

ข้อกำหนดหมึกพิมพ์ซิลค์สกรีนสำหรับป้ายจราจร (Specification of Screen Printing Ink for Traffic Signs)

* * * * *

1. ขอบข่าย

ข้อกำหนดนี้กำหนดชนิด ส่วนประกอบ คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่าง เกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบหมึกพิมพ์ที่ใช้ในการพิมพ์ระบบซิลค์สกรีนเพื่อทำเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์บนแผ่นสะท้อนแสงสำหรับทำป้ายจราจร

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในข้อกำหนดนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ป้ายจราจร (Traffic Sign) หมายถึง ป้ายสะท้อนแสงที่แสดงเครื่องหมายจราจรแบบถาวร (Permanent Traffic Signs) ประกอบด้วยแผ่นหลังป้าย (Sign Plate) เป็นแผ่นอะลูมิเนียมหรือแผ่นเหล็ก ออบสังกะสีหน้าป้าย (Sign Face) ติดด้วยแผ่นสะท้อนแสงที่พิมพ์ซิลค์สกรีนแสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ ด้วยหมึกพิมพ์เท่านั้น

2.2 หมึกพิมพ์ (Screen Printing Ink) หมายถึง หมึกโปร่งแสงหรือทึบแสงที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์ระบบซิลค์สกรีนบนแผ่นสะท้อนแสงสำหรับทำป้ายจราจร

2.3 สี (Color) หมายถึง ลักษณะของแสงสว่างที่เกิดจากคลื่นแสงกระทบกับวัตถุ ซึ่งเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น สีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน เป็นต้น

2.4 สติมุลัสสี (Color Stimulus) หมายถึง พลังงานการแผ่รังสีที่กระทบเข้าสู่ตาแล้วทำให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับสี

2.5 ค่าไตรสติมุลัส (Tristimulus Value) หมายถึง ปริมาณของสติมุลัสสีอ้างอิงทั้งสามที่เทียบได้กับสติมุลัสสีในระบบไตรโครมาติก

2.6 โคออร์ดิเนตของรงควรรณะ (Chromaticity Coordinate) หมายถึง อัตราส่วนของค่าไตรสติมุลัสแต่ละค่าต่อผลรวมของค่าไตรสติมุลัสทั้งสาม

2.7 ตัวประกอบความส่องสว่าง (Luminance Factor) (ณ จุดหนึ่งบนพื้นผิวของวัสดุที่ไม่แผ่รังสี ในตัวตามทิศทางและภายใต้เงื่อนไขการรับแสงที่กำหนด) หมายถึง อัตราส่วนของการส่องสว่างของวัสดุต่อการส่องสว่างของตัวแพร่แสงสะท้อนที่สมบูรณ์ (Perfect Reflecting Diffuser) ซึ่งรับแสงในลักษณะเดียวกัน

2.8 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (Coefficient of Retroreflection) ของพื้นผิวสะท้อนแสง ซึ่งคำนวณได้จาก

$$R' = \frac{I}{E_{\perp} A}$$

เมื่อ R' = สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวสะท้อนแสง มีหน่วยเป็นแคนเดลา ต่อลักซ์ ต่อตารางเมตร ($\text{cd lx}^{-1} \text{m}^{-2}$)

I = ความเข้มแห่งการส่องสว่างของวัสดุสะท้อนแสงในทิศทางการมอง มีหน่วยเป็นแคนเดลา (cd)

E_{\perp} = ความสว่างที่พื้นผิวสะท้อนแสงซึ่งมีระนาบตั้งฉากกับทิศทางที่แสงตกกระทบ มีหน่วยเป็นลักซ์ (lx)

A = พื้นที่ของผิวสะท้อนแสง มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)

2.9 เครื่องเร่งภาวะลมฟ้าอากาศ (Accelerated Weathering Machine) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ทดสอบความคงทนของผิวเคลือบโดยเร่งภาวะลมฟ้าอากาศ ด้วยการฝั่งผิวเคลือบกับแหล่งกำเนิดแสง ความร้อน น้ำ และอื่น ๆ ในภาวะที่ควบคุมไว้

3. ชนิด

หมึกพิมพ์ แบ่งตามลักษณะการปิดกั้นแสงเป็น 2 ชนิด คือ

3.1 หมึกพิมพ์ชนิดโปร่งแสง

3.2 หมึกพิมพ์ชนิดทึบแสง

4. ส่วนประกอบ

หมึกพิมพ์ประกอบด้วยสารสี สีนําสี ตัวทำละลาย และตัวทำให้แห้ง

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

หมึกพิมพ์ที่ใช้ทำเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายเป็นป้ายจราจรจะต้องมีคุณสมบัติที่ดีในกระบวนการพิมพ์ระบบซิลค์สกรีน มีคุณลักษณะทางแสงช่วยให้มองเห็นได้ชัดทั้งกลางวันและกลางคืน มีความคงทนและอายุการใช้งานตรงตามชนิด และระดับของแผ่นสะท้อนแสงที่ใช้งานร่วมกัน โดยกรมทางหลวงจะทำการตรวจสอบคุณภาพหมึกพิมพ์ตามข้อกำหนดดังนี้

5.1 ลักษณะทั่วไป

หมึกพิมพ์ต้องมีส่วนประกอบต่าง ๆ ผสมเข้าด้วยกันจนเป็นเนื้อเดียวกันตลอด ไม่เป็นก้อน ไม่เป็นรู้น ไม่คืบตัว ไม่มีอนุภาคหยาบ และเศษผิวหน้าหมึก (Ink Skin) ที่แข็งตัว หรือสิ่งแปลกปลอมที่จะไปปิดกั้นการไหลของหมึก เมื่อสกรีนบนแผ่นสะท้อนแสง फिल्मสีหมึกพิมพ์ต้องมีผิวเรียบ ปราศจากฟองอากาศ การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3

5.2 ระยะเวลาการแห้งตัว

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.4 ระยะเวลาการแห้งตัวในสภาวะปกติ (Air Dry) ต้องไม่เกิน 4 ชั่วโมง

5.3 ความทนทานต่อการถู

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.5 แล้ว หมึกพิมพ์ที่พิมพ์แห้งแล้วต้องไม่หลุดลอก

5.4 สมบัติทางสีและแสง

หมึกพิมพ์จะต้องมีโคออร์ดิเนตของรงควัตถุและตัวประกอบความส่องสว่างอยู่ในขีดจำกัดของรงควัตถุ (Chromaticity Limit) ตามตารางที่ 1 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.6

ตารางที่ 1 ขีดจำกัดของรงควัตถุและตัวประกอบความส่องสว่างของหมึกพิมพ์

สี	โคออร์ดิเนตของรงควัตถุ								ตัวประกอบความส่องสว่าง (Y), ร้อยละ	
	1		2		3		4			
	x	y	x	y	x	y	x	y	ต่ำสุด	สูงสุด
เหลือง	0.498	0.412	0.557	0.442	0.479	0.520	0.438	0.472	24	45
ส้ม	0.558	0.352	0.636	0.364	0.570	0.429	0.506	0.404	12	30
เขียว	0.026	0.399	0.166	0.364	0.286	0.446	0.207	0.771	3.0	12
แดง	0.648	0.351	0.735	0.265	0.629	0.281	0.565	0.346	3.0	15
น้ำเงิน	0.140	0.035	0.244	0.210	0.190	0.255	0.065	0.216	1.0	10
น้ำตาล	0.430	0.340	0.610	0.390	0.550	0.450	0.430	0.390	1.0	6.0
ดำ	0.385	0.355	0.300	0.270	0.260	0.310	0.345	0.395	-	3.0

หมายเหตุ หมึกพิมพ์สีอื่นๆ นอกจากตารางนี้ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างกรมทางหลวงกับคู่สัญญา

5.5 ความทนสารเคมี

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.7 แล้ว ต้องไม่ปรากฏการละลาย ย่น หรือฟองตัว ความคงทนของสีจะแตกต่างกันได้ไม่ต่ำกว่าเกรย์สเกลเกรด 3

5.6 ความทนความร้อนและความชื้น

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.8 แล้ว ไม่เกิดรอยแตก ล่อน แยกเป็นชั้นหรือเป็นหิน

5.7 ความทนทานต่อการกระแทก

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.9 แล้ว ต้องไม่เกิดรอยร้าวหรือหลุดล่อนเป็นหิน

5.8 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.10

5.8.1 หมึกพิมพ์ชนิดโปร่งแสง ที่พิมพ์ทับบนแผ่นสะท้อนแสงชนิด Engineering Grade ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของค่าที่กำหนดของแผ่นสะท้อนแสง ชนิด และระดับที่ใช้งานร่วมกัน

5.8.2 หมึกพิมพ์ชนิดโปร่งแสง เมื่อพิมพ์ทับบนแผ่นสะท้อนแสงชนิด High Intensity Grade หรือ Microprismatic Type ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของค่าที่กำหนดของแผ่นสะท้อนแสงนั้น

5.8.3 หมึกพิมพ์ชนิดทึบแสงสีดำ ที่พิมพ์ทับบนแผ่นสะท้อนแสงชนิด Engineering Grade ชนิด High Intensity Grade หรือ Microprismatic Type ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงต้องไม่เกินร้อยละ 1 ของค่าที่กำหนดของแผ่นสะท้อนแสง ชนิด และระดับที่ใช้งานร่วมกัน

5.9 ความทนทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่งภาวะ

หมึกพิมพ์ที่พิมพ์ทับบนแผ่นสะท้อนแสงต้องใช้งานภายนอกได้ในทุกภาวะอากาศ อายุการใช้งานของหมึกพิมพ์ต้องเป็นไปตามชนิดและระดับของแผ่นสะท้อนแสงที่ใช้งานร่วมกัน เมื่อผ่านการทดสอบความทนทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่งภาวะตามข้อ 9.11 แล้ว แผ่นทดสอบต้องมีลักษณะดังนี้

5.9.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องไม่ปรากฏรอยแตก บวม พองตัว มุมงอ หรือยึดหด เกิน 1 มิลลิเมตร

5.9.2 สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง เทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของแผ่นสะท้อนแสง ชนิด และระดับที่ใช้งานร่วมกัน ดังนี้

(1) หมึกพิมพ์ชนิดโปร่งแสง ที่พิมพ์ทับบนแผ่นสะท้อนแสงชนิด Engineering Grade ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของค่าที่กำหนดของแผ่นสะท้อนแสงนั้น

(2) หมึกพิมพ์ชนิดโปร่งแสง เมื่อพิมพ์ทับบนแผ่นสะท้อนแสงชนิด High Intensity Grade หรือ Microprismatic Type ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของค่าที่กำหนดของแผ่นสะท้อนแสงนั้น

(3) หมึกพิมพ์ชนิดทึบแสงสีดำเมื่อพิมพ์ทับบนแผ่นสะท้อนแสงชนิดใดแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงต้องไม่เกินร้อยละ 1 ของค่าที่กำหนดของแผ่นสะท้อนแสง ชนิด และระดับที่ใช้งานร่วมกัน

5.9.3 ความคงทนของสี (Color Fastness) ต้องเป็นไปตามขีดจำกัดของรวงภาวะและตัวประกอบความส่องสว่างของหมึกพิมพ์ที่กำหนดในตารางที่ 1

5.10 อายุการเก็บ (Shelf Life)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.12 แล้ว หมึกพิมพ์ต้องไม่เกิดการแยกชั้น

หมายเหตุ หากจำเป็นต้องกำหนดคุณสมบัติอื่นๆ ของหมึกพิมพ์นอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้นี้ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างกรมทางหลวงกับคู่สัญญา

6. การบรรจุ

หมึกพิมพ์ต้องบรรจุในกระป๋องที่สะอาด ซึ่งทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก มีกระดาษเคลือบไขและกระดาษแข็งปิดผิวหน้าของหมึกพิมพ์ในภาชนะ แล้วปิดฝาให้สนิท หรือบรรจุในภาชนะอื่นที่ไม่ทำปฏิกิริยากับหมึกพิมพ์ ขนาดบรรจุของหมึกพิมพ์ ปริมาณ 1 แกลลอน หรือตามที่ตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายหมึกพิมพ์

7. เครื่องหมายและฉลาก

ที่ภาชนะบรรจุหมึกพิมพ์ทุกหน่วยและทุกหีบห่อ อย่างน้อยต้องมีเลขอักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

7.1 ชื่อ ชนิด และสีของหมึกพิมพ์

7.2 ชื่อผู้ผลิตหรือโรงงานที่ผลิต เครื่องหมายการค้า (ชื่อผู้บรรจุหรือชื่อผู้จัดจำหน่าย ถ้ามี)

7.3 น้ำหนักสุทธิ

7.4 วัน เดือน ปี ที่ผลิต

7.5 รหัสของรุ่นที่ผลิต

7.6 คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้และการเก็บรักษา

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น (Lot) หมายถึง หมึกพิมพ์ที่มีเครื่องหมายการค้า ชนิด และสีเดียวกัน ผลิตในคราวเดียวกัน

8.2 ขนาดรุ่น (Lot Size) หมายถึง จำนวนหมึกพิมพ์ในรุ่นหนึ่ง

8.3 ขนาดตัวอย่าง (Sample Size) หมายถึง จำนวนหมึกพิมพ์ที่ชักตัวอย่างจากรุ่นเพื่อนำมาทดสอบ

8.4 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2

8.4.1 การชักตัวอย่าง

(1) เครื่องมือสำหรับชักตัวอย่าง

ภาชนะบรรจุตัวอย่าง ควรเป็นภาชนะที่บดแสงที่ไม่ทำปฏิกิริยากับหมึกพิมพ์ เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างถูกแสงสว่างโดยตรง มีฝาปิดแน่นและไม่ทำปฏิกิริยากับตัวอย่าง และมีขนาดความจุพอเหมาะ

(2) วิธีชักตัวอย่าง

วิธีชักตัวอย่างจากภาชนะบรรจุสำหรับจำหน่าย

(ก) ในกรณีที่หมึกพิมพ์รุ่นนั้นบรรจุในภาชนะสำหรับจำหน่ายไม่เกิน 3 ภาชนะบรรจุ ให้ชักตัวอย่างปริมาณเท่า ๆ กัน จากแต่ละภาชนะบรรจุ แล้วนำตัวอย่างทั้งหมดรวมใส่ในภาชนะสำหรับบรรจุตัวอย่าง ปิดฝาให้แน่น แล้วปิดฉลากที่บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างไว้

(ข) ในกรณีที่หมึกพิมพ์รุ่นนั้นบรรจุในภาชนะสำหรับจำหน่ายเกิน 3 ภาชนะบรรจุขึ้นไป ให้เลือกภาชนะบรรจุโดยวิธีสุ่มตามแผนการชักตัวอย่างในตารางที่ 2 เพื่อนำมาชักตัวอย่าง การชักตัวอย่างหมึกพิมพ์จากภาชนะบรรจุสำหรับจำหน่ายที่เลือกโดยการสุ่ม ให้ทำดังนี้

1) เปิดภาชนะบรรจุที่เลือกโดยการสุ่มตามตารางที่ 2 ทุกภาชนะบรรจุ ตรวจสอบดูลักษณะทั่วไปของหมึกพิมพ์ตามข้อ 5.1 (ซึ่งจะต้องมีส่วนต่าง ๆ ผสมเข้าด้วยกันเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่คั่นตัวไม่เป็นวุ้น)

2) ใช้หลอดโลหะจุ่มลงในหมึกพิมพ์ให้ถึงก้นภาชนะ (ทำเช่นนี้ทุกภาชนะบรรจุ) แล้วรวมตัวอย่างทั้งหมดใส่ในภาชนะสำหรับบรรจุตัวอย่าง ปิดฝาให้แน่น แล้วปิดฉลากที่บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างไว้

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่าง

ขนาดรุ่น (หน่วย เป็นภาชนะบรรจุ)	ขนาดตัวอย่าง (หน่วย เป็นภาชนะบรรจุ)
3 ถึง 20	3
21 ถึง 150	5
151 ถึง 600	8
601 ถึง 1 000	13
1 001 ถึง 2 000	20
เกิน 2 000	32

หมายเหตุ อาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

3) เมื่อบรรจุตัวอย่างในภาชนะบรรจุตัวอย่าง ที่ปิดฝาแน่นและปิดฉลากเรียบร้อยแล้ว ควรนำไปทดสอบให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ถ้ายังไม่ได้ทดสอบ ให้เก็บภาชนะบรรจุตัวอย่างนั้นไว้ตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต

8.4.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างหมึกพิมพ์ซิลค์สกรีนต้องมีคุณลักษณะเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกรายการตามข้อ 5 จึงจะถือว่าหมึกพิมพ์รุ่นนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดนี้

9. การทดสอบ

9.1 ภาวะทดสอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ก่อนทดสอบ ตัวอย่างทดสอบต้องอยู่ในภาวะมาตรฐานที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 ± 5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

9.2 แผ่นทดสอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แผ่นอะลูมิเนียมที่มีผิวเรียบ สะอาด และปราศจากไขมัน มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร ขนาดตามที่กำหนดในวิธีการทดสอบ แล้วเตรียมแผ่นทดสอบโดยการพิมพ์หมึกพิมพ์บนแผ่นสะท้อนแสง ชนิดหรือระดับที่จะใช้งานร่วมกันก่อนหรือหลัง ติดบนแผ่นอะลูมิเนียม ขนาดความหนาตามที่กำหนดในวิธีการทดสอบเป็นแผ่นทดสอบ

9.3 การทดสอบลักษณะทั่วไป

วิธีทดสอบ

เทหมึกพิมพ์ลงบนกระจกที่มีผิวหน้าราบและเรียบ ใช้สแปทูลา (Spatula) เกลี่ยหรือปาดให้เรียบจนเป็นชั้นบาง พร้อมกับตรวจพินิจข้อบกพร่องของหมึกพิมพ์

9.4 การทดสอบระยะเวลาการแห้งตัว

9.4.1 เครื่องมือ

- (1) ตุ่มน้ำหนัก 100 กรัม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร
- (2) กระจกใสเหลี่ยมผืนผ้าที่มีผิวหน้าราบและเรียบ ขนาดประมาณ 200×300 มิลลิเมตร
- (3) กระดาษอาร์ตสีขาวที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 100 กรัมต่อตารางเมตร

9.4.2 วิธีทดสอบ

เตรียมตัวอย่างตามข้อ 9.2 ใช้แผ่นทดสอบขนาด 150×300 มิลลิเมตร

(1) วางแผ่นทดสอบบนกระจก โดยหันด้านที่มีหมึกพิมพ์หงายขึ้น ทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำกระดาษอาร์ตที่สะอาดหันผิวหน้าด้านมันวางทับลงบนหมึกพิมพ์ แล้วนำตุ้มน้ำหนักวางทับบนปลายด้านหนึ่งของกระดาษ

(2) ลากกระดาษพร้อมตุ้มน้ำหนักไปในแนวยาวจนสุดปลายอีกด้านหนึ่ง แล้วตรวจพินิจ ใช้กระดาษอาร์ตแผ่นเดิมหรือเปลี่ยนแผ่นใหม่ ทำซ้ำเช่นเดียวกันนับบนแผ่นทดสอบเดิม ต้องไม่มีรอยเปื้อนของหมึกพิมพ์บนกระดาษอาร์ต

9.5 การทดสอบความทนทานต่อการถู

9.5.1 เครื่องมือ

(1) เครื่องทดสอบความทนทานต่อการถูแบบแห้ง (Rub Tester) ประกอบด้วยมอเตอร์และอุปกรณ์ ซึ่งทำให้แท่งน้ำหนักสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใช้ในการทดลอง เคลื่อนกลับไปกลับมาบนแผ่นตัวอย่างเป็นจำนวนรอบ (Stroke) ตามที่กำหนดไว้ แท่งน้ำหนักที่ใช้ต้องมีผิวหน้าด้านที่ใช้ถูเรียบสม่ำเสมอ และมีพื้นที่ของผิวหน้าประมาณ 5×10 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 1.8 กิโลกรัม หรือให้แรงกดบนผิวสัมผัส 6.89 กิโลปาสกาล

หมายเหตุ รอบ หมายถึง การที่แท่งน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบเคลื่อนที่จากปลายด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งแล้วกลับมายังจุดเริ่มต้น

(2) กระดาษอาร์ตสีขาวที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 100 กรัมต่อตารางเมตร

9.5.2 วิธีทดสอบ

เตรียมตัวอย่างตามข้อ 9.2 ใช้แผ่นทดสอบขนาด 7.5×15 มิลลิเมตร ซึ่งวางไว้ที่ภาะทดสอบตามข้อ 9.1 วางแผ่นทดสอบบนฐานเครื่องมือ (Base Plate) โดยหันด้านที่มีหมึกพิมพ์ไว้ข้างบน แล้วตรึงด้วยหมุดให้แน่น ใช้กระดาษอาร์ตขนาด 5×18 มิลลิเมตร ทาบติดกับแท่งน้ำหนักทางด้านล่าง ให้ผิวหน้าด้านมันอยู่ด้านนอก แล้วนำไปวางบนแผ่นทดสอบ เดินเครื่องให้แท่งน้ำหนักถูไปมาบนแผ่นทดสอบจำนวน 20 รอบ ทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วดูการหลุดลอกของหมึกพิมพ์

9.6 การทดสอบสีของหมึกพิมพ์

เตรียมตัวอย่างตามข้อ 9.2 ทำการทดสอบตาม ASTM E 1347 และ ASTM E 1349 โดยทำการวัด 8 ครั้ง แต่แต่ละครั้งให้หมุนทำมุม 45 องศา จากแนวแกนในจุดเดียวกัน หาค่าเฉลี่ย (ค่าของ Y จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงจากค่าเฉลี่ยเกินร้อยละ 1)

9.7 การทดสอบความทนสารเคมี

เตรียมตัวอย่างตามข้อ 9.2 ใช้แผ่นทดสอบขนาด 25×150 มิลลิเมตร จำนวน 5 แผ่น แล้วปฏิบัติตาม มอก. 285 เล่ม 23 โดยแช่ตัวอย่างในสารเคมีตามที่กำหนดในตารางที่ 3 ชนิดละ 1 แผ่น จนครบเวลาที่แช่ นำแผ่นทดสอบขึ้นมา ปล่อยให้แห้งไว้ให้แห้ง ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แล้วตรวจพินิจและตรวจสอบความคงทนของสีโดยใช้เกรย์สเกล

ตารางที่ 3 ชนิดของสารเคมีและเวลาที่ใช้

สารเคมี	เวลาที่แช่
น้ำมันก๊าด	5 นาที
น้ำมันสน	5 นาที
เมทานอล	20 วินาที
ทอลูอิน	20 วินาที
ไซลีน	20 วินาที

9.8 การทดสอบความทนความร้อนและความชื้น

เตรียมตัวอย่างตามข้อ 9.2 ใช้แผ่นทดสอบขนาด 80 × 150 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น

9.8.1 ความทนความร้อน

นำแผ่นทดสอบอบที่อุณหภูมิ 70 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจพินิจ

9.8.2 ความทนความชื้น

นำแผ่นทดสอบวางผึ่งที่อุณหภูมิ 40 ± 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 98 ± 2 ตามวิธีที่กำหนดใน ASTM D 2247 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจพินิจ

9.9 การทดสอบความทนทานต่อการกระแทก

เตรียมตัวอย่างตามข้อ 9.2 ใช้แผ่นทดสอบขนาด 75 × 125 × 1.0 มิลลิเมตร จำนวน 3 แผ่น ที่ภาวะทดสอบตามข้อ 9.1 นำไปทดสอบความทนทานต่อการกระแทก ตามวิธีที่กำหนดใน ASTM D 2794 โดยใช้แท่งน้ำหนัก 0.91 กิโลกรัม มีรัศมีที่ปลายมนเรียบ 15.8 มิลลิเมตร ปลดปล่อยจากระดับสูง ให้ได้แรงกระแทก 1.13 นิวตัน-เมตร แล้วตรวจพินิจ

9.10 การทดสอบสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

เตรียมตัวอย่างตามข้อ 9.2 ใช้แผ่นทดสอบขนาด 300 × 300 มิลลิเมตร ทำการทดสอบตาม ASTM E 810

9.11 การทดสอบความทนทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่งภาวะ

เตรียมตัวอย่างตามข้อ 9.2 ใช้แผ่นทดสอบขนาด 75 × 225 มิลลิเมตร ที่พิมพ์หมีกพิมพ์ ซิลค์สกรีนเป็นพื้นที่ 75 × 150 มิลลิเมตร โดยเว้นจากขอบด้านยาวด้านละ 37.5 มิลลิเมตร ทั้ง 2 ด้าน แล้วนำไปเข้าเครื่องเร่งภาวะตามที่กำหนดใน ASTM G 26 Type B Method A โดยใช้แผ่นแบล็กพานเนล (Black Panel) มีอุณหภูมิ 63 ± 3 องศาเซลเซียส มีวงจรฉายแสง 102 นาที ฉายแสงและพ่นน้ำ 18 นาที ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 ± 5 จนครบระยะเวลาตามที่กำหนดในตารางที่ 4 นำแผ่นทดสอบที่แห้ง (ไม่นำ

แผ่นทดสอบออกในขณะที่พ่นน้ำอยู่) ออกจากเครื่อง ล้างแผ่นทดสอบโดยใช้ฝ้านุ่มหรือฟองน้ำชุบน้ำสะอาด หรือสารละลายเจือจาง (ละลายผงซักฟอกร้อยละ 1 โดยน้ำหนักในน้ำ) เช็ดและล้างอีกครั้งโดยการให้น้ำสะอาด ไหลผ่าน ชั้ให้แห้งด้วยฝ้านุ่มที่สะอาด แล้ววางแผ่นทดสอบไว้ที่อุณหภูมิห้อง 27 ± 2 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง นำไปตรวจพินิจ วัดสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงและความคงทนของสี

9.11.1 ลักษณะทั่วไป ตรวจพินิจดูรอยแตก บวม พองตัว มุมงอ หรือยึดหด

9.11.2 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง ให้ปฏิบัติตาม ASTM E 810

9.11.3 ความคงทนของสี ให้ปฏิบัติตาม ASTM D 4956

ตารางที่ 4 ระยะเวลาทดสอบความทนทานต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่งภาวะ

หมึกพิมพ์ใช้กับแผ่นสะท้อนแสงชนิด	ระยะเวลาทดสอบ ชั่วโมง
Engineering Grade	1 000
High Intensity Grade	2 200
Microprismatic Type	2 200

9.12 อายุการเก็บ (Shelf Life)

9.12.1 เครื่องมือ

- (1) ขวดแก้วรูปกรวย ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร พร้อมจุกคออร์กที่ปิดได้สนิท
- (2) ตู้อบไฟฟ้า ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 52 ± 1 องศาเซลเซียส
- (3) เดสิคเคเตอร์

9.12.2 วิธีทดสอบ

ให้ทดสอบโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

- (1) วิธีเก็บไว้ 1 ปี ในสภาพอุณหภูมิห้อง

ให้นำภาชนะบรรจุหมึกพิมพ์ซิลค์สกรีนไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ให้ถูกแสงแดด หรือความชื้นโดยตรง เมื่อครบ 1 ปี ให้นำมาตรวจพินิจ

- (2) วิธีเร่งอายุ

ให้เทหมึกพิมพ์ซิลค์สกรีนตัวอย่างลงในขวดแก้วรูปกรวยประมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดปากขวดด้วยจุกคออร์กให้สนิท นำไปเร่งอายุโดยอบที่อุณหภูมิ 52 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 720 ชั่วโมง ปลอ่ยให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ แล้วตรวจพินิจ

9.13 รายละเอียดและรายงานผลการทดสอบ

ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รายละเอียดและรายงานผลการทดสอบ

ลำดับที่	รายการ	กำหนดไว้ใน	จำนวนครั้งหรือ ชั้นที่ทดสอบ ต่อ 1 ตัวอย่าง	รายงานผลการทดสอบ อ่านค่าละเอียดถึง
1	ลักษณะทั่วไป	ข้อ 5.1 และข้อ 9.3	1	-
2	ระยะเวลาการแห้งตัว	ข้อ 5.2 และข้อ 9.4	1	5 นาที
3	ความทนทานต่อการกรู	ข้อ 5.3 และข้อ 9.5	3	-
4	สมบัติทางสีและแสง	ข้อ 5.4 และข้อ 9.6 ASTM E 1347, ASTM E 1349	8 (รายงานค่าเฉลี่ย)	0.001
5	ความทนสารเคมี	ข้อ 5.5 และข้อ 9.7	1	-
6	ความทนความร้อนและความชื้น	ข้อ 5.6 และข้อ 9.8 ASTM D 2247	1	-
7	ความทนทานต่อการกระแทก	ข้อ 5.7 และข้อ 9.9 ASTM D 2794	3	-
8	สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง	ข้อ 5.8 และข้อ 9.10 ASTM E 810	3 (รายงานค่าเฉลี่ย)	0.1 แคนเดลาต่อลักซ์ต่อตารางเมตร
9	ความทนลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่ง ภาวะ	ข้อ 5.9 และข้อ 9.11 ASTM D 4956 และ ASTM G 26	1	-
10	อายุการเก็บ	ข้อ 5.10 และข้อ 9.12	1	-

10. เอกสารอ้างอิง

กรมทางหลวง : ข้อกำหนดที่ ทล.-ก. 608/2545 “ข้อกำหนดแผ่นสะท้อนแสง ชนิด Microprismatic (Specification of Reflective Sheeting, Microprismatic type)”

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.285 เล่ม 23 -2526 “ความทนของเหลว”

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.285 เล่ม 45 -2531 “นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสี วารันิช และวัสดุที่เกี่ยวข้อง”

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 452 – 2526
“หมึกพิมพ์เลดเตอร์เพลสและออฟเซต”

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 606 - 2529
“แผ่นสะท้อนแสง (Standard for Reflective Sheeting)”

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 635 - 2529
“สีและเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย เล่ม 1 ถึง 2 , เล่ม 1 สีและรูปแบบ เล่ม 2 สมบัติทางสีของวัสดุ
(Standard for Safety Color and Safety Signs , Part 1 : Color and Design Part 2 : Colorimeter and
Photometric Properties of Materials)”

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 952 – 2533
“หมึกอัดสำเนา”

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1678 – 2541
“หมึกประทับตรา”

The American Standard for Testing Materials. ASTM D 2247 : “Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100% Relative Humidity”

The American Standard for Testing Materials. ASTM D 2794 : “Standard Test Method Resistance of Organic Coating to the Effects of Rapid Deformation (Impact)”

The American Standard for Testing Materials. ASTM D 4956 : “Standard Specification for Retroreflective Sheeting for Traffic Control” Section 4 , Volume 04.03 , 2001.

The American Standard for Testing Materials. ASTM E 810 : “Standard Test Method for Coefficient of Retroreflection of Retroreflective Sheeting” Section 6 , Volume 06.01 , 1994 (Reapproved 2000)

The American Standard for Testing Materials. ASTM E 1347 : “Standard Test Method for Color and Color – Difference Measurement by Tristimular (Filter) Colorimetry” Section 6 , Volume 06.01 , 1997.

The American Standard for Testing Materials. ASTM E 1349 : “Standard Test Method for Reflectance Factor and Color by Spectrophotometry Using Bidirectional Geometry” , Section 6 Volume 06.01 , 1990 (Reapproved 1998).

The American Standard for Testing Materials. ASTM G 26 : “Standard Practice for Operating Light - Exposure Apparatus (Xenon – Arc Type) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials” , Section 14 , Volume 14.02 , 1996.

International Standard. ISO 2846-4 “Graphic Technology – Color and Transparency of Printing Ink Sets for Four-Color – Printing” Part 4 Screen Printing , 2000.

* * * * *