



การบรรยายวิชาวัสดุฯ (3304) ครั้งที่ 8
วันที่ 12 กันยายน 2566

“กระจก” (GLASSES)

ประกอบการบรรยายวิชา ARD3304 การก่อสร้างและวัสดุในงานสถาปัตยกรรม โดย อ.วิจิตร ศิวาวิเศษฤทธิ์





กระจก

- เป็นวัสดุจากธรรมชาติที่ทรงคุณค่า มีประโยชน์มากมาย
- ในงานสถาปัตยกรรม ใช้เป็นวัสดุห่อหุ้มผิวภายนอกอาคาร

(CLADDING)

- ใช้เป็นผนังกันห้อง และตกแต่งภายในอาคาร
- ใช้ทำผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์เครื่องใช้ในงานสถาปัตยกรรม ผ่านผลงานออกแบบของสถาปนิกทุกสาขา เช่น เฟอร์นิเจอร์ คอมไฟ ประตุนหน้าต่าง





กระจก ผลิตอย่างไร





กระจก

- กระจก ทำมาจาก **ทรายแก้ว โซดาแอช เศษกระจก** และวัสดุอื่นๆ
- หลอมเป็นน้ำแก้วที่อุณหภูมิประมาณ $1,500-1,600^{\circ}\text{C}$
- เมื่ออุณหภูมิลดลง ปล่อยน้ำแก้วไหลต่อเนื่องสู่อ่างตีบุกเหลวที่มีความตึงผิวสูง
- น้ำแก้วจะลอยตัวแผ่กระจายบนตีบุกเหลว ได้กระจกที่มีความหนาสม่ำเสมอ
- ทำให้เย็นลงช้าๆ เพื่อขจัดความเครียดในเนื้อ





การปรุงแต่งกระจก ให้เกิดคุณสมบัติต่างๆ ในระหว่างการผลิต





1. การเจือสี

2. การเคลือบผิวแบบ HARD COATED

(ทำตอนกระจกเป็นกึ่งน้ำแก้วกึ่งแผ่นกระจก แข็งแล้วเป็นเนื้อเดียวกัน)

3. การเสริมลวด





การปรุงแต่งกระจกให้เกิดคุณสมบัติต่างๆ **หลังการผลิต**





1. การเคลือบผิวแบบ SOFT COATED

2. การพิมพ์สีเซรามิก

3. การลามิเนต (LAMINATED GLASS)

4. การเพิ่มชั้นเป็นกระจกฉนวนกันความร้อน (INSULATED GLASS)





การนำกระจกไปใช้ในงานสถาปัตยกรรม





1. ใช้ในส่วนอาคารที่ต้องการแสงสว่างหรือการมองเห็นสภาพแวดล้อมภายนอก
2. เป็นผนังอาคาร ประตูและหน้าต่าง
3. ทำช่องเปิดบริเวณหลังคา
4. ทำพื้นอาคารเพื่อให้ได้ความสวยงาม





คุณสมบัติของกระจก





- การผลิตกระจกในปัจจุบันถูกพัฒนาจนมีระยะจากการผลิตน้อย
- เศษกระจก (CULLET) นำกลับมารวมในเตาหลอมเพื่อลดความร้อนในการผลิตกระจกใหม่
- กระจกจากการผลิตใหม่ (RECYCLE) ยังคงรักษาคุณภาพได้เช่นเดิม





คุณสมบัติเฉพาะของกระจก (ต่อ)

- ความแข็งแรง ขึ้นกับชนิดและความหนาของกระจก
- มีน้ำหนักประมาณ 2,900-3,000 กก./ลบ.ม. (เอาตัวเลขกลมๆ = 3,000)
- มีความทนทานต่อแดด ลมและแฉะฝน
- ไม่เป็นเชื้อไฟและไม่ลุกไหม้ไฟ ถ้าอุณหภูมิสูงจะแตกร้าวได้
- กระจกธรรมดาไม่เป็นฉนวนกันความร้อน **กระจกฉนวน**กันความร้อนได้
- ค่า K 1-1.4 วัตต์/ม.เคลวิน





คุณสมบัติเฉพาะของกระจก (ต่อ)

- เป็นฉนวนกันความร้อน
- มีการยืดหดตัวของวัสดุมาก
- ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า
- เป็นวัสดุโปร่งแสง





- นวัตกรรมของกระจกเพื่องานสถาปัตยกรรม





- อาคารเรียนของ COLUMBIA COLLEGE ใน CHICAGO ออกแบบโดย GENSLER มีเปลือกอาคารถึง 46% ที่ใช้เซรามิกเคลือบบนผิวกระจก เพื่อลดปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ในการประหยัดพลังงาน ขณะเดียวกันลดปัญหาเรื่องนกค้ำย





ประเภทของกระจก





1. กระจกโฟลท (FLOAT GLASS , SHEET GLASS)

- กระจกใส (Clear glass)
- กระจกใสพิเศษ (Extra clear glass)
- กระจกสี (Tinted glass)
- เป็นกระจกพื้นฐานในการประกอบเป็นกระจกประเภทอื่น เช่น กระจกลามิเนต กระจกฉนวน กระจกสะท้อนแสง เป็นต้น
- โปร่งแสง มองผ่านได้ชัดเจน
- ให้ภาพสะท้อนที่สมบูรณ์ ไม่บิดเบี้ยวหลอกตา
- ความหนาแน่น แสงผ่านได้มาก (75-92%)





2. กระจกอบความร้อน (**HEAT TREATED GLASS**)

- เป็นการนำกระจกโพลทผ่านกระบวนการผลิตด้วยความร้อนสูง เพื่อให้กระจกแข็งแรงมากขึ้น
- รับความเค้นจากอุณหภูมิและแรงบิด (thermal and bending stress) ได้มากกว่ากระจกประเภทอื่น
- ตัวอย่างเช่น กระจกเทมเปอร์ (**Tempered glass**) เมื่อแตกจะเป็นเม็ดข้าวโพด
- กระจกฮีตสเตรงค์เทน (**Heat strengthen glass**) ใช้เป็นโครงสร้างได้ เช่น พื้นและบันได เมื่อแตกจะเป็นปากฉลาม





3. กระจกเคลือบผิว (SURFACE COATED GLASS)

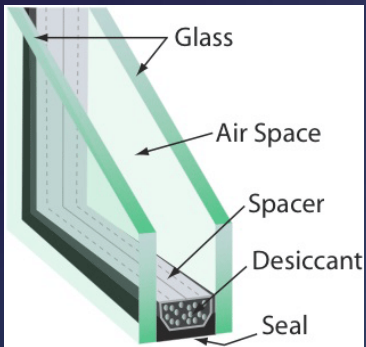
- เป็นการนำกระจกโพลทผ่านกระบวนการเคลือบโลหะบนผิวกระจก เพื่อลดความร้อนจากแสงอาทิตย์
 - กระจกเงา (Mirror)
 - กระจกสะท้อนรังสีความร้อน (Solar reflective glass)
 - กระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ (Low-E [emissivity] glass)





4. กระจกตัดแปลง (**PROCESSED GLASS**)

- เป็นการนำกระจกประเภทต่างๆมาตัดแปลงด้วยกระบวนการต่างๆ เพื่อให้มีคุณสมบัติตามต้องการใช้งาน
- กระจกฉนวนกันความร้อน (**Insulated glass**) สำหรับป้องกันความร้อนภายนอกเข้าภายในอาคาร
- กระจกลามิเนต (**Laminated glass**) เพื่อเพิ่มความปลอดภัย มีชั้นฟิล์ม **Polyvinyl Butyral (PVB)** ยึดเหนี่ยวเมื่อแตก



Indiaglass.com



Indiaglass.com

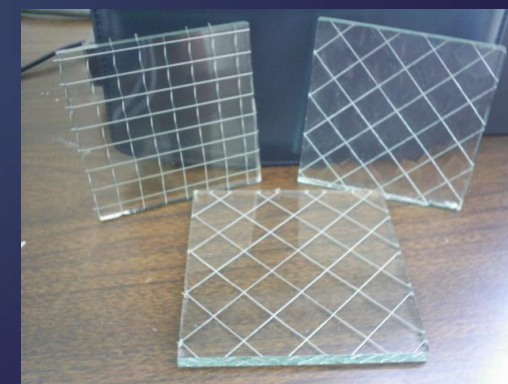




5 ประเภทกระจกพิเศษ อื่นๆ

กระจกที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานพิเศษ (SPECIAL GLASS)

- กระจกทนไฟ (**FIRE RESISTANT GLASS**) หนา 3-50 MM (30-60-90-120-180 มม. ตาม EUROPEAN STD.)
- กระจกลวดลาย (**PATTERN GLASS**) เพื่อการตกแต่ง
- กระจกตัดเงา (**ANTI-REFLECTIVE GLASS**) เพื่อการแสดงสินค้า
- กระจกเสริมลวด (**WIRED GLASS**) ด้านทานการแตกหลุดร่วง ป้องกันการลุกลามของเปลวไฟและควันไฟ
- กระจกทำความสะอาดด้วยตัวเอง (**SELF-CLEANING GLASS**)
- ฯลฯ





คุณสมบัติกระจก ที่สถาปนิกควรรู้ เพื่อใช้ในการเลือกใช้กระจก





SC = SHADING COEFFICIENT

- ปริมาณรังสีอาทิตย์ (คลื่นสั้น) ผ่านกระจกเข้าอาคารเปลี่ยนเป็นความร้อน (คลื่นยาว) ไม่สามารถย้อนกลับออกภายนอกได้
- **ยิ่งต่ำ ยิ่งดี**





LT = LIGHT TRANSMITTANCE

- ค่าการส่องผ่านแสงที่จำเป็นต่อการมองเห็น (VISIBLE LIGHT [VT])
สูงพอที่จะนำแสงธรรมชาติเข้าอาคาร
- ค่า LT ไม่ควรน้อยกว่า 20%





LSG = LIGHT TO SOLAR GAIN RATIO [**LT/SC**]

- เปรียบเทียบปริมาณแสงสว่าง กับ ปริมาณความร้อน ที่ผ่านกระจก
- ค่า LSG มากกว่า 1 = แสงผ่านเข้าอาคาร ได้มากกว่าความร้อน
- **เหมาะสำหรับนำแสงเข้าอาคาร**





U VALUE = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

- **ต้องต่ำ** เพื่อลดปริมาณความร้อนที่เกิดภายนอก/เข้าอาคาร
- กระจก 2 ชั้น (Double Glazing) จะมีค่า U Value ต่ำ
- กระจก 3 ชั้น (Triple Glazing) จะมีค่า U Value ต่ำ
- **เหมาะสำหรับอาคารด้านทิศ ออก ใต้ ตก ที่ถูกแดดร้อนทั้งวัน**

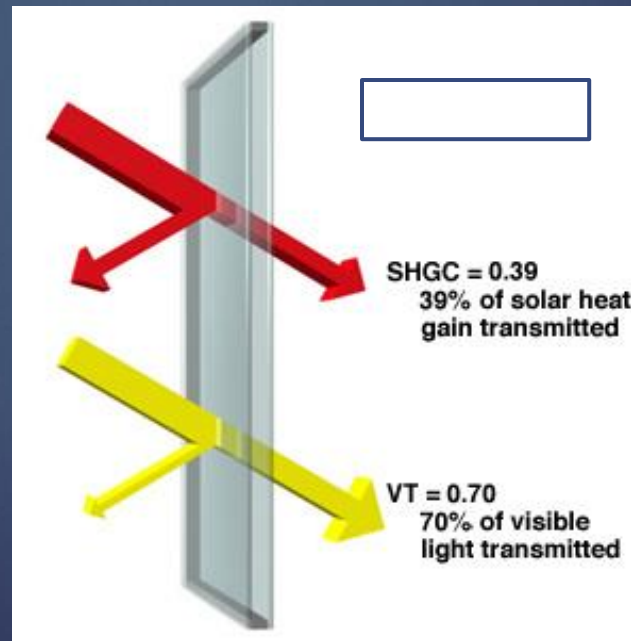




- **SHGC** = SOLAR HEAT GAIN COEFFICIENT

ผลรวมของความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจก กับส่วนของรังสีที่ถูกดูดซับอยู่ภายในกระจก โดยเฉพาะด้านทิศ ออก ใต้ ตก ที่มีปริมาณความร้อนจากแสงอาทิตย์ตลอดปี

- **ต้องต่ำ!**





การเลือกใช้กระจกสำหรับอาคารขนาดใหญ่-ใหญ่พิเศษ-อาคารสูง

มาตรฐานกระทรวงพลังงาน เบอร์ 5 คือ

SHGC เท่ากับหรือน้อยกว่า 0.55

LSG เท่ากับหรือมากกว่า 1.20





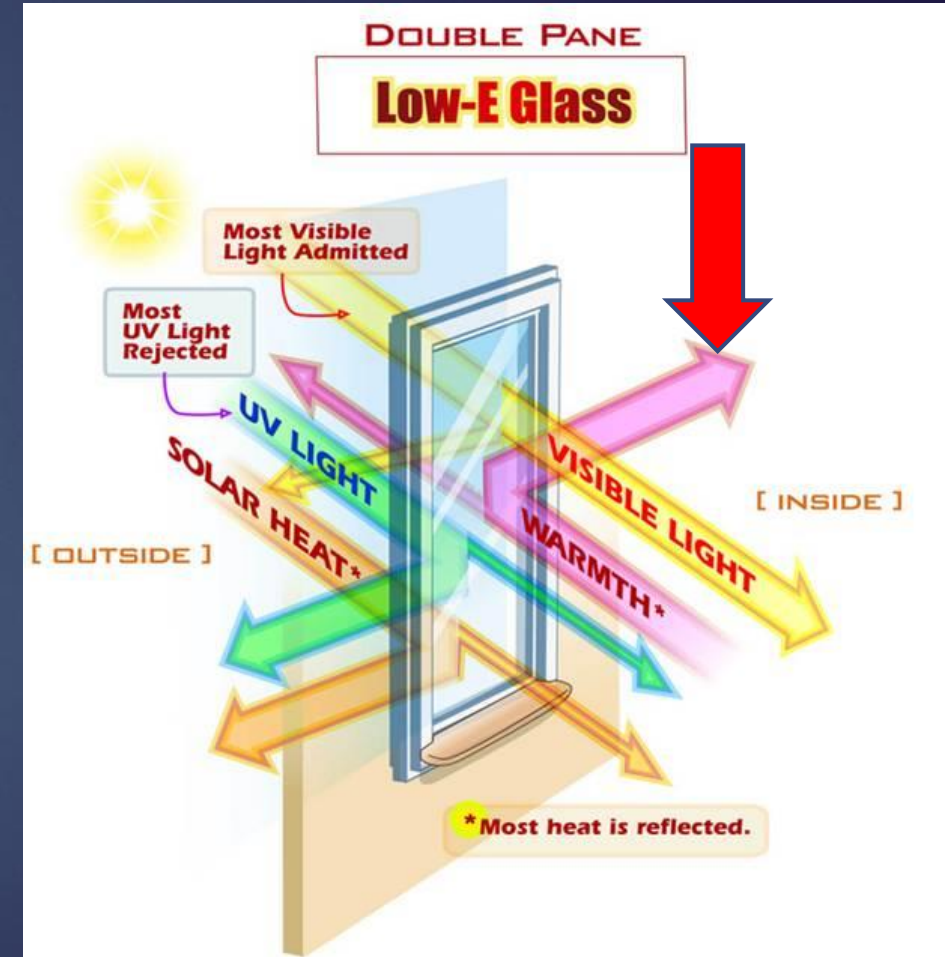
ภาพนี้มีที่ไม่ถูกต้องไหน

ตัวอย่างกระจกที่มีคุณภาพสูง

กระจกลามิเนต (LAMINATED GLASS)

แบบ DOUBLE LOW E

- ช่วยประหยัดพลังงาน (LT สูง / SHGC ต่ำ)
- ความหนา 10,12 มม.
- ขนาดใหญ่สุด 3,500 X 2,350 มม.





การนำกระจกไปใช้งานสถาปัตยกรรม





กระจกใส (CLEAR GLASS)

- ผนัง ช่องเปิด หลังคา เฟอร์นิเจอร์ ตู้โชว์ วัสดุกันน้ำ ให้แสงผ่านมาก และความร้อนจะผ่านมากด้วย
- มองเห็นจากภายนอกและภายในได้ชัดเจน
- กระจกแตกจะมีความแหลมคม เป็นอันตรายผู้ใช้ได้





กระจกสี (TINTED GLASS)

- ผนัง ช่องเปิด หลังคา เฟอร์นิเจอร์ การตกแต่งอาคารที่ต้องการลดความจ้าของแสงสว่าง
- ประหยัดพลังงานได้มากกว่ากระจกใส
- กระจกแตกจะมีความแหลมคม เป็นอันตรายผู้ใช้ได้ เหมือนกระจกใส





กระจกเทมเปอร์ (TEMPERED GLASS)

- ใช้งานในบริเวณที่ต้องการความแข็งแรงสูง ต้องการความปลอดภัยจากการแตกของกระจก
 - ผ่น้ำกั้นภายในห้องน้ำ
 - ประตูหน้าต่างต้งบานใหญ่
- เวลาแตกจะเป็นเม็ด ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้อาคาร
- ให้ภาพที่บิดเบือนมากกว่ากระจกโฟลท





กระจกฮีตสเตรงค์เทน (HEAT STRENGTHENED GLASS)

- คล้ายกระจกเทมเปอร์ แต่ความแข็งแรงต่ำกว่า
- เวลาแตกจะเหมือนกระจกโฟลท (มีความแหลมคม)





กระจกเงา (MIRROR)

- ใช้ตกแต่งอาคารที่ต้องการให้ห้องดูกว้าง และสว่างขึ้น
- ใช้ประกอบเครื่องเรือน และตกแต่งผนังและเพดานภายในอาคาร
- เพิ่มบรรยากาศโดยใช้กระจกเงาสีต่างๆ
- เวลาแตกจะเหมือนกระจกโฟลท (มีความแหลมคม)





กระจกสะท้อนรังสีความร้อน (SOLAR REFLECTIVE GLASS)

- ใช้ทำผนัง ช่องเปิด หลังคา ที่ติดกับภายนอก เพื่อสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์ และลดความจ้าของแสง
- ช่วยประหยัดพลังงาน
- กฎหมายให้ไม่เกิน 30%





กระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ (LOW-E GLASS)

- ใช้ทำผนัง ช่องเปิด หลังคา ที่ติดกับภายนอก เพื่อลดการแผ่รังสีความร้อนเข้ามาภายในอาคาร แต่ต้องการแสงสว่างเข้ามา
- ช่วยประหยัดพลังงาน





กระจกฉนวนกันความร้อน (INSULATED GLASS)

- ใช้ทำผนัง ช่องเปิด หลังคา สำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศ ที่ต้องการป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ ลดความจ้าของแสง แต่แสงสว่างเข้ามาได้
- ลดเสียงรบกวน
- ช่วยประหยัดพลังงานได้มาก





กระจกลามิเนต (LAMINATED GLASS)

- ใช้ทำผนัง ช่องเปิด หลังคา ฝ้า ตกแต่งอาคาร
- ใช้เป็นกระจกกันกระสุน กระจกนิรภัย กันการโจรกรรม
- ใช้กับอาคารที่ต้องการความปลอดภัยสูง กันการทะลุทะลวงได้ดี
- เวลาแตกจะไม่หลุดร่วงเป็นอันตรายต่อผู้ใช้อาคาร **เหมาะใช้เป็นผนังอาคารสูง**
- ลดเสียงรบกวนและความก้องของเสียง
- **ช่วยประหยัดพลังงาน (LT สูง / SHGC ต่ำ)**





กระจกกันไฟ (FIRE RESISTANT GLASS)

- ใช้กับห้องกันไฟ บันไดหนีไฟ ทนอุณหภูมิสูงโดยไม่แตก





กระจกวดลาย (PATTERN GLASS)

- ใช้ทำผนัง ช่องเปิด ใช้ตกแต่งอาคารที่ต้องการความโปร่งแสง แต่ไม่โปร่งใส
- ใช้กันผนังเพื่อความเป็นส่วนตัว





กระจกตัดเงา (ANTI-REFLECTIVE GLASS)

- ใช้ทำผนัง ช่องเปิด เฟอร์นิเจอร์ ตู้โชว์ต่างๆที่ต้องการแสงสว่างมาก
- มองจากภายนอกได้ชัดเจน
- ไม่มีเงาสะท้อน
- เหมาะกับงานแสดงสินค้า





กระจกเสริมลวด (WIRED GLASS)

- ช่องเปิดที่ต้องการความแข็งแรงพิเศษ
- ป้องกันการโจรกรรม
- กันไฟได้





กระจกทำความสะอาดด้วยตัวเอง (SELF CLEANING GLASS)

- ผนัง ช่องเปิด หลังคา ที่อยู่สูง หรือยากต่อการทำความสะอาดกระจก
- ต้องการความใสสะอาดตลอดเวลา ไม่มีคราบน้ำ





สรุปประเภทกระจก

1 CLEAR GLASS

2 TINTED GLASS

3 TEMPERED GLASS

4 HEAT STRENGTHENED GLASS

5 MIRROR

6 SOLAR REFLECTIVE GLASS

7 LOW-E GLASS

8 INSULATED GLASS

9 LAMINATED GLASS

10 FIRE RESISTANT GLASS

11 PATTERN GLASS

12 ANTI REFLECTIVE GLASS

13 WIRED GLASS

14 SELF CLEANING GLASS





สรุปค่าคุณสมบัติกระจก

- **SC** **SHADING COEFFICIENT** **สัมประสิทธิ์การบังเงา** เป็นตัวบอกเราว่า
วัสดุปล่อยให้รังสีความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารได้กี่ %
- **LT (VT)** **LIGHT TRANSMITTANCE (VISIBLE LIGHT)**
ค่าการส่องผ่านแสง (ที่จำเป็นต่อการมองเห็น) วัสดุให้แสงผ่านกี่ %
- **LSG** **LIGHT TO SOLAR GAIN RATIO [LT/SC]**
เปรียบเทียบปริมาณแสง/ความร้อนที่ผ่านวัสดุ (มากกว่า 1 = แสงเข้ามากกว่าความร้อน)

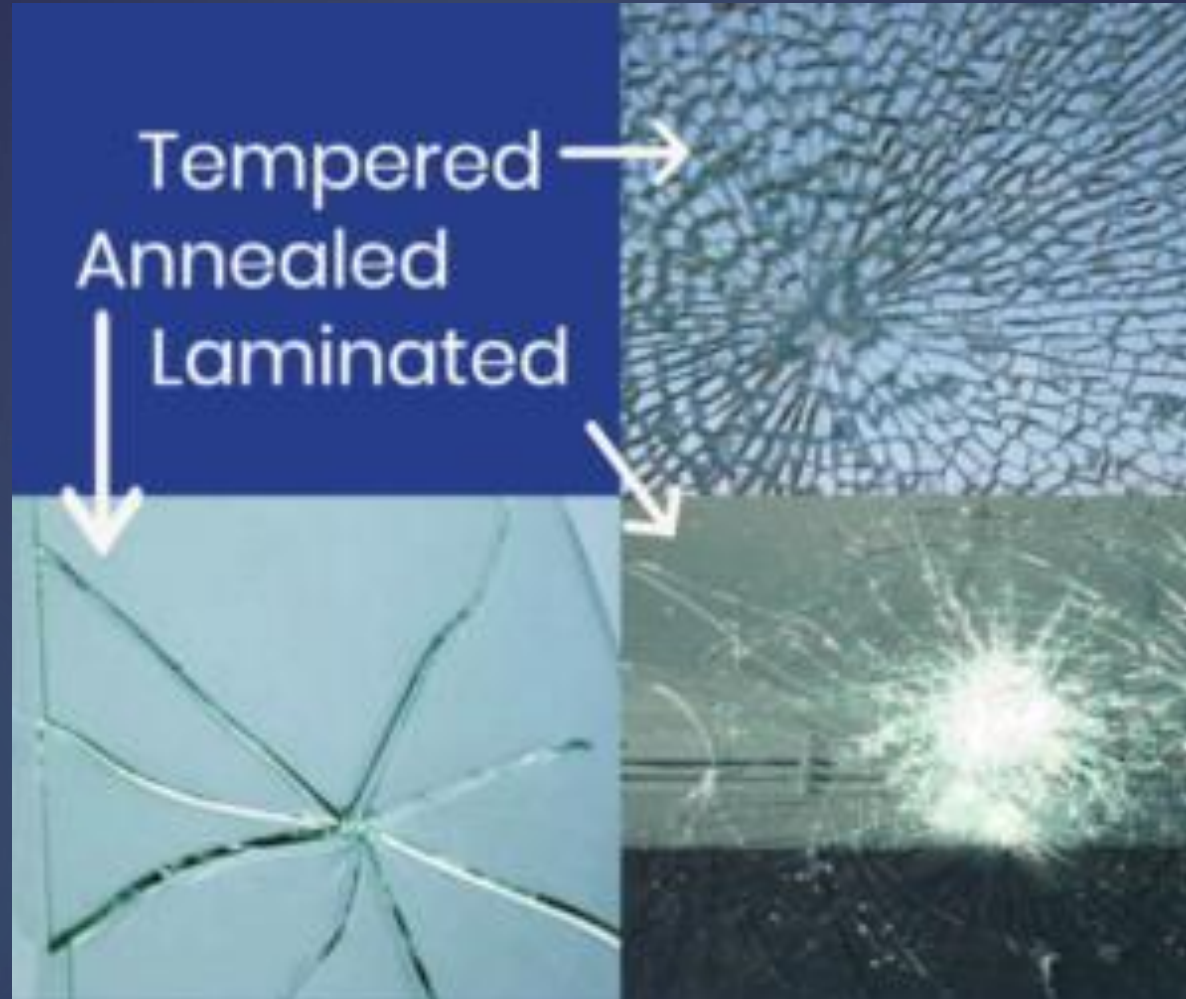




สรุปค่าคุณสมบัติกระจก

- **SHGC SOLAR HEAT GAIN COEFFICIENT** สัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์
ญี่ปุ่น – **SOLAR FACTOR** ยุโรป -**G VALUE**
ผลรวมของความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจก
กับส่วนของรังสีที่ถูกดูดซับอยู่ภายในกระจก
- ค่า **SHGC** บอกเราว่า ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ภายนอกกระทบกระจก **100%** วัสดุยอมให้ความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารกี่% (ความร้อนผ่านมาโดยตรง+ความร้อนที่วัสดุดูดซับไว้แล้วคายออกมาด้วยกัน)





Temperd Safety Glass & Laminated...destinglass.com

ประกอบการบรรยายวิชา ARD3304 การก่อสร้างและวัสดุในงานสถาปัตยกรรม โดย อ.วิจิตร ศิวาวิเศษฤทธิ





ข้อควรระวังในการออกแบบใช้กระจก





ข้อพึงระวังในการใช้กระจก

- ใช้กระจกโพลทบนหลังคาหรือผนังอาคารสูง เมื่อกระจกแตกจะร่วงหล่นลงมา เป็นอันตรายต่อผู้อยู่ด้านล่าง
- ใช้กระจกเคลือบผิวเป็นผนังภายนอกอาคาร จะสะท้อนแสงรบกวนบริเวณข้างเคียง เป็นอันตรายต่อการขับรถ
- ใช้กระจกตัดเงาเป็นผนังกันห้องอาจเป็นอันตรายต่อผู้สัญจร เนื่องจากไม่รู้ว่ามีกระจกกั้นอยู่
- ใช้กระจกที่มีความแข็งแรงไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ทำให้กระจกรับไม่ได้ จนแตกเป็นอันตรายต่อผู้ใช้อาคาร





ข้อพึงระวังในการใช้กระจก

- ผิวกระจกมีการขยายตัวไม่เท่ากันเนื่องจากอุณหภูมิของแผ่นกระจก ทำให้กระจกแตกได้
 - ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศถูกผิวกระจก
 - ติดฉนวนบนผิวกระจกด้านใน
 - ติดม่านด้านใน
- การออกแบบและติดตั้งควรเพื่อการขยายตัวของกระจก โดยเฉพาะแผ่นใหญ่
- การไม่เจียรเพื่อลบคม หรือรอยบิ่นรอบขอบกระจก อาจทำให้กระจกแตกเร็วได้





ข้อพึงระวังในการใช้กระจก

- กระจกลามิเนต ไม่ควรใช้ในพื้นที่ที่ถูกน้ำตลอดเวลา
- กระจกลามิเนต ไม่ควรใช้ในพื้นที่ที่มีความร้อนสูง
- ใช้วัสดุยาแนวที่มีส่วนผสมของสารละลายอินทรีย์ จะทำให้ฟิล์มตรงกลางระหว่างกระจกเปื่อย คุณภาพเสื่อมเร็วกว่าปกติ





ข้อพึงระวังในการใช้กระจก

- กระจกฉนวนไม่สามารถตัดแต่งที่หน้างานได้ ต้องเผื่อเวลาสั่งผลิต
- กระจกฉนวนต้องระวังติดตั้งผิดด้าน สอบถามผู้ผลิตให้มั่นใจก่อน





ข้อพึงระวังในการใช้กระจก

- กระจกเทมเปอร์ ไม่สามารถเจียร เจาะรู หรือตัดแต่ง เพราะจะทำลายความสมดุลย์ของแรงอัดแรงดึงในเนื้อกระจก ทำให้กระจกแตก
- กระจกเทมเปอร์ ไม่สามารถรับแรงกระทำเป็นจุดได้ การติดตั้งต้องระวังไม่ให้ของแหลมคมกระทบกระจก เช่น ไขควง สว่าน เป็นต้น





ข้อพึงระวังในการใช้กระจก

- กระจกเสริมลวด เวลาเกิดไฟไหม้กระจกจะแตก ลวดจะยึดกระจกที่แตกไว้ไม่ให้ร่วงและไฟลามผ่านกระจก
- กระจกทนไฟกันความร้อนได้ 900°C เป็นเวลานานได้ 2 ชม. ได้โดยที่กระจกไม่แตก





กฎหมายที่เกี่ยวข้อง





กระจก

กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (2527)

ข้อ 25 วัสดุที่ใช้ตกแต่งผิวภายนอกอาคารหรือใช้เป็นผนังอาคารจะต้องยึดเกาะกับตัวอาคารด้วยวิธีที่ไม่ก่อให้เกิดการร่วงหล่น อันอาจทำให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายได้

(ทุกชนิด ไม่ว่าจะ เป็น กระจก กระเบื้อง CLADDING ฯลฯ)

ข้อ 27 วัสดุที่เป็นผิวของผนังภายนอกอาคารหรือที่ใช้ตกแต่งผิวภายนอกอาคารจะต้องมีปริมาณการสะท้อนแสงได้ไม่เกินร้อยละสามสิบ

(REFLECTIVE 30% MAX.)





กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (2527)

- ข้อ 28 กระจกที่ใช้ทำผนังภายนอกอาคารที่เป็นอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ และอาคารขนาดใหญ่
- ต้องเป็นกระจกตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไปประกบกันโดยมีวัสดุคั่นกลางระหว่างชั้นและยึดกระจกแต่ละชั้นให้ติดแน่นเป็นแผ่นเดียวกัน
 - และกระจกแต่ละชั้นต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันหรือลดอันตรายจากการบาดเจ็บของเศษกระจกเมื่อกระจกแตก
 - และวัสดุคั่นกลางต้องยึดเศษหรือชิ้นกระจกไม่ให้หลุดออกมาเมื่อกระจกแตกร้ายหรือราน

กำหนดให้ใช้กระจก LAMINATE นั้นเอง





END OF LECTURE # 8

Glasses







SEE YOU ALL NEXT WEEK

