

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๔๕๔ (พ.ศ. ๒๕๕๕)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องหมายปั๊มบนพื้นทาง : หมุดสะท้อนแสง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องหมายปั๊มบนพื้นทาง : หมุดสะท้อนแสง มาตรฐานเลขที่ มอก. 2573 - 2555 ไว้ ดังมีรายการละเอียด ต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๘ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๕

หม่อมราชวงศ์พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องหมายปูมบนพื้นทาง : หมุดสะท้อนแสง

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะหมุดสะท้อนแสงที่ใช้สำหรับติดตั้งบนพื้นผิวจราจร เพื่อให้ผู้ขับขี่มองเห็นช่องทางเดินรถและแนวเส้นจราจรได้ดีในเวลากลางคืน หรือขณะหมอกลงจัด หรือขณะฝนตก
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ไม่ครอบคลุมถึงหมุดสะท้อนแสงรอบตัว 360° (องศา)

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 เครื่องหมายปูมบนพื้นทาง : หมุดสะท้อนแสง (raise pavement markers : retroreflecting road studs) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “หมุดสะท้อนแสง” หมายถึง เครื่องหมายจราจรใช้ยึดติดกับพื้นผิวของถนนเพื่อความปลอดภัย
- 2.2 สัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (coefficient of luminous intensity, R_p) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความเข้มแห่งการส่องสว่าง (I) ของส่วนสะท้อนแสงกลับในทิศทางของการวัดที่ความสว่าง (E) ที่ส่วนสะท้อนแสงในระนาบตั้งฉากกับทิศทางที่แสงตกกระทบ มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อลักซ์ (cd/lx)
หมายเหตุ ในกรณีที่สัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่างมีค่าน้อยอาจใช้หน่วย มิลลิแคนเดลาต่อลักซ์ (mcd/lx)
- 2.3 สี (color) หมายถึง ค่าของรงควัตถุ (chromaticity) ตาม CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) 1931 ในระบบมาตรฐานเทียบสี
- 2.4 มุมแสงตกกระทบ (entrance angle) หมายถึง มุมในแนวราบระหว่างทิศทางของแนวแสงตกกระทบกับแนวตั้งฉากจากผิวหน้าของแถบสะท้อนแสง
- 2.5 มุมการวัด (observation angle) หมายถึง มุมที่เกิดขึ้นระหว่างแกนการส่องสว่างกับแกนการวัด
- 2.6 การสะท้อนแสงกลับ (retroreflection) หมายถึง การสะท้อนของรังสีกลับไปทิศทางตรงข้ามที่ใกล้กับทิศทางที่มา
- 2.7 ส่วนสะท้อนแสงกลับ (retroreflective element) หมายถึง หน่วยที่เล็กที่สุดในแถบสะท้อนแสงที่ทำให้เกิดการสะท้อนแสงกลับ เช่น มุมลูกบาศก์ เกล็ดสี่เหลี่ยมสองหน้า

3. ประเภท แบบ ชนิด และสี

- 3.1 หมุดสะท้อนแสง แบ่งเป็น 2 ประเภท
 - 3.1.1 ประเภทแถบสะท้อนแสงผิวหน้าเรียบ
 - 3.1.2 ประเภทแถบสะท้อนแสงประกอบด้วยชุดเลนส์แก้ว หรือวัสดุอื่นที่คล้ายกัน
- 3.2 หมุดสะท้อนแสง แต่ละประเภทมี 3 แบบ
 - 3.2.1 หมุดสะท้อนแสงมีแถบสะท้อนแสงทางเดียว สีเดียว
 - 3.2.2 หมุดสะท้อนแสงมีแถบสะท้อนแสงสองทาง สีเดียว
 - 3.3.3 หมุดสะท้อนแสงมีแถบสะท้อนแสงสองทาง สองสี
- 3.3 หมุดสะท้อนแสง แต่ละแบบมี 2 ชนิด
 - 3.3.1 ชนิดทนการขัดถู (abrasion resistance)
 - 3.3.2 ชนิดทนแรงงอ (flexural strength)
หมายเหตุ ชนิดทนแรงงอใช้กับผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต
- 3.4 หมุดสะท้อนแสง แบ่งตามสีของแถบสะท้อนแสงเป็น 5 สี คือ สีขาว สีเหลือง สีแดง สีนํ้าเงิน และสีเขียว

4. วัสดุ มิติ และโครงสร้าง

- 4.1 วัสดุ
 - 4.1.1 ต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรง ทนต่อสารเคมี น้ำ และแสงยูวี เช่น อะลูมิเนียมเจือ (aluminium alloy) พอลิคาร์บอนเนต สำหรับแถบสะท้อนแสง ต้องทำจากวัสดุที่ทนต่อการขีดขูดสูง ทำความสะอาดได้ง่าย
 - 4.2 มิติ
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้เป็น ดังนี้
 - 4.2.1 ขนาดใหญ่
 - กว้าง (120 ± 5) mm (มิลลิเมตร) x ยาว (200 ± 5) mm x หน้า (50 ± 3) mm
 - กว้าง (100 ± 5) mm x ยาว (180 ± 5) mm x หน้า (40 ± 3) mm
 - กว้าง (100 ± 5) mm x ยาว (220 ± 5) mm x หน้า (30 ± 3) mm
 - 4.2.2 ขนาดเล็ก
 - กว้าง (100 ± 5) mm x ยาว (100 ± 5) mm x หน้า (20 ± 3) mm
- หมายเหตุ* รูปร่างหมุดที่มีส่วนโค้ง การวัดความกว้าง ความยาว ให้วัดจากมุมของฐานเป็นฉาก ส่วนความหนาให้วัดส่วนที่หนาที่สุด

4.3 โครงสร้างหมุดสะท้อนแสง ดังแสดงในภาคผนวก ก.

4.3.1 มุมระหว่างผิวหน้ากับฐานต้องไม่เกิน 45° ในกรณีที่เกิน 45° ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ทำ

การทดสอบให้ทำโดยการวัดด้วยเครื่องวัดละเอียด 1°

4.3.2 ฐานหมุดสะท้อนแสง

ต้องไม่เงาและปราศจากสารที่มีผลให้การติดแน่นของสารยึดติดลง ต้องได้ระนาบ ขอบให้เบี่ยงเบนได้ไม่เกิน 1.3 mm

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัดด้วยเครื่องวัดละเอียด 0.01 mm

4.3.3 พื้นที่สะท้อนแสง

(1) ประเภทแถบสะท้อนแสงผิวหน้าเรียบ ส่วนสะท้อนแสงกลับต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของพื้นที่ด้านสะท้อน โดยวัดจากมุมของขอบด้านสะท้อนแสงเป็นฉาก

การทดสอบให้ทำโดยการวัดด้วยเครื่องวัดละเอียด 0.1 mm

(2) ประเภทแถบสะท้อนแสงประกอบด้วยชุดเลนส์แก้ว ต้องมีจำนวนเม็ดแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 mm

- ขนาดใหญ่ ไม่น้อยกว่า 150 ลูก

- ขนาดเล็ก ไม่น้อยกว่า 50 ลูก

การทดสอบให้ทำโดยการนับ

4.3.4 กรณีที่มีเดือย เดือยต้องทำจากโลหะ ความยาวของเดือยต้องไม่น้อยกว่า 50 mm และเส้นรอบรูปของส่วนโคนต้องไม่น้อยกว่า 75 mm

การทดสอบให้ทำโดยการวัดด้วยเครื่องวัดละเอียด 1 mm

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 สมบัติในการใช้งาน

5.1.1 สภาพการสะท้อนแสงกลับ

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ข. สัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (R_p) ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ความเข้มแสงการส่องสว่าง
(ข้อ 5.1.1)

มุมแสงตกกระทบ β	มุมการวัด α	สัมประสิทธิ์ความเข้มแสงการส่องสว่าง (R_p) ไม่น้อยกว่า mcd/lx				
		สีขาว	สีเหลือง	สีแดง	สีน้ำเงิน	สีเขียว
0°	0.2°	279	167	70	26	93
$+20^\circ/-20^\circ$	0.2°	112	67	28	10	37

5.1.2 ความทนการขจัด (เฉพาะประเภทแถบสะท้อนแสงผิวหน้าเรียบ)

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ค. แล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแสงการส่องสว่างที่มุมแสงตกกระทบ 0° ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของค่าที่กำหนดในตารางที่ 1

5.2 สมบัติทางฟิสิกส์

5.2.1 ความทนแรงกด (compressive strength)

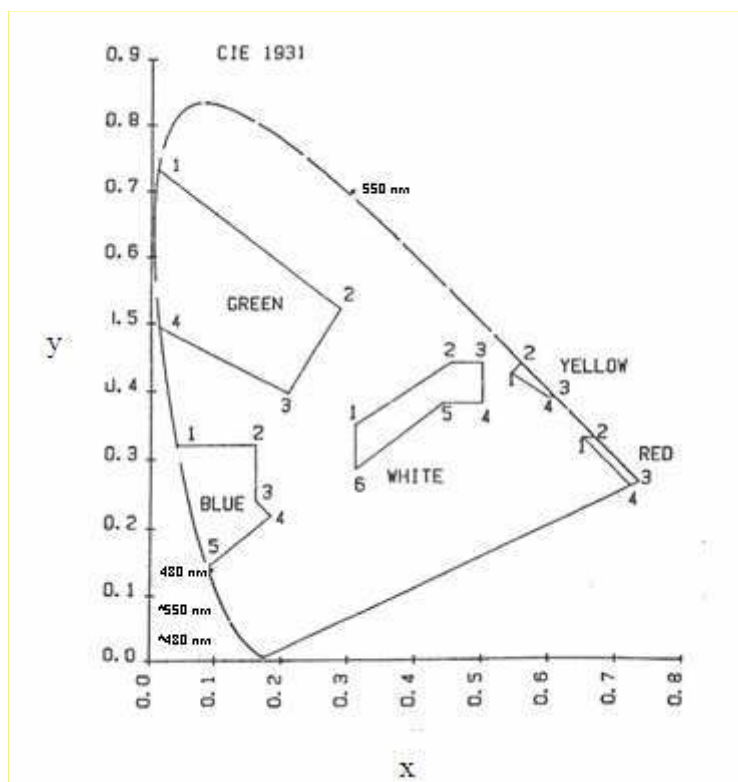
เมื่อทดสอบตามข้อ 9.3 แล้วหมุดสะท้อนแสงต้องรับมวลได้ 2 730 kg (กิโลกรัม) โดยไม่แตกหรือเปลี่ยนรูปร่าง หากมีการเปลี่ยนรูปร่างผิดปกติไปจากเดิมต้องไม่เกิน 3.0 mm

5.2.2 สี

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.4 แล้วสีของแถบสะท้อนแสงต้องมีโคออร์ดิเนตของรงควัตถุตามที่กำหนดในตารางที่ 2 และมีขอบเขตสีดังรูปที่ 1

ตารางที่ 2 โคออร์ดิเนตของรงควัตถุ
(ข้อ 5.2.2)

สี	โคออร์ดิเนตของรงควัตถุ											
	1		2		3		4		5		6	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
สีขาว	0.310	0.348	0.453	0.440	0.500	0.440	0.500	0.380	0.440	0.380	0.310	0.283
สีเหลือง	0.545	0.424	0.559	0.439	0.609	0.390	0.597	0.390	-	-	-	-
สีแดง	0.650	0.330	0.668	0.330	0.734	0.265	0.721	0.259	-	-	-	-
สีน้ำเงิน	0.039	0.320	0.160	0.320	0.160	0.240	0.183	0.218	0.088	0.142	-	-
สีเขียว	0.009	0.733	0.288	0.520	0.209	0.395	0.012	0.494	-	-	-	-



รูปที่ 1 ขอบเขตสีของสีขาว สีเหลือง สีแดง สีนํ้าเงิน และสีเขียว (ข้อ 5.2.2)

5.2.3 ความทนยูวี

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ง. แล้ว

- (1) สัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกินร้อยละ 15
- (2) หมุดสะท้อนแสงต้องไม่เกิดความเสียหายเมื่อเปรียบเทียบกับหมุดสะท้อนแสงควบคุม
- (3) สีของแถบสะท้อนแสงต้องเป็นไปตามข้อ 5.2.2

5.2.4 ความทนต่อแรงกระแทกของแถบสะท้อนแสง

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.5 แล้ว ผิวหน้าของเลนส์ต้องไม่มีรอยแตกยาวเกิน 6.0 mm มากกว่า 2 รอย และต้องไม่มีรอยแตกขยายไปถึงขอบของพื้นที่ที่ทำการทดสอบความทนการขัดถู และต้องไม่หลุดออกมาเป็นสะเก็ด ในกรณีที่เป็นชุดเลนส์ แก้ว เม็ดแก้วต้องไม่แตกหรือร้าว

5.2.5 การดูดซึมนํ้า

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก จ. แล้ว ต้องไม่ปรากฏการดูดซึมนํ้าและค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่างเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกินร้อยละ 15

5.2.6 การทนความร้อน

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก จ. แล้ว สีของหมุดสะท้อนแสงต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกินเกรย์สเกล ระดับ 4 ไม่สูญเสียความเป็นเงามันของพื้นผิว ไม่เกิดการบิดเบี้ยว อ่อนตัว และค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแสงแห่งการส่องสว่างเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกินร้อยละ 15

5.2.7 ความทนแรงงอ (เฉพาะชนิดทนแรงงอ)

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ช. แล้ว หมุดสะท้อนแสงต้องทนแรงได้ 8 915 N (นิวตัน) โดยไม่แตกหัก

6. การบรรจุ

6.1 ให้บรรจุหมุดสะท้อนแสงในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมและป้องกันการชำรุดเสียหาย

6.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น จำนวนหมุดสะท้อนแสงในภาชนะบรรจุเป็น 25 ตัว หรือ 50 ตัว และต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในที่ฉลาก

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่หมุดสะท้อนแสงทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

(1) ชื่อผู้ทำ หรือ โรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

7.2 ที่ภาชนะบรรจุหมุดสะท้อนแสงทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้หรือชื่ออื่นที่ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้

(2) ประเภท แบบ และชนิด

(3) มิติ เป็นมิลลิเมตร

(4) สี

(5) จำนวนหมุดสะท้อนแสง

(6) เดือน ปี ที่ทำ และ/หรือ รหัสรุ่นที่ทำ

(7) คู่มือหรือคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้งาน

(8) ชื่อผู้ทำ หรือ โรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

(9) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ช.

9. การทดสอบ

9.1 ภาวะทดสอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทดสอบที่ภาวะมาตรฐานที่อุณหภูมิ $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$ (องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (65 ± 5)

9.2 การเตรียมตัวอย่าง

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แช่ทำความสะอาดหมดสะท้อนแสง โดยเฉพาะผิวหน้าแถบสะท้อนแสงให้สะอาดด้วยผ้านุ่มหมาดๆ และแช่ให้แห้งด้วยผ้านุ่มอีกครั้ง และเก็บตัวอย่างไว้ที่ภาวะมาตรฐานเป็นเวลา 24 h (ชั่วโมง) ก่อนการทดสอบ

9.3 การทดสอบความทนแรงกด

9.3.1 เครื่องมือ

9.3.1.1 แผ่นเหล็กกล้าเรียบ หนาประมาณ 15 mm ที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวอย่างหมดสะท้อนแสง 2 แผ่น

9.3.1.2 แผ่นอิลาสโตเมอร์ หนาประมาณ 10 mm ที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวอย่างหมดสะท้อนแสง และมีค่า 60 Shore A

9.3.2 วิธีทดสอบ

ก่อนทดสอบให้ตัดเดือยออก แล้วนำไปปรับภาวะตามข้อ 9.2 เมื่อครบกำหนด ให้วางด้านฐานตัวอย่างหมดสะท้อนแสงบนกึ่งกลางของแผ่นเหล็กกล้า ด้านบนของตัวอย่างหมดสะท้อนแสงให้วางแผ่นอิลาสโตเมอร์ จากนั้นให้วางแผ่นเหล็กกล้าเรียบทับ แล้วให้ภาระบนตัวอย่างทดสอบด้วยความเร็ว 2.5 mm/min (มิลลิเมตรต่อนาที) จนถึง 2 730 kg แล้วตรวจพินิจ

9.4 การทดสอบสี

ให้ทดสอบตาม ISO 11664-2 โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน D 65 (CIE standard source 65) ที่มุมการวัด 2°

9.5 การทดสอบความทนต่อแรงกระแทกของแถบสะท้อนแสง

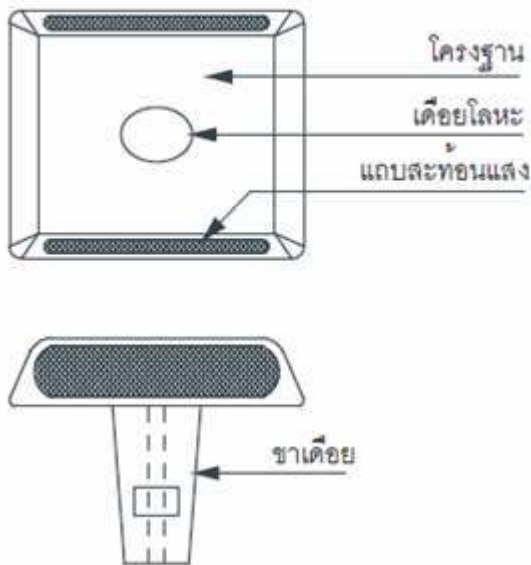
9.5.1 ปรับสภาวะของตัวอย่างหมดสะท้อนแสง โดยใส่ในเตาอบชนิดพาความร้อน ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 4 h

9.5.2 ขณะที่อุณหภูมิหมดสะท้อนแสงยังสูงอยู่ ให้ใช้ลูกคอกที่มีน้ำหนัก 0.20 kg และมีหัวลูกคอกเป็นรูปครึ่งทรงกลมที่มีขนาดของรัศมี 6.5 mm ตกกระแทกจากความสูง 460 mm ในทิศทางตั้งฉากลงบนจุดกึ่งกลางของพื้นผิวที่สะท้อนแสงหรือบนลูกแก้วของตัวอย่างหมดสะท้อนแสง ขณะกำลังทดสอบแรงกระแทกอยู่ ให้วางตัวอย่างหมดสะท้อนแสงบนแผ่นเหล็กกล้าที่ออกแบบให้ยึดด้านที่สะท้อนแสงไว้ในแนวราบ และวางแผ่นเหล็กกล้าบนพื้นที่แข็งแรง เช่น พื้นคอนกรีต

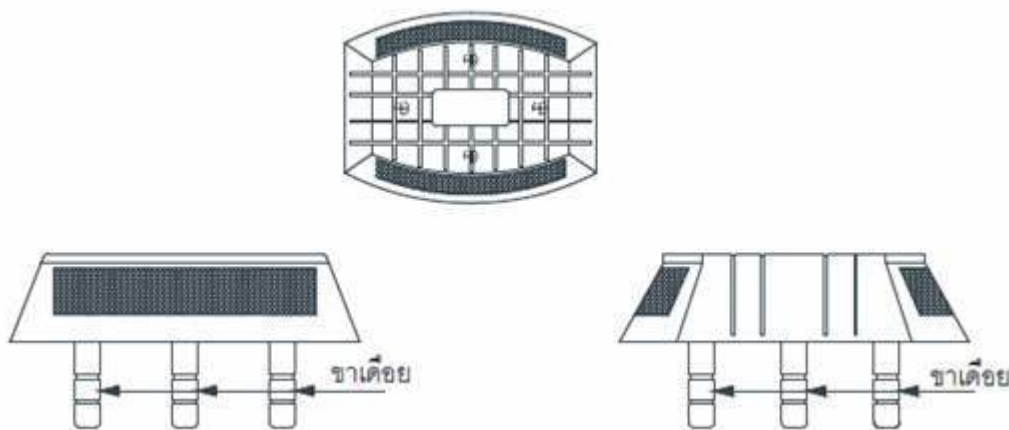
ภาคผนวก ก.

โครงสร้างหมุดสะท้อนแสง
(ข้อ 4.2.2)

ก.1 หมุดสะท้อนแสงที่มีการสะท้อนแสงทางเดียวและสองทาง ดังรูปที่ ก.1ก) และรูปที่ ก.1ข)



รูปที่ ก.1ก) ตัวอย่างหมุดสะท้อนแสงแบบแถบสะท้อนแสงสองทางขนาดเล็ก
(ข้อ ก.1)

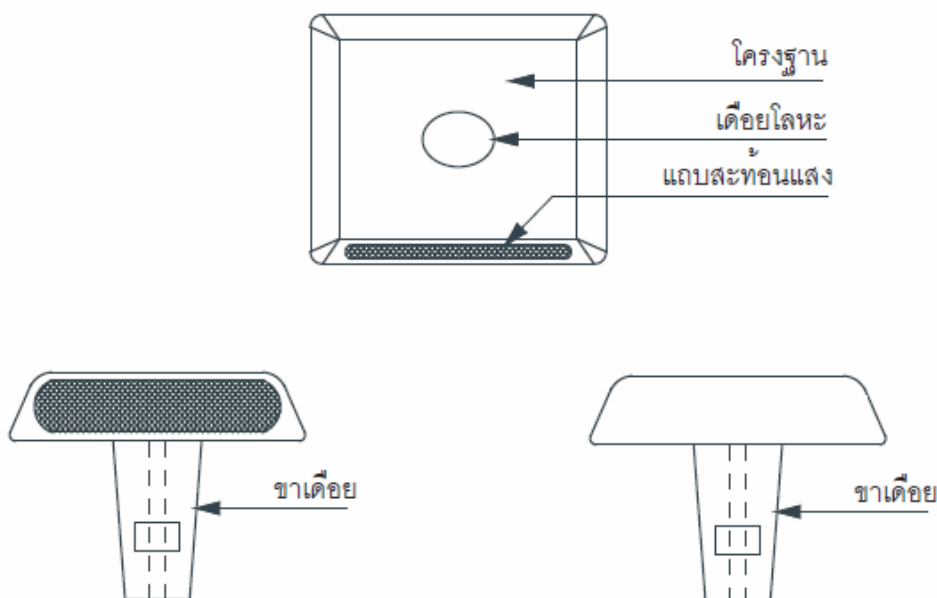


รูปด้านข้างที่มีแถบสะท้อนแสงกรณีที่มีเคียว

รูปด้านข้างที่ไม่มีแถบสะท้อนแสงกรณีที่มีเคียว

รูปที่ ก.1ข) ตัวอย่างหมุดสะท้อนแสงแบบแถบสะท้อนแสงสองทางขนาดใหญ่
(ข้อ ก.1)

ก.2 หมุดสะท้อนแสงที่มีการสะท้อนแสงทางเดียวสีเขียว ดังรูปที่ ก.2



รูปด้านข้างที่มีแถบสะท้อนแสงกรณีที่มีเคียว

รูปด้านข้างที่ไม่มีแถบสะท้อนแสงกรณีที่มีเคียว

รูปที่ ก.2 ตัวอย่างหมุดสะท้อนแสงแบบแถบสะท้อนแสงทางเดียวขนาดเล็ก
(ข้อ ก.2)

ภาคผนวก ข.

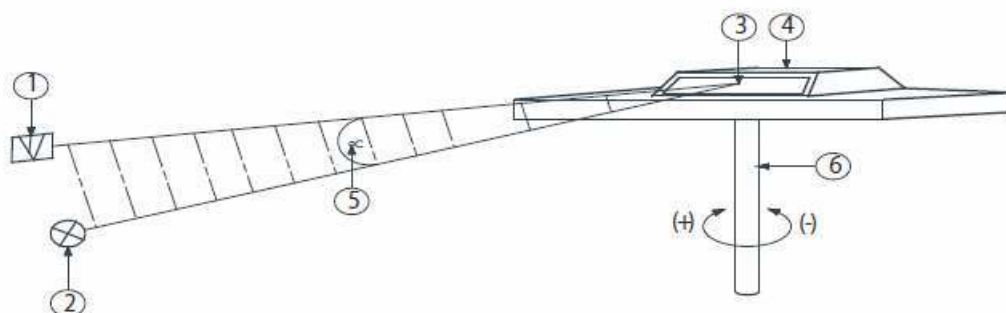
การทดสอบสภาพการสะท้อนแสงกลับ
(ข้อ 5.1.1)

ข.1 เครื่องมือ

เครื่องมือประกอบด้วยตัวรับแสง แหล่งกำเนิดแสง CIE illuminant D 65 ที่จับขึ้นทดสอบ

ข.2 วิธีทดสอบ

ให้วัดสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง โดยช่องแสงของแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงต้องไม่มากกว่า 0.1° และช่องแสงของส่วนสะท้อนแสงกลับ ต้องไม่มากกว่า 0.02° ถ้าส่วนสะท้อนแสงกลับมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่มากกว่า 5.3 mm ให้ทดสอบที่ระยะทาง 15.2 m (เมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวรับแสงและแหล่งกำเนิดแสงเท่ากับ 25.4 mm วัดระยะทางจากช่องของแหล่งกำเนิดแสงถึงจุดศูนย์กลางของผิวหน้าส่วนสะท้อนแสงกลับของหมุดสะท้อนแสง ฐานของหมุดสะท้อนแสงต้องวางในแนวระนาบขนานกับแกนส่องสว่างและตั้งฉากกับครึ่งระนาบการสังเกต ดังรูปที่ ข.1



1. มาตรวัด
2. แหล่งกำเนิดแสง
3. จุดอ้างอิง
4. ตัวอย่างหมุดสะท้อนแสง
5. มุมการวัด
6. แนวแกนหมุน

รูปที่ ข.1 แสดงตำแหน่งของหมุดสะท้อนแสงในการทดสอบสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง
(ข้อ ข.2)

ภาคผนวก ก.

การทดสอบความทนการขัดถู

(ข้อ 5.1.2)

ค.1 ทัวไป

- ค.1.1 วิธีการทดสอบความทนการขัดถูนี้ ใช้เฉพาะการทดสอบตัวอย่างหูดสะท้อนแสงที่มีแถบสะท้อนแสงประเภทเลนส์เรียบเท่านั้น
- ค.1.2 สารขัดถู เช่น ทราย ต้องตกจากที่สูง (3.00 ± 0.03) m อย่างสม่ำเสมอ ลงบนด้านหน้าของหูดสะท้อนแสงที่วางในแนวตั้ง ความสูงนี้วัดจากขอบด้านบนของตัวอย่างหูดสะท้อนแสง
- ค.1.3 ทรายที่ใช้ทดสอบต้องเป็นทรายซิลิกาตามธรรมชาติที่มีปริมาณของซิลิกอนไดออกไซด์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.0 โดยมวล
- ค.1.4 การกระจายของอนุภาคของทรายต้องเป็นดังนี้คือ มากกว่าร้อยละ 10 โดยมวล ค้างอยู่บนตะแกรงร่อนหมายเลข 20 หรือ $850 \mu\text{m}$ (ไมโครเมตร) และผ่านตะแกรงร่อนหมายเลข 30 หรือ $600 \mu\text{m}$ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 โดยมวล หลังการร่อนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 min
- ค.1.5 ทรายทดสอบที่ใช้แล้ว ห้ามนำกลับมาใช้งานอีก
- ค.1.6 ทรายทดสอบตกลงมาจากที่สูงอย่างน้อย 2.85 m ถึงช่องเปิดที่สอบเทียบแล้ว (ข้อ ค.2.5) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด (4.0 ± 0.1) เซนติเมตร (cm) x (12.0 ± 0.1) cm ซึ่งได้ช่องดังกล่าววางตัวอย่างหูดสะท้อนแสงโดยให้ด้านกว้างของตัวอย่างอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางด้าน 12 cm ของช่องเปิดนี้ กรณีที่ด้านกว้างของตัวอย่างหูดสะท้อนแสงมีขนาดใหญ่กว่า 10 cm ให้ใช้วิธีทดสอบในข้อ ค.5
- ค.1.7 ให้ปริมาณทรายทดสอบทั้งหมด (2.5 ± 0.05) kg ตกลงบนช่องเปิดที่สอบเทียบแล้ว ในอัตราเร็วคงที่ 0.4 kg/min (กิโลกรัมต่อนาที) ถึง 1.0 kg/min กรณีที่ด้านกว้างของตัวอย่างหูดสะท้อนแสงมีขนาดใหญ่กว่า 10 cm ให้ใช้วิธีทดสอบในข้อ ค.5

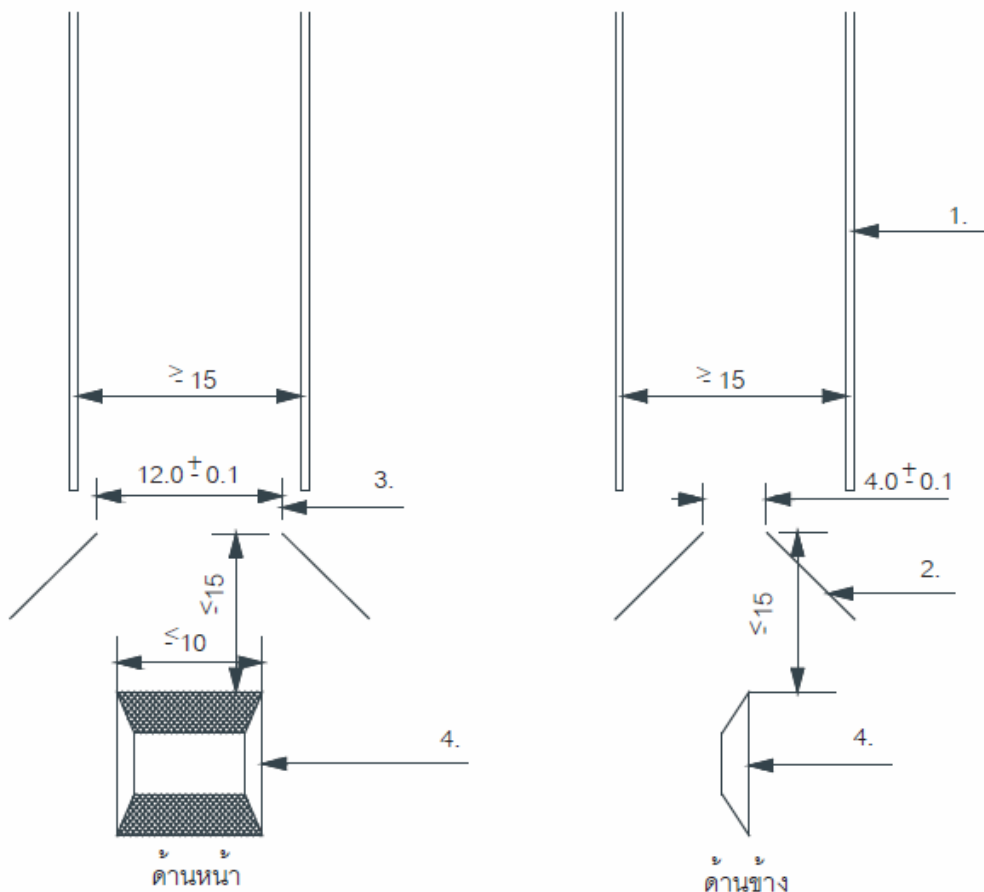
ค.2 เครื่องมือและวัสดุ

- ค.2.1 เครื่องมือประกอบด้วย ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 15 cm วางในแนวตั้ง ซึ่งเบี่ยงเบนจากแนวตั้งได้ไม่เกิน 0.2° ด้านบนของท่อมีแรงติดอยู่ และด้านล่างของท่อมีช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วขนาด (12.0 ± 0.1) mm (ดูรูปที่ ค.1) พร้อมอุปกรณ์นำวิถี (deflector) ติดอยู่ด้านล่างช่องเปิดที่วางตัวอย่างหูดสะท้อนแสง และอุปกรณ์สำหรับเก็บทรายทดสอบที่ผ่านช่องเปิดที่สอบเทียบแล้ว ในกรณีที่ด้านกว้างของตัวอย่างหูดสะท้อนแสงมีขนาดใหญ่กว่า 10 cm ให้ดูข้อ ค.5

หมายเหตุ อาจใช้ท่อตาม มอก.17

- ค.2.2 ทรายทดสอบตกผ่านแรงลงสู่ภายในท่ออย่างอิสระถึงระนาบของช่องเปิดที่สอบเทียบแล้ว

- ค.2.3 แรงที่ติดอยู่ด้านบนของท่อ ใช้กำหนดจุดที่ทรายทดสอบเริ่มตก และใช้ในการจำกัดการไหลของทรายทดสอบด้วย ทรายทดสอบต้องตกลงมาบนแรงจากที่สูง ไม่มากกว่า 3 cm
- ค.2.4 ช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วมีขอบสี่ด้านวางอยู่บนขอบอุปกรณ์น้ำวนาวิติ (ดูรูปที่ ค.1) ทรายทดสอบที่ตกลงบนช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วจะไม่เบี่ยงออก ส่วนทรายที่ตกลงนอกช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วจะเบี่ยงออกและไม่ตกลงบนตัวอย่างหมดสะท้อนแสง



หน่วยเป็นเซนติเมตร

- 1. ท่อ
- 2. อุปกรณ์น้ำวนาวิติ
- 3. ช่องเปิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- 4. หมดสะท้อนแสง

รูปที่ ค.1 เครื่องมือทดสอบความทนการขัดถู
(ข้อ ค.2.5)

- ค.2.5 ทรายทดสอบต้องไหลผ่านทุกส่วนของช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วอย่างเท่าๆ กัน ซึ่งทวนสอบได้โดยใช้หลอดทดลองปากกว้างประมาณ 1 cm จำนวนไม่ต่ำกว่า 10 หลอด วางไว้ได้ช่องเปิดที่ความสูงระดับเดียวกับตัวอย่างหูดสะท้อนแสง เมื่อทรายทดสอบในปริมาณที่พอเพียงไหลผ่านเครื่องมือ หลอดทดลองอย่างน้อย 1 หลอดต้องรับทรายได้ไม่ต่ำกว่า 5 g (กรัม) หลอดทดลองที่มีทรายทดสอบที่น้อยที่สุดจะต้องมีปริมาณของทรายทดสอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยน้ำหนักของหลอดทดลองที่มีทรายบรรจุอยู่สูงสุด ต้องทวนสอบความเสถียรของการไหลของทรายทดสอบอย่างสม่ำเสมอตามความจำเป็น
- ค.3 ตัวอย่างทดสอบ
ใช้ตัวอย่างทดสอบจำนวน 3 ตัวอย่าง
- ค.4 วิธีทดสอบ
- ค.4.1 วัดสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุมแสงตกกระทบ 0° มุมการวัด 0.2°
- ค.4.2 ยึดตัวอย่างหูดสะท้อนแสงโดยให้ขอบบนของตัวอย่างอยู่ห่างจากระนาบของช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วไม่เกิน 15 cm โดยไม่ให้มีสิ่งที่ใช้ยึดติดในระยะ 1 cm จากด้านหน้าของตัวอย่าง เพื่อให้ทรายทดสอบไหลผ่านตัวอย่างโดยอิสระ ระนาบของตัวอย่างเบี่ยงเบนจากแนวตั้งได้ภายใน 1° ส่วนขอบด้านบนของตัวอย่างเบี่ยงเบนจากแนวราบได้ไม่เกิน 2°
- ค.4.3 เก็บรวบรวมทรายทดสอบที่ไหลผ่านช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วและผ่านตัวอย่างไว้แล้วซึ่ง ซึ่งไม่รวมกับทรายที่ไม่ไหลผ่านช่องเปิดที่สอบเทียบแล้ว
- ค.4.4 วัดค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุมแสงตกกระทบ 0° อีกครั้ง
- ค.5 ตัวอย่างหูดสะท้อนแสงที่มีความกว้างเท่ากับ X cm ซึ่งค่า X มากกว่า 10 cm ซึ่งความกว้างวัดรวมทั้งแถบสะท้อนแสงและตัวหูด ต้องมีการตัดแปลงเครื่องมือที่ใช้ทดสอบดังต่อไปนี้
- ค.5.1 ช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วต้องกว้าง $(12 + X)$ cm
- ค.5.2 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อต้องไม่ต่ำกว่า $(15 + X)$ cm
- ค.5.3 น้ำหนักของทรายทดสอบที่ตกลงบนช่องเปิดที่สอบเทียบต้องไม่น้อยกว่า $[2.5 + (0.208)X]$ kg \pm ร้อยละ 2
- ค.5.4 อัตราทรายทดสอบที่ตกลงบนช่องเปิดที่สอบเทียบแล้วต้องอยู่ $(0.4 + X/30)$ kg/min ถึง $(1.0 + X/12)$ kg/min
- ค.6 การรายงานผล
รายงานค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุมแสงตกกระทบ 0°

ภาคผนวก ง.

การทดสอบความทนยูวี

(ข้อ 5.2.3)

ง.1 เครื่องมือ

เครื่องมือ ประกอบด้วยโครงแขวนตัวอย่างทรงกระบอกปลายเปิดที่อยู่รอบหลอด UV กำลังไฟไม่น้อยกว่า 500 W (วัตต์) และสามารถยึดตัวอย่างให้ด้านแถบสะท้อนแสงหันเข้าหาหลอด และอยู่ห่างจากกรอบแก้วหลอดระหว่าง 120 mm ถึง 150 mm โครงแขวนต้องยึดให้อากาศหมุนเวียนได้อย่างอิสระผ่านปลายเปิด

ง.2 ตัวอย่างทดสอบ

ใช้ตัวอย่างทดสอบทั้งหมดจำนวน 3 ตัว และเก็บไว้ 1 ตัวสำหรับเป็นหมุดสะท้อนแสงเปรียบเทียบ

ง.3 วิธีทดสอบ

ง.3.1 วัดสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุมแสงตกกระทบ 0° และมุมการวัด 0.2°

ง.3.2 นำตัวอย่างทดสอบจำนวน 2 ชิ้น แขนงในเครื่องมือทดสอบให้ด้านของแถบสะท้อนแสงถูกแสงสม่ำเสมอ เป็นเวลา 500 h โดยให้อุณหภูมิของพื้นผิวไม่เกิน 60°C เก็บตัวอย่างหมุดสะท้อนแสงไว้ 1 ตัว เป็นหมุดสะท้อนแสงเปรียบเทียบ นำไปหาค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ตรวจสอบพินิจ และหาค่าของสี

ง.4 การรายงานผล

ง.4.1 มีความเสียหาย หรือการเปลี่ยนแปลงของสี เมื่อเปรียบเทียบกับหมุดสะท้อนแสงเปรียบเทียบ

ง.4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแสงแห่งการส่องสว่าง เป็นร้อยละ

ภาคผนวก จ.

การทดสอบการดูดซึมน้ำ
(ข้อ 5.2.5)

จ.1 เครื่องมือ

- จ.1.1 บีกเกอร์แก้ว ขนาดเหมาะสมที่หมดสะท้อนแสงสามารถแช่ลงไปได้หมด
- จ.1.2 ตะเกียงเบนเซน หรืออุปกรณ์ให้ความร้อนอื่นที่เหมาะสม

จ.2 ตัวอย่างทดสอบ

ใช้ตัวอย่างทดสอบจำนวน 3 ตัว

จ.3 วิธีทดสอบ

- จ.3.1 วัดสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุมแสงตกกระทบ 0° และมุมของการวัด 0.2°
- จ.3.2 เทน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ให้ถึงระดับที่ตัวอย่างหมดสะท้อนแสงแช่ลงไปได้ทั้งหมด
- จ.3.2 นำตัวอย่างหมดสะท้อนแสงแช่ลงในน้ำกลั่น แล้วนำไปให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ รักษาอุณหภูมิให้คงไว้ เป็นเวลา 2 h
- จ.3.4 หลังจาก 2 h ปล่อยตัวอย่างที่ยังแช่ในน้ำกลั่นให้เย็น เป็นเวลา 24 h เมื่อครบ 24 h แล้ว นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำ เช็ดตัวอย่างให้แห้งด้วยผ้านุ่ม
- จ.3.5 ตรวจสอบนิจหมดสะท้อนแสง และวัดสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุมแสงตกกระทบ 0° และมุมการวัด 0.2° อีกครั้ง

จ.4 การรายงานผล

- จ.4.1 มีการซึมของน้ำหรือไม่
- จ.4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง เป็นร้อยละ

ภาคผนวก ฉ.

การทดสอบการทนความร้อน
(ข้อ 5.2.6)

- ฉ.1 เครื่องมือ
ตู้อบที่สามารถคงอุณหภูมิได้ที่ 60°C
- ฉ.2 ตัวอย่างทดสอบ
ใช้ตัวอย่างทดสอบจำนวน 3 ชิ้น
- ฉ.3 วิธีทดสอบ
 - ฉ.3.1 วัดค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุมแสงตกกระทบ 0° และมุมของการวัด 0.2°
 - ฉ.3.3 ปรับอุณหภูมิตู้อบให้อยู่ที่ 60_{-2}^{+0}C แล้ววางตัวอย่างหมดสะท้อนแสงตรงกลางของตู้อบและทิ้งไว้เป็นเวลา 5 h จากนั้นปล่อยตัวอย่างให้เย็น แล้วตรวจพินิจ วัดค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง ที่มุมแสงตกกระทบ 0° และมุมของการวัด 0.2° และการเปลี่ยนแปลงของสีโดยใช้เกรย์สเกล
- ฉ.4 การรายงานผล
 - ฉ.4.1 มีการสูญเสียความเงา การบิดเบี้ยว อ่อนตัวหรือมีการเปลี่ยนแปลงของสีหรือไม่
 - ฉ.4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มแห่งการส่องสว่าง เป็นร้อยละ

ภาคผนวก ข.

ความทนแรงงอ

(ข้อ 5.2.7)

ข.1 เครื่องมือ

- ข.1.1 เครื่องกด ที่มีแรงกดไม่น้อยกว่า 8 914 N และกดด้วยอัตรา 5 mm/min
- ข.1.2 แท่งเหล็กกล้าขนาดกว้าง 13 mm หนา 25 mm ยาวกว่าด้านกว้างของฐานตัวอย่างหมุดเล็กน้อย จำนวน 3 แท่ง
- ข.1.3 แผ่นรองอีลาสโตเมอร์ มีความแข็ง 70 Shore A จำนวน 2 แผ่น แผ่นที่ 1 กว้าง 13 mm หนา 3 mm และยาวเท่ากับความยาวของแท่งเหล็ก และแผ่นที่ 2 หนา 25 mm ขนาดกว้างและยาวกว่าด้านบนของหมุดสะท้อนแสง

ข.2 ตัวอย่างทดสอบ

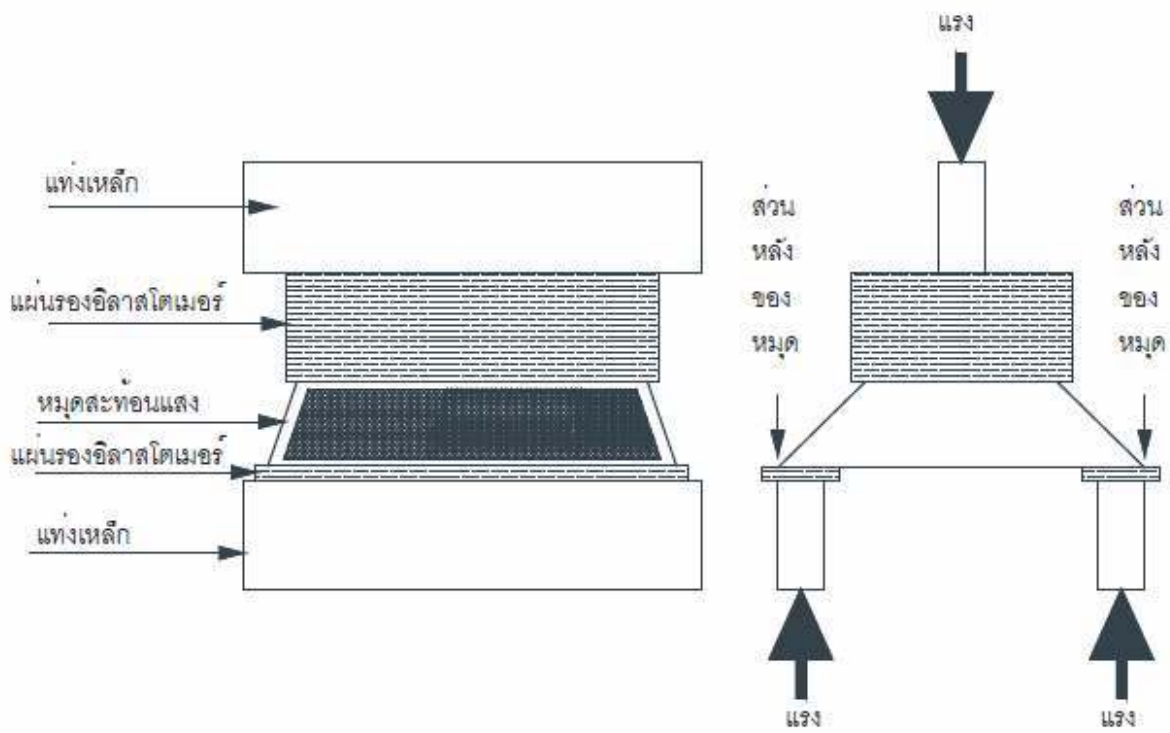
ใช้ตัวอย่างทดสอบทั้งหมดจำนวน 3 ตัว

ข.3 วิธีทดสอบ

- ข.3.1 เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 4 h ก่อนการทดสอบ
- ข.3.2 วางแท่งเหล็ก 2 แท่ง ให้ขนานกันบนแท่นกดโดยหันด้าน 13 mm ขึ้น
- ข.3.3 วางแผ่นรองอีลาสโตเมอร์ ความหนา 3 mm แล้ววางตัวอย่างหมุดสะท้อนแสง ให้ด้านแถบสะท้อนแสงขนานกับด้านยาวของแท่งเหล็กทั้งสอง ระยะห่างระหว่างแท่งเหล็กทั้งสองขึ้นอยู่กับความยาวของฐานตัวอย่างหมุดสะท้อนแสง โดยให้ระยะห่างกว้างเท่าที่จะทำได้และแผ่นเหล็กกล้าต้องเสมอขอบนอกฐานตัวอย่างหมุดสะท้อนแสง
- ข.3.4 วางแผ่นรองอีลาสโตเมอร์ ความหนา 25 mm บนตัวอย่างหมุดสะท้อนแสง แล้ววางแท่งเหล็กกล้าแท่งที่ 3 ลงไปโดยหันด้าน 13 mm ขึ้น ให้อยู่กึ่งกลางด้านบนของตัวอย่างและขนานกับแท่งเหล็กทั้ง 2 แท่ง (ดูรูปที่ ข.1)
- ข.3.5 ให้แรงกดลงบนตัวอย่างหมุดสะท้อนแสงผ่านแท่งเหล็กอันบนด้วยอัตรา 5 mm/min จนกระทั่งหมุดหัก การแตกหักต้องเป็นการแตกหักอย่างสมบูรณ์โดยสังเกตได้จากแรงกดลดลงอย่างรวดเร็ว บันทึกแรงกดเมื่อแตก เป็นนิวตัน

ข.4 การรายงานผล

รายงานค่าแรงกดที่ทำให้ตัวอย่างหมุดทดสอบแตก เป็นนิวตัน



รูปที่ ข.1 เครื่องมือทดสอบความทนแรงงอ
(ข้อ ข.3.4)

ภาคผนวก ข.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.1)

- ข.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง หมุ่สะท้อนแสงประเภท แบบ ชนิด และสีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ข.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ข.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก
- ข.2.1.1 ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ข.1
- ข.2.1.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6. และข้อ 7. ทุกรายการ จึงจะถือว่าหมุ่สะท้อนแสงรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ข.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก

(ข้อ ข.2.1.1)

ขนาดรุ่น ตัว	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ
ไม่เกิน 10,000	3
10,000 - 25,000	5

- ข.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัสดุ มิติ และ โครงสร้าง คุณลักษณะที่ต้องการ
- ข.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างจากข้อ ข.2.1.2 จำนวน 30 ตัว โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันเพื่อทดสอบทุกรายการรายการละ 3 ตัว
- ข.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 5. ทุกรายการ จึงจะถือว่าหมุ่สะท้อนแสงนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ข.3 เกณฑ์ตัดสิน
- ตัวอย่างหมุ่สะท้อนแสงต้องเป็นไปตามข้อ ข.2.1.2 และข้อ ข.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าหมุ่สะท้อนแสงนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้