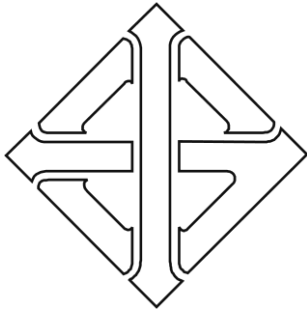




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 1344-2560



กระจกโฟลตสีตัดแสง

TINTED FLOAT GLASS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 81.040.20

ISBN 978-616-346-107-0



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกโพลีคาร์บอเนต

มอก. 1344-2560



สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 134 ตอนพิเศษ 295 ง
วันที่ 29 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2560

คณะผู้จัดทำร่างมาตรฐาน มาตรฐานกระจก

ประธาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัฒนะ รักความสุข

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถจักร์ เศรษฐบุตร

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์

รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ ลิลาทวีวัฒน์

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

นายดนัย หงส์พันธุ์

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

นายสุทธิ คลอวุฒวัฒน์

บริษัท การ์เดียนอินดัสทรีส์ คอร์ป จำกัด

นายทรงพล บำเพ็ญสันติ

บริษัท กระจกไทยอาชาสี จำกัด (มหาชน)

นางสาวโสธิดา งามวิวัฒน์สว่าง

บริษัท ไทย-เยอรมัน สเปเชียลตี้ กลาส จำกัด

นางกมลวรรณ ดาวประกายมงคล

บริษัท พีเอ็มเค ไดมอนด์กลาส จำกัด

นายนิธิพล เอกบุญญฤทธิ

สถาบันยานยนต์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริธันว์ เจียมศิริเลิศ

ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายกิตติ อยู่สินธุ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรรมการและเลขานุการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กุสภานา ภูบาฮา

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นายชิตวรนนท์ อิศระตระกูล

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกโฟลตสีตัดแสง ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็น มอก. 1344-2539 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 113 ตอนที่ 48 ง วันที่ 13 มิถุนายน พุทธศักราช 2539 ประกาศแก้ไขเพิ่มเติม เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก. 1344-2541 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 115 ตอนที่ 32 ง วันที่ 21 เมษายน พุทธศักราช 2541

ต่อมาได้พิจารณาเห็นควรปรับปรุง โดยมีสาระสำคัญ ได้แก่ การเพิ่มเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของค่าความแตกต่างของสี การปรับปรุงวิธีคำนวณสมบัติทางแสงและพลังงานของกระจกโฟลตสีตัดแสงโดยอ้างอิงวิธีตาม ISO 9050:2003 Glass in buildings – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors เพื่อแทนวิธีการคำนวณค่าความส่องผ่านรังสีโซลาร์ที่เคยกำหนดไว้ในมาตรฐานเดิม และได้จัดเรียงเนื้อหา รูปและตารางให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิม และกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ จัดทำขึ้นตามความร่วมมือด้านการกำหนดมาตรฐานระหว่างสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกับคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในอนุกรมมาตรฐานกระจก ประกอบด้วย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีพระราชกฤษฎีกากำหนดให้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ที่ประกาศใช้แล้ว และอยู่ระหว่างการดำเนินการยกเลิกและกำหนดใหม่ เพื่อตราเป็นพระราชกฤษฎีกากำหนดให้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่

มอก. 880-2547	กระจกโฟลตใส (clear float glass)
มอก. 1344-2541	กระจกโฟลตสีตัดแสง (tinted float glass)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่อยู่ระหว่างการดำเนินการยกเลิกและกำหนดใหม่ เพื่อตราเป็นพระราชกฤษฎีกากำหนดให้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่

มอก. 965-25xx	กระจกเทมเปอร์ (tempered glass)
มอก. 1222-25xx	กระจกนิรภัยหลายชั้น (laminated safety glass)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีประกาศกำหนดมาตรฐาน ได้แก่

มอก. 54-25xx	กระจกแผ่น (sheet glass)
มอก. 1231-25xx	กระจกฉนวน (sealed insulating glass)
มอก. 1345-25xx	กระจกแผ่นสีตัดแสง (tinted sheet glass)
มอก. 1732-25xx	กระจกเงา (mirror glass)
มอก. 2203-25xx	กระจกลวดลาย (patterned glass)
มอก. 2672-25xx	กระจกสะท้อนแสง (reflective glass)
มอก. 2736-25xx	กระจกเปล่งรังสีความร้อนต่ำ (low thermal emissivity glass)
มอก. 2737-25xx	กระจกอบแข็งด้วยความร้อน (heat-strengthened glass)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

JIS R 3202-2011	Float glass and polished plate glass
ISO 11479-2:2011	Glass in building – Coated glass – Part 1 : Colour of façade

ISO 9050:2003

Glass in buildings – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors



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



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 5007 (พ.ศ. 2560)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระจกโพลีคาร์บอเนต

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกโพลีคาร์บอเนต มาตรฐานเลขที่ มอก. 1344-2541

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2558 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2132 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกโพลีคาร์บอเนต ลงวันที่ 11 เมษายน พ.ศ. 2539 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2367 (พ.ศ. 2541) เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกโพลีคาร์บอเนต (แก้ไขครั้งที่ 1) ลงวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2541 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกโพลีคาร์บอเนต มาตรฐานเลขที่ มอก. 1344-2560 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกโพลีคาร์บอเนต ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 1344-2560 ใช้บังคับ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2560

อุตตม สาวนายน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระจกโพลตสีตัดแสง

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะกระจกโพลตสีตัดแสง ชั้นคุณภาพทั่วไป และชั้นคุณภาพพิเศษ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็นไปตาม มอก. 880 และดังต่อไปนี้

- 2.1 กระจกโพลตสีตัดแสง (tinted float glass) หมายถึง ผลิตภัณฑ์กระจกที่โปร่งใส (transparent) และมีสี ทำจากการหลอมทรายแก้ว ส่วนผสมอื่น และออกไซด์ของโลหะที่ทำให้เกิดสี ที่อุณหภูมิสูงกว่า $1\,400\text{ }^{\circ}\text{C}$ แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นด้วยกระบวนการที่เรียกว่าโฟลต โดยให้น้ำแก้วลอยบนดีบุกซึ่งหลอมละลายที่อุณหภูมิประมาณ $800\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2.2 ค่าความแตกต่างของสี (ΔE_{ab}^*) หมายถึง ความแตกต่างของสีที่จุดต่าง ๆ ของกระจกตัวอย่างแผ่นเดียวกันหรือต่างแผ่น โดยสีที่แต่ละจุดนั้นกำหนดด้วยค่า L^* , a^* และ b^* ในระบบพิกัดของสี (lab color space) ที่กำหนดโดย International Commission on Illumination (CIE)
- 2.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนรังสีอาทิตย์ (solar heat gain coefficient; SHGC) หมายถึง สัดส่วนของพลังงานจากรังสีอาทิตย์ที่ผ่านกระจกกับรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนกระจก โดยส่วนที่ผ่านกระจกนั้น ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การส่องผ่านรังสีอาทิตย์โดยตรงและการถ่ายเทความร้อนที่สืบเนื่องจากการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่ผิวกระจก รายละเอียดการคำนวณให้ดูภาคผนวก ข.
- 2.4 ค่าการส่องผ่านแสงช่วงมองเห็นได้ (visible light transmittance) หมายถึง สัดส่วนของรังสีอาทิตย์ช่วงมองเห็นได้ที่ผ่านกระจกกับรังสีอาทิตย์ช่วงมองเห็นได้ที่ตกกระทบบนกระจก โดยรังสีอาทิตย์ช่วงมองเห็นได้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 380 nm ถึง 780 nm รายละเอียดการคำนวณให้ดูภาคผนวก ข.

3. ชั้นคุณภาพและสัญลักษณ์

- 3.1 กระจกโพลตสีตัดแสง แบ่งเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ

- 3.1.1 ชั้นคุณภาพทั่วไป ใช้สัญลักษณ์ FT G

- 3.1.2 ชั้นคุณภาพพิเศษ ใช้สัญลักษณ์ FT S

หมายเหตุ 1. FT หมายถึง กระจกโพลตสีตัดแสง

2. G หมายถึง ชั้นคุณภาพทั่วไป

3. S หมายถึง ชั้นคุณภาพพิเศษ

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ขนาด

4.1.1 กระจกโพลตีสีตัดแสง ชั้นคุณภาพทั่วไป

4.1.1.1 ความหนาให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในที่ฉลาก และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1
การทดสอบ ให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.1

4.1.2.2 ความกว้างและความยาว ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในที่ฉลาก และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

การทดสอบ ให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.2

4.1.2 กระจกโพลตีสีตัดแสง ชั้นคุณภาพพิเศษ

4.1.2.1 ความหนา ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในที่ฉลาก และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ให้เป็นไปตามตารางที่ 2
การทดสอบ ให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.1

4.1.2.2 ความกว้างและความยาว ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในที่ฉลาก และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

การทดสอบ ให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.2

ตารางที่ 1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของกระจกโพลตีสีตัดแสง ชั้นคุณภาพทั่วไป

(ข้อ 4.1.1.1 และข้อ 4.1.1.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างและความยาว	
		ความกว้างหรือความยาว ≤ 3 000	ความกว้างหรือความยาว > 3 000 ถึง 5 000
2	± 0.2	+ 1.0 - 2.0	ไม่กำหนด
3	± 0.3		
4			
5			
6			
8	± 0.6	± 2.0	+ 3.0
10		- 3.0	- 4.0
12	± 0.8	± 3.0	± 4.0
15			
19	± 1.2	± 5.0	± 6.0
22			
25			

ตารางที่ 2 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของกระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพพิเศษ
(ข้อ 4.1.2.1 และข้อ 4.1.2.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างและความยาว	
		ความกว้างหรือความยาว ≤3 000	ความกว้างหรือความยาว > 3 000 ถึง 5 000
≤1.5	± 0.2	+ 1.0 - 2.0	ไม่กำหนด
> 1.5 ถึง 2.5			
> 2.5 ถึง 3.5			
> 3.5 ถึง 4.5			
> 4.5 ถึง 5.5			
> 5.5 ถึง 6.0		± 2.0	

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

- 5.1.1 กระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพทั่วไป ต้องไม่มีตำหนิเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในตารางที่ 3 การทดสอบ ให้ปฏิบัติตามวิธีทดสอบที่ระบุในตารางที่ 3
- 5.1.2 กระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพพิเศษ ต้องไม่มีตำหนิเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในตารางที่ 4 การทดสอบ ให้ปฏิบัติตามวิธีทดสอบที่ระบุในตารางที่ 4

5.2 ค่าความแตกต่างของสี (ΔE_{ab}^*)

กระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพทั่วไปและชั้นคุณภาพพิเศษ เมื่อทดสอบตามข้อ 9.7 แล้ว ค่าความแตกต่างของสีของกระจกต้อง ≤ 3.0

ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไปของกระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพทั่วไป

(ข้อ 5.1.1 และข้อ 9.3)

รายการ	ชนิดของตำหนิ	เกณฑ์ที่ยอมรับได้		วิธีทดสอบตาม
1.	ฟองอากาศ ¹⁾	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฟองอากาศ (mm)	จำนวนฟองอากาศที่ยอมให้มีได้ (ฟอง)	ข้อ 9.3
		0.5 ถึง < 1.5	$\leq 5.5 \times S^{2)}$	
		1.5 ถึง < 3.0	$\leq 1.1 \times S^{2)}$	
		3.0 ถึง < 5.0	$\leq 0.44 \times S^{2)}$	
		5.0 ถึง < 10.0	$\leq 0.22 \times S^{2)}$	
		≥ 10.0	ต้องไม่มี	
2.	สิ่งแปลกปลอม ¹⁾	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสิ่งแปลกปลอม (mm)	จำนวนสิ่งแปลกปลอมที่ยอมให้มีได้ (หน่วย)	
		0.5 ถึง < 1.0	$\leq 2.2 \times S^{2)}$	
		1.0 ถึง < 2.0	$\leq 0.44 \times S^{2)}$	
		2.0 ถึง < 3.0	$\leq 0.22 \times S^{2)}$	
		≥ 3.0	ต้องไม่มี	
3.	ตำหนิที่เป็นจุดรวมเป็นกลุ่ม	ฟองอากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ≥ 1.5 mm และสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ≥ 1.0 mm	- ระยะห่างระหว่างฟองอากาศกับฟองอากาศที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm - ระยะห่างระหว่างสิ่งแปลกปลอม กับสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm - ระยะห่างระหว่างฟองอากาศกับสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm	
4.	ตำหนิเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน ³⁾	ต้องไม่มี		

ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไปของกระจกโพลีคาร์บอเนต สีนํ้าเงิน (ต่อ)

(ข้อ 5.1.1 และข้อ 9.3)

รายการ	ชนิดของตำหนิ	เกณฑ์ที่ยอมรับได้			วิธีทดสอบตาม
5.	ตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจก	พื้นที่ของกระจกต่อแผ่น (m ²)	ขนาดความยาวของตำหนิเป็นเส้นไม่ต่อเนื่องที่ยอมให้มีได้ (mm)	ขนาดความยาวรวมทั้งหมดของตำหนิที่เป็นเส้นไม่ต่อเนื่องที่ยอมให้มีได้ (mm)	ข้อ 9.3
		< 1	≤ 60	≤ 240	
		1 ถึง < 4	≤ 60 × S	≤ 240 × S ²⁾	
		≥ 4	≤ 240	≤ 240 × S ²⁾	
6.	ราน	ต้องไม่มี			
7.	การมองเห็นภาพบิดเบี้ยว	ต้องไม่เห็นแถบขนานบิดเบี้ยว			ข้อ 9.4
8.	ตำหนิที่ขอบ	ความกว้างและความยาวของตำหนิที่ขอบ น้อยกว่าความหนาของกระจก			ข้อ 9.5
9.	ความโค้งเดี่ยว	ความหนากระจก (mm)	ค่าความโค้งสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (%)		ข้อ 9.6
		< 6	≤ 0.5		
		≥ 6	≤ 0.3		
10.	ความโค้งแบบคลื่น	ความหนากระจก (mm)	ค่าความโค้งสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (%)		
		< 6	≤ 0.5		
		≥ 6	≤ 0.3		

- หมายเหตุ 1) ขนาดของตำหนิที่เป็นจุด ฟองอากาศ และสิ่งแปลกปลอมให้ใช้เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่ยาวที่สุดเป็นเกณฑ์ในการวัด ไม่รวมถึงส่วนที่เป็นแสงรัศมี (halo part)
- 2) S หมายถึง พื้นที่ของแผ่นกระจกตัวอย่างที่ทดสอบ (หน่วยเป็นตารางเมตร) เมื่อคำนวณตามตารางที่ 3 ให้ปัดทศนิยมเหลือ 2 ตำแหน่ง ส่วนเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในตารางที่ 3 สำหรับจำนวนฟองอากาศ จำนวนสิ่งแปลกปลอม และความยาวรวมที่ยอมรับได้ของตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจกต้องเป็นตัวเลขจำนวนเต็มที่ได้จากการคำนวณที่นำค่า S คูณกับค่าสัมประสิทธิ์ของกระจกแต่ละขนาดแล้วปัดเศษขึ้นให้เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม
- 3) ตำหนิเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน ที่ปรากฏอยู่ที่ผิวกระจกหรือในเนื้อกระจกนั้น ได้แก่ การที่กระจกไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (non-uniformity of base) รอยขีดข่วน (scratch)

ตารางที่ 4 ลักษณะทั่วไปของกระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพพิเศษ

(ข้อ 5.1.2 ข้อ 9.2 และข้อ 9.3)

รายการ	ชนิดของตำหนิ	เกณฑ์ที่ยอมรับได้				วิธีทดสอบตาม
1.	ฟองอากาศ ¹⁾	ส่วนของกระจก	ความหนากระจก (mm)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฟองอากาศ (mm)	จำนวนฟองอากาศที่ยอมให้มีได้ (ฟอง)	ข้อ 9.2 และข้อ 9.3
		ส่วนกลาง	< 2.6	0.5 ถึง < 1.0	$\leq 2.6 \times S^{2)}$	
				1.0 ถึง <1.5	$\leq 2.6 \times S^{2)}$	
				1.5 ถึง <2.0	$\leq 0.44 \times S^{2)}$	
				≥ 2.0	ต้องไม่มี	
		ส่วนรอบนอก	< 2.6	0.5 ถึง < 1.0	$\leq 2.6 \times S^{2)}$	
				1.0 ถึง <1.5	$\leq 2.6 \times S^{2)}$	
				1.5 ถึง <2.0	$\leq 0.44 \times S^{2)}$	
				≥ 2.0	ต้องไม่มี	
		ส่วนขอบ	< 2.6	0.5 ถึง < 1.0	ไม่ต้องตรวจ	
				1.0 ถึง < 1.5		
				1.5 ถึง < 2.0		
				≥ 2.0	ต้องไม่มี	
		ส่วนกลาง	≥ 2.6 ถึง 6.0	0.5 ถึง < 1.0	$\leq 1.3 \times S^{2)}$	
				1.0 ถึง < 1.5	$\leq 1.3 \times S^{2)}$	
				1.5 ถึง < 2.0	$\leq 0.44 \times S^{2)}$	
				≥ 2.0	ต้องไม่มี	
		ส่วนรอบนอก	≥ 2.6 ถึง 6.0	0.5 ถึง < 1.0	$\leq 2.6 \times S^{2)}$	
				1.0 ถึง < 1.5	$\leq 2.6 \times S^{2)}$	
				1.5 ถึง < 2.0	$\leq 0.44 \times S^{2)}$	
				≥ 2.0	ต้องไม่มี	
		ส่วนขอบ	≥ 2.6 ถึง 6.0	0.5 ถึง < 1.0	ไม่ต้องตรวจ	
				1.0 ถึง < 1.5		
				1.5 ถึง < 2.0		
				≥ 2.0	ต้องไม่มี	

ตารางที่ 4 ลักษณะทั่วไปของกระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพพิเศษ (ต่อ)

(ข้อ 5.1.2 ข้อ 9.2 และข้อ 9.3)

รายการ	ชนิดของตำหนิ	เกณฑ์ที่ยอมรับได้				วิธีทดสอบตาม
2.	สิ่งแปลกปลอม	ส่วนของกระจก	ความหนากระจก (mm)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสิ่งแปลกปลอม (mm)	จำนวนสิ่งแปลกปลอมที่ยอมรับได้ (หน่วย)	ข้อ 9.2 และ ข้อ 9.3
		ส่วนกลาง	< 2.6	0.3 ถึง < 1.0	$\leq 2.2 \times S^{(2)}$	
				≥ 1.0	ต้องไม่มี	
		ส่วนรอบนอก	< 2.6	0.3 ถึง < 1.0	$\leq 2.2 \times S^{(2)}$	
				≥ 1.0	ต้องไม่มี	
		ส่วนขอบ	< 2.6	0.3 ถึง < 1.0	ไม่ต้องตรวจ	
				≥ 1.0	ต้องไม่มี	
		ส่วนกลาง	≥ 2.6 ถึง 6.0	0.3 ถึง < 1.0	$\leq 0.44 \times S^{(2)}$	
				≥ 1.0	$\leq 0.44 \times S^{(2)}$	
		ส่วนรอบนอก	≥ 2.6 ถึง 6.0	0.3 ถึง < 1.0	$\leq 1.3 \times S^{(2)}$	
				≥ 1.0	$\leq 1.3 \times S^{(2)}$	
		ส่วนขอบ	≥ 2.6 ถึง 6.0	0.3 ถึง < 1.0	ไม่ต้องตรวจ	
				≥ 1.0	ต้องไม่มี	
3.	ตำหนิที่เป็นจุดรวมเป็นกลุ่ม	ทั้งแผ่น	ฟองอากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ≥ 0.5 mm และสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ≥ 0.3 mm		-ระยะห่างระหว่างฟองอากาศกับฟองอากาศที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm -ระยะห่างระหว่างสิ่งแปลกปลอมกับสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm -ระยะห่างระหว่างฟองอากาศกับสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm	
4.	ตำหนิเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน	ทั้งแผ่น	ต้องไม่มี			

ตารางที่ 4 ลักษณะทั่วไปของกระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพพิเศษ (ต่อ)

(ข้อ 5.1.2 ข้อ 9.2 และข้อ 9.3)

รายการ	ชนิดของตำหนิ	เกณฑ์ที่ยอมรับได้			วิธีทดสอบตาม
		ส่วนของกระจก	พื้นที่ของกระจกต่อแผ่น (m ²)	ความยาวของตำหนิเป็นเส้นไม่ต่อเนื่องที่ยอมรับได้ (mm)	
5.	ตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจก	ส่วนกลาง	ทุกขนาดพื้นที่	ต้องไม่มี	ข้อ 9.2 และ ข้อ 9.3
		ส่วนรอบนอก	< 1	≤ 30	
			1 ถึง < 4	≤ 30 × S ²⁾	
			≥ 4	≤ 120	
6.	ตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจกเพียงเล็กน้อย	ส่วนกลาง	ทุกขนาดพื้นที่	ความยาว ≤ 15	
		ส่วนรอบนอก	ทุกขนาดพื้นที่	ไม่ต้องตรวจ	
		ส่วนขอบ	ทุกขนาดพื้นที่	ไม่ต้องตรวจ	
7.	ราน	ทั้งแผ่น	ทุกขนาดพื้นที่	ต้องไม่มี	
8.	การมองเห็นภาพบิดเบี้ยว	ทั้งแผ่น	ทุกขนาดพื้นที่	ต้องไม่เห็นแถบขนานบิดเบี้ยว	ข้อ 9.4
9.	ตำหนิที่ขอบ	ทั้งแผ่น	ทุกขนาดพื้นที่	ความกว้างและความยาวของตำหนิที่ขอบต้องน้อยกว่าความหนาของกระจก	ข้อ 9.5
10.	ความโค้งเดียว	ทั้งแผ่น	ความหนากระจก (mm)	ค่าความโค้งสูงสุดที่ยอมรับได้ (%)	ข้อ 9.6
			< 6	≤ 0.5	
			≥ 6	≤ 0.3	
11.	ความโค้งแบบคลื่น	ทั้งแผ่น	ความหนากระจก (mm)	ค่าความโค้งสูงสุดที่ยอมรับได้ (%)	
			< 6	≤ 0.5	
			≥ 6	≤ 0.3	

- หมายเหตุ 1) ขนาดของตำหนิที่เป็นจุด ฟองอากาศ และสิ่งแปลกปลอมให้ใช้เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่ยาวที่สุดเป็นเกณฑ์ในการวัด ไม่รวมถึงส่วนที่เป็นแสงรัศมี
- 2) S หมายถึง พื้นที่ของแผ่นกระจกตัวอย่างที่ทดสอบ (หน่วยเป็นตารางเมตร) เมื่อคำนวณตามตารางที่ 4 ให้ปัดทศนิยมเหลือ 2 ตำแหน่ง ส่วนเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในตารางที่ 4 สำหรับจำนวนฟองอากาศ จำนวนสิ่งแปลกปลอม และความยาวรวมที่ยอมรับได้ของตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจกต้องเป็นตัวเลขจำนวนเต็มที่ได้จากการคำนวณที่นำค่า S คูณกับค่าสัมประสิทธิ์ของกระจกแต่ละขนาดแล้วปัดเศษขึ้นให้เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม

6. การบรรจุ

- 6.1 บรรจุกระจกโพลีคาร์บอเนตในภาชนะบรรจุที่ป้องกันความเสียหายจากการขนส่งและการเก็บรักษา

7. เครื่องหมายและฉลาก

- 7.1 ที่กระจกโพลีคาร์บอเนตทุกแผ่นอย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน

- (1) สัญลักษณ์ และความหนา
- (2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่กระจกโพลีคาร์บอเนต มีความหนา ≤ 2 mm ไม่ต้องติดเครื่องหมายและฉลาก

- 7.2 ที่ภาชนะบรรจุกระจกโพลีคาร์บอเนตทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน

- (1) คำว่า “กระจกโพลีคาร์บอเนต”
- (2) ชั้นคุณภาพ สัญลักษณ์ และความหนา เป็นมิลลิเมตร
- (3) สี ค่าความส่องผ่านแสงช่วงมองเห็นได้ และค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนรังสีอาทิตย์
- (4) ขนาด (ความกว้าง X ความยาว) เป็นมิลลิเมตร
- (5) จำนวน เป็นแผ่น
- (6) มวลสุทธิของกระจกในภาชนะบรรจุ เป็นกิโลกรัม
- (7) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
- (8) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- (9) ประเทศที่ทำ

- 7.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

9. การทดสอบ

9.1 ขนาด

9.1.1 ความหนา

9.1.1.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์ที่มีความละเอียด 0.01 mm

9.1.1.2 วิธีทดสอบ

วัดความหนาของกระจกตัวอย่างที่จุดตัดระหว่างเส้นทแยงมุมกับเส้นขนานกับขอบ และห่างจากขอบประมาณ 15 mm รวม 4 ตำแหน่ง

9.1.1.3 รายงานค่าเฉลี่ยความหนาของกระจกตัวอย่างแต่ละแผ่น เป็นมิลลิเมตร (mm)

9.1.2 ความกว้างและความยาว

9.1.2.1 เครื่องมือ

ตลับเมตรที่มีความละเอียด 1 mm

9.1.2.2 วิธีทดสอบ

วัดความกว้างและความยาวทุกด้านตามแนวที่ขนาน และห่างจากขอบกระจกตัวอย่างประมาณ 50 mm

9.1.2.3 รายงานค่าเฉลี่ยความกว้างและความยาวของกระจกตัวอย่างแต่ละแผ่น เป็นมิลลิเมตร (mm)

9.2 การแบ่งส่วนกลาง ส่วนรอบนอก และส่วนขอบ ของกระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพพิเศษ ตามรูปที่ 1

9.2.1 เครื่องมือ

ตลับเมตรที่มีความละเอียด 1 mm

9.2.2 วิธีทดสอบ

9.2.2.1 วัดระยะห่างจากขอบกระจกตัวอย่าง (C) 25 mm ทุกด้าน เป็นส่วนขอบของกระจกตัวอย่าง

9.2.2.2 วัดความยาว (A) และความกว้าง (B) ของกระจกตัวอย่าง แล้วคำนวณความยาว (a) และความกว้าง (b) ของส่วนกลาง จากสูตร

$$a = (4/5) A$$

$$b = (4/5) B$$

เมื่อ A คือ ความยาวของกระจกตัวอย่าง เป็นมิลลิเมตร

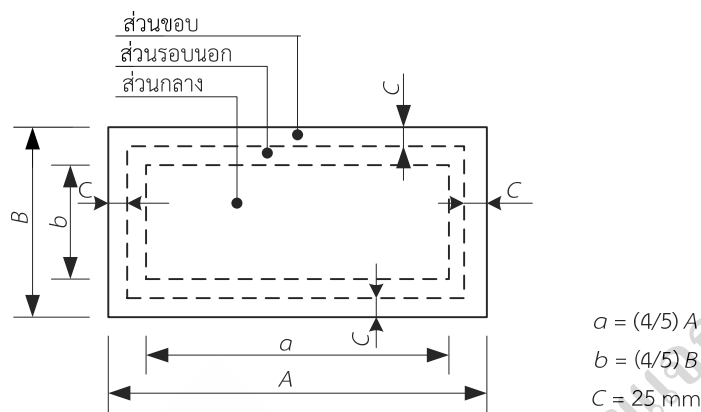
B คือ ความกว้างของกระจกตัวอย่าง เป็นมิลลิเมตร

a คือ ความยาวของส่วนกลางของกระจกตัวอย่าง เป็นมิลลิเมตร

b คือ ความกว้างของส่วนกลางของกระจกตัวอย่าง เป็นมิลลิเมตร

9.2.2.3 แบ่งส่วนกลางของกระจกตัวอย่าง ตามความยาว (a) และความกว้าง (b) ที่คำนวณได้

9.2.2.4 ส่วนรอบนอก คือ ส่วนพื้นที่ที่อยู่ระหว่างพื้นที่ส่วนขอบกับพื้นที่ส่วนกลาง



รูปที่ 1 การแบ่งส่วนกลาง ส่วนรอบนอก และส่วนขอบของกระจกโฟลตสีตัดแสง ชั้นคุณภาพพิเศษ

(ข้อ 9.2)

9.3 ฟองอากาศ สิ่งแปลกปลอม ราน ตำแหน่งที่เป็นจุดรวมเป็นกลุ่ม ตำแหน่งเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน ตำแหน่งที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจก และตำแหน่งที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจกเพียงเล็กน้อย

9.3.1 เครื่องมือ

9.3.1.1 บรรทัดเหล็กเส้นตรงที่มีความละเอียด 0.5 mm

9.3.1.2 ผนังดำที่มีแหล่งกำเนิดแสงคู่สีขาว (cool white) ที่มีความสว่างอย่างสม่ำเสมอในช่วง 600 lx ถึง 1 000 lx บนระนาบของกระจกตัวอย่างที่ทดสอบ

9.3.2 วิธีทดสอบ

นำกระจกตัวอย่างวางห่างจากผนังดำ 1 000 mm (ดูรูปที่ 2 ประกอบ)

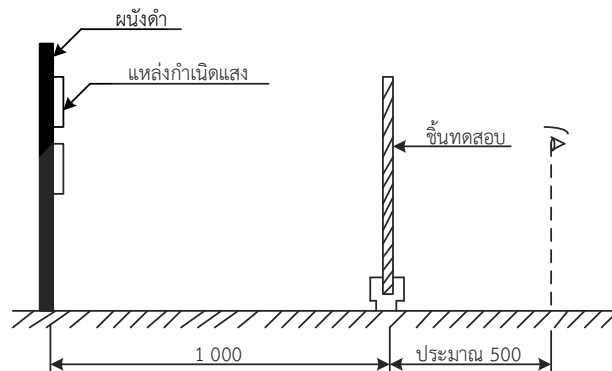
ก) การทดสอบรายการฟองอากาศ สิ่งแปลกปลอม และราน ให้กระจกตัวอย่างกับผู้ทดสอบห่างกันประมาณ 500 mm สำหรับชั้นคุณภาพทั่วไป และสำหรับชั้นคุณภาพพิเศษ

ข) การทดสอบรายการตำแหน่งที่เป็นจุดรวมเป็นกลุ่ม ตำแหน่งเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน และตำแหน่งที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจก ให้กระจกตัวอย่างกับผู้ทดสอบห่างกันประมาณ 4 000 mm สำหรับชั้นคุณภาพทั่วไป

ค) การทดสอบรายการตำแหน่งที่เป็นจุดรวมเป็นกลุ่ม ตำแหน่งเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน ตำแหน่งที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจก และตำแหน่งที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจกเพียงเล็กน้อย ให้กระจกตัวอย่างกับผู้ทดสอบห่างกันประมาณ 2 000 mm สำหรับชั้นคุณภาพพิเศษ

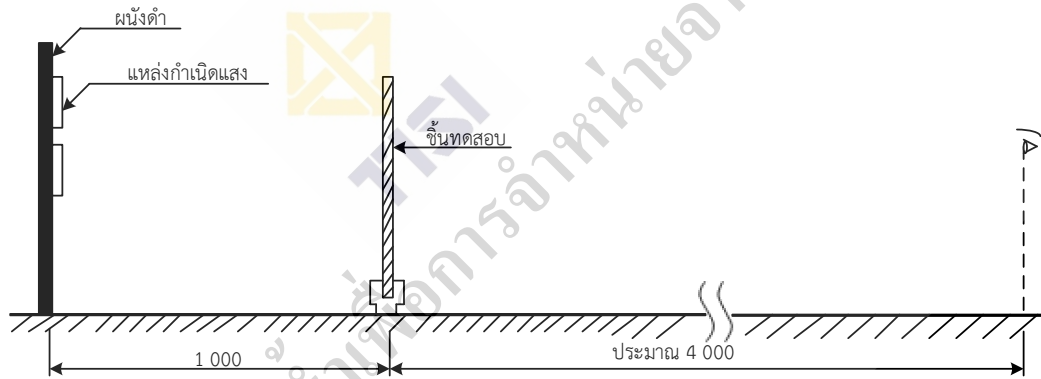
9.3.3 รายงานลักษณะทั่วไปของกระจกโฟลตสีตัดแสง ชั้นคุณภาพทั่วไป ตามรูปแบบของตารางที่ 3 รายการที่ 1 ถึงรายการที่ 6

9.3.4 รายงานลักษณะทั่วไปของกระจกโพลีคาร์บอเนตใส ชั้นคุณภาพพิเศษ ตามรูปแบบของตารางที่ 4 รายการที่ 1 ถึงรายการที่ 7



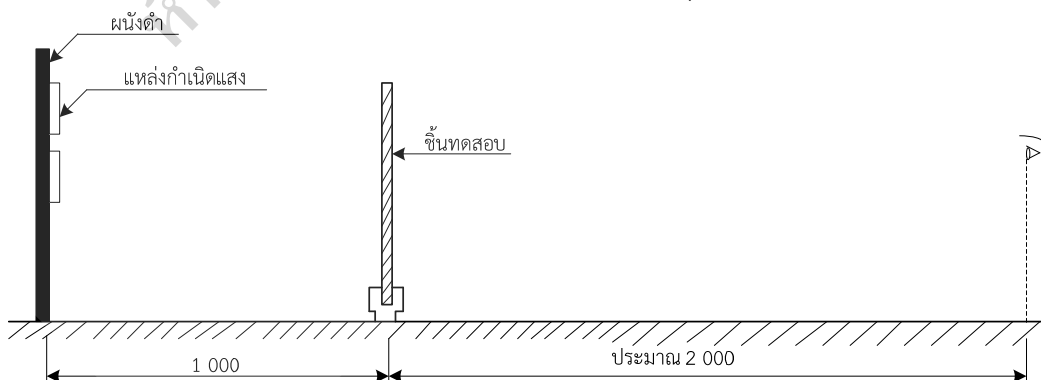
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ก) การทดสอบรายการฟองอากาศ สิ่งแปลกปลอม และราน สำหรับชั้นคุณภาพทั่วไป และสำหรับชั้นคุณภาพพิเศษ



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ข) การทดสอบรายการตำหนิที่เป็นจุดรวมเป็นกลุ่ม ตำหนิเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน และตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจก สำหรับชั้นคุณภาพทั่วไป



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ค) การทดสอบรายการตำหนิที่เป็นจุดรวมเป็นกลุ่ม ตำหนิเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน ตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจก และตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจกเพียงเล็กน้อยสำหรับชั้นคุณภาพพิเศษ

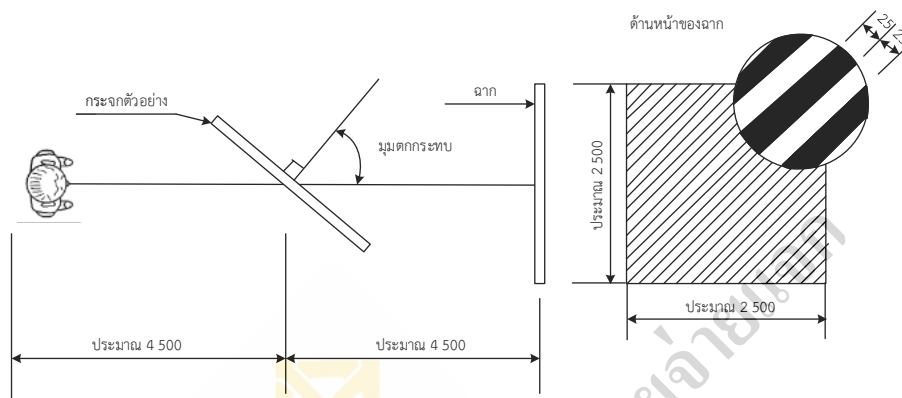
รูปที่ 2 การทดสอบหาตำหนิ

(ข้อ 9.3.2)

9.4 การมองเห็นภาพบิดเบี้ยว

9.4.1 เครื่องมือ

ฉากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2 500 mm x 2 500 mm ที่มีแถบขนานสีขาวสลับดำ กว้างแถบสีละ 25 mm และแนวขนานของแถบทำมุม 45° กับแนวดิ่ง (ดูรูปที่ 3)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 การทดสอบการมองเห็นภาพบิดเบี้ยว

(ข้อ 9.4.1 และข้อ 9.4.2)

9.4.2 วิธีทดสอบ

ตั้งกระเจกต์ตัวอย่างซึ่งมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะครอบคลุมฉากเมื่อหมุนไปตามมุมตกกระทบที่กำหนดในตารางที่ 5 ที่จุดกึ่งกลางระหว่างตำแหน่งของผู้ทดสอบกับฉาก โดยให้แต่ละตำแหน่งห่างกันประมาณ 4 500 mm ให้ผู้ทดสอบมองผ่านแนวกึ่งกลางตลอดความกว้างของกระเจกต์ตัวอย่าง โดยทิศทางการมองต้องตั้งฉากกับระนาบของฉาก และทำมุมตกกระทบกับระนาบของกระเจกต์ตัวอย่างเป็นมุมเท่ากับที่กำหนดในตารางที่ 5 (ดูรูปที่ 3 ประกอบ)

หมายเหตุ ต้องตั้งกระเจกต์ตัวอย่างเป็นแนวดิ่งตามทิศทางการตั้งในการผลิต (drawn direction of manufacture) หากไม่ทราบทิศทางที่แน่นอน ให้ทดสอบกระเจกต์ตัวอย่างทั้งสองทิศทาง และรายงานลักษณะภาพที่มองเห็นว่าบิดเบี้ยว

ตารางที่ 5 ขนาดมุมตกกระทบสำหรับการมองเห็นภาพบิดเบี้ยว

(ข้อ 9.4.2)

ความหนาของกระจกโพลีคาร์บอเนตใส (mm)	มุมตกกระทบ (°)	
	FT G	FT S
< 2	ไม่ต้องทดสอบ	
2 ถึง < 3	40	40
3 ถึง < 4	45	45
≥ 4	50	50

9.4.3 รายงานลักษณะภาพที่มองเห็นว่าบิดเบี้ยวหรือไม่บิดเบี้ยวจากแถบขนาน

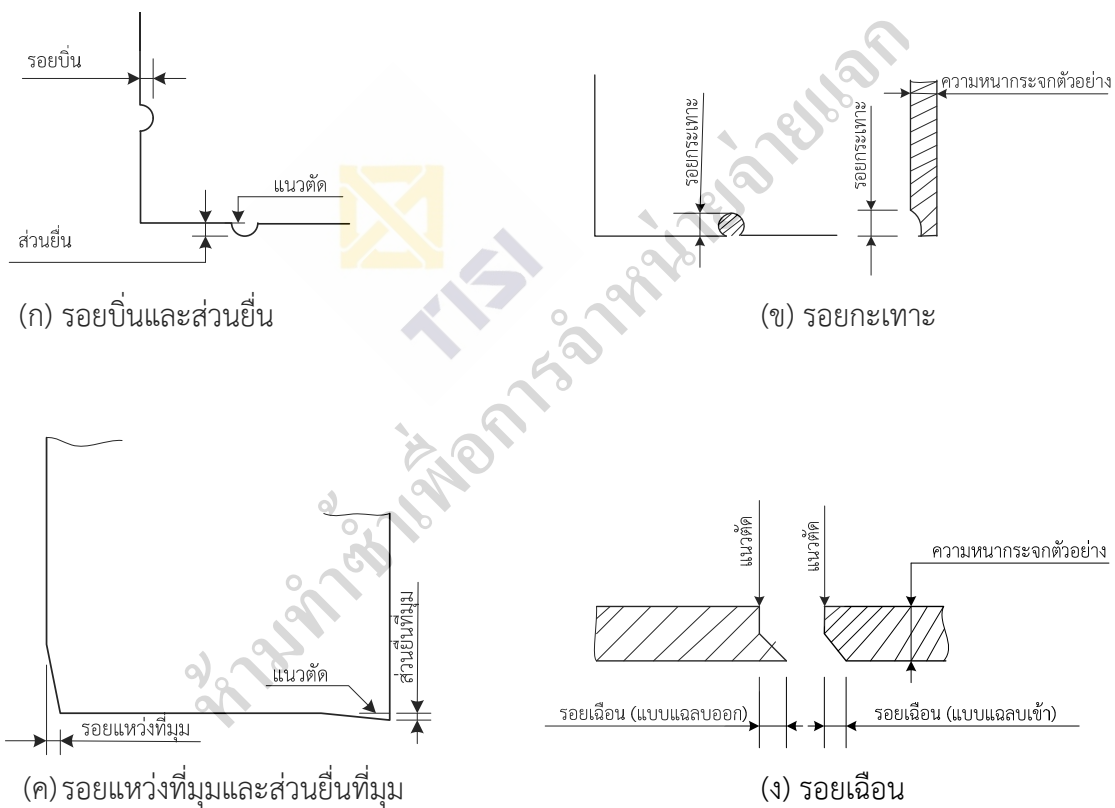
9.5 คำหันทึบ

9.5.1 เครื่องมือ

9.5.1.1 บรรทัดเหล็กสันตรงที่มีความละเอียด 0.5 mm หรือ สเกลลูป (scale loupe) ที่มีความละเอียด 0.5 mm

9.5.2 วิธีทดสอบ

ใช้บรรทัดเหล็กสันตรง หรือ สเกลลูป วัดขนาดคำหันทึบ ได้แก่ รอยบิ่นและส่วนยื่น รอยกะทะาะ รอยแห่วงที่มุมและส่วนยื่นที่มุม และรอยเฉือน (ดูรูปที่ 4 ประกอบ)



รูปที่ 4 คำหันทึบ

(ข้อ 9.5.2)

9.6 ความโค้ง

9.6.1 การวัดความโค้งเดียว

9.6.1.1 เครื่องมือ

- (1) บรรทัดเหล็กสันตรง
- (2) เกจแผ่นสอด (feeler gauge) หรือเกจปลายสอบ (taper gauge)

9.6.1.2 วิธีทดสอบ

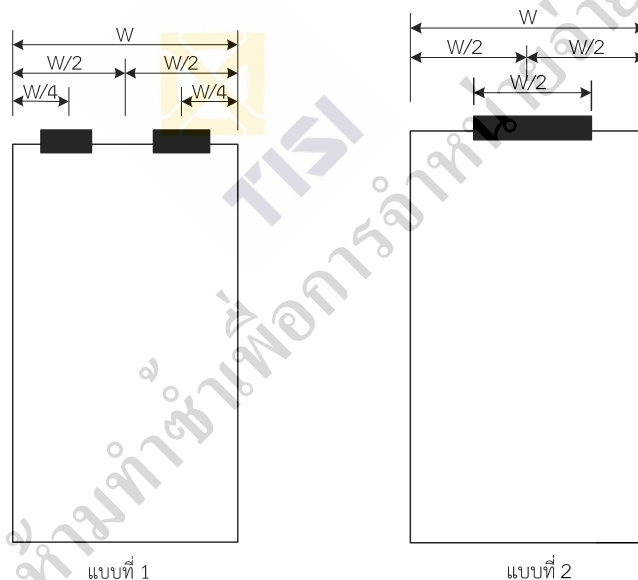
- (1) แขนงกระจกตัวอย่างในแนวดิ่งได้ทั้งสองแบบ ตามรูปที่ 5 ให้อยู่ในลักษณะอิสระ
- (2) ใช้บรรทัดเหล็กเส้นตรงทาบบนกระจกตัวอย่าง และใช้เกจแผ่นสอดหรือเกจปลายสอบ วัดช่องว่างระหว่างกระจกตัวอย่างกับบรรทัดเหล็กเส้นตรงที่ตำแหน่งที่กว้างที่สุด เป็นความสูงของส่วนโค้ง (a) ส่วนความยาวของคอร์ด (c) เท้ากับความยาวระหว่างจุดสัมผัสของบรรทัดเหล็กเส้นตรงกับกระจกตัวอย่าง ดังรูปที่ 6 แล้วคำนวณความโค้งเดียว จากสูตร

$$\text{ความโค้งเดียว ร้อยละ} = \frac{a}{c} \times 100$$

เมื่อ a คือ ความสูงของส่วนโค้ง เป็นมิลลิเมตร

c คือ ความยาวของคอร์ด เป็นมิลลิเมตร

9.6.1.3 รายงานค่าความโค้งสูงสุดของความโค้งเดียว เป็นร้อยละ

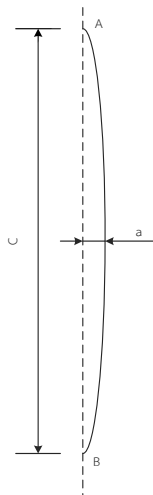


คำอธิบาย

W คือ ความกว้างของกระจกตัวอย่าง

รูปที่ 5 การแขวนกระจกตัวอย่าง

(ข้อ 9.6.1.2)



คำอธิบาย

AB คือ กระจกตัวอย่าง

a คือ ความสูงของส่วนโค้ง เป็นมิลลิเมตร

c คือ ความยาวของคอร์ต เป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 6 การวัดความโค้งเดียว

(ข้อ 9.6.1.2)

9.6.2 การวัดความโค้งแบบคลื่น

9.6.2.1 เครื่องมือ

โรลเลอร์เวฟเกจ (roller wave gauge) ที่วัดได้ละเอียด 0.01 mm

9.6.2.2 วิธีทดสอบ

- (1) วางกระจกตัวอย่างในแนวราบบนโต๊ะทดสอบที่มีความเรียบสม่ำเสมอ และแบ่งพื้นที่กระจกตัวอย่างในแนวตั้ง 3 ส่วน และในแนวนอน 3 ส่วน ดังรูปที่ 7
- (2) ใช้โรลเลอร์เวฟเกจหาบนกระจกตัวอย่างในส่วนของพื้นที่ทั้งแนวตั้งและแนวนอนที่แบ่งไว้ตามข้อ 9.6.2.2 (1) วัดความสูงของยอดคลื่นหรือความลึกของท้องคลื่น (a) และวัดความยาวระหว่างยอดคลื่นหรือท้องคลื่น (c) ดังรูปที่ 8 แล้วคำนวณความโค้งแบบคลื่นของพื้นที่แต่ละส่วน จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{ความโค้งแบบคลื่น ร้อยละ} &= \left(\frac{a_1 + a_2}{2c_1} \right) \times 100 \quad \text{หรือ} \\ &= \left(\frac{a_3 + a_4}{2c_2} \right) \times 100 \end{aligned}$$

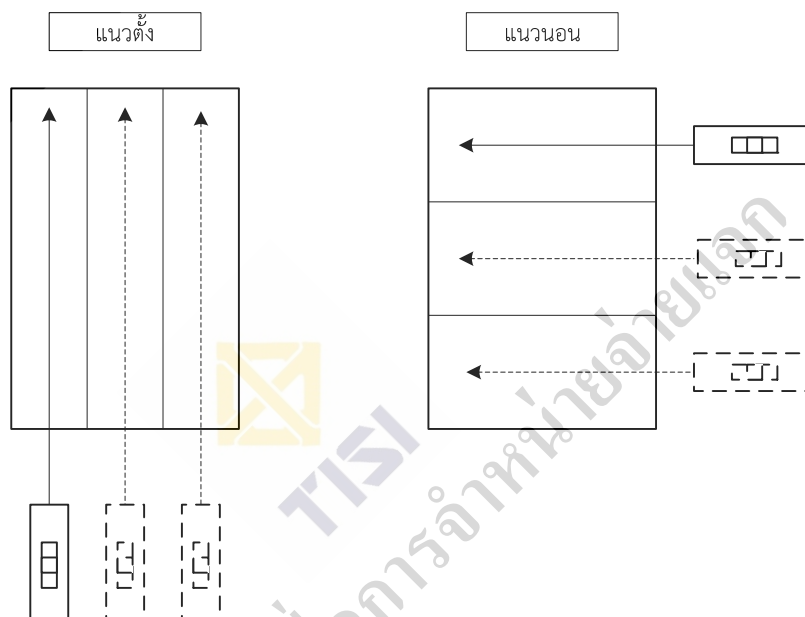
เมื่อ a_1 และ a_2 คือ ความสูงของยอดคลื่น เป็นมิลลิเมตร

a_3 และ a_4 คือ ความสูงของท้องคลื่น เป็นมิลลิเมตร

c_1 คือ ความยาวของยอดคลื่นหนึ่งถึงอีกยอดคลื่นหนึ่ง เป็นมิลลิเมตร

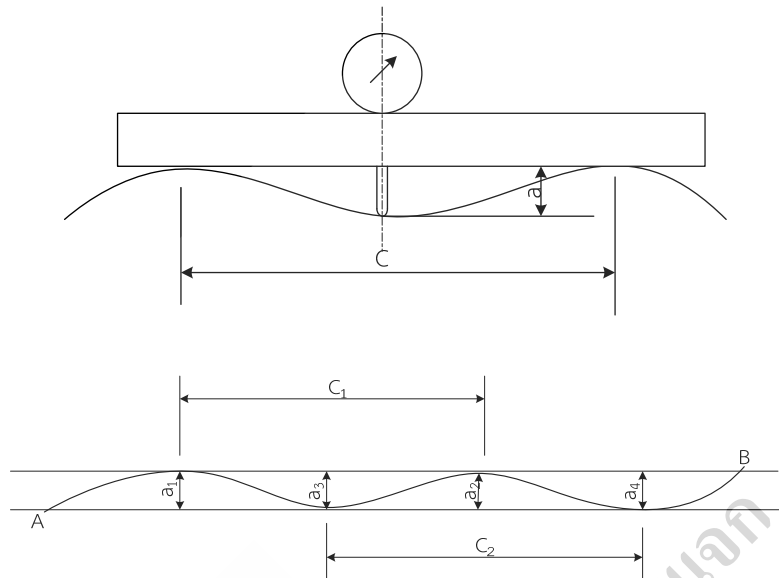
c_2 คือ ความยาวของท้องคลื่นหนึ่งถึงอีกท้องคลื่นหนึ่ง เป็นมิลลิเมตร

9.6.2.3 รายงานค่าความโค้งสูงสุดของความโค้งแบบคลื่นที่คำนวณได้ในพื้นที่แต่ละส่วนที่แบ่งไว้ตามข้อ 9.6.2.2.(1) เป็นร้อยละ



รูปที่ 7 การแบ่งพื้นที่ในแนวตั้งและแนวนอน

(ข้อ 9.6.2.2 (1))



คำอธิบาย

AB คือ กระจกตัวอย่าง

a_1 และ a_2 คือ ความสูงของยอดคลื่น เป็นมิลลิเมตร

a_3 และ a_4 คือ ความสูงของท้องคลื่น เป็นมิลลิเมตร

C_1 คือ ความยาวของยอดคลื่นหนึ่งถึงอีกยอดคลื่นหนึ่ง เป็นมิลลิเมตร

C_2 คือ ความยาวของท้องคลื่นหนึ่งถึงอีกท้องคลื่นหนึ่ง เป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 8 การวัดความโค้งแบบคลื่น

(ข้อ 9.6.2.2 (2))

9.7 ค่าความแตกต่างของสี (ΔE^*)

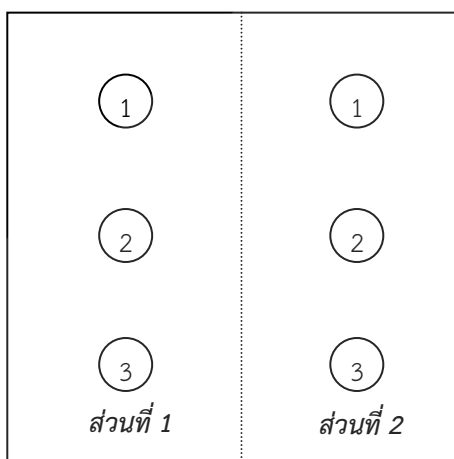
9.7.1 เครื่องมือ

เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐานชนิด D65 พร้อมทรงกลมรวมแสงหรือเครื่องมือวัดสีที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่า

9.7.2 วิธีทดสอบ

9.7.2.1 กระจกตัวอย่างแผ่นเดียวกัน

วางกระจกตัวอย่างในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และจัดให้แสงตกกระทบทำมุมกับแนวเส้นปกติ (แนวตั้งฉาก) ของกระจกตัวอย่าง $\leq 10^\circ$ โดยการวัดให้แบ่งครึ่งพื้นที่กระจกตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน และวัดค่าสี ($L^* a^* b^*$) ส่วนละ 3 จุด (ดูรูปที่ 9) โดยแต่ละจุดให้วัดห่างกัน > 20 mm และห่างจากขอบกระจกตัวอย่าง > 10 mm



รูปที่ 9 การวัดค่าความแตกต่างของสีในกระจกตัวอย่างแผ่นเดียวกัน

(ข้อ 9.7.2.1)

และคำนวณค่า ΔL^* , Δa^* , Δb^* จากผลต่างของค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* ที่วัดได้จากกระจกตัวอย่างแต่ละส่วนจากสูตร

$$\Delta L^* = \langle L^*_{\text{ส่วนที่ 2}} \rangle - \langle L^*_{\text{ส่วนที่ 1}} \rangle$$

$$\Delta a^* = \langle a^*_{\text{ส่วนที่ 2}} \rangle - \langle a^*_{\text{ส่วนที่ 1}} \rangle$$

$$\Delta b^* = \langle b^*_{\text{ส่วนที่ 2}} \rangle - \langle b^*_{\text{ส่วนที่ 1}} \rangle$$

เมื่อ $\langle L^*_{\text{ส่วนที่ 1}} \rangle$ และ $\langle L^*_{\text{ส่วนที่ 2}} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ย L^* ในพื้นที่ส่วนที่ 1 และพื้นที่ส่วนที่ 2 ตามลำดับ

$\langle a^*_{\text{ส่วนที่ 1}} \rangle$ และ $\langle a^*_{\text{ส่วนที่ 2}} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ย a^* ในพื้นที่ส่วนที่ 1 และพื้นที่ส่วนที่ 2 ตามลำดับ

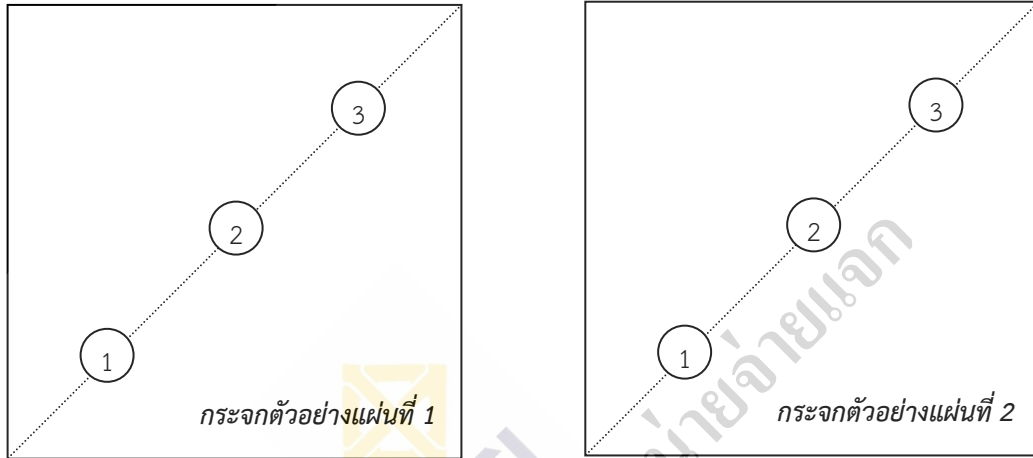
$\langle b^*_{\text{ส่วนที่ 1}} \rangle$ และ $\langle b^*_{\text{ส่วนที่ 2}} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ย b^* ในพื้นที่ส่วนที่ 1 และพื้นที่ส่วนที่ 2 ตามลำดับ

โดยค่าความแตกต่างของสี (ΔE^*_{ab}) คำนวณจากสูตร

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

9.7.2.2 กระจกตัวอย่างต่างแผ่น

วางกระจกตัวอย่างในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และจัดให้แสงตกกระทบบำมูมกับแนวเส้นปกติ (แนวตั้งฉาก) ของกระจกตัวอย่าง $\leq 10^\circ$ และวัดค่าสีตามแนวเส้นทแยงมุมของกระจกตัวอย่าง 3 จุด (ดูรูปที่ 10) โดยแต่ละจุดให้วัดห่างกัน > 20 mm และห่างจากขอบกระจกตัวอย่าง > 10 mm



รูปที่ 10 การวัดค่าความแตกต่างของสีในกระจกตัวอย่างต่างแผ่น

(ข้อ 9.7.2.2)

และคำนวณค่า ΔL^* , Δa^* , Δb^* จากผลต่างของค่าเฉลี่ย L^* , a^* , b^* ที่วัดได้จากกระจกตัวอย่างแต่ละแผ่นจากสูตร

$$\Delta L^* = \langle L^*_{\text{แผ่นที่ 2}} \rangle - \langle L^*_{\text{แผ่นที่ 1}} \rangle$$

$$\Delta a^* = \langle a^*_{\text{แผ่นที่ 2}} \rangle - \langle a^*_{\text{แผ่นที่ 1}} \rangle$$

$$\Delta b^* = \langle b^*_{\text{แผ่นที่ 2}} \rangle - \langle b^*_{\text{แผ่นที่ 1}} \rangle$$

เมื่อ $\langle L^*_{\text{แผ่นที่ 1}} \rangle$ และ $\langle L^*_{\text{แผ่นที่ 2}} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ย L^* ในพื้นที่แผ่นที่ 1 และพื้นที่แผ่นที่ 2 ตามลำดับ
 $\langle a^*_{\text{แผ่นที่ 1}} \rangle$ และ $\langle a^*_{\text{แผ่นที่ 2}} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ย a^* ในพื้นที่แผ่นที่ 1 และพื้นที่แผ่นที่ 2 ตามลำดับ
 $\langle b^*_{\text{แผ่นที่ 1}} \rangle$ และ $\langle b^*_{\text{แผ่นที่ 2}} \rangle$ คือ ค่าเฉลี่ย b^* ในพื้นที่แผ่นที่ 1 และพื้นที่แผ่นที่ 2 ตามลำดับ

โดยค่าความแตกต่างของสี (ΔE_{ab}^*) คำนวณจากสูตร

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

9.7.3 รายงานค่าความแตกต่างของสี (ΔE_{ab}^*)

9.7.3.1 ค่าความแตกต่างของสีของกระจกตัวอย่างแผ่นเดียวกัน

9.7.3.2 ค่าความแตกต่างของสีของกระจกตัวอย่างต่างแผ่น



ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแยก

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง กระจกโพลีคาร์บอเนตใสคุณภาพ และความหนาเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด คุณลักษณะที่ต้องการ และเครื่องหมายและฉลาก
- ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1
- ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5.1 และข้อ 7. ในแต่ละรายการต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่ากระจกโพลีคาร์บอเนตใสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ ก.2.1)

ขนาดรุ่น แผ่น	ขนาดกระจกตัวอย่าง แผ่น	เลขจำนวนที่ยอมรับ
≤ 250	2	0
251 ถึง 500	8	1
≥ 501	13	2

- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบค่าความแตกต่างของสี
- ก.2.2.1 ให้ใช้ตัวอย่างที่เป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 แล้ว โดยแต่ละแผ่นสุ่มตัดเป็นชิ้นทดสอบขนาดประมาณ 100 mm x 100 mm จำนวน 3 ชิ้น โดย 1 ชิ้น ใช้สำหรับทดสอบค่าความแตกต่างของสีในกระจกแผ่นเดียวกัน และอีก 2 ชิ้น ใช้สำหรับทดสอบค่าความแตกต่างของสีในกระจกต่างแผ่น
- ก.2.2.2 กระจกตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.2 จึงจะถือว่ากระจกโพลีคาร์บอเนตใสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.3 กระจกตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 และข้อ ก.2.2.2 จึงจะถือว่ากระจกโพลีคาร์บอเนตใสรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข.

วิธีการคำนวณค่าความส่องผ่านแสงช่วงมองเห็นได้ (visible light transmittance) และค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนรังสีอาทิตย์ (solar heat gain coefficient, SHGC)
(ข้อแนะนำ)

(ข้อ 2.2 และข้อ 2.3)

โดยอ้างอิงจากวิธีที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO 9050:2003 Glass in buildings – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors

ข.1 ค่าความส่องผ่านแสงช่วงมองเห็นได้ (Visible light transmittance, τ_v)

ค่า τ_v คำนวณได้จากสมการ (ข.1)

$$\tau_v = \frac{\sum_{\lambda=380nm}^{780nm} \tau(\lambda) D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380nm}^{780nm} D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda} \quad (\text{ข.1})$$

เมื่อ $\tau(\lambda)$ คือ ค่าความส่องผ่านแสงที่ความยาวคลื่น (λ) ไต ๆ ในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 380 nm ถึง 780 nm ที่วัดได้จากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีทรงกลมรวมแสงติดตั้งรวมอยู่ด้วย

D_λ คือ ค่าการกระจายของแสงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ D65

$V(\lambda)$ คือ ค่าการตอบสนองของสายตาของมนุษย์ต่อแสงช่วงมองเห็นได้

$\Delta\lambda$ คือ ช่วงความยาวคลื่น

ในการคำนวณตามสมการ (ข.1) ให้ใช้ค่า $D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda$ ที่กำหนดไว้ในตารางที่ ข.1

ข.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนรังสีอาทิตย์ (SHGC)

ค่า SHGC คำนวณได้จากสมการ (ข.2)

$$SHGC = \tau_e + \alpha_e \frac{h_i}{h_e + h_i} \quad (\text{ข.2})$$

เมื่อ τ_e คือ ค่าการส่องผ่านรังสีอาทิตย์

α_e คือ ค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์

h_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนที่ผิวด้านในของกระจก กำหนดให้มีค่าเท่ากับ

$$3.6 + \frac{4.4 \varepsilon_i}{0.837} \text{ W/m}^2 \text{ K} \quad \text{เมื่อ } \varepsilon_i \text{ คือค่าการเปล่งรังสีความร้อนของผิวกระจกด้านใน}$$

h_e คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนที่ผิวด้านนอกของกระจก กำหนดให้มีค่าเท่ากับ $23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

ข.2.1 ค่าการส่องผ่านรังสีอาทิตย์ (τ_e)

ค่า τ_e คำนวณได้จากสมการ (ข.3)

$$\tau_e = \frac{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} \tau(\lambda) S_\lambda \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} S_\lambda \Delta\lambda} \quad (\text{ข.3})$$

เมื่อ $\tau(\lambda)$ คือ ค่าการส่องผ่านรังสีอาทิตย์ที่ความยาวคลื่น (λ) ไต ๆ ในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 300 nm ถึง 2 500 nm ที่วัดได้จากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีทรงกลมรวมแสงติดตั้งร่วมอยู่ด้วย

S_λ คือ ค่าการกระจายความเข้มของรังสีอาทิตย์

$\Delta\lambda$ คือ ช่วงความยาวคลื่น

ในการคำนวณตามสมการ (ข.3) ให้ใช้ค่า $S_\lambda \Delta\lambda$ ที่กำหนดไว้ในตารางที่ ข.2

ข.2.2 การคำนวณค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α_e)

ค่า α_e คำนวณได้จากสมการ (ข.4)

$$\alpha_e = 1 - \tau_e - \rho_e \quad (\text{ข.4})$$

เมื่อ τ_e คือ ค่าการส่องผ่านรังสีอาทิตย์ของกระจก ที่คำนวณได้ตามสมการ (ข.3)

ρ_e คือ ค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ของกระจก ที่คำนวณจากสมการ (ข.5)

$$\rho_e = \frac{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} \rho(\lambda) S_\lambda \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} S_\lambda \Delta\lambda} \quad (\text{ข.5})$$

เมื่อ $\rho(\lambda)$ คือ ค่าสะท้อนรังสีอาทิตย์ที่ความยาวคลื่น (λ) ไต ๆ ในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 300 nm ถึง 2 500 nm ที่วัดได้จากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีทรงกลมรวมแสงติดตั้งร่วมอยู่ด้วย

S_λ คือ ค่าการกระจายความเข้มของรังสีอาทิตย์

$\Delta\lambda$ คือ ช่วงความยาวคลื่น

และใช้ค่า $S_\lambda \Delta\lambda$ ที่กำหนดไว้ในตารางที่ ข.2 ประกอบการคำนวณหาค่า ρ_e

ข.2.3 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนที่ผิวด้านในของกระจก (h_i)

ค่า h_i คำนวณได้จากสมการ (ข.6)

$$h_i = 3.6 + \frac{4.4 \varepsilon_i}{0.837} \frac{W}{m^2 K} \quad (\text{ข.6})$$

เมื่อ ε_i คือ ค่าการเปล่งรังสีความร้อนที่ผิวด้านในของกระจก

ตารางที่ ข.1 ค่า $D_\lambda V(\lambda)\Delta\lambda$ ที่ใช้ประกอบการคำนวณค่า τ_v
(ข้อ ข.1)

λ (nm)	$D_\lambda V(\lambda)\Delta\lambda$	λ (nm)	$D_\lambda V(\lambda)\Delta\lambda$
380	0	590	0.063 306
390	0.000 005	600	0.053 542
400	0.000 03	610	0.042 491
410	0.000 103	620	0.031 502
420	0.000 352	630	0.020 812
430	0.000 948	640	0.013 81
440	0.002 274	650	0.008 07
450	0.004 192	660	0.004 612
460	0.006 663	670	0.002 485
470	0.009 85	680	0.001 255
480	0.015 189	690	0.000 536
490	0.021 336	700	0.000 276
500	0.033 491	710	0.000 146
510	0.053 93	720	0.000 057
520	0.070 523	730	0.000 035
530	0.087 99	740	0.000 021
540	0.094 427	750	0.000 008
550	0.098 077	760	0.000 001
560	0.094 306	770	0
570	0.086 891	780	0
580	0.078 994		

ตารางที่ ข.2 ค่า $S_\lambda \Delta\lambda$ ที่ใช้ประกอบการคำนวณค่า τ_e และ ρ_e
(ข้อ ข.2.1 และข้อ ข.2.2)

$\lambda(nm)$	$S_\lambda \Delta\lambda$	$\lambda(nm)$	$S_\lambda \Delta\lambda$
300	0	680	0.012 838
305	0.000 057	690	0.011 788
310	0.000 236	700	0.012 453
315	0.000 554	710	0.012 798
320	0.000 916	720	0.010 589
325	0.001 309	730	0.011 233
330	0.001 914	740	0.012 175
335	0.002 018	750	0.012 181
340	0.002 189	760	0.009 515
345	0.002 26	770	0.010 479
350	0.002 445	780	0.011 381
355	0.002 555	790	0.011 262
360	0.002 683	800	0.028 718
365	0.003 02	850	0.048 24
370	0.003 359	900	0.040 297
375	0.003 509	950	0.021 384
380	0.003 6	1 000	0.036 097
385	0.003 529	1 050	0.034 11
390	0.003 551	1 100	0.018 861
395	0.004 294	1 150	0.013 228
400	0.007 812	1 200	0.022 551
410	0.011 638	1 250	0.023 376
420	0.011 877	1 300	0.017 756
430	0.011 347	1 350	0.003 743
440	0.013 246	1 400	0.000 741
450	0.015 343	1 450	0.003 792
460	0.016 166	1 500	0.009 693
470	0.016 178	1 550	0.013 693
480	0.016 402	1 600	0.012 203
490	0.015 794	1 650	0.010 615
500	0.015 801	1 700	0.007 256
510	0.015 973	1 750	0.007 183
520	0.015 357	1 800	0.002 157

ตารางที่ ข.2 ค่า $S_\lambda \Delta\lambda$ ที่ใช้ประกอบการคำนวณค่า τ_e และ ρ_e (ต่อ)
(ข้อ ข.2.1 และข้อ ข.2.2)

$\lambda(nm)$	$S_\lambda \Delta\lambda$	$\lambda(nm)$	$S_\lambda \Delta\lambda$
530	0.015 867	1 850	0.000 398
540	0.015 827	1 900	0.000 082
550	0.015 844	1 950	0.001 087
560	0.015 59	2 000	0.003 024
570	0.015 256	2 050	0.003 988
580	0.014 745	2 100	0.004 229
590	0.014 33	2 150	0.004 142
600	0.014 663	2 200	0.003 69
610	0.015 03	2 250	0.003 592
620	0.014 859	2 300	0.003 436
630	0.014 622	2 350	0.003 163
640	0.014 526	2 400	0.002 233
650	0.014 445	2 450	0.001 202
660	0.014 313	2 500	0.000 475
670	0.014 023		