

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๕๐๐๖ (พ.ศ. ๒๕๖๐)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระจกสำหรับอาคาร : กระจกนิรภัยหลายชั้น

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระจกนิรภัยหลายชั้น

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกสำหรับอาคาร : กระจกนิรภัยหลายชั้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 1222 - 2539

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๑๙๘๙ (พ.ศ. ๒๕๓๗) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกสำหรับอาคาร : กระจกนิรภัยหลายชั้น ลงวันที่ ๑๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๓๗ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒๑๔๒ (พ.ศ. ๒๕๓๙) เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกสำหรับอาคาร : กระจกนิรภัยหลายชั้น (แก้ไขครั้งที่ ๑) ลงวันที่ ๒๖ เมษายน พ.ศ. ๒๕๓๙ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกนิรภัยหลายชั้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 1222 - 2560 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่ประกาศพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกนิรภัยหลายชั้น ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 1222 - 2560 ใช้บังคับเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๕ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

อุตตม สาวนายน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระจกนิรภัยหลายชั้น

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะกระจกนิรภัยหลายชั้น (laminated safety glass)

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็นไปตาม มอก.880 และดังต่อไปนี้

- 2.1 กระจกนิรภัยหลายชั้น (laminated safety glass) หมายถึง กระจกที่ประกอบด้วยกระจกตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไปประกบกันโดยมีวัสดุคั่นกลางระหว่างชั้น และยึดกระจกแต่ละชั้นให้ติดแน่นเป็นแผ่นเดียวกัน เมื่อกระจกแตก ร้าวหรือราน วัสดุคั่นกลางดังกล่าวนี้จะยึดเศษหรือชิ้นกระจกไม่ให้หลุดออกมา
- 2.2 วัสดุคั่นกลาง (interlayer) หมายถึง วัสดุที่มีสมบัติในการยึดแผ่นกระจกแต่ละชั้นให้ติดแน่นแนบเป็นชั้นเดียวกัน
- 2.3 รอยย่นและริ้วรอย (wrinkle and streak) หมายถึง ลักษณะการเกิดริ้วรอยบนผิวกระจก
- 2.4 รอยขีดข่วน (scratches) หมายถึง รอยบนผิวกระจกที่เกิดขึ้นระหว่างการทำให้และการขนย้ายผลิตภัณฑ์
- 2.5 ความมัว (haze) หมายถึง ความผิดปกติในการทำให้เกิดขึ้นในชั้นวัสดุคั่นกลาง ทำให้ความโปร่งใสของกระจกไม่สม่ำเสมอ

3. ประเภท ชนิด และสัญลักษณ์

- 3.1 กระจกนิรภัยหลายชั้น แบ่งตามลักษณะแผ่นออกเป็น 2 ประเภท คือ
- 3.1.1 ประเภทแผ่นเรียบ แบ่งตามความทนแรงกระแทกและความทนแรงกระแทกทะลุเป็น 2 ชนิด คือ
- 3.1.1.1 ชนิด I เป็นกระจกนิรภัยหลายชั้น ทนแรงกระแทกได้ตามข้อ 5.6 ใช้สัญลักษณ์ L I
- 3.1.1.2 ชนิด II เป็นกระจกนิรภัยหลายชั้น ทนแรงกระแทกได้ตามข้อ 5.6 และทนแรงกระแทกทะลุได้ตามข้อ 5.7 ใช้สัญลักษณ์ L II
- 3.1.2 ประเภทแผ่นโค้ง มีชนิดเดียว ใช้สัญลักษณ์ cL I
- หมายเหตุ 1 c หมายถึง กระจกแผ่นโค้ง
2. L หมายถึง กระจกนิรภัยหลายชั้น

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

- 4.1 กระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นเรียบ
- 4.1.1 ความหนาให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยจะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนรวมของกระจกที่ใช้ทำตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง
- การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.1
- 4.1.2 ความกว้างและความยาว ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนให้เป็นไปตามตารางที่ 1
- การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.2
- 4.1.3 ความคลาดเคลื่อนของผลต่างของความยาวของเส้นทแยงมุม ให้เป็นไปตามตารางที่ 2
- การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.3

ตารางที่ 1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของกระจกนิรภัยหลายชั้น
(ข้อ 4.1.1 และ ข้อ 4.1.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างและความยาว		
	ความกว้างหรือความยาว ≤ 1 200	ความกว้างหรือความยาว > 1 200 ถึง 2 400	ความกว้างหรือความยาว > 2 400
4 ถึง < 6	+ 2.0	+ 2.0 - 1.0	+ 5.0
6 ถึง < 11	- 1.0	+ 3.0 - 1.0	- 3.0
11 ถึง < 17	+ 3.0 - 2.0	+ 3.0 - 2.0	+ 6.0 - 3.0
17 ถึง 24	+ 4.0 - 3.0	+ 5.0 - 3.0	+ 7.0 - 4.0

ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของผลต่างของความยาวของเส้นทแยงมุมของกระจกนิรภัยหลายชั้น
(ข้อ 4.1.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความยาวของด้านยาวของแผ่น กระจก	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของผลต่างของความยาวของเส้นทแยงมุม
< 2 000	6
2 000 ถึง < 3 000	7
≥ 3 000	8

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

กระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นเรียบ และประเภทแผ่นโค้งต้องมีผิวเรียบ และต้องปราศจากตำหนิตาม
ตาราง ที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไป
(ข้อ 5.1)

ชนิดของตำหนิ	เกณฑ์ที่กำหนด	คุณลักษณะที่ต้องการ	วิธีทดสอบตาม
ฟองอากาศ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของฟองอากาศ (mm)	จำนวนฟองอากาศที่ยอมให้มี (ฟอง)	ข้อ 9.2
	0.5 ถึง < 1.5	$\leq 5.5 \times S^{1)}$	
	1.5 ถึง < 3.0	$\leq 1.1 \times S^{1)}$	
	3.0 ถึง < 5.0	$\leq 0.44 \times S^{1)}$	
	5.0 ถึง < 10.0	$\leq 0.22 \times S^{1)}$	
	≥ 10.0	ต้องไม่มี	
สิ่งแปลกปลอม	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของวัสดุแปลกปลอม (mm)	จำนวนสิ่งแปลกปลอมที่ยอมให้มี (หน่วย)	ข้อ 9.2
	0.5 ถึง < 1.0	$\leq 2.2 \times S^{1)}$	
	1.0 ถึง < 2.0	$\leq 0.44 \times S^{1)}$	
	2.0 ถึง < 3.0	$\leq 0.22 \times S^{1)}$	
	≥ 3.0	ต้องไม่มี	
ตำหนิที่เป็นจุดรวม เป็นกลุ่ม	ฟองอากาศที่มีขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลาง ≥ 1.5 mm หรือสิ่ง แปลกปลอมที่มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง \geq 1.0 mm	-ระยะห่างระหว่างฟองอากาศกับฟองอากาศ ที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm -ระยะห่างระหว่างสิ่งแปลกปลอมกับสิ่ง แปลกปลอมที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm -ระยะห่างระหว่างฟองอากาศกับสิ่ง แปลกปลอมที่อยู่ใกล้กัน ≥ 150 mm	
ตำหนิเป็นเส้นหรือ เป็นปื้นต่อเนื่องกัน		ต้องไม่มี	

ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไป (ต่อ)
(ข้อ 5.1)

ชนิดของตำหนิ	เกณฑ์ที่กำหนด	คุณลักษณะที่ต้องการ		วิธีทดสอบตาม
ตำหนิที่เป็นแนว ยาวในเนื้อกระจก	พื้นที่ของกระจกแผ่น (m ²)	ความยาวของตำหนิที่เป็นเส้นไม่ต่อเนื่องที่ยอมให้มีได้ (mm)	ความยาวรวมของตำหนิที่เป็นเส้นไม่ต่อเนื่องที่ยอมให้มีได้ (mm)	
	< 1	60	≤ 240	
	1 ถึง < 4	60 × S ¹⁾	≤ 240 × S ¹⁾	
	≥ 4	240	≤ 240 × S ¹⁾	
ราน		ต้องไม่มี		
ฟองอากาศหรือตุ่มที่เกิดขึ้นระหว่างกระจกกับวัสดุคั่นกลาง		ต้องไม่ปรากฏจนเห็นได้ชัดในระหว่างชั้นกระจก		
สิ่งแปลกปลอมที่เกิดระหว่างกระจกกับวัสดุคั่นกลาง		ต้องไม่มีในระหว่างชั้นกระจก		ข้อ 9.2
รอยย่นและริ้วรอยในระหว่างกระจกกับวัสดุคั่นกลาง		ต้องไม่มีในระหว่างชั้นกระจก		
ความมัวและรอยขีดข่วน		ต้องไม่มี		
ตำหนิที่ขอบ		ความกว้างหรือความยาวของตำหนิที่ขอบต้องน้อยกว่าความหนาของกระจก		ข้อ 9.3

หมายเหตุ 1) S หมายถึง พื้นที่ของแผ่นกระจกตัวอย่างที่ทดสอบ (หน่วยเป็นตารางเมตร) เมื่อคำนวณตามตารางที่ 3 ให้ปัดเศษทศนิยมเหลือ 2 ตำแหน่ง ส่วนเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในตารางที่ 3 สำหรับจำนวนฟองอากาศ จำนวนสิ่งแปลกปลอม และความยาวรวมสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของตำหนิที่เป็นเส้นต่อเนื่องต้องเป็นตัวเลขจำนวนเต็มที่ได้จากการคำนวณที่นำค่า S คูณกับค่าสัมประสิทธิ์ของกระจกแต่ละขนาด แล้วปัดเศษขึ้นให้เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม

5.2 การเหลื่อมของแผ่น (เฉพาะกระจกนิรภัยหลายชั้นแผ่นเรียบ)
เมื่อทดสอบตามข้อ 9.4 แล้ว ค่าการเหลื่อมของแผ่นต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าการเสื่อมของแผ่นกระจกนิรภัยหลายชั้น
(ข้อ 5.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความยาวของด้านแผ่นกระจกที่ตั้งฉากกับแนวขอบกระจกที่มีการเสื่อม	ค่ามากที่สุดที่ยอมรับได้ของการเสื่อมของแผ่น
< 1 000	2.0
1 000 ถึง < 2 000	3.0
2 000 ถึง < 4 000	4.0
≥ 4 000	6.0

หมายเหตุ ในกรณีที่ต้องการให้เกิดการเสื่อมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการใช้งาน (step unit) การเสื่อมของกระจกอาจขึ้นอยู่กับเงื่อนไขระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

- 5.3 ความโค้ง (เฉพาะกระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นเรียบ)
เมื่อทดสอบตามข้อ 9.5 ความโค้งเดี่ยวต้องไม่เกิน 0.5 % และความโค้งคลื่นต้องไม่เกิน 0.3%
- 5.4 ความทนแสง (resistance to light)
เมื่อทดสอบตามข้อ 9.6 แล้ว ต้องไม่ดำหรือขุ่นมัว ไม่เกิดฟองอากาศ และการส่องผ่านของแสงลดลงได้ไม่เกิน 10 % เมื่อค่าการส่องผ่านของแสงเริ่มต้นมีค่าเกิน 20 % และการส่องผ่านของแสงจะลดลงได้ไม่เกิน 2 % เมื่อค่าการส่องผ่านของแสงเริ่มต้นมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า 20 %
- 5.5 ความทนความร้อน (resistance to heat)
เมื่อทดสอบตามข้อ 9.7 แล้ว ยอมให้เกิดรอยร้าวได้ แต่ต้องไม่มีฟองอากาศและข้อบกพร่องอื่นๆ ในบริเวณที่ห่างจากขอบหรือรอยร้าวเกิน 13 mm
- 5.6 ความทนแรงกระแทก (impact resistance)
เมื่อทดสอบตามข้อ 9.8 แล้ว กระจกต้องไม่แตก หรือถ้าแตก วัสดุคั่นกลางต้องไม่ฉีกขาด หรืออาจมีสะเก็ดหลุดออกได้บ้าง แต่ชิ้นกระจกที่แตกต้องไม่หลุดร่วงจนเห็นวัสดุคั่นกลาง
- 5.7 การกระแทกด้วยถุงกระแทก (penetration resistance) (เฉพาะกระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นเรียบชนิด II)
เมื่อทดสอบตามข้อ 9.9 แล้ว กระจกต้องไม่แตกจนทะลุทั้ง 2 ชั้น หรือถ้าทะลุทั้ง 2 ชั้น ขนาดของช่องแตกที่ความสูงแรกที่กระจกแตกทะลุ ต้องไม่กว้างจนทำให้ลูกบอลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 mm ผ่านได้โดยอิสระ

6. การบรรจุ

- 6.1 ให้บรรจุกระจกนิรภัยหลายชั้นในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความเสียหายจากการขนส่งและการเก็บรักษา

7. เครื่องหมายและฉลาก

- 7.1 ที่กระจกนิรภัยหลายชั้นทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน
- (1) สัญลักษณ์ และความหนา
 - (2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- 7.2 ที่ภาชนะบรรจุกระจกนิรภัยหลายชั้นทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน
- (1) คำว่า “กระจกนิรภัยหลายชั้น”
 - (2) ประเภท ชนิด สัญลักษณ์ และความหนาเป็นมิลลิเมตร
 - (3) ขนาด (ความกว้าง X ความยาว) เป็นมิลลิเมตร
 - (4) จำนวน เป็นแผ่น
 - (5) มวลสุทธิ เป็นกิโลกรัม
 - (6) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
 - (7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
 - (8) ประเทศที่ทำ
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 8.1 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)

9.1.3 ผลต่างของความยาวของเส้นทแยงมุม

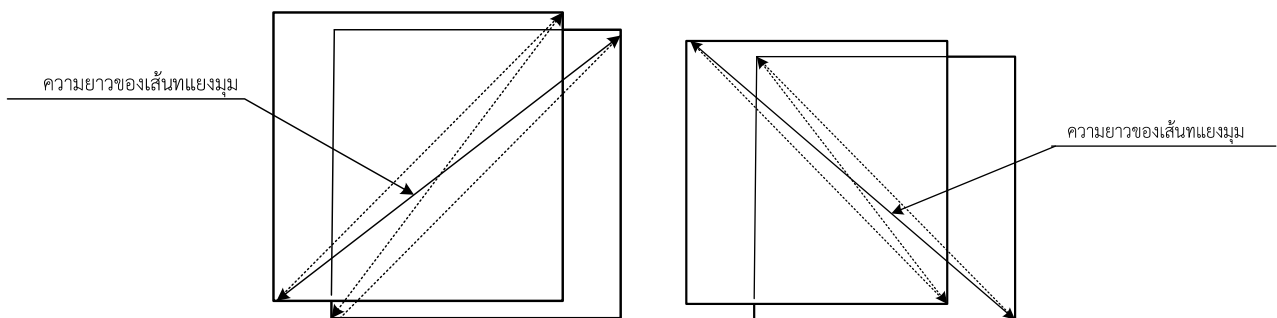
9.1.3.1 เครื่องมือ

ตลับเมตรที่มีความละเอียด 1 mm

9.1.3.2 วิธีทดสอบ

วัดความยาวของเส้นทแยงมุมของกระจกตัวอย่างทุกๆมุม โดยวัดจากมุมกระจกตัวอย่างด้านหนึ่งไปอีกมุมด้านหนึ่งของกระจกตัวอย่าง (ดูรูปที่ 1 ประกอบ)

9.1.3.3 รายงานค่าความแตกต่างของความยาวเส้นทแยงมุมที่มีค่ามากที่สุด เป็นมิลลิเมตร (mm)



รูปที่ 1 การวัดความยาวของเส้นทแยงมุม

(ข้อ 9.1.3)

9.2 ฟองอากาศ สิ่งแปลกปลอม รอยตำหนิที่เป็นจุดรวมเป็นกลุ่ม รอยตำหนิเป็นเส้นหรือเป็นปื้นต่อเนื่องกัน รอยตำหนิที่เป็นแนวยาวในเนื้อกระจก รอยราน ฟองอากาศหรือตุ่มที่เกิดระหว่างกระจกกับวัสดุคั่นกลาง สิ่งแปลกปลอมที่เกิดระหว่างกระจกกับวัสดุคั่นกลาง รอยย่นและริ้วรอยในระหว่างกระจกกับวัสดุคั่นกลาง รอยมัว และรอยขีดข่วน และตำหนิที่ขอบ

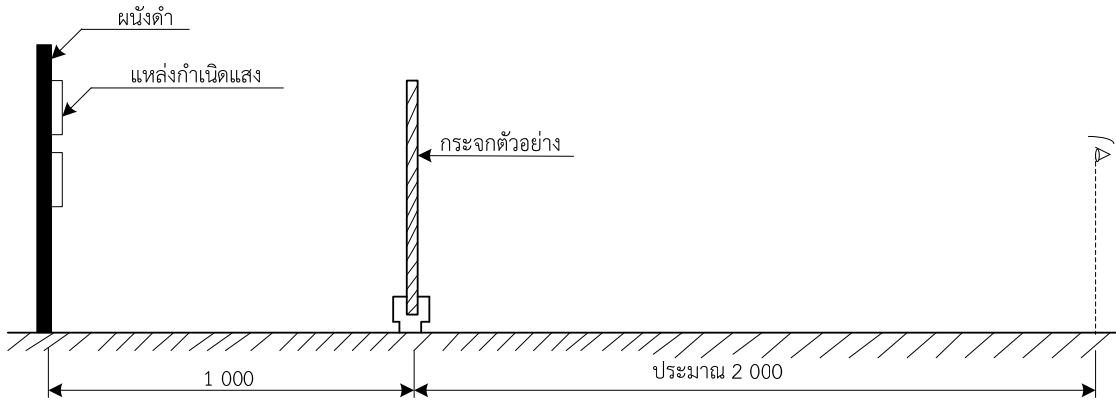
9.2.1 เครื่องมือ

9.2.1.1 บรรทัดเหล็กที่มีความละเอียด 0.5 mm

9.2.1.2 ผนังดำที่มีแหล่งกำเนิดแสงคูไลท์ (cool white) ที่มีความสว่างอย่างสม่ำเสมอในช่วง 600 lx ถึง 1 000 lx บนระนาบของกระจกทดสอบ

9.2.2 วิธีทดสอบ

นำกระจกตัวอย่างวางห่างจากผนังดำ 1 000 mm ให้กระจกตัวอย่างกับผู้ตรวจสอบห่างกันประมาณ 2 000 mm (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) และตรวจพินิจ



รูปที่ 2 การทดสอบหาค่าหยาบ
(ข้อ 9.2.2)

9.3 ค่าหยาบที่ขอบ

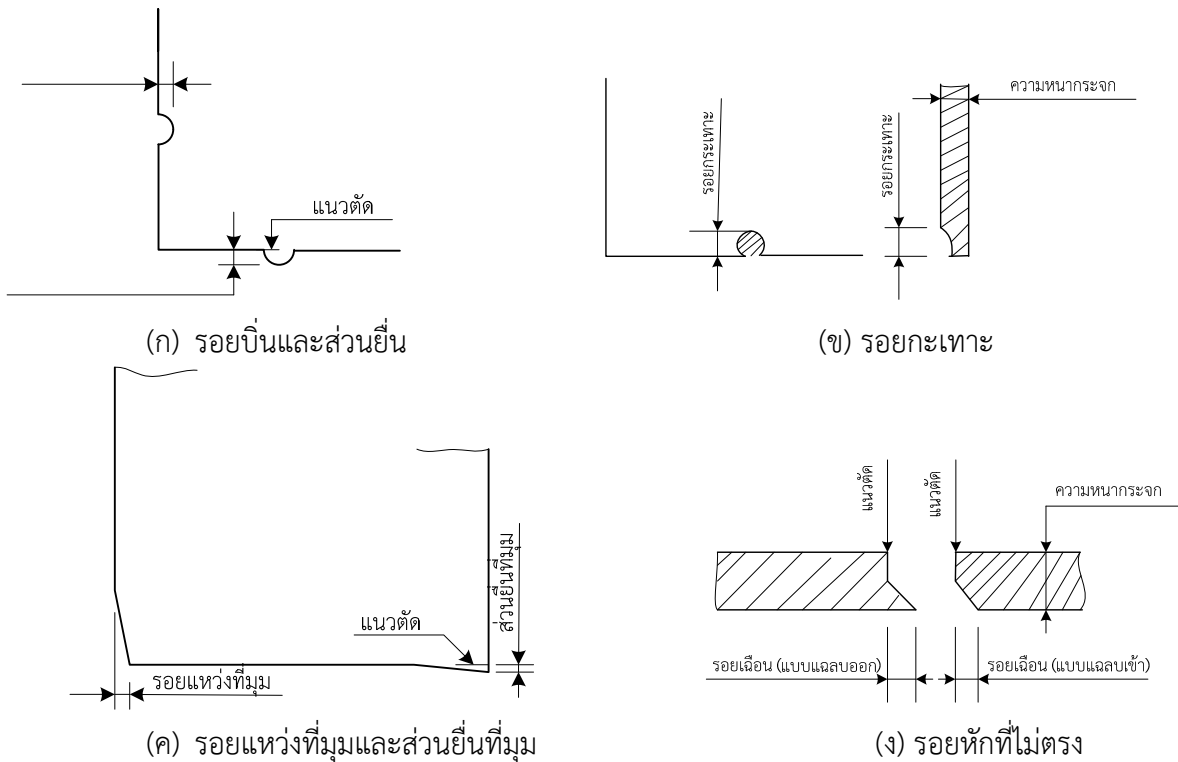
9.3.1 เครื่องมือ

9.3.1.1 บรรทัดเหล็กเส้นตรงที่มีความละเอียด 0.5 mm หรือ สเกลลูป (scale loupe) ที่มีความละเอียด 0.5 mm

9.3.2 วิธีทดสอบ

ใช้บรรทัดเหล็กเส้นตรง หรือ สเกลลูป วัดขนาดค่าหยาบที่ขอบ ได้แก่ รอยบิ่นและส่วนยื่น รอยกะเทาะ รอยแหงงที่มุมและส่วนยื่นที่มุม และรอยฉีก (ดูรูปที่ 3 ประกอบ)

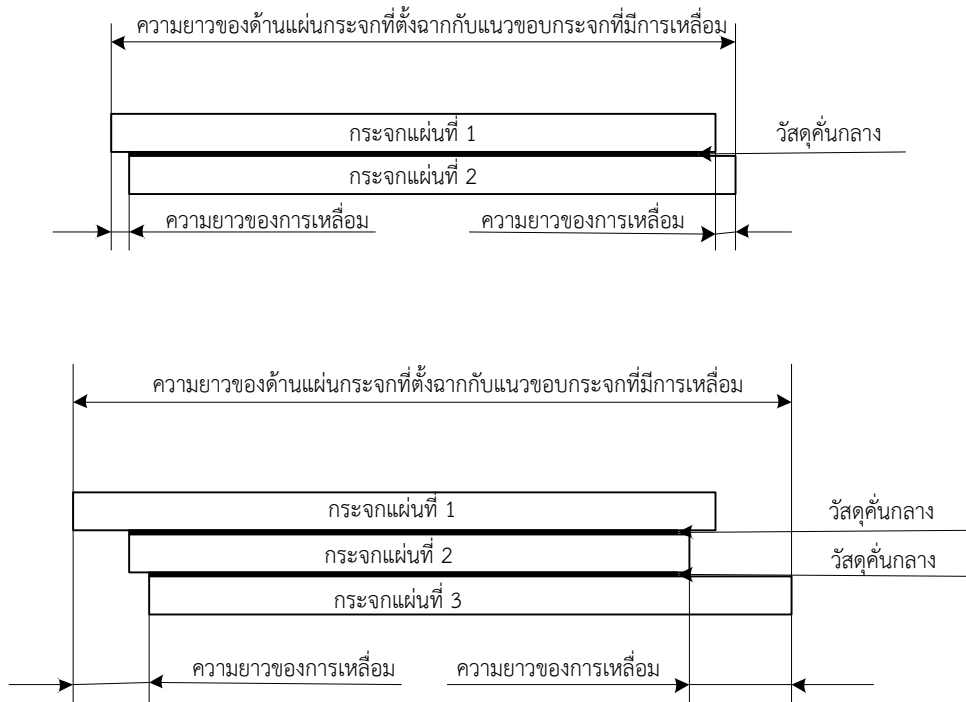
9.3.3 รายงานความกว้างและความยาวของค่าหยาบที่ขอบ มากกว่า หรือ น้อยกว่า ความหนาของกระจก



รูปที่ 3 ค่าหยาบที่ขอบ
(ข้อ 9.3.2)

9.4 การเหลื่อมของแผ่น

ใช้บรรทัดเหล็กที่มีความละเอียด 0.5 mm วัดความยาวของขอบด้านในของกระจกที่ใช้เป็นวัสดุถึงขอบด้านนอกของกระจกที่ใช้เป็นวัสดุอีกแผ่นหนึ่ง (ดูรูปที่ 4 ประกอบ) โดยวัดทุกด้านที่มีการเหลื่อม



รูปที่ 4 การเหลื่อมของแผ่น
(ข้อ 9.4)

9.5 ความโค้ง

9.5.1 การวัดความโค้งสำหรับโค้งเดียว

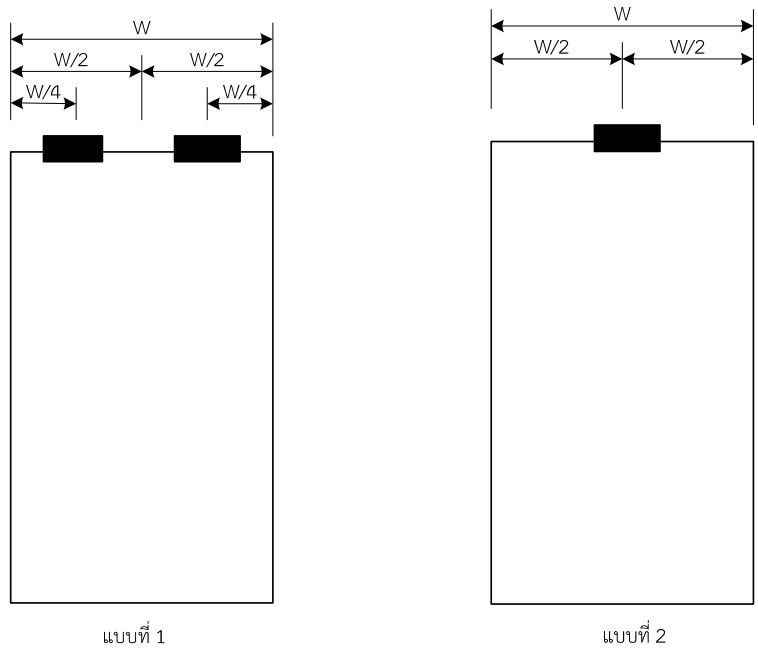
9.5.1.1 เครื่องมือ

- (1) ไม้บรรทัดเส้นตรง (straight edge)
- (2) ฟीलเลอร์เกจ (feeler gauge)

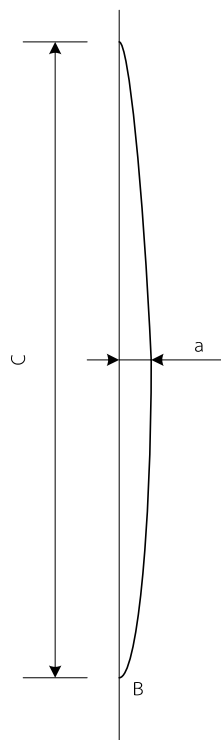
9.5.1.2 วิธีทดสอบ

แขวนกระจกตัวอย่างในแนวตั้งได้ทั้งสองแบบ (ดังรูปที่ 5) ให้อยู่ในลักษณะอิสระ ใช้ไม้บรรทัดเส้นตรงหรืออุปกรณ์อื่นทดแทน และใช้ฟीलเลอร์เกจวัดช่องว่างระหว่างกระจกตัวอย่างกับไม้บรรทัดเส้นตรงในตำแหน่งที่กว้างที่สุดเป็นความสูงของส่วนโค้ง a ส่วนความยาวของคอร์ด c เท่ากับความยาวระหว่างจุดสัมผัสของไม้บรรทัดเส้นตรงกับตัวอย่าง ดังรูปที่ 6 แล้วคำนวณความโค้งสำหรับโค้งเดียว จากสูตร

$$\text{ความโค้ง} = (a/c) \times 100 \%$$



รูปที่ 5 การแขวนกระจกตัวอย่าง
(ข้อ 9.5.1)



รูปที่ 6 การวัดความโค้งสำหรับโค้งเดี่ยว
(ข้อ 9.5.1)

9.5.2 การวัดความโค้งสำหรับโค้งแบบคลื่น

9.5.2.1 เครื่องมือ

- (1) โรลเลอร์เวฟเกจ (roller wave gauge) วัดได้ละเอียดถึง 0.01 mm

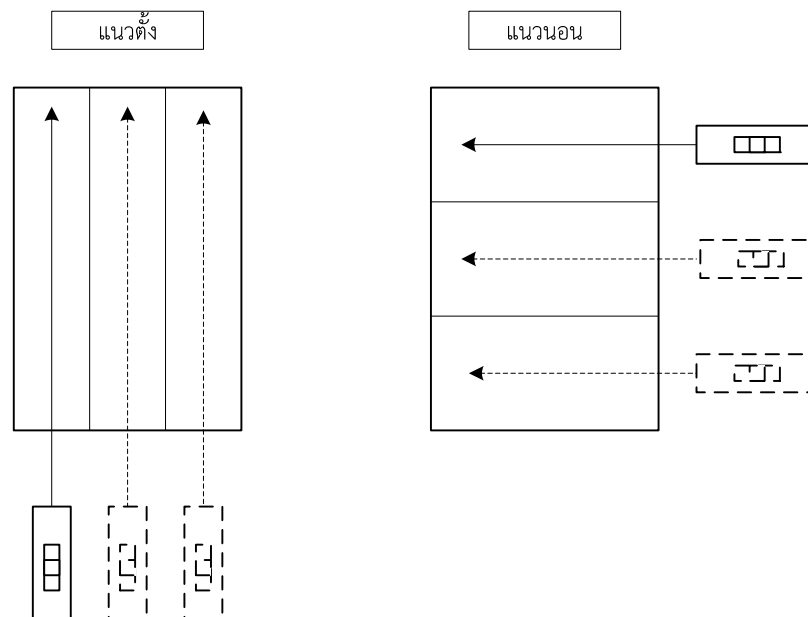
โรลเลอร์เวฟเกจ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความโค้งสำหรับโค้งแบบคลื่น โดยวัดความลึกของท้องคลื่น และความยาวระหว่างยอดคลื่น

9.5.2.2 วิธีทดสอบ

- (1) วางกระจกตัวอย่างในแนวราบบนโต๊ะทดสอบที่มีความเรียบสม่ำเสมอ และแบ่งพื้นที่กระจกตัวอย่างเป็น 3 ส่วน ในแนวตั้งและแนวขวาง ดังรูปที่ 7
- (2) ทาบโรลเลอร์เวฟเกจบนตัวอย่างในส่วนที่ 1 ของแนวตั้ง วัดความลึกของท้องคลื่น (a) และวัดความยาวระหว่างยอดคลื่น (c) ดังแสดงในรูปที่ 8 แล้วคำนวณความโค้งแบบคลื่น จากสูตร

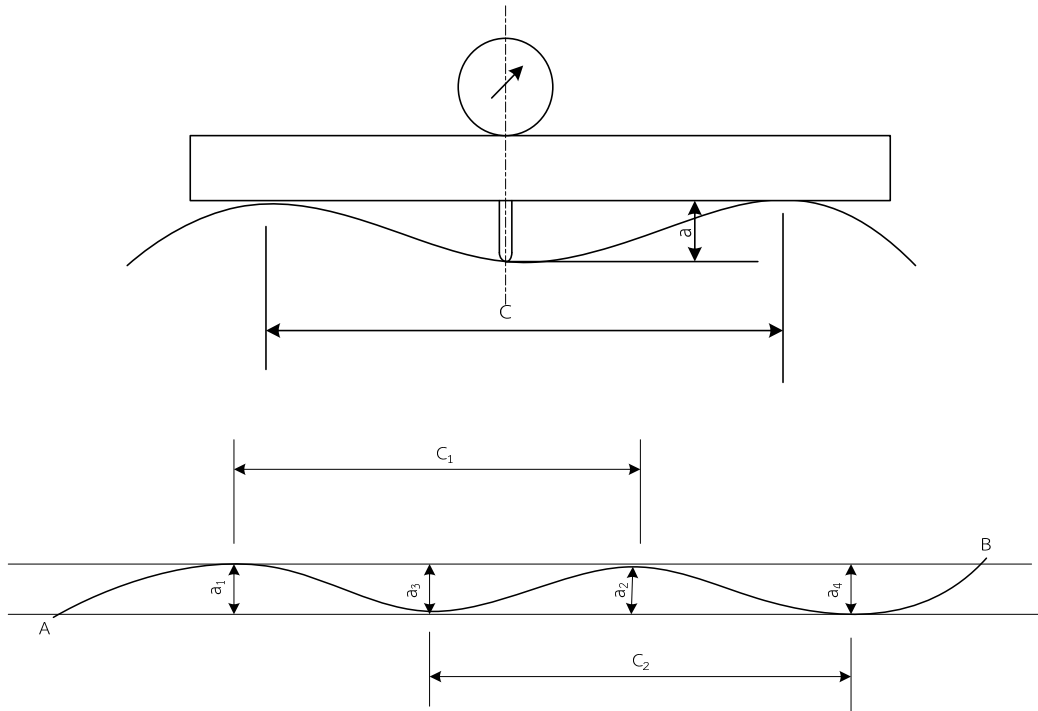
$$\begin{aligned} \text{ความโค้ง ร้อยละ} &= \frac{(a_1 + a_2)/2}{C_1} \times 100 \text{ หรือ} \\ &= \frac{(a_3 + a_4)/2}{C_2} \times 100 \end{aligned}$$

- (3) ทดสอบซ้ำกับส่วนที่เหลือของกระจกตัวอย่าง แล้วรายงานผล โดยรายงานค่ามากที่สุด



รูปที่ 7 การแบ่งพื้นที่ในแนวตั้งและแนวขวาง

(ข้อ 9.5.2.2 (1))



รูปที่ 8 การวัดความโค้งสำหรับโค้งแบบคลื่น
(ข้อ 9.5.2.2 (2))

9.6 ความทนแสง

9.6.1 เครื่องมือ

9.6.1.1 เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตชนิดที่มีหลอดไฟไอปรอท กำลังไฟ (750 ± 50) w หรือหลอดไฟฟ้าอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่า และมีอุปกรณ์สำหรับปรับอุณหภูมิได้ตามต้องการ

9.6.1.2 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)

9.6.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบขนาดประมาณ 300 mm X 300 mm แผ่นละ 1 ชิ้น ในกรณีของกระจกนิรภัยหลายชั้นที่ทำด้วยกระจกเทมเปอร์ หรือกระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นโค้ง ให้ใช้ตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบ

9.6.3 วิธีทดสอบ

9.6.3.1 วัดค่าการส่องผ่านของแสง (a) ของชิ้นทดสอบด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (ดูคำแนะนำในภาคผนวก ก.)

9.6.3.2 วางหรือตั้งชิ้นทดสอบในเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ (45 ± 5) °C ในตำแหน่งที่แสงตั้งฉากกับพื้นผิวของชิ้นทดสอบ และชิ้นทดสอบห่างจากหลอดไฟไอปรอท 230 mm โดยหันด้านนอกของชิ้นทดสอบเข้าหาหลอดไฟ ในกรณีที่ชิ้นทดสอบทำจากกระจกต่างประเภท หรือความหนาต่างกัน หรือไม่ได้ระบุทิศทางการใช้งาน ให้ทดสอบทั้งสองด้านของชิ้นทดสอบ

9.6.3.3 ฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตนานประมาณ 100 h

9.6.3.4 นำชิ้นทดสอบออกมาวัดค่าการส่องผ่านของแสง (b) (ดูคำแนะนำในภาคผนวก ก.) แล้วคำนวณอัตราการลดของการส่องผ่านของแสง จากสูตร

$$\text{อัตราการลดของการส่องผ่านของแสง ร้อยละ} = \frac{(a-b)}{A} \times 100$$

A

เมื่อ a คือ ค่าการส่องผ่านของแสงของชั้นทดสอบก่อนรับแสงอัลตราไวโอเล็ต เป็นร้อยละ

B คือ ค่าการส่องผ่านของแสงของชั้นทดสอบหลังจากรับแสงอัลตราไวโอเล็ตแล้ว เป็นร้อยละ

9.6.3.5 ตรวจสอบชั้นทดสอบ แล้วรายงานผล กรณีที่ชั้นทดสอบทำจากกระจกประเภทเดียวกัน ความหนาเท่ากัน และมีการระบุทิศทางการใช้งาน สามารถรายงานผลทดสอบเพียงด้านเดียวได้

9.7 ความทนความร้อน

9.7.1 การเตรียมตัวอย่าง

ตัดตัวอย่างเป็นชั้นทดสอบขนาดประมาณ 300 mm X 300 mm แผ่นละ 1 ชั้น ในกรณีของกระจกนิรภัยหลายชั้นที่ทำด้วยกระจกเทมเปอร์ หรือกระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นโค้ง ให้ใช้ตัวอย่างเป็นชั้นทดสอบ

9.7.2 วิธีทดสอบ

แช่ชั้นทดสอบในแนวตั้งให้มิดน้ำนานประมาณ 3 min ในหม้อ โดยน้ำมีอุณหภูมิประมาณ 65 °C จากนั้นย้ายชั้นทดสอบอย่างรวดเร็วมาแช่น้ำเดือด นานประมาณ 2 h หรือแช่ชั้นทดสอบในแนวตั้งในหม้อน้ำนาน 2 h โดยน้ำมีอุณหภูมิประมาณ 97 – 100 °C แล้วตรวจสอบชั้นทดสอบ

9.8 ความทนการกระแทก

9.8.1 เครื่องมือ

9.8.1.1 อุปกรณ์ปล่อยลูกเหล็กกลมให้ตกอย่างอิสระจากความสูงที่กำหนด

9.8.1.2 โครงเหล็กรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 600 mm 2 กรอบ โดยด้านล่างของโครงติดกับฐาน และด้านบนของโครงอิสระ

9.8.1.3 ลูกเหล็กผิวเรียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 63.5 mm และให้มีมวลรวม 1 040 g

9.8.2 การเตรียมตัวอย่าง

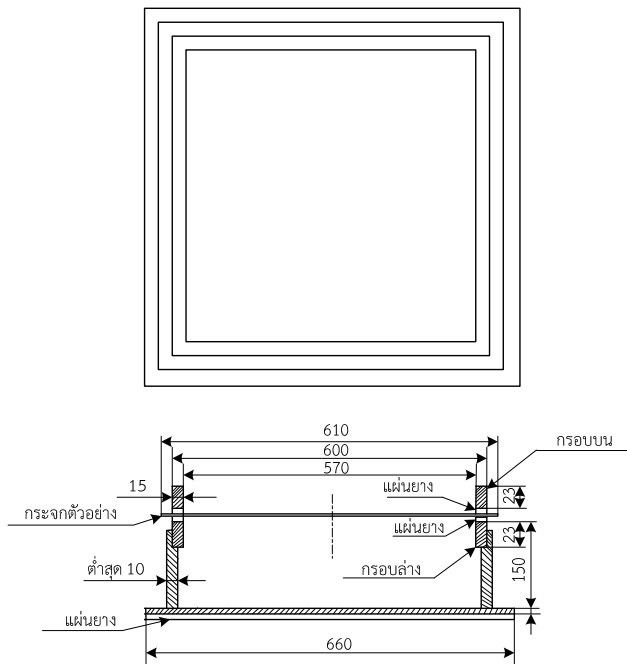
เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 °C นานอย่างน้อย 4 h ก่อนนำไปทดสอบ

9.8.3 วิธีทดสอบ

9.8.3.1 ใส่ตัวอย่างลงไปในรอบเหล็กทั้งสอง โดยมีกรอบยางที่มีความแข็ง 50 IRHD กว้าง 15 mm หนา 3 mm รองระหว่างตัวอย่างกับกรอบเหล็กทั้งสอง (ดูรูปที่ 9)

9.8.3.2 ใช้อุปกรณ์ปล่อยลูกเหล็กกลม ยึดลูกเหล็กกลมไว้ใฝ้ผิวล่างของลูกเหล็กกลมห่างจากตัวอย่าง 1 200 mm แล้วปล่อยให้ตกลงกระแทกบริเวณภายในรัศมี 25 mm จากจุดกึ่งกลางกระจกตัวอย่าง 1 ครั้ง

9.8.3.3 ตรวจสอบตัวอย่าง แล้วรายงานว่ากระจกตัวอย่างแตกหรือไม่



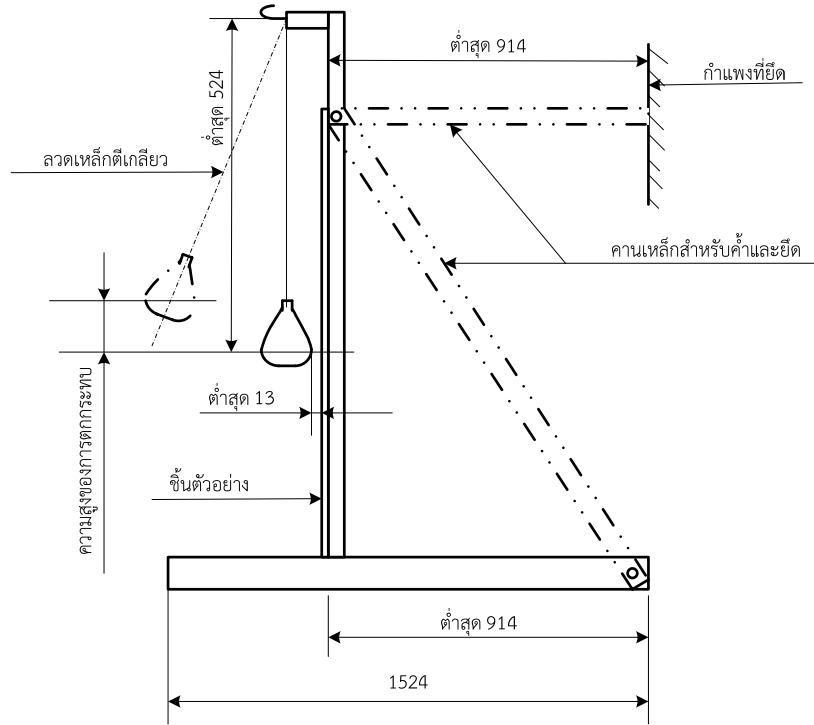
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 9 โครงเหล็กรองรับกระจกตัวอย่างสำหรับการทดสอบความทนการกระแทก
(ข้อ 9.8.3.1)

9.9 ความทนแรงกระแทกทะเล

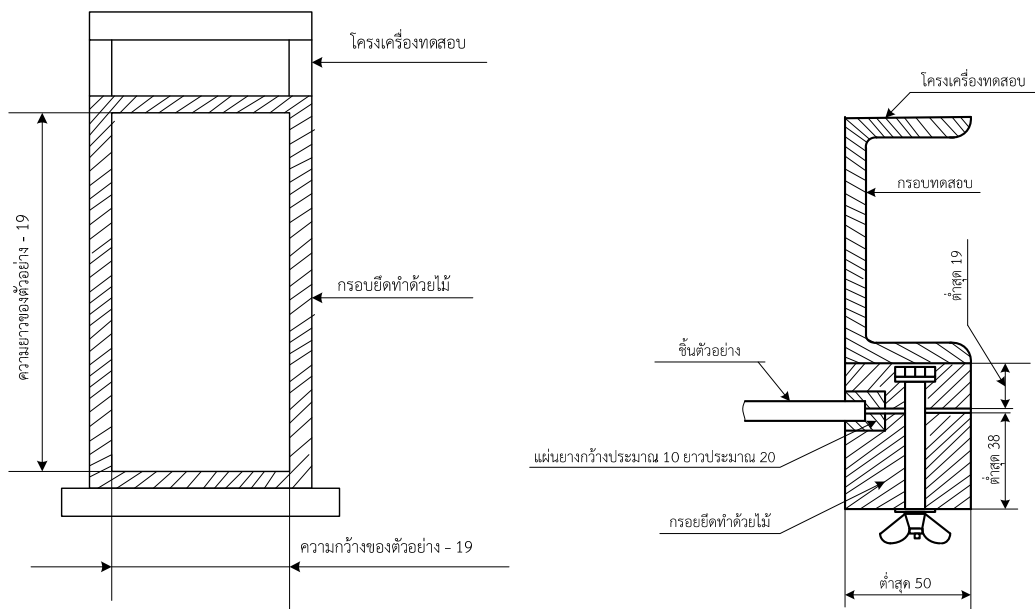
9.9.1 เครื่องมือ

- 9.9.1.1 โครงทดสอบ (ดูรูปที่ 10 และรูปที่ 11) ทำด้วยเหล็กโครงสร้างรูปตัวยูที่มีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 100 mm การประกอบทำโดยวิธีเชื่อมหรือยึดด้วยเกลียวให้เป็นกรอบสี่เหลี่ยมมุมฉากพร้อมฐานที่ยึดกับพื้นอย่างมั่นคง โดยมีเหล็กโครงสร้างรูปตัวยูที่มีขนาดเดียวกัน ค้ำและยันอย่างใดอย่างหนึ่งให้กรอบอยู่ในแนวตั้ง
- 9.9.1.2 กรอบยึดกระจกตัวอย่าง (ดูรูปที่ 11) เป็นกรอบสี่เหลี่ยม 2 อัน ทำด้วยไม้หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม ใช้สำหรับประกับและยึดกระจกตัวอย่างให้ติดบนกรอบดังกล่าว รอบกรอบทั้ง 4 ด้าน ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของตัวอย่าง มีแผ่นยางที่มีความแข็ง 50HRD กว้าง 20 mm หนา 10 mm รองอยู่



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 10 การทดสอบความทนแรงกระแทกด้วยตุ้มน้ำหนัก
(ข้อ 9.9.1 ข้อ 9.9.1.1 และข้อ 9.9.3)

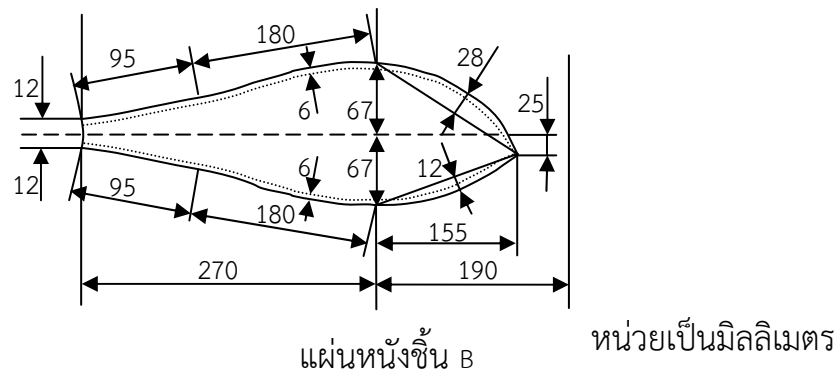
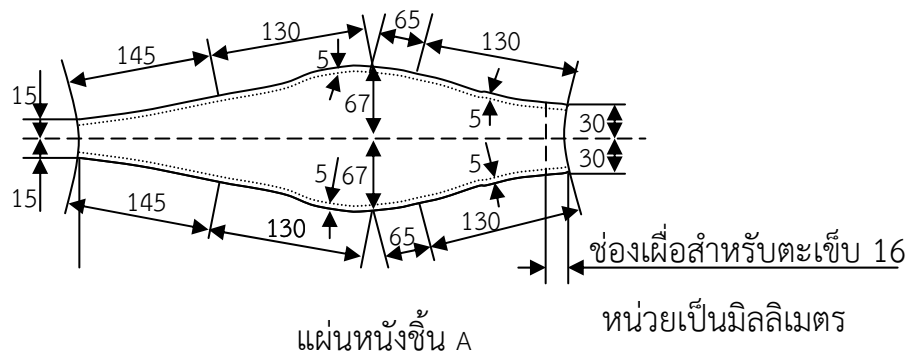
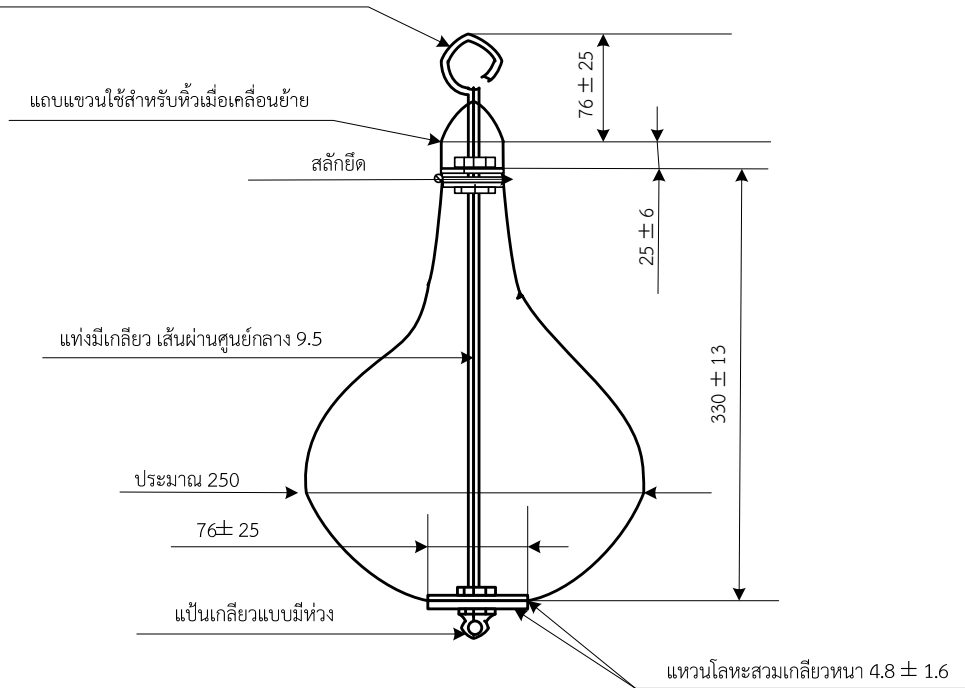


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 11 กรอบยึดตัวอย่าง
(ข้อ 9.9.1.1 และข้อ 9.9.1.2)

- 9.9.1.3 ถุงกระแทก ทำด้วยแผ่นหนังที่มีความหนา 1.5 mm เย็บประกอบให้มีลักษณะและขนาดดังรูปที่ 12 ตลอดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวตั้งของถุงฝังด้วยแกนเหล็กหรือเกลียวซึ่งมีแป้นเกลียวสำหรับยึดปากและก้นถุง ที่ปากถุงมีตะขอหรือห่วงสำหรับแขวน ตลอดผิวด้านนอกโดยรอบให้พันด้วยแถบกาวยไฟเบอร์กลาสส์ขนาดกว้าง 12 mm หนา 0.15 mm ภายในถุงบรรจุเม็ดตะกั่วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5 mm ให้ได้มวล (45 ± 0.1) g

แกนเหล็กที่งอเป็นตะขอหรือห่วงหรือใช้แป้นเกลียวแบบมี
ห่วงแล้วขันติดกับแท่งมีเกลียว เพื่อใช้สำหรับแขวน



รูปที่ 12 ลักษณะและขนาดของอุปกรณ์
(ข้อ 9.9.1.3)

9.9.2 การเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ นานประมาณ 4 h ก่อนนำไปทดสอบ

9.9.3 วิธีทดสอบ (ดูรูปที่ 10)

- 9.9.3.1 ประกอบตัวอย่างเข้ากับกรอบยึดตัวอย่างให้แน่น ในกรณีที่ชั้นกระจกของตัวอย่างหนาไม่เท่ากันให้เอากระจกชั้นบางประกบกับกรอบยึดตัวอย่างอันหนา ทั้งนี้เพื่อให้กระจกบางนั้นหันหน้าเข้าดูกระจกแตก แล้วยึดกรอบยึดตัวอย่างกับโครงเครื่องทดสอบโดยวิธีที่เหมาะสม โดยให้ส่วนป่องที่สุดของดูกระจกแตกที่แขวนอย่างอิสระอยู่ในแนวตรงกับจุดกึ่งกลางของตัวอย่าง หรือในบริเวณรอบจุดกึ่งกลางของตัวอย่าง ภายในรัศมีไม่เกิน 50 mm และห่างจากผิวของตัวอย่างไม่เกิน 13 mm
- 9.9.3.2 จัดดูกระจกแตกให้อยู่ในตำแหน่งที่มีความสูงการตกกระจกแตก 300 mm ตามที่กำหนดในตารางที่ 6 ปลดปล่อยมากระจกแตกตัวอย่างด้วยมวลของตัวเอง แล้วตรวจการแตกทะลุของตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างแตกทะลุทั้ง 2 ชั้น ให้ตรวจสอบขนาดของช่องแตก
- 9.9.3.3 ถ้าตัวอย่างไม่แตกทะลุทั้ง 2 ชั้น ให้ทดสอบซ้ำตามข้อ 9.9.3.2 โดยเพิ่มความสูงของการตกกระจกแตกตามลำดับความสูงของการตกกระจกแตกที่กำหนดในตารางที่ 6 เมื่อตัวอย่างแตกทะลุทั้ง 2 ชั้น ให้หยุดทดสอบ และตรวจขนาดของช่องแตกที่ความสูงแรกที่ทำให้ตัวอย่างแตกทะลุทั้ง 2 ชั้น
- 9.9.3.4 ถ้ากระจกที่เป็นวัสดุตัวอย่างแตกเพียงชั้นเดียว ให้กระจกแตกตัวอย่างที่ระดับความสูงของการตกกระจกแตกเดิมอีกครั้ง ถ้าตัวอย่างยังคงแตกทะลุเพียงชั้นเดียว จึงจะเพิ่มความสูงของการตกกระจกแตกเป็นความสูงในลำดับถัดไป

ตารางที่ 6 ความสูงของการตกกระจกแตกตามลำดับครั้งของการปล่อยดูกระจกแตก

(ข้อ 9.9.3.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ลำดับครั้งของการปล่อยดูกระจกแตก	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความสูงของการตกกระจกแตก	300	380	480	610	770	960	1 200	1 510	1 900	2 300

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้หมายถึง กระจกนิรภัยหลายชั้นประเภท ชนิด และความหนาเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลาก
- ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1
- ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5.1 และข้อ 7. ในแต่ละรายการต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่ากระจกนิรภัยหลายชั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบขนาด ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลาก

(ข้อ ก.2.1)

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

- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการเสื่อมของแผ่น และความโค้ง (เฉพาะกระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นเรียบ)
- ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากกระจกนิรภัยหลายชั้นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาด ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลากแล้ว จำนวน 3 แผ่น
- ก.2.2.2 ตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.2 และข้อ 5.3 จึงจะถือว่ากระจกนิรภัยหลายชั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนแสง
- ก.2.3.1 ให้ทำตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดในเรื่องขนาด และลักษณะทั่วไป (ข้อ ก.2.1) แล้ว ตัดเป็นชิ้นทดสอบ ขนาดประมาณ 300 mm X 300 mm จำนวน 2 แผ่น
ในกรณีกระจกนิรภัยหลายชั้นที่ทำด้วยกระจกเทมเปอร์ หรือกระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นโค้ง ให้ทำตัวอย่างกระจกนิรภัยหลายชั้นเป็นกระจกแผ่นเรียบ โดยใช้วัสดุ ความหนา และกรรมวิธีเดียวกัน ขนาดประมาณ 300 mm X 300 mm จำนวน 2 แผ่น
- ก.2.3.2 จำนวนตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 จึงจะถือว่ากระจกนิรภัยหลายชั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนความร้อน
- ก.2.4.1 ให้ทำตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดในเรื่องการเสื่อมของแผ่น และความโค้ง (ข้อ ก.2.2) แล้ว ตัดเป็นชิ้นทดสอบ ขนาดประมาณ 300 mm X 300 mm จำนวน 2 แผ่น

ในกรณีกระจกนิรภัยหลายชั้นที่ทำด้วยกระจกเทมเปอร์ หรือกระจกนิรภัยหลายชั้นประเภทแผ่นโค้ง ให้ทำตัวอย่างกระจกนิรภัยหลายชั้นเป็นกระจกแผ่นเรียบ โดยใช้วัสดุ ความหนา และกรรมวิธีเดียวกัน ขนาดประมาณ 300 mm X 300 mm จำนวน 2 แผ่น

ก.2.4.2 จำนวนตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.5 จึงจะถือว่ากระจกนิรภัยหลายชั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.5 การซีกตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนการกระแทก

ก.2.5.1 ให้ทำตัวอย่างกระจกตัวอย่างกระจกนิรภัยหลายชั้นเป็นกระจกกระจกแผ่นเรียบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดด้านละประมาณ 610 mm โดยใช้วัสดุ ความหนา และกรรมวิธีเดียวกัน จำนวน 12 แผ่น เพื่อใช้ทดสอบจำนวน 6 แผ่น และสำรองไว้เพื่อทดสอบใหม่จำนวน 6 แผ่น

ก.2.5.2 ตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.6 จึงจะถือว่ากระจกนิรภัยหลายชั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด หากตัวอย่างทดสอบชุดแรกแผ่นใดแผ่นหนึ่งแตกและมีชิ้นกระจกที่แตกหลุดร่วงจนเห็นวัสดุคั่นกลาง ให้หยุดทดสอบและนำตัวอย่างชุดสำรองทำการทดสอบใหม่ หากยังมีการแตกของแผ่นตัวอย่าง และมีชิ้นกระจกที่แตกหลุดร่วงจนเห็นวัสดุคั่นกลางอีก จะถือว่ากระจกนิรภัยหลายชั้นรุ่นนั้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.6 การซีกตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนการกระแทกด้วยลูกกระแทก

ก.2.6.1 ให้ทำตัวอย่างกระจกตัวอย่างกระจกนิรภัยหลายชั้นเป็นกระจกแผ่นเรียบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดประมาณ 864 mm X 1 930 mm โดยใช้วัสดุ ความหนา และกรรมวิธีเดียวกัน จำนวน 3 แผ่น

ก.2.6.2 ตัวอย่างทุกแผ่นต้องเป็นไปตามข้อ 5.7 จึงจะถือว่ากระจกนิรภัยหลายชั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างกระจกนิรภัยหลายชั้นต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 ข้อ ก.2.2.2 ข้อ ก.2.3.2 ข้อ ก.2.4.2 ข้อ ก.2.5.2 และข้อ ก.2.6.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่ากระจกนิรภัยหลายชั้นรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ก.

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

(ข้อแนะนำ)

(ข้อ 9.6.3.1 และข้อ 9.6.3.4)

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

ค่าความส่องผ่านแสงช่วงมองเห็นได้ (Visible light transmittance, τ_v) คำนวณได้จากสมการ (ก.1)

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

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

D_λ คือ ค่าการกระจายของแสงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ D65

$V(\lambda)$ คือ ค่าการตอบสนองของสายตาของมนุษย์ต่อแสงช่วงมองเห็นได้

$\Delta\lambda$ คือ ช่วงความยาวคลื่น

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

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

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		