คุณสมบัติทั่วไปเกี่ยวกระจก

ข้อมูลด้านเทคนิค

TECHNICAL DATA

1. คุณสมบัติทั่วไป

ดัชนีการหักเหของแสง	ประมาณ 1.52
การสะท้อนแสง	ประมาณ 4% (ผิวด้านเดียว)
ความร้อนจำเพาะ	0.2 kcal/kg °C (0.50 °C)
อุณหภูมิที่ทำให้อ่อนตัว	650-700 °C
การนำความร้อน	0.68 kcal/m^2hr °C
สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น	9-10 x 10^{-6}/ °C (ที่อุณหภูมิปรกติ - 350 °C)
ความถ่วงจำเพาะ	ประมาณ 2.5
ความแข็ง	ประมาณ 6 degree (MOHS' SCALE)
YOUNG' S MODULUS	720,000 kg/sq.cm.
POISSON' S RATIO	0.25
แรงกดที่ทำให้แตก (เฉลี่ย)	ประมาณ 500 kg/sq.cm.

2. การแตกร้าวของกระจกสีตัดแสงเนื่องจากความร้อน

เมื่อกระจกแผ่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระจกสีตัดแสง ได้รับความร้อนจากแสงแดด พื้นผิวของกระจกส่วนที่แสงแดดกระทบโดยตรงจะดูดกลืนพลังงานความร้อน ทำให้พื้นที่กระจกบริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยรวดเร็ว ในขณะเดียวกันบริเวณขอบของกระจกไม่ได้ถูกกระทบจากแสงแดดโดยตรง เนื่องจากมีกรอบป้องกันอยู่จะได้รับความร้อนน้อยกว่าส่วนอื่น ผลที่ตามมาก็คือ การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของบริเวณส่วนกลางของแผ่นกระจกจะถูกจำกัดที่ขอบของกระจก ความแตกต่างของอุณหภูมิที่บริเวณทั้งสองจะทำให้เกิดแรงเค้นดึงที่ขอบของกระจก และเมื่อแรงเค้นดึงที่ขอบนี้มีค่าสูงเกินกำลังของขอบกระจกจะทนได้ กระจกจะเกิดการแตกร้าว ซึ่งการแตกร้าวของกระจกในลักษณะนี้ เรียกว่า **การแตกร้าวเนื่องจากความร้อน**

ข้อพิจารณาในการออกแบบ

มีปัจจัยหลายประการที่สถาปนิกควรจะได้นำมาพิจารณาและให้ความสนใจในการออกแบบ เพื่อป้องกันการแตกร้าวของกระจกเนื่องจากความร้อน แรงเค้นดึงที่ขอบ เนื่องจากความแตกต่างของปริมาณความร้อนบริเวณกลางแผ่นกระจกกับขอบกระจก อันเป็นสาเหตุของการแตกร้าวของกระจกนั้น เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ คือ

◆ ขนาด

การใช้กระจกที่มีขนาดใหญ่มาก มักจะต้องใช้กระจกที่มีความหนามาก ๆ ด้วย ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถต้านทานแรงอัดของลม ในขณะเดียวกันก็สามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนได้มากเช่นกัน เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดแรงเค้นดึงอย่างสูงที่ขอบ

◆ อุปกรณ์ให้ความร่มเงาภายในอาคาร

อุปกรณ์ร่มเงา เช่น ผ้าม่านหนาหรือม่านปรับแสงที่มีสีเข้ม จะมีคุณสมบัติทั้งดูดกลืนและเก็บสะสมความร้อนที่ส่งผ่านกระจกเข้ามาเอาไว้ จะเป็นตัวการที่เพิ่มปริมาณความร้อนแก่แผ่นกระจกให้สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้กระจกแผ่นที่ติดตั้งปิดหน้าคานของโครงสร้างอาคารซึ่งเป็นคอนกรีต ความร้อนที่คอนกรีตดูดกลืนและสะสมไว้ก็จะส่งผลทำให้กระจกแผ่นดังกล่าวมีความร้อนเพิ่มสูงมากขึ้นกว่ากระจกธรรมดาด้วย

- *การทาสีหรือปิดทับด้วยสติ๊กเกอร์*

การตกแต่งกระจกหน้าต่างด้วยการทาสีหรือปิดทับด้วยสติ๊กเกอร์จะมีผลอย่างมากต่อการแตกร้าวของกระจก เนื่องจากมีการสะสมความร้อนที่สูงมากกว่าปกติ

- *วัสดุที่ใช้เป็นฉนวนความร้อนระหว่างกระจกกับกรอบ*

วัสดุยาแนวที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดีเพื่อที่จะป้องกันขอบกระจกจากความเย็นอันเนื่องมาจากกรอบและคอนกรีต ซึ่งในตอนกลางคืนจะเย็นตัวลง และจะร้อนขึ้นอย่างช้า ๆ เมื่อได้รับแสงแดด ในขณะที่กระจกจะร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าหากวัสดุยาแนวขาดคุณสมบัติของการเป็นฉนวนที่ดี ความแตกต่างของปริมาณความร้อนที่บริเวณส่วนกลางของแผ่นกระจกกับขอบของกระจกจะมีมากกว่าปกติ กระจกจะแตกร้าวง่ายยิ่งขึ้น

- *เงามืด*

การเกิดเงามืดบางส่วนบนแผ่นกระจกแต่ละแผ่นในเวลาที่มีแสงแดดส่อง เนื่องจากรูปทรงการออกแบบของอาคารหรือสิ่งอื่นใดก็ตามโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว จะก่อให้เกิดความแตกต่างของปริมาณความร้อนบนส่วนที่ถูกแสง และส่วนที่เกิดเงามืดบนกระจกแผ่นนั้น ๆ จะมีผลทำให้เกิดความเค้นเนื่องจากความร้อนในกระจก และส่งผลทำให้กระจกเกิดการแตกร้าว

3. ความแข็งแรงในการต้านแรงอัดของลม

แรงที่ยอมรับได้ของกระจกแต่ละชนิด

ความแข็งแรงในการต้านแรงอัดของลมของกระจกนั้น จะผันแปรไปตามกำลังอัดของลม (ขณะที่วัด) ความชื้น ฯลฯ ความแข็งแรงของกระจกแต่ละความหนา หาได้จากการทดสอบการแตกของกระจกตามขนาดที่ใช้จริง แรงประลัยเฉลี่ย และแรงที่ยอมรับได้ของกระจกแต่ละความหนา (ในตารางที่ 1) ได้จากการทดสอบการแตกของกระจกของบริษัทอาซาฮีกลาส จำกัด แห่งประเทศญี่ปุ่น

การตรวจสอบความแข็งแรงในการต้านทานแรงอัดของลม

เมื่อกระจกถูกติดตั้งกับสถานที่ที่ต้องเผชิญกับแรงลม เช่น หน้าต่าง หรือประตูที่อยู่ด้านนอก ควรทำการตรวจสอบความแข็งแรงของกระจกในการต้านทานแรงอัดของลมก่อนที่จะเลือกประเภทและความหนาของกระจกเพื่อเป็นการป้องกันกระจกแตกเมื่อมีลมแรงหรือเมื่อมีพายุ

Table-1 Allowable loads of flat glass

Type	Thickness (mm)	Average failure Load (kgf)	Allowable load (kg) Failure probability (0.001)
◆ Clear Float Glass ◆ Tinted Float Glass Coolgray Dark Coolgray Ocean Green Skyblue	2	225	90
	3	450	180
	4	650	260
	5	900	360
	6	1100	440
	8	2000	800
	10	2500	1000
	12	3000	1200
	15	4250	1700
	19	6550	2600

Note : *Average failure load (kgf) = Average failure wind pressure (kg/m^2) x Area of glass (m^2)*

Allowable load (kg) = Allowable wind pressure (kg/m^2) x Area of glass (m^2)

การคำนวณความแข็งแรงของกระจก

สมการข้างล่างนี้เป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดของลม พื้นที่ของกระจก ความหนาของกระจก และส่วนปลอดภัยบนพื้นฐานของการทดสอบการแตก เนื่องจากแรงอัดของลม ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับการหาความแข็งแรงของกระจก คือ

$$P = \frac{K}{F.A}\left(t + \frac{t^2}{4}\right)$$

เมื่อ P = แรงอัดของลมที่ยอมรับได้ (กก./ตร.ม.)

A = พื้นที่ของกระจก (ตร.ม.)

t = ความหนาของกระจก (มม.)

K = ค่าคงที่ของกระจกแต่ละความหนา

F = ส่วนปลอดภัย (= 2.5)

Table-2 Values of K

Type	Thickness	K
Float glass	2	80
	3	
	4	
	5	
	6	
	8	
	10	70
	12	60
	15	
	19	

Vocaburaly and define as knowledge	**คำศัพท์และคำนิยามที่ควรทราบ**
Visible Rays	ปริมาณแสงที่มองเห็น
Transmission	ค่าที่ส่องผ่านกระจก
Reflection	ค่าที่สะท้อนออก
Absorption	การดูดกลืนความร้อน
Solar Energy	ปริมาณของพลังงานแสงอาทิตย์
Ultra Violat Rays Transmittance	ปริมาณของรังสีอัลตราไวโอเลตที่สามารถส่งผ่านกระจก
Relative Heat Gain	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ผ่านกระจกเข้าสู่ภายใน
Shading Coefficient (SC)	ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด
U-Value	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน
U-Value Winter nighttime	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในฤดูหนาว
U-Value Summer daytime	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในฤดูร้อน
Watt/ m^2 K	วัตต์/ ตารางเมตร/ องศาเคลวิน
Btu/ ft^2 hr $^{\circ}F$	บีทียู/ ตารางฟุต/ ชั่วโมง/ องศาฟาเรนไฮท์

กระจกโฟลตใส และ กระจกโฟลตสีตัดแสง

(CLEAR FLOAT GLASS & TINTED FLOAT GLASS)

Glass type	Thickness (mm)	Visible Rays		Solar Energy			Ultra-violet Rays Trans-mittance(%)	Relative Heat Gain		U-value				Shading Coefficient
										Winter Nighttime		Summer Daytime		
		Reflectance	Transmittance	Reflectance	Transmittance	Absorption		(watt/m^2)	(Btu/ft^2 hr)	(watt/m^2 K)	(Btu/ft^2 hr °F)	(watt/m^2 K)	(Btu/ft^2 hr °F)	
กระจกโฟลตใส (Clear Float Glass)	2	7	91	8	88	4	71.8	691	219	6.60	1.16	5.84	1.03	1.02
	3	7	90	8	86	6	66.2	680	216	6.56	1.15	5.84	1.03	1.00
	4	7	89	8	84	8	61.0	670	212	6.50	1.14	5.83	1.03	0.99
	5	7	89	7	82	11	58.6	660	209	6.44	1.13	5.83	1.03	0.97
	6	7	88	7	80	13	55.5	650	206	6.40	1.13	5.83	1.03	0.96
	8	7	87	7	76	17	52.4	628	199	6.29	1.11	5.80	1.02	0.92
	10	7	85	7	73	20	48.6	610	194	6.19	1.09	5.76	1.01	0.90
	12	7	84	7	70	23	45.7	594	188	6.09	1.07	5.72	1.01	0.87
	15	7	81	7	61	32	42.5	574	182	5.95	1.05	5.67	1.00	0.84
	19	7	78	7	55	38	38.2	542	172	5.78	1.02	5.58	0.98	0.79
กระจกโฟลตสีชาอ่อน (Coolgray)	5	6	44	6	49	45	19.6	483	153	6.44	1.13	6.26	1.10	0.69
	6	5	38	6	43	51	15.6	451	143	6.40	1.13	6.27	1.10	0.64
	8	5	28	5	33	62	11.1	421	130	6.29	1.10	6.26	1.10	0.57
	10	5	20	5	25	70	7.6	377	119	6.19	1.09	6.22	1.09	0.52
	12	5	15	5	19	76	5.2	313	99	6.09	1.07	6.19	1.09	0.47
กระจกโฟลตสีชาดำ (Dark coolgray)	5	5	20	6	40	54	6.9	467	148	6.44	1.13	6.28	1.10	0.66
	6	4	15	5	34	61	5.5	449	142	6.40	1.13	6.28	1.10	0.63
กระจกโฟลตสีฟ้าเข้ม (Sky blue)	6	6	58	6	45	49	25.0	478	152	6.18	1.09	6.21	1.09	0.68
	8	6	50	6	36	58	20.0	430	136	6.09	1.07	6.21	1.09	0.61
กระจกโฟลตสีเขียวเข้ม (Ocean green)	5	11	77	8	52	40	21.8	509	161	6.27	1.10	6.22	1.10	0.73
	6	7	72	7	42	51	17.5	460	146	6.18	1.09	6.23	1.10	0.65
	8	7	67	7	35	58	14.2	423	134	6.09	1.07	6.21	1.09	0.59
	10	9	62	7	32	61	9.7	405	128	6.00	1.06	6.14	1.08	0.57
	12	9	60	7	30	63	6.8	390	124	5.92	1.04	6.08	1.07	0.54

การคำนวณความแข็งแรงในการต้านแรงอัดของลมของ GLAÇADE

1. การหาแรงอัดของลมที่ใช้ออกแบบ

วิธีการคำนวณ หาแรงอัดของลมที่ใช้ออกแบบแต่ละประเทศเป็นฐานในการคำนวณ

2. การคำนวณความแข็งแรงในการตั้งแรงอัดของลมของกระจกแผ่นหน้า

จากตัวเลขแรงอัดของลมที่ใช้ออกแบบในข้อ 1 จะสามารถคำนวณหาความแข็งแรงในการต้านแรงอัดของลมได้ดังนี้

(1) การหาแรงที่ใช้ออกแบบ

$$W = P \times A$$

เมื่อ W = แรงที่ใช้ออกแบบ (กก.)

P = แรงอัดของลมที่ออกแบบ (กก./ตร.ม.)

A = พื้นที่กระจก (ตร.ม.)

หมายเหตุ : แรงอัดของลมจะคำนวณจากยอดความสูงของกระจกแผ่นหน้า โดยกำหนดให้ใช้ 80 กก./ตร.ม. เป็นค่าที่ต่ำสุดของ GLAÇADE

(2) แรงที่ยอมรับได้ของกระจก

$$Wa = Pa \times A$$

เมื่อ Wa = แรงที่ใช้ออกแบบ (กก.)

Pa = แรงอัดของลมที่ออกแบบ (กก./ตร.ม.)

A = พื้นที่กระจก (ตร.ม.)

แรงที่ยอมรับได้ของกระจกแต่ละความหนา (ค่าที่ปรากฏในตาราง เป็นผลจากการทดลองของบริษัทอาซาฮีกล๊าส จำกัด แห่งประเทศญี่ปุ่น ดังนี้

ความหนาของกระจก (มม.)	8.0	10.0	12.0	15.0	19.0
แรงที่ยอมรับได้ (กก.)	800	1000	1200	1700	2600

หมายเหตุ : ใช้ตัวเลขส่วนปลอดภัย = 2.5 และโอกาสที่จะแตก = 1/1000

(3) การเลือกความหนาของกระจก

ให้เลือกความหนาของกระจกตามตารางในข้อ (2) โดยใช้แรงที่ใช้ออกแบบ (W) ≤ แรงที่ยอมรับได้ (Wa)

3. การคำนวณหาความกว้างของกระจกครีบ

(1) สำหรับกระจกครีบสองด้าน

$$X = \sqrt{\frac{Wf.Hf.^2P}{480\ t}}$$

(2) สำหรับกระจกครีบด้านเดียวและกระจกครีบฝ่านกลาง

$$X = \sqrt{\frac{Wf.Hf.^2P}{240\ t}}$$

เมื่อ Hf = ความสูงของกระจกแผ่นหน้า (ซม.)

Wf = ความกว้างของกระจกแผ่นหน้า (ซม.)

P = แรงอัดของลม (กก./ตร.ซม.)

t = ความหนาของกระจกครีบ (ซม.)

X = ความกว้างของกระจกครีบ (ซม.)

หมายเหตุ : 1) ควรใช้กระจกครีบความหนา 15 มม. ขึ้นไป เพื่อให้มีระยะเหลื่อม เพียงพอสำหรับกระจกแผ่นหน้า

2) กระจกครีบควรมีความกว้างตั้งแต่ 100 ม.ม. ขึ้นไป เพื่อความสะดวกในการตัด
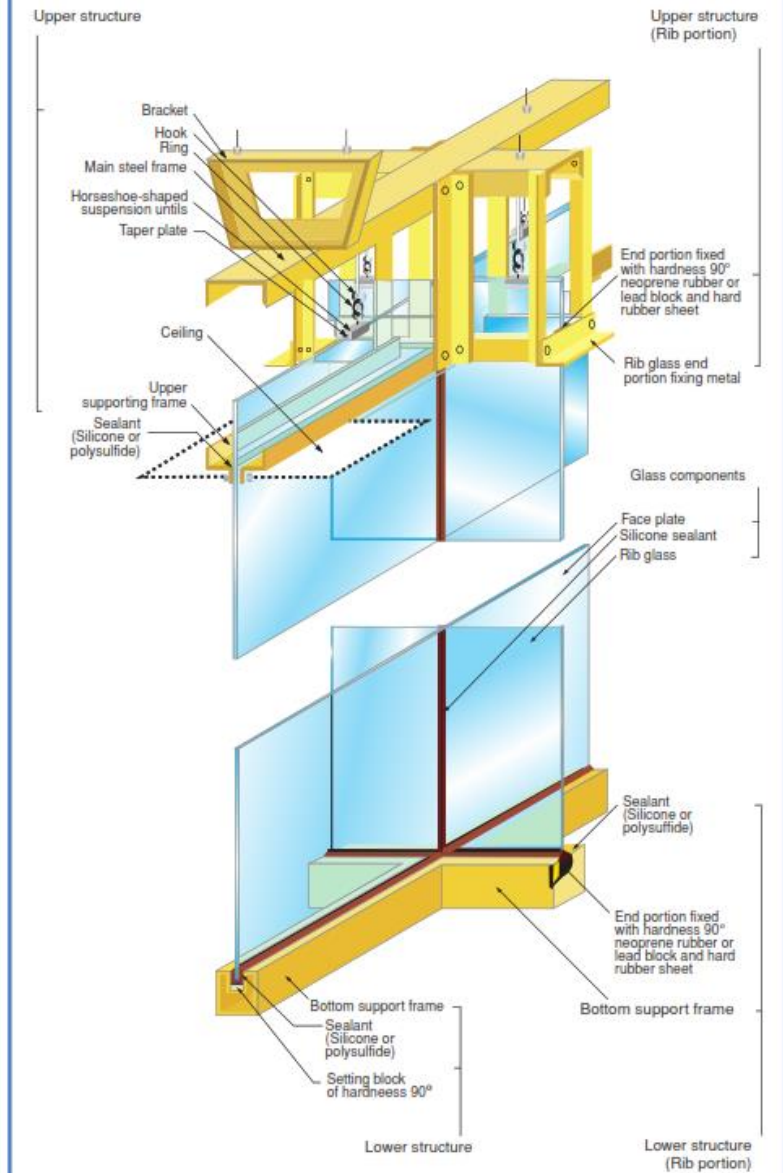
Diagram of GLAÇADE SF