้นคุณภาพ การเคลือบทางเคมี การอาบน้ำมัน และมวลสังกะสีที่เคลือบ (บนผิวด้านเคลือบแต่ละด้าน) เช่น



- (2) ความหนา \times ความกว้าง \times ความยาว เป็น มิลลิเมตร \times มิลลิเมตร \times มิลลิเมตร (กรณีแผ่นม้วนหรือแผ่นแถบ ไม่ต้องระบุความยาว)
- (3) สัญลักษณ์ระบุสำหรับเหล็กแผ่นตัดที่ผ่าน หรือไม่ผ่านการยัดแบน
- (4) มวลเป็นกิโลกรัม หรือจำนวนแผ่น
- (5) เดือนปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
- (6) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- (7) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

8. การทดสอบ

8.1 มิติ

8.1.1 ความหนา

8.1.1.1 เครื่องมือ

- (1) เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วนและแผ่นตัดใช้เครื่องวัดที่ละเอียดถึง 0.005 mm
- (2) เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบ ใช้เครื่องวัดที่ละเอียดถึง 0.001 mm

8.1.1.2 วิธีวัด

ให้วัดที่ขอบทั้งสองข้างที่ตั้งฉากกับแนวรีดของชิ้นทดสอบ โดยวัดห่างจากขอบเป็นระยะไม่น้อยกว่า 15 mm และวัดอย่างน้อย 3 จุดของแต่ละขอบ

8.1.1.3 การรายงานผล

ให้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

8.1.2 ความกว้าง

8.1.2.1 เครื่องมือ

- (1) เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบและเหล็กแผ่นตัดจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบ ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 mm
- (2) เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นม้วน ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 mm

8.1.2.2 วิธีวัด

วัดความกว้างที่ตำแหน่งห่างจากปลายของชิ้นทดสอบประมาณ 100 mm ทั้ง 2 ปลาย

8.1.2.3 การรายงานผล

ให้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

8.1.3 ความยาว (เฉพาะเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัด)

วัดความยาวด้วยเครื่องวัดที่ละเอียดถึง 1 mm ที่ตำแหน่งห่างจากขอบของชิ้นทดสอบประมาณ 100 mm ทั้ง 2 ข้าง แล้วรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

8.2 มวลสังกะสีที่เคลือบ

ให้ทดสอบตามวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังต่อไปนี้

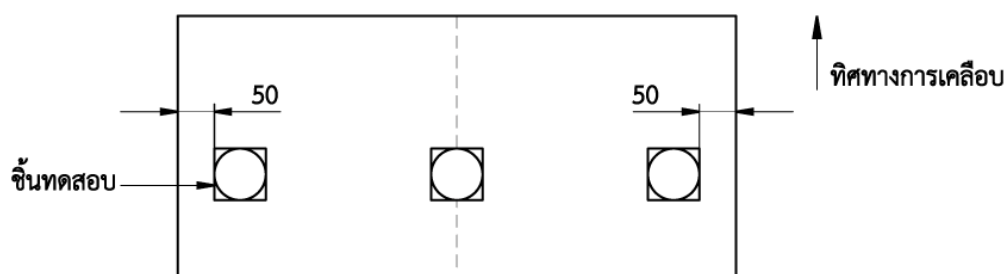
8.2.1 วิธีวัดด้วยเครื่องมือเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์

8.2.1.1 เครื่องมือ

เครื่องมือเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์

8.2.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบย่อยจากตัวอย่างแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสีให้มีรูปทรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือวงกลม ที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 314 mm^2 ถึง $2\,581 \text{ mm}^2$ จำนวน 3 ชิ้น ตามตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 2



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ตำแหน่งการตัดชิ้นทดสอบจากแผ่นตัวอย่าง

(ข้อ 8.2.1.2)

8.2.1.3 วิธีทดสอบ

หามวลของสังกะสีที่เคลือบของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นของแต่ละด้าน โดยใช้เครื่องมือเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ ที่ใช้คลื่นแสงสำหรับการวัดในระดับ $\text{ZnK}\alpha$ ซึ่งมีความยาวคลื่น 14.35 nm

8.2.1.4 การรายงานผล

รายงานค่ามวลสังกะสีที่เคลือบของแต่ละด้านเป็นค่าเฉลี่ยของชิ้นทดสอบทั้ง 3 ชิ้น

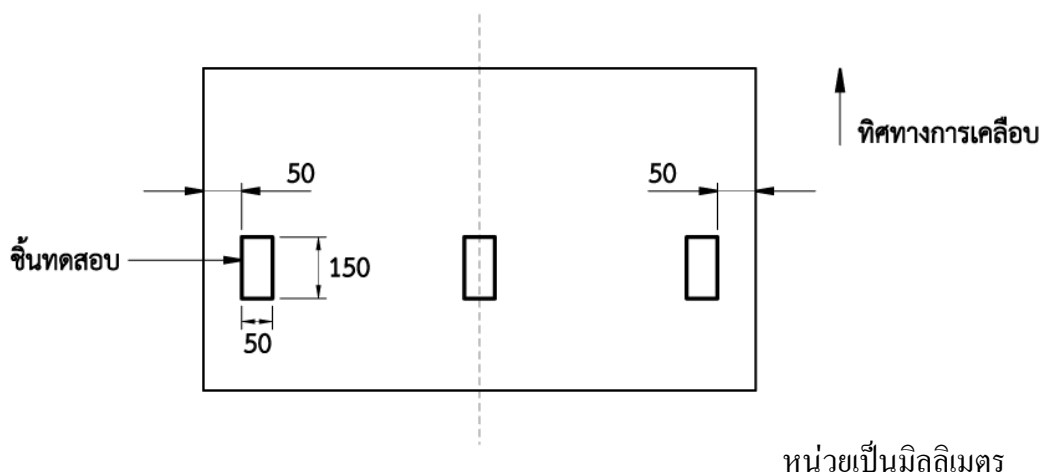
8.2.2 วิธีวัดด้วยการชั่งมวล

8.2.2.1 เครื่องมือ

- (1) เครื่องชั่งที่ละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- (2) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (1+1) เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก 1 ส่วน ละลายกับน้ำ 1 ส่วน โดยปริมาตร
- (3) เครื่องวัดมิติด้านกว้างและยาวของชิ้นทดสอบ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm

8.2.2.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบย่อยจากตัวอย่างแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสีเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 50 mm x 150 mm ตามแนวของทิศทางการเคลือบสังกะสี จำนวน 3 ชิ้น ตามตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตำแหน่งของชิ้นทดสอบ

(ข้อ 8.2.2.2)

8.2.2.3 วิธีทดสอบ

- (1) หาพื้นที่ผิวของชิ้นทดสอบ (A)
- (2) หามวลของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นโดยการชั่ง (m1)
- (3) ใช้เทปกาวยึดที่ด้านที่ไม่ได้วัด

- (4) แช่ชิ้นทดสอบในสภาพพลาสติกที่มีสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (1+1) จนสังกะสีละลายหมด โดยสังเกตจากการที่ไม่มีฟองอากาศ นำชิ้นทดสอบมาล้างด้วยน้ำและนำเทปกาออกและเป่าให้แห้ง
- (5) ชั่งชิ้นทดสอบที่ล้างแล้วอีกครั้ง (m_2)
- (6) ทำซ้ำอีก 2 ชิ้น

8.2.2.4 วิธีคำนวณ

คำนวณหามวลสังกะสีที่เคลือบ จากสูตร

$$M = \frac{m_2 - m_1}{A}$$

เมื่อ M คือ มวลสังกะสีที่เคลือบ เป็นกรัมต่อตารางเมตร

m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบก่อนแช่สารละลาย เป็นกรัม

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังแช่สารละลาย เป็นกรัม

A คือ พื้นที่ผิวของชิ้นทดสอบ เป็นตารางเมตร

8.2.2.5 การรายงานผล

รายงานค่ามวลสังกะสีที่เคลือบของแต่ละด้านเป็นค่าเฉลี่ยของชิ้นทดสอบทั้ง 3 ชิ้น

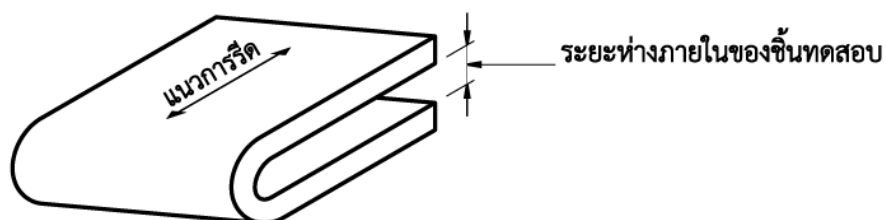
8.3 การตัดโค้ง

ตัดตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี ให้ด้านยาวขนานกับแนวการรีด (rolling direction) เป็นชิ้นทดสอบ ขนาดกว้าง 50 mm และมีความยาวเพียงพอสำหรับการทดสอบ ดัดโค้งมุม 180 องศา และปลายทั้งสองขนานกันโดยมีระยะห่างภายในของชิ้นทดสอบตามที่กำหนดในตารางที่ 18 และ ดังรูปที่ 4

ตารางที่ 18 การตัดโค้ง

(ข้อ 8.3)

ชั้นคุณภาพ	สัญลักษณ์ชั้นเทมเปอร์	ระยะห่างภายในของชั้นทดสอบ
SECC	A	พับแนบติดกัน
SECD	S	พับแนบติดกัน
SECE		
SECF		
SECG		
SECC	8	พับแนบติดกัน
	4	1 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ
	2	2 เท่าของความหนาชั้นทดสอบ



รูปที่ 4 การตัดโค้ง

(ข้อ 8.3)

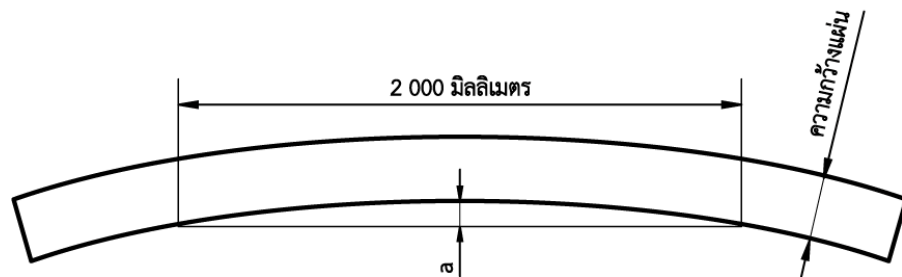
8.4 ระยะโก่งควบคุมของขอบโค้งที่ด้านเว้า

8.4.1 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นตัดขอบตัด

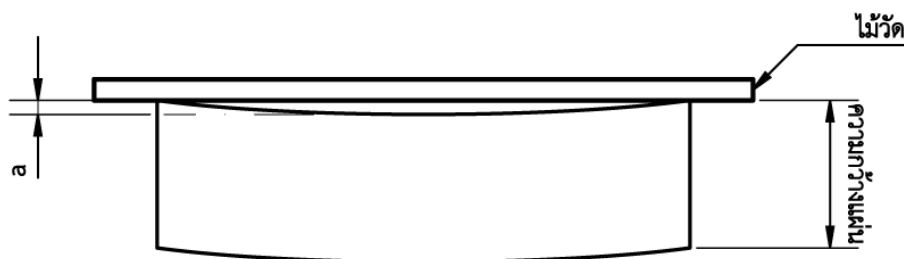
วางตัวอย่างบนพื้นเรียบในแนวราบ ใช้เครื่องวัดที่ละเอียด 0.5 mm วัดระยะโก่งสูงสุด (a) ของขอบโค้งที่ด้านเว้าโดยให้มีความยาวเส้นคอร์ดเท่ากับ 2 000 mm ดังรูปที่ 5 สำหรับแผ่นตัดขอบตัดที่มีความยาวน้อยกว่า 2 000 mm ให้ใช้ความยาวเต็มแผ่นดังรูปที่ 6

8.4.2 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี แผ่นม้วนขอบตัดและเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแผ่นแถบ

วางตัวอย่างบนพื้นเรียบในแนวราบ ใช้เครื่องวัดที่ละเอียด 0.5 mm วัดระยะโก่งสูงสุด (a) ของขอบโค้งที่ด้านเว้าโดยให้มีความยาวเส้นคอร์ดเท่ากับ 2 000 mm ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การวัดระยะโก่งสูงสุดของขอบโค้งที่ด้านเว้า
(ข้อ 8.4.1)



รูปที่ 6 การวัดระยะโก่งสูงสุดของขอบโค้งที่ด้านเว้า
(8.4.2)

8.5 ความไม่ได้นาก

ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm วัดเส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้นของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีตัวอย่างดังรูปที่ 7 ค่าที่วัดได้ นำมาคำนวณหาความไม่ได้นาก จากสูตร

$$A = 100 \times \left| \frac{X^2 - Y^2}{4LW} \right|$$

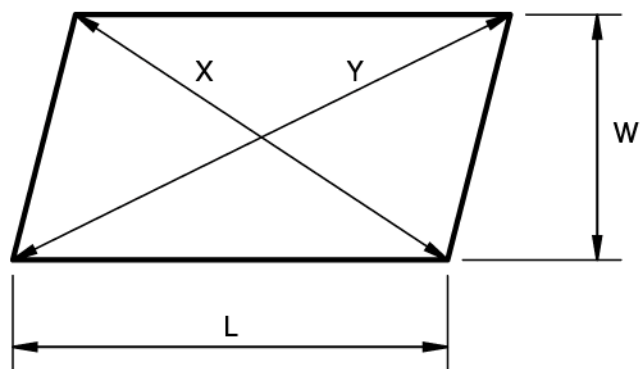
เมื่อ A คือ ความไม่ได้นาก เป็นร้อยละ

X คือ ความยาวของเส้นทแยงมุมเส้นที่ 1 เป็นมิลลิเมตร

Y คือ ความยาวของเส้นทแยงมุมเส้นที่ 2 เป็นมิลลิเมตร

L คือ ความยาวของเหล็กแผ่นตัวอย่าง เป็นมิลลิเมตร

W คือ ความกว้างของเหล็กแผ่น เป็นมิลลิเมตร



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 7 การวัดความไม่ได้นาก
(8.5)

8.6 ระยะเบี่ยงเบนของความราบ

8.6.1 เครื่องมือ

8.6.1.1 เครื่องวัดระยะที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 mm

8.6.1.2 ไม้บรรทัดเหล็กที่มีความละเอียดถึง 0.5 mm

8.6.1.3 เทเปอร์เกจที่อ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.5 mm

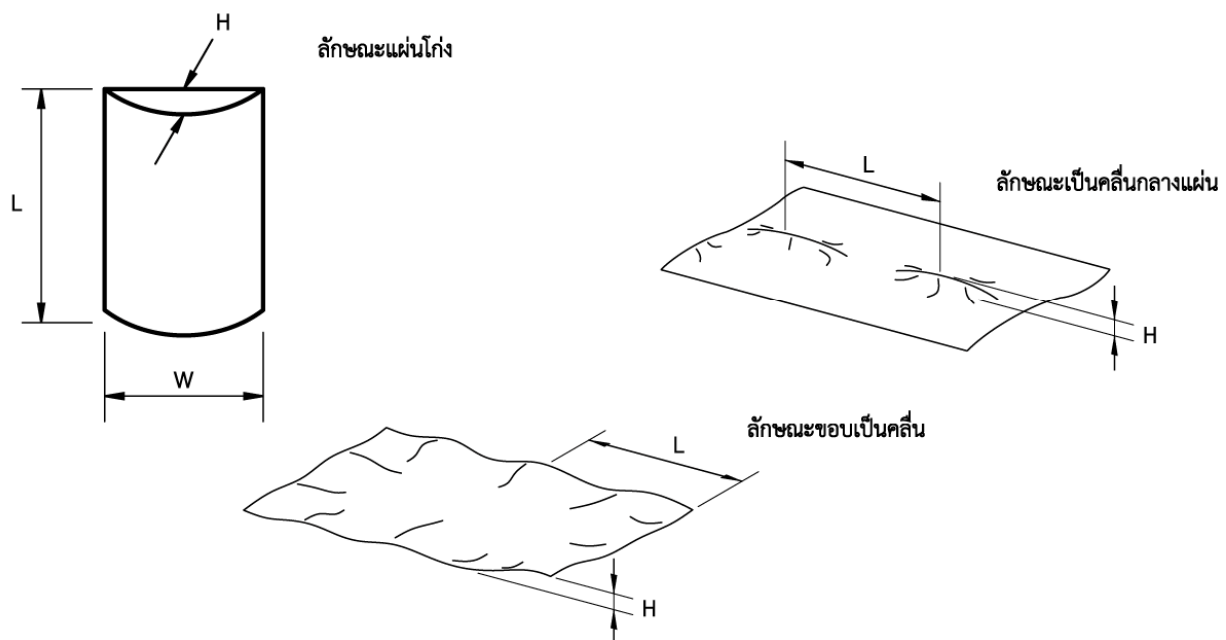
8.6.2 วิธีวัด

เตรียมชิ้นทดสอบโดยตัดตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีให้มีขนาดตามแนวความยาว (แนวลัด) เท่ากับ 800 mm ความกว้างเท่ากับความกว้างเดิมของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี ดังรูปที่ 8 แล้วนำชิ้นทดสอบมาวัดเป็น 3 กรณีดังต่อไปนี้

- (1) สำหรับลักษณะแผ่นโค้ง ยึดหรือแขวนชิ้นทดสอบให้อยู่ในแนวตั้ง (ขอบด้านยาว 800 mm ให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวของพื้นราบ) แล้ววัดระยะสูงสุด (H) ของแผ่นโค้งที่เกิดขึ้น เมื่อเทียบกับแนวเส้นตรงอ้างอิงที่ลากจากขอบด้านซ้ายของแผ่นไปยังขอบด้านขวาของแผ่น
- (2) สำหรับลักษณะเป็นคลื่นกลางแผ่น วางชิ้นทดสอบบนพื้นราบ แล้วใช้สันไม้บรรทัดเหล็กที่ตรงวางทาบให้ปลายทั้งสองไม้บรรทัดอยู่บนยอดของคลื่นที่เกิดขึ้น 2 คลื่น แล้ววัดระยะสูงสุด (H) ของคลื่นที่เกิดขึ้น
- (3) สำหรับลักษณะขอบเป็นคลื่น วางชิ้นทดสอบบนพื้นราบ แล้วใช้เทเปอร์เกจวัดระยะสูงสุด (H) ของคลื่นที่เกิดขึ้นตรงขอบของชิ้นทดสอบ

8.6.3 การรายงานผล

รายงานผลค่าที่วัดได้ทั้ง 3 กรณี



รูปที่ 8 การวัดระยะเบี่ยงเบนของความราบ
(ข้อ 8.6.2)

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 7.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี ชนิด ชั้นคุณภาพ มิติ และมวลสังกะสีที่เคลือบอย่างเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความหนา ความกว้าง ความยาว ลักษณะทั่วไป มวลสังกะสีที่เคลือบ ความต้านแรงดึงและความยืด ความแข็ง การดัดโค้ง ระยะโก่งคอบของขอบ โค้งที่ด้านเว้า ความไม่ได้นაკ ระยะเบี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี
- ก.2.1.1 ชักตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี จากรุ่นเดียวกัน โดยทุก ๆ 50 000 kg สุ่มมา 1 หน่วย (จำนวนที่น้อยกว่า 50 000 kg ให้ถือเป็น 50 000 kg) ตัดแผ่นตัวอย่างจากปลายข้างใดข้างหนึ่งของม้วนหรือแผ่นเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี ที่สุ่มเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมมุมฉากยาวประมาณ 800 mm
- ก.2.1.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.2.1 ข้อ 4.2.2 ข้อ 4.2.3 ข้อ 5.1 ข้อ 5.2.1 ข้อ 5.3.1 ข้อ 5.3.2 ข้อ 5.3.3 ข้อ 5.4 ข้อ 5.5 และข้อ 5.6 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.3 เกณฑ์ตัดสิน
- ตัวอย่างเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้