

## กรมทางหลวง

# ข้อกำหนดของแผ่นสะท้อนแสงที่มีกาวอยู่ด้านหลัง (Specification of Reflective Sheeting, Adhesive Backing)

\* \* \* \* \*

### 1. ขอบข่าย

แผ่นสะท้อนแสงตามข้อกำหนดนี้ หมายถึงแผ่นสะท้อนแสงสำเร็จรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งเป็นแผ่นบางอ่อน สะท้อนแสงได้ ใช้ในการผลิตป้ายจราจร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการมองเห็นในเวลากลางคืน หรืออาจจะใช้ในงานประเภทอื่น

### 2. ประเภทตามลักษณะกาว

แผ่นสะท้อนแสงแบ่งตามลักษณะกาวเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 กาวเปียก คือ กาวประเภทที่ติดได้โดยไม่ต้องใช้ความร้อน (Pressure Sensitive Adhesive Backing)

2.2 กาวแห้ง คือ กาวประเภทที่ติดได้โดยใช้ความร้อน (Heat Activated Adhesive Backing)

### 3. ชนิดตามระดับความเข้มของการสะท้อนแสง

แผ่นสะท้อนแสงแบ่งตามระดับความเข้มของการสะท้อนแสงเป็น 3 ชนิด คือ ความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 1 (สูง) ระดับ 2 (สูงพิเศษ) และระดับ 3 (ต่ำ) ซึ่งกำหนดไว้ในตารางที่ 1 ที่ 2 และที่ 3 ตามลำดับ

### 4. คุณสมบัติ

#### 4.1 คุณลักษณะทั่วไป

แผ่นสะท้อนแสงต้องประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1 ชั้นนอกสุด เป็นชั้นบางโปร่งใส อ่อนตัวได้ มีผิวเรียบสนิทและมีความคงทนต่อการถูกทำลายตามธรรมชาติ

4.1.2 ชั้นสะท้อนแสง (Retroreflective Elements) เป็นชั้นที่มีตัวทำให้เกิดการสะท้อนแสง และการสะท้อนแสงต้องเกิดในแนวทิศทางเดียวกับแสงที่ตกกระทบ ตัวทำให้เกิดการสะท้อนแสงนี้อาจฝังติดแน่นหรือลอยตัวอยู่ส่วนกลางโดยมีชั้นนอกสุดปิดทับ

4.1.3 ชั้นกาว เป็นชั้นของกาวติดอยู่ด้านหลังของแผ่นสะท้อนแสง กาวทั้ง 2 ประเภทต้องมีคุณสมบัติเกาะยึดได้แน่นเมื่อติดกับแผ่นทดสอบอลูมิเนียมผิวเรียบ และจะหลุดลอกได้ไม่เกิน 50 มิลลิเมตร เมื่อใช้น้ำหนัก 800 กรัม ถ่วงแผ่นสะท้อนแสงกว้าง 25 มิลลิเมตร นาน 5 นาที

ลักษณะของกาวแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ประเภทกาวเปียก เป็นกาวที่ติดได้โดยไม่ใช้ความร้อน หรือตัวทำละลาย หรือมีการเตรียมการใด ๆ สามารถติดกับวัสดุผิวเรียบที่สะอาดได้ทันทีเมื่อลอกแผ่นปิดหลังออก

ข. ประเภทกาวแห้ง เป็นกาวที่ติดได้โดยใช้ความร้อน เมื่อลอกแผ่นปิดหลังออกแล้ว ไม่สามารถติดกับวัสดุใด ๆ ได้ แต่จะติดวัสดุผิวเรียบที่สะอาด เมื่อถูกความร้อนสูงอย่างน้อย 80 °ซ. และสามารถเลื่อนปรับตำแหน่งได้ (Positionable) โดยกาวจะไม่ติดกับวัสดุใดเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 38 °ซ.

4.1.4 แผ่นปิดหลัง (Liner) เป็นแผ่นสำหรับปิดด้านหลังเพื่อป้องกันกาว เมื่อต้องการใช้งานสามารถลอกออกได้สะดวก โดยไม่ต้องจุ่มน้ำ หรือตัวทำละลายใด ๆ ทั้งต้องไม่ฉีกขาดและไม่มีกาวหลุดติดออกมา

#### 4.2 สี

แผ่นสะท้อนแสงมีสีต่าง ๆ ดังนี้

ขาว (White)

น้ำตาล (Brown)

เหลือง (Yellow)

ส้ม (Orange)

แดง (Red)

แดงเข้ม (Dark Red)

เขียว (Green)

น้ำเงิน (Blue)

ลักษณะของสีแต่ละสีต้องอยู่ในเกณฑ์กำหนดตาม Chromaticity Limits ในตารางที่ 4 และ 5

#### 4.3 พฤติภาพ

แผ่นสะท้อนแสงจะต้องมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้

##### 4.3.1 การดัดโค้ง (Flexibility)

แผ่นสะท้อนแสงต้องไม่มีรอยแตกหลุดลอก หรือแยกเป็นชั้นให้เห็นที่แผ่นด้านนอกเมื่อโค้งรอบแบบรูปแบบทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มิลลิเมตร ที่สภาวะปกติ

##### 4.3.2 ความหนา

แผ่นสะท้อนแสงเมื่อลอกแผ่นปิดหลังออกแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกิน 0.3 มม.

##### 4.3.3 ความทนต่อแรงกระแทก

แผ่นสะท้อนแสงเมื่อถูกแรงกระแทก 11.5 ซม.กก. ที่ผิวหน้า จะต้องไม่เกิดรอยร้าวหรือหลุดร่อนเป็นชั้น

## 4.3.4 ความต้านทานต่อตัวทำละลาย

เมื่อแช่แผ่นสะท้อนแสงแต่ละตัวอย่างลงในตัวทำละลายตามเวลาที่กำหนดตามตารางข้างล่างนี้ แผ่นสะท้อนแสงจะต้องไม่ปรากฏให้เห็นว่ามีการละลาย ย่น หรือ พองตัว

ตัวทำละลาย	น้ำมันก๊าด	น้ำมันสน	เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol)	โทลูออล (Toluol)	ไซลอล (Xylol)
เวลาที่แช่ (นาทีก)	10	10	1	1	1

## 4.3.5 ความเข้มของการสะท้อนแสง

ค่าความเข้มของการสะท้อนแสงของแต่ละสีจะต้องไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ที่ 2 และ ที่ 3 ตามระดับความเข้มของการสะท้อนแสง

## 4.4 ความทนทานต่อการถูกทำลายตามธรรมชาติโดยวิธีเร่งรัด (Accelerated Weathering)

เมื่อทดสอบแผ่นสะท้อนแสงภายใต้การถูกทำลายตามธรรมชาติ โดยวิธีเร่งรัดครบตามชั่วโมงที่กำหนดในตารางที่ 6 หรือที่ 7 แล้ว แผ่นสะท้อนแสงจะต้องมีสภาพดังนี้

4.4.1 ความคงทนของสี (Color Fastness) จะต้องอยู่ในขั้น "ดี"

4.4.2 จะต้องไม่ปรากฏให้เห็นรอยแตก ร่อน บวม พองตัว งอมุม หรือ ยึดหด มากกว่า 1 มม.

4.4.3 ค่าความเข้มของการสะท้อนแสง แผ่นสะท้อนแสงที่มีความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 1 (สูง) ตามตารางที่ 1 จะต้องมามีค่าความเข้มของการสะท้อนแสงคงเหลือไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

แผ่นสะท้อนแสงที่มีความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 2 (สูงพิเศษ) ตามตารางที่ 2 จะต้องมามีค่าความเข้มของการสะท้อนแสงคงเหลือไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

4.4.4 จะต้องไม่สามารถลอกออกจากแผ่นทดสอบ (Aluminium Panels) ได้ในสภาพที่เรียบร้อย

4.4.5 ค่าความเข้มของการสะท้อนแสงที่วัดขณะเมื่อพ่นน้ำแบบฝนตก จะน้อยกว่าค่าที่ทดสอบตามข้อ 4.4.3 ได้ไม่เกินร้อยละ 10

## 4.5 ความทนทานต่อความร้อนและความชื้น

แผ่นสะท้อนแสงจะต้องไม่แตกหลุดลอก หรือแยกเป็นชั้นเมื่อถูกสภาวะต่าง ๆ คือ

4.5.1 ความร้อนที่อุณหภูมิ  $71 \pm 3$  °ซ. นาน 24 ชั่วโมง

4.5.2 ความชื้นสัมพัทธ์ 100 % ที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  °ซ. นาน 24 ชั่วโมง

## 4.6 การหดตัว

เมื่อลอกแผ่นปิดหลังออกแล้วปล่อยให้อยู่ในสภาวะมาตรฐาน แผ่นสะท้อนแสงจะต้องไม่หดตัวมากกว่า 1 มิลลิเมตร ใน 10 นาที และไม่หดตัวมากกว่า 3 มิลลิเมตร ใน 24 ชั่วโมง

#### 4.7 ความทนทานต่อเชื้อรา

แผ่นสะท้อนแสงเมื่อถูกเพาะเชื้อด้วย *Aspergillus niger* เป็นเวลา 14 วัน ที่อุณหภูมิ 29-32 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 45-90 % จะต้องไม่มีการเจริญเติบโตของเชื้อรา และเมื่อทำความสะอาดแล้วแผ่นสะท้อนแสงจะต้องมีค่าความเข้มของการสะท้อนแสงเป็นไปตามข้อ 4.3.5 สำหรับแผ่นสะท้อนแสงทุกระดับ และต้องไม่สามารถลอกออกจากแผ่นทดสอบได้ในสภาพเรียบร้อย

#### 4.8 ความเงามัน

แผ่นสะท้อนแสงจะต้องมีความมันไม่น้อยกว่า 40 สำหรับแผ่นสะท้อนแสงทุกระดับความเข้มของการสะท้อนแสง

### 5. การเก็บตัวอย่าง

แผ่นสะท้อนแสงที่ส่งเข้ามาทดสอบ จะต้องอยู่ในสภาพเดิมที่มีแผ่นปิดหลัง (Liner) เรียบร้อย ผิวด้านหน้าต้องสะอาด ไม่มีรอยเปื้อน และแผ่นตัวอย่างต้องไม่หักพังอแต่อย่างใด

5.1 จำนวนตัวอย่าง ให้เก็บตัวอย่างเพื่อการทดลอง 1 ตัวอย่าง จากแผ่นสะท้อนแสงทุก ๆ 5 ม้วน และเศษของ 5 ม้วน แต่ละชนิด ประเภท สี และขนาดของม้วนในทุกรุ่นของการส่งของ

5.2 ขนาดตัวอย่าง ให้เก็บแต่ละตัวอย่างขนาดกว้างเท่าขนาดของม้วนแผ่นสะท้อนแสงยาวประมาณ 80 เซนติเมตร

### 6. การทดสอบ

ในขณะนี้ยังไม่ได้กำหนดวิธีการทดสอบของกรมทางหลวง ให้ใช้วิธีทดสอบตาม Federal Specification, Sheeting and Tape, Reflective: Nonexposed Lens, Adhesive Backing, LS-300 C

### 7. หนังสืออ้างอิง

Federal Specification, Sheeting and Tape, Reflective: Nonexposed Lens, Adhesive Backing, LS-300 C, 1979.

\* \* \* \* \*

**บทเฉพาะกาล**

ในปัจจุบันกองวิเคราะห์และวิจัยยังไม่มีเครื่องมือสำหรับการทดลองเพื่อตรวจสอบคุณภาพตามข้อ 4.2, 4.4, 4.5, 4.7 และ 4.8 จึงให้ใช้ข้อกำหนดต่อไปนี้ไปก่อน

1. คุณสมบัติข้อ 4.2, 4.4, 4.5, 4.7 และ 4.8 ต้องมีผลการทดลองที่แสดงว่าแผ่นสะท้อนแสงมีคุณภาพเป็นไปตามที่กำหนด จากหน่วยงานหรือห้องทดลองที่เชื่อถือได้ซึ่งได้แก่

- Industrial Testing Laboratories,  
Berkeley, California, U.S.A
- Ann Arbor Testing Laboratories, Inc.  
Ann Arbor, Michigan, U.S.A
- Japan Vehicle Inspection Association  
Wakayama, Japan
- ETL. Testing Laboratories, Inc.  
Cortland New York, U.S.A.
- British Standard Institution Test House,  
Hemel Hempstead Centre Maylands Avenue  
Hemel Hempstead Herts, England
- Desert Sunshine Exposure Testing Co.  
Phoenix Arizona, U.S.A.
- National Association of Testing Authorities 688 Pacific Highway  
Chatswood N.S.W., Australia

ผลการทดลองนี้ ต้องเป็นผลการทดลองที่ได้ทำการทดลองขึ้นภายในเวลาไม่เกิน 2 ปี นับถึงวันยื่นขอเสนอราคาขาย

2. ผู้ขายต้องรับประกันความทนทานเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี ในระหว่างเวลารับประกันแผ่นสะท้อนแสงที่นำไปใช้งานหรือติดตั้งต้องไม่มีรอยแตก ร่อน บวม พองตัวและไม่หลุดลอกจากแผ่นป้าย

ในระหว่างเวลารับประกัน ความคงทนของสีจะต้องอยู่ใน “ชั้นดี” โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เก็บไว้ การตรวจสอบและเกณฑ์ตัดสินใจให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในวิธีการทดลอง

### ตารางที่ 1

ค่าความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 1 (สูง)  
ความเข้มที่กำหนดต่อ 1 หน่วย พื้นที่ (SIA)\*, ค่าต่ำสุด

มุมที่ทำกรวัด (องศา)	มุมที่แสงตกกระทบ (องศา)	สีขาว	สีน้ำตาล	สีเหลือง	สีส้ม	สีแดง	สีแดงเข้ม	สีเขียว	สีน้ำเงิน
0.2	- 4	70.0	1.0	50.0	25.0	14.5	14.0	9.0	4.0
0.2	+ 30	30.0	0.3	22.0	7.0	6.0	6.0	3.5	1.7
0.5	- 4	30.0	0.3	25.0	13.5	7.5	7.0	4.5	2.0
0.5	+ 30	15.0	0.2	13.0	4.0	3.0	3.0	2.2	0.8
2.0	- 4	1.7	0.02	1.2	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1
2.0	+ 30	1.4	0.02	1.0	0.5	0.2	0.2	0.14	0.08

\* SIA = Specific Intensity per Unit Area

### ตารางที่ 2

ค่าความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 2 (สูงพิเศษ)  
ความเข้มที่กำหนดต่อ 1 หน่วย พื้นที่ (SIA)\*, ค่าต่ำสุด

มุมที่ทำกรวัด (องศา)	มุมที่แสงตกกระทบ (องศา)	สีขาว	สีเหลือง	สีส้ม	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน
0.2	- 4	250.0	170.0	100.0	45.0	45.0	20.0
0.2	+ 30	150.0	100.0	60.0	25.0	25.0	11.0
0.2	+ 50	2.5	1.7	1.0	0.5	0.5	0.2
0.5	- 4	95.0	62.0	30.0	15.0	15.0	7.5
0.5	+ 30	65.0	45.0	25.0	10.0	10.0	5.0
0.5	+ 50	2.5	1.7	1.0	0.5	0.5	0.2
2.0	- 4	4.0	3.0	1.1	0.7	0.5	0.3
2.0	+ 30	3.0	1.8	0.5	0.3	0.2	0.1
2.0	+ 50	2.5	1.7	1.0	0.5	0.5	0.2

\* SIA = Specific Intensity per Unit Area

## ตารางที่ 3

ค่าความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ (ต่ำ)

ความเข้มที่กำหนดต่อ 1 หน่วย พื้นที่ (SIA)\* , ค่าต่ำสุด

มุมที่ทำกรวัด (องศา)	มุมที่แสงตกกระทบ (องศา)	สีขาว	สีเหลือง	สีส้ม	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน
0.2	- 4	50.0	25.0	13.0	10.0	5.0	3.8
0.2	+ 30	12.0	7.0	4.0	3.0	2.0	1.0
0.5	- 4	15.0	10.0	6.5	5.0	3.0	2.0
0.5	+ 30	6.0	3.0	2.5	1.0	1.0	0.8
2.0	- 4	4.0	2.2	1.9	1.6	1.0	0.6
2.0	+ 30	2.2	1.0	0.7	0.6	0.3	-

\* SIA = Specific Intensity per Unit Area

ตารางที่ 4

เกณฑ์กำหนดของสีที่มีความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 1 และระดับ 3

สี	Chromaticity Coordinates								Reflectance		มาตรฐานอ้างอิงของ กระดาษมันเซล (Ref.Std. Munsel Paper)
	1		2		3		4		Y		
	x	y	x	y	x	y	x	y	ต่ำสุด	สูงสุด	
ขาว	.305	.290	.350	.342	.321	.361	.276	.308	35.0	-	6.3 GY 6.77/0.8
น้ำตาล	.445	.353	.604	.396	.556	.443	.445	.386	4.0	9.0	5 YR 3/6
เหลือง	.482	.450	.532	.465	.505	.494	.475	.485	29.0	45.0	1.25 Y 6/12
ส้ม	.535	.375	.607	.393	.582	.417	.535	.399	18.0	30.0	2.5 YP 5.5/14.0
แดง	.602	.317	.664	.336	.644	.356	.575	.356	8.0	12.0	8.2 R 3.78/14.0
แดงเข้ม	.622	.311	.688	.311	.659	.341	.622	.341	5.0	9.0	6.8 R 3.56/14.6
เขียว	.130	.369	.180	.391	.155	.460	.107	.439	3.5	9.0	.65 BG 2.84/8.45
น้ำเงิน	.147	.075	.176	.091	.176	.151	.106	.113	1.0	4.0	5.8 PB 1.32/6.8



ตารางที่ 5

เกณฑ์กำหนดของสีที่มีความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 2

สี	Chromaticity Coordinates								Reflectance		มาตรฐานอ้างอิงของ กระดาษมันเซล (Ref.Std. Munsel Paper)
	1		2		3		4		Y		
	x	y	x	y	x	y	x	y	ต่ำสุด	สูงสุด	
ขาว	.303	.287	.368	.353	.340	.380	.274	.316	27.0	-	5 PB 7/1
เหลือง	.498	.412	.557	.442	.479	.520	.438	.472	15.0	40.0	1.25 Y 6/12
ส้ม	.550	.360	.630	.370	.581	.418	.516	.394	14.0	30.0	2.5 YR 5.5/14
แดง	.613	.297	.708	.292	.636	.364	.558	.352	2.5	11.0	7.5 R 3/12
เขียว	.030	.380	.166	.346	.286	.428	.201	.776	3.0	8.0	10 G 3/8
น้ำเงิน	.144	.030	.244	.202	.190	.247	.066	.208	1.0	10.0	5.8 PB 1.32/6.8

## ตารางที่ 6

เวลาที่กำหนดในการทดสอบความทนทานต่อการถูกทำลายตามธรรมชาติโดยวิธีเร่งรัด  
สำหรับแผ่นสะท้อนแสงที่มีความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 1 (สูง)

สี	ความคงทน (Durability) จำนวนชั่วโมง
ขาว	1,000
น้ำตาล	1,000
เหลือง	1,000
ส้ม	1,000
แดง	1,000
แดงเข้ม	1,000
เขียว	1,000
น้ำเงิน	1,000

## ตารางที่ 7

เวลาที่กำหนดในการทดสอบความทนทานต่อการถูกทำลายตามธรรมชาติโดยวิธีเร่งรัด  
สำหรับแผ่นสะท้อนแสงที่มีความเข้มของการสะท้อนแสงระดับ 2 (สูงพิเศษ)

สี	ความคงทน (Durability) จำนวนชั่วโมง
ขาว	2,200
เหลือง	2,200
ส้ม	500
แดง	2,200
เขียว	2,200
น้ำเงิน	2,200