พบชมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ระบบเปลือกอาคารและรายละเอียดของอาคารกรณีศึกษา

ระบบเปลือกอาคาร
(Building Envelope Components)

หมายถึง ส่วนประกอบของอาคารซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางแบ่งกั้นและเชื่อมโยงสภาพแวดล้อมกับการใช้สอยของพื้นที่ภายในอาคาร

การเลือกระบบเปลือกอาคาร (Building Envelope Components)

ระบบเปลือกอาคารนอกจากจะเป็นตัวกลางที่แบ่งกั้นหรือเชื่อมโยงสภาพแวดล้อมกับการใช้สอยของพื้นที่ภายในอาคารแล้ว เรื่องของการหาทางลดปริมาณความร้อนจากดวงอาทิตย์และปริมาณความร้อนจากภายนอกโดยที่ให้มีแสงเข้ามาในอาคารได้อย่างเหมาะสมถือได้ว่าเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจเพื่อที่จะทำการคัดเลือกชนิดของกรอบอาคารให้เหมาะสมกับอาคารที่มีสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันออกไป

ระบบเปลือกอาคารจึงรวมไปถึงระบบต่าง ๆ ของผนังภายนอกทั้งหมด สำหรับประเทศไทยจึงควรจะเน้นและการให้ความสนใจในเรื่องของช่วงเปิดให้แสงเข้า (Renestration) ซึ่งจำเป็นต้องให้ความร้อนจากภายนอกเข้ามาน้อยที่สุดแต่ยังให้แสง (Day Lighting) , วิว (Visual) และ การระบายอากาศ (Ventilation) อย่างเพียงพอ ส่วนผนังและหลังคาจำเป็นต้องกันความร้อนได้ดีและไม่สะสมความร้อน เมื่อทำได้เช่นนี้จะเห็นได้ว่าอาคารที่ออกแบบโดยมีความเข้าใจทางด้านการประหยัดพลังงานนั้น จะมีสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่เข้าใกล้ (Comfort Zone) มากกว่าอาคารทั่วๆ ที่ออกแบบโดยขาดความเข้าใจทางด้านการประหยัดพลังงานมาก

ระบบเปลือกอาคาร (Building Envelope) ในปัจจุบัน วัสดุอาคารได้มีการพัฒนาไปมากมีระบบผนัง และกระจกภายนอกอาคารที่เราสามารถเลือกใช้ที่สามารถกันความร้อน, ความชื้น และมีความคงทน, บำรุงรักษาง่ายกว่าเดิม มากมายหลายชนิดซึ่งพัฒนาขึ้นมาเพื่อการใช้งานในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น เมื่อเราจะเลือกใช้วัสดุเหล่านี้ เราควรจะศึกษาถึงคุณสมบัติที่สำคัญต่าง ๆ รวมทั้งคุณสมบัติทางด้านการป้องกันความร้อน เช่น การเลือกใช้กระจก ควรจะพิจารณาถึง ค่า U- Value หรือ ค่าการนำความร้อน,ค่า SC หรือ Shading Coefficient รวมทั้งสัดส่วนระหว่างช่องหน้าต่าง หรือที่เรียกว่า Window To Wall Ratio เป็นต้น

นอกจากนี้ เรื่องฉนวนกันความร้อน ก็เป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยป้องกันความร้อนได้เป็นอย่างดี วัสดุที่หาได้ง่าย เช่น ฉนวนใยแก้ว และแผ่นยิปซัม เป็นตัวอย่างของฉนวนกันความร้อนที่ดี และราคาก็ไม่แพง

การก่อสร้างก็ไม่ยุ่งยาก หากจะใช้ฉนวนประเภทโฟม จะต้องมีการห่อหุ้มอย่างมิดชิดเพราะโฟม เมื่อถูกไหม้จะเกิดก๊าซพิษ และโฟมหลายชนิดติดไฟ

การเลือกระบบเปลือกอาคารที่ใช้ผนังระบบ Curtain Wall [1]

ปัจจัยที่ต้องนำมาวิเคราะห์ในการเลือกระบบเปลือกอาคารที่ใช้ผนังระบบ Curtain Wall

1. Comfort	สภาพความสบายของการใช้อาคาร
2. Energy Consumption	ความประหยัดพลังงาน
3. Day Light	ความสว่างจากแสงธรรมชาติ
4. Cost	ราคาของระบบที่เลือกใช้และการลงทุน
5. Appearance	ความสวยงามและทนทานต่อสภาพแวดล้อม
6. Impact	ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

การออกแบบระบบกระจกสำหรับอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ระบบ ที่มีความสำคัญและมีการมองข้ามหรือขาดความเข้าใจในการใช้งาน คือ การใช้ Thermal Mass ของอาคาร ซึ่งจากการศึกษาพบว่า Thermal Mass ของอาคารในประเทศไทยควรจะเป็น Light System ไม่ว่าเปลือกอาคารนั้นๆจะเป็นชนิดใดทั้งนี้รวมถึง ระบบ Curtain Wall ด้วย เพราะสามารถพบเปลือกอาคารระบบ Curtain Wall ที่มีการนำวัสดุที่มีมวลมากมาประกอบกับระบบ Curtain Wall เพื่อผลทางด้านความงาม เท่านั้น

ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบ Curtain Wall เพื่อการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร

ส่วนประกอบของระบบ Curtain Wall แบ่งได้ออกเป็น 4 ส่วนสำคัญ ดังนี้

1. โครง (Grid) แบ่งเป็นโครงแนวตั้ง (Mullion) และโครงแนวนอน (Transom)
2. แผ่นฝืน Panel อาจเป็นแผ่นกระจก,โลหะ,พลาสติก,แกรนิต หรือ วัสดุแผ่นสำเร็จรูปอื่น ๆ
3. ระบบรอยต่อของ Curtain Wall เพื่อรองรับการขยับตัว (Movement)ของระบบ Curtain Wall ทั้งระบบ

---

[1] รศ.สมสิทธิ์ นิตยะ . การออกแบบระบบกระจกสำหรับอาคารเพื่อความสบายและการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา: อาคารวานิช 2 และ เอกรัชดา , วารสาร อาษา : กันยายน 2537

4. ระบบการยึดเกาะ (Anchors) ของระบบ Curtain Wall กับโครงสร้างหลักของอาคารไม่ว่าจะเป็น เสาดาน หรือ พื้นของอาคาร

การแบ่งชนิดของ Curtain Wall

แบ่งตามระบบได้ 3 ระบบ คือ

1. **Grid System (Stick System)**
2. **Grid System (Panel And Mullion)**
3. **Panel System**

1. Grid System (Stick System)

Stick System ระบบนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก 4 ชิ้น

- Mullion โครงตั้งตั้ง
- Transom โครงตัวนอน
- Panel แผ่นถูกฝัก จะเป็นโลหะ, อโลหะ หรือกระจก
- Anchors ตัวยึดโครงกับหน้าดาน (พื้น)

2. Grid System (Panel And Mullion)

Panel And Mullion ระบบนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วน 3 ชิ้น ประกอบสำเร็จเป็นบานผนัง (Panel) มาจากโรงงานมาประกอบกับ Mullion ในที่ก่อสร้าง ส่วนหลักประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก 3 ชิ้น

- Mullion โครงตั้งตั้ง
- Panel แผ่นถูกฝัก จะเป็นโลหะ, อโลหะ หรือกระจก
- Anchors ตัวยึดโครงกับหน้าดาน (พื้น)

3. Panel System

Panel System ระบบนี้ชิ้นส่วน ประกอบเป็นแผ่นผนังสำเร็จรูปทั้งระบบ โดย Mullion และ Transom รวมทั้งแผ่นผนังถูกประกอบสำเร็จมาจากโรงงาน มี 2 แบบ คือ

3.1 ชนิดที่มี การตกแต่งผิวด้านใน (Interior Finish)

3.2 ชนิดที่ไม่มีการตกแต่งผิวด้านใน (Interior Finish)

การป้องกันการส่งผ่านความร้อน (Heat Transfer) ของส่วนประกอบหลักของ Curtain Wall (โครงแนวตั้ง Mullion และโครงแนวนอน Transom)

ระบบนี้พัฒนามาจาก Curtain Wall Mullion ชนิด Monolithic Member เป็นส่วนใหญ่ การป้องกันการถ่ายเทความร้อนใช้วิธีการแยกส่วน Pressure Bar ออกจาก Main Mullion และมีFaceCower ครอบปิด Pressure Bar ตามปรกติ วัสดุที่ใช้เป็นตัวสกัดการนำความร้อนจากพื้นผิวภายนอกไม่ให้เข้าสู่วัสดุด้านใน มักจะเป็น Vinyl Spacer เป็นส่วนใหญ่ และมักจะเป็นระบบที่เป็นการใส่กระจก หรือแผ่นผิวด้านหน้าเป็นส่วนใหญ่ ส่วน Joint ของ Mullion ซึ่งใช้ Sleeve และ Sealant เป็นลักษณะที่ขาดการต่อเนื่องกันอยู่แล้ว มักจะไม่เปลี่ยนแปลง

เนื่องจากการมี Vinyl Spacer เป็นตัวตั้น ดังนั้นพื้นที่หน้าตัดในการยึดระบบเข้าด้วยกันจึงต้องเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะระบบที่มีราง Gondola อยู่ด้านหน้า ยิ่งทำให้ต้องมีความระมัดระวังในพื้นที่หน้าตัดและการถ่ายแรงมากเพิ่มขึ้น

ระบบนี้เรียกกันว่า Thermal Brake ราคาของระบบจะสูงกว่าราคาระบบปรกติพอสมควร

การป้องกันการส่งผ่านความร้อน (Heat Tranfer) ของส่วนแผ่นผืน (Panel)

Panel แบบทึบ

Panel แบบทึบ ทำด้วยวัสดุหลายชนิด วัสดุหลักมักจะเป็นแผ่นเหล็กเคลือบ Porcelain Enamel แผ่น อลูมินั่มชุบเคลือบผิว หรือวัสดุสังเคราะห์อื่น ๆ จัดได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. Veneer Type มักจะประกอบด้วย เหล็กชุบเคลือบ Porcelain Enamel หรืออะลูมิเนียมชุบเคลือบ (Anodic Coating) มีไส้ (Core) และ มีแผ่นประกับหลัง ซึ่งเคลือบสีสำเร็จในบางครั้งเมื่อต้องการผนังที่มีค่า R ที่ดีขึ้นก็อาจจะบุฉนวนที่มีน้ำหนักเบาเช่น ใยแก้ว หรือใยหิน เป็นต้น วัสดุที่บุจะต้องมีความทนทานต่อความร้อนได้สูง

2. Insulated Type แผ่น Panel ชนิดนี้ ผิวด้านนอกก็เป็นเช่นเดียวกับแบบแรก แต่เพิ่ม Core และ Stabilizer ตรงกลาง ให้มีค่าความเป็นฉนวนดีขึ้น ความหนารวมตั้งแต่ 1" ขึ้นไปจนถึง 4" ค่า R ในการต้านทานความร้อนตั้งแต่ 2.93 ถึง 30.89 หรือประมาณ เท่ากับกำแพงอิฐหนา 12"

3. Sheet Type ส่วนมากเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความหนา บางครั้งมีการผลิตเป็นลักษณะของ Folded Plate เพื่อลดความหนาและเพิ่มความแข็ง มักจะเคลือบแข็งผิว Anodic Coating อย่างประณีต

มิฉะนั้นเมื่อใช้จะปรากฏการด่างหรือไม่เสมอของผิวและหากต้องการให้มีค่าRในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีก็มักจะเพิ่มฉนวนพิเศษสำหรับระบบ Curtain Wall เข้าไป แล้วมี Day Wall หรือ Backing อยู่ด้านในเป็น Finishing ที่เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง ส่วนมากมักจะใช้ในบริเวณหน้าคาน (Spandrel Area) เพราะไม่ต้องมี Backing

Panel แบบใส

Panel แบบใส วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นกระจก แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุสมัยใหม่ขึ้นมามาก ดังนั้นวัสดุในส่วนของ Panel แบบใสอาจเป็นวัสดุสังเคราะห์ประเภทพลาสติกก็ได้ เนื่องจากระบบ Curtain Wall ยากแก่การติดตั้งที่กันแดดมากกว่าระบบเปลือกอาคารชนิดอื่นๆ (แต่ในบางกรณีมีการติดตั้งที่กันแดดระบบ Curtain Wall) ดังนั้นในการพัฒนาทางด้านค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาจึงมุ่งไปที่กระจกเป็นสำคัญ ในเรื่องของค่าสัมประสิทธิ์การบังเงานั้นได้พัฒนาในเรื่องของกระจกตัดแสงโดยมีสีที่ทึบเป็นสีชา สีบรอนซ์ หรือสีอื่น ๆ เป็นตัวช่วยอีกประการหนึ่ง คือ การพัฒนาใช้ไลหะยาว ๆ เคลือบเป็นตัวสะท้อนแสง (Reflective Coating)

ส่วนประกอบสำคัญของระบบ Curtain Wall

1. ส่วน ทึบของอาคาร
2. ส่วน Vision Area ของอาคาร

1. ส่วน ทึบของอาคาร

ส่วน ทึบของอาคารควรเป็นวัสดุประเภท มวลน้อยๆ (Light Mass) เช่นใช้ Cladding หรือส่วนที่ทึบของ Curtain Wall เป็น Laminated Composited Sheet + Insulation หรือเป็น Aluminium Sheet + Insulation จึงเป็นระบบที่เหมาะสมกว่าการจะใช้ Precast Concrete Panel หรือ Panel ที่ประกอบขึ้นด้วยวัสดุที่มีมวลมากๆ เช่น แกรนิต หรือ หินอ่อน เพราะนอกจากจะทำให้น้ำหนักของ Panel มีมากแล้ววัสดุที่มีมวลมากๆ จะสะสมความร้อนและถ่ายเทด้วยวิธีการต่างๆเข้าสู่อาคารอีกด้วย

2. ส่วน Vision Area ของอาคาร

การใช้กระจกในส่วน Vision Area เป็นส่วนที่มีผลต่อการใช้พลังงานในการทำความเย็น (Cooling Load) มากที่สุดส่วนหนึ่งของพื้นที่ผิวอาคาร ทางที่จะลดการใช้พลังงานในการทำความเย็นลงได้คือ การใช้กระจกที่มีค่าการนำความร้อนน้อย (U - value) และ มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาต่ำ (Shading Coefficient SC.) เช่น ใช้กระจก Tint Glass หรือที่ดีกว่าคือ Reflective Glass (ซึ่งมีทั้ง Reflectve On Clear Glass และ Reflective On Tint) ในขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดความขัดแย้งในเรื่อง

ของแสงสว่างที่ได้รับ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ในเรื่อง Spectrum ของแสงและชนิดของกระจก ซึ่งจะดูได้จาก Ideal Day Light -Oriented Glazing อันเป็นการเปรียบเทียบจาก Solar Spectrum กับ Eye Sensitivity Curve จะเห็นได้ว่ากระจก Zone สีเขียว จะให้ Performance ที่ดีที่สุด กระจกสีฟ้าจะรองลงมา กระจกสีบรอนซ์ซึ่งเคยนิยมใช้จะมีคุณสมบัติที่แย่มาก

นอกจากการเทียบ Zone สีกระจกแล้ว ค่า Coolness Index คือ ค่าการผ่านทะลุเข้ามาของแสงสว่างต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา (T VIS / SC.) หรือ Ratio Of Daylight Transmittance To Shading Coefficient หรืออีกนัยหนึ่ง Luminous Or Light Efficacy Ratio ก็มีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์

สำหรับการใช้กระจก Reflective Glass ซึ่งเป็น Soft Coat หรือ High Performance ก็ยังก่อให้เกิดปัญหาจากอุณหภูมิของผิวกระจกที่สูงและส่งผลยัง พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารซึ่งอยู่ติดกับกระจก (Perimeter Zone) ของอาคารมีอุณหภูมิของผิวกระจกที่สูงและค่าแผ่รังสีความร้อน (MRT) ของกระจกเพราะกระจกมีอุณหภูมิสูงซึ่งแผ่รังสีความร้อนให้กับร่างกายของบุคคลที่อยู่ใกล้ และไกล ตามค่ามุมกระทำกับร่างกาย และ
ผืนกระจก ดังนั้นการออกแบบระบบปรับอากาศจึงต้องแบ่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารซึ่งอยู่ติดกับกระจก (Zone Perimeter Zone) ให้จ่ายลมเย็น(Dump Air) ช่วยมาก ๆ

ดังนั้นทางเลือกในการลดการใช้พลังงานในการทำความเย็นจากกระจกจึงสามารถพิจารณาได้ 2 แนวทาง คือ

1. การใช้กระจก Cavity Glass
2. การใช้กระจก Insulated Glass

การใช้กระจก Cavity Glass

การใช้กระจก Cavity Glass หรือกระจก 2 ชั้นและมีการระบายอากาศตรงกลางระหว่างช่องว่างของกระจก ซึ่งกระจกชั้นนอกและชั้นในแยกจากกัน ใช้อากาศร้อนภายในที่อยู่ระหว่างกระจกลอยตัวขึ้นเกิด และ ดูดลมเย็น (Suction) เข้ามาแทนที่ และระบายความร้อนออกไปกับลมดอนบน (Passive Ventilation) หรือใช้พัดลมดูดออกเป็น(Forced Ventilation)
ปัญหาที่เกิด คือ

1. ขนาดและรายละเอียดของระบบ (Section) ของโครงวงกบเป็นตัวเดียวกันไม่ได้เพราะ ต้องระบายลมออกทางดอนบน (Head) ของระบบหน้าต่างหรือออกทางดอนบน (Head) ของ คาน (Transom) ในระบบ Curtain Wall ซึ่งจะไปติด Pressure Chamber ของระบบ Curtain Wall ทำให้จะต้องแยกเป็นระบบผนัง 2 ชุด ระบบการยึดแขวน (Anchorage System) ต้องแยกจากกัน ทำให้รายละเอียดและราคาของระบบเพิ่มสูงมากขึ้น

2. การระบายอากาศทิ้ง ถ้าจะให้สะดวกและราคาค่าก่อสร้างต่ำจะต้องระบายอากาศทิ้ง ผ่านใต้ฝ้าซึ่งมักจะเป็นระบบ Air Return อยู่แล้ว การจะเอาลมชุดนี้ไปรวมกับระบบ Air Return ก็เป็นการเอาความร้อนที่สูง (Heat Load) ใส่เข้าไปในระบบปรับอากาศ และก่อให้เกิดการควบแน่นของน้ำในอากาศ (Condensation) อีกด้วย ทางเลือกที่เป็นไปได้คือจัดระบบไป ระบายอากาศทิ้ง ร่วมกับระบบห้องน้ำซึ่งทำได้ยากนอกจากนี้การ Draft ทิ้งในส่วน Spandrel Area ก็มีความยุ่งยากในการกันน้ำ และเกิด Short Circuit เพิ่มจาก Pressure ลมต้องทำ Simulation หาตำแหน่ง Negative Pressure ตลอดปีซึ่งเป็นไปได้ยากกับอาคารสูง เพราะแนวทางที่ปลอดภัยที่สุดคือการเดินระบบท่อลมแยกขึ้นไปบนยอดตึกก็กินเนื้อที่แกนหลักของอาคาร(Core)ซึ่งต้องแบ่งกันใช้อยู่แล้วทำให้เนื้อที่ใช้สอยอาคารลดลงโดยเฉพาะในกรณีของอาคารสูง

3 ปัญหาที่สำคัญคือ ผิวกระจกชั้นในทั้ง 2 ด้านจะเกิดการเกาะกันของฝุ่นและเชม่าในกรณีที่ความเร็วของลมภายในช่องว่างของกระจกไม่เหมาะสม รวมไปถึงการหยุดทำงานของระบบในวันหยุด ซึ่งไม่สามารถเช็ดล้างทำความสะอาดได้ ทำให้ คุณค่าของความเป็นพื้นที่ชมทัศนียภาพภายนอก (Vision Area) จะเสียไปเพราะความสกปรกของระบบกระจกมาก

การใช้กระจก Insulated Glass

มี ทางเลือกในการเลือกใช้กระจก Insulated Glass มากมายหลายชนิด เช่น

1. กระจก Thted 2 ชั้น
3. กระจก Reflective + Tint
4. กระจกReflective + Clear
5. กระจก Low-E
6. กระจก Heat Mirror
7. Insulated Glass With Internal Blind

กระจก Tint Glass 2 ชั้น

กระจก Tint + 12 mm. Air Space + Tint มีข้อดีในแง่ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ค่าการสะท้อนมีน้อย แต่มีผลกระทบภายในอาคารคือถ้าสีจัดเกินไป ผู้ใช้อาคารเมื่อกลับจากทำงานแล้วเห็นอะไรเป็นสีตามสีกระจก กลายเป็น Building Syndrome บรรยากาศภายในอาคารจะเหมือนตอนเย็นใกล้เลิกงานทั้งวัน การใช้แรงไฟฟ้าและแสงสว่างก็จะสิ้นเปลือง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Internal Zone

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การใช้กระจก Reflective Glass + Tint Glass

กระจก Reflective Glass + 12 mm. Air Space + Tint Glass ให้ผลคล้ายกับการใช้กระจก Tint Glass 2 ชั้น แต่ค่าการสะท้อนมีมากกว่า จะต้องเลือกกระ0จกที่มีค่าการสะท้อนแสงส่วนที่มองเข้า ให้มีค่าน้อย ๆ ข้อ 1 และ 2 จะมีค่า Coolness Index ที่ ไม่ดีนัก

การใช้กระจก Reflective Glass + Clear Glass

กระจก Reflective Glass + 12 mm . Air Space + Clear Glass จะเป็นกระจกที่เมื่อประกอบเป็นระบบกับระบบ Curtain Wall แล้ว Section Modulus ของระบบจะไม่ใหญ่จนเกินไป ทำให้ Cost ของระบบอยู่ในสภาพที่เหมาะสมกว่าแนวทางอื่น

กระจกแบบนี้จะให้ Coolness Index ที่ดี แสงสว่าง Day Light หรือ Visible Spectrum จะเข้าสู่อาคารได้มาก ถ้าเลือกกระจกแผ่นนอกเป็น Reflective On Clear จะดียิ่ง ในขณะที่กระจกแผ่นในเป็น Clear Glass ทำให้แสงสว่างผ่านได้ดีกว่าระบบอื่น ๆ และกระจกแผ่นในไม่มี Thermal Stress สามารถใช้เป็นกระจก Anneal ควบคุม Cost ได้ดีขึ้น ในแง่ของความสบายเนื่องจากค่า MRT ของกระจกที่จะแผ่รังสีความร้อนให้ก็จะหมดไป ทั้งมีความสมบูรณ์ในตัวระบบเอง ไม่ต้องเชื่อมระบบท่อลมกับระบบอื่น ๆ ภายในอาคาร

การใช้กระจก Low-E Insulating

การใช้กระจกชนิดนี้โดยปรกติมีจุดมุ่งหมายในการรับแสงสว่างให้มากที่สุด และควบคุมความร้อนภายในอาคารให้คงอยู่มากที่สุด และไม่มี Distortion ในเรื่อง Spectrum ของแสง เหมาะกับอาคารพักอาศัยและ Low Riseหรือชั้น Lobby การมองทะลุจากภายนอกจะเห็น Elements และ Space ภายในเสมือนจริง กระจก Low-E ในช่วงต้นนี้ออกแบบมาสำหรับเมืองหนาว หากจะใช้ในเขตร้อนควรจะต้องใช้กระจกที่เปลี่ยนแสงอาทิตย์เป็นพลังงานคลื่นยาวแบบ Infrared เสียก่อน แล้วใช้จุดเด่นของ Low-E สะท้อนพลังงานส่วนความร้อนออกไป

การใช้กระจก Heat Mirror

การใช้กระจกชนิดนี้จุดมุ่งหมายเช่นเดียวกับการใช้กระจก Low-E ในการรับแสงสว่างให้มากที่สุด และควบคุมความร้อนภายในอาคารให้คงอยู่มากที่สุด และไม่มี Distortion ในเรื่อง Spectrum ของแสง ปัจจุบันพัฒนาขึ้นเพื่ออาคารพักอาศัยและ Low Rise
เพราะส่วนประกอบที่ใช้ยึดเชื่อมกระจกทั้ง2แผ่นและฟิล์มที่อยู่ตรงกลางต้องมีกรอบปิดป้องกันรังสี UV

การใช้กระจก Insulated Glass With Internal Blind

การใช้กระจกชนิดนี้จะเน้นในเรื่องค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาจาก Blind ที่อยู่ที่ส่วนกลางหรือใน Air Space ระหว่างกระจกสองแผ่น ทำให้สามารถใช้ Clear Glass ได้ทั้งแผ่นนอกและแผ่นใน (หรืออาจจะใช้เป็น Reflective High Visible Transmission) กระจกจะมีค่า Absorption น้อย ทำให้ค่า MRT ต่ำมาก กรณีของการใช้กระจกชนิดนี้ การทุนสูงมากของ เช่นที่ Hong Kong Shanghai Bank ประกอบไปด้วยม่านอัตโนมัติขึ้นลงโดยการควบคุมของคอมพิวเตอร์ในระบบ Building Automation

อิทธิพลของความร้อนต่อตัวกระจก[2]

ในการออกแบบอาคารทั่วไปที่ใช้กระจกเป็นผนังอาคาร มักจะไม่คำนึงถึงการแผ่รังสีความร้อนจากผิวกระจกที่ร้อนไปยังผู้ใช้ที่อยู่ภายในอาคาร เนื่องจากกระจกเป็นตัวนำความร้อนที่ดี จึงสามารถถ่ายทอดความร้อนไปยังอาคารได้สะดวกซึ่งบางครั้งอุณหภูมิของผิวกระจกจะสูงถึง 45 องศาเซลเซียส

เพื่อให้ผู้ที่อยู่อาศัยในอาคารมีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่สบาย (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) จึงต้องปรับอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำลงเนื่องจากความแตกต่าง (Δ T) ของอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการสับเปลี่ยนพลังงาน ดังนั้นผู้ออกแบบจึงต้องหาทางที่จะทำให้ผิงกระจกภายในอาคารเย็นที่สุดซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของประเทศไทยทำโดยวิธีการต่าง ๆ เช่นการนำแอร์เย็น ๆ พ่นไปที่ผิวกระจก นำกระจกฉนวน (Insulated) มาใช้งาน เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[2] รศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ . การอนุรักษ์พลังงานในอาคารจากการเลือกใช้กระจกที่ถูกต้อง . เอกสารประกอบการสอน , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเภทของกระจก

กระจกโฟลทใส

Clear Float Glass

กระจกโฟลทใสผลิตด้วยระบบโฟลท (Float Process) ซึ่งเป็นระบบการผลิตกระจกแผ่นที่ทันสมัยที่สุดในโลกปัจจุบันโดยให้น้ำโกระจกไหลลอยบนผิวดีบุกหลอม ภายใต้ความดันและอุณหภูมิที่ถูกควบคุมอย่างดี จะทำให้ได้กระจกแผ่นที่มีคุณภาพผิวทั้งสองด้านขนานและเรียบสนิท

คุณสมบัติเด่นของกระจกโฟลทใส

คุณภาพผิวที่เรียบสนิท

กระจกโฟลทใสเป็นกระจกโปร่งใสคุณภาพสูง ที่มีผิวทั้งสองด้านขนานเรียบสนิท ให้ภาพการมองผ่านที่ชัด และให้ภาพสะท้อนที่สมบูรณ์

ขนาดและความหนา

กระจกโฟลทใสพัฒนาขึ้นเพื่อสนองตอบต่อความต้องการในทุก ๆ ด้านของผู้ใช้ โดยเฉพาะการใช้กับอาคารสมัยใหม่ที่ต้องการช่องเปิดขนาดใหญ่ มีให้เลือกทุกขนาดและความหนาคือความหนาตั้งแต่ 2-19 มม. ขนาดความกว้างประมาณ 3 เมตรและความยาว 7.60 เมตร

การใช้งาน

สามารถนำไปใช้ได้ทั้งภายนอกและภายในอาคารทุกประเภท เช่น หน้าต่าง ประตู และการตกแต่งภายในสำหรับบ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน หรือ ร้านค้าทั่วไป ห้องแสดงสินค้าหน้าร้าน หรือตู้แสดงสินค้าทั่วไป , กระจกเงา , กระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์,โครงสร้างผนังกระจกสูงขนาดใหญ่ (Glacade) ฯลฯ

กระจกโฟลทสีตัดแสง

Heat Absorbing Float Glass

กระจกโฟลทสีตัดแสง เป็นกระจกโปร่งใส ซึ่งสีต่าง ๆ นั้นเกิดจากการเติมออกไซด์ของโลหะ เช่น เหล็ก โคบอลต์ หรือ ซีลเนียมลงในส่วนผสมวัตถุดิบ จึงช่วยในการดูดกลืนพลังงานความร้อนได้เป็นอย่างดี

คุณสมบัติเด่นของกระจกไฟลทสีตัดแสง

กระจกไฟลทสีตัดแสงยังช่วยในการลดความจ้าของแสง ที่ส่องผ่านหน้าต่างเข้ามาในตัวอาคาร ทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลสบายตาเพิ่มบรรยากาศที่ร่มเย็นน่าอยู่อาศัยแก่อาคารมากยิ่งขึ้น
สีของกระจก มีให้เลือกใช้มากมายหลายสี เช่น

1. สีชา (Cool gray)
2. สีชาดำ (Dark Cool gray)
3. สีบรอนซ์ (Cool Bronze)
4. สีฟ้า (Sky cool)

สีต่าง ๆ ที่มีให้เลือก จะมีส่วนสำคัญต่อการวางแผนกำหนดสีเพื่อรูปลักษณ์ที่โดดเด่นของอาคารที่สำคัญ สีของกระจกไฟลทสีตัดแสงอาจจะมีผลทำให้การมองเห็นสีของวัตถุที่อยู่ด้าน หลังของกระจก ผิดปกติได้ถ้าความเข้มของสีมีมาก

การใช้งานของกระจกไฟลทสีตัดแสง
ใช้กับส่วนภายนอกของอาคารทั่วไป อาคารพาณิชย์ และหน้าต่างบ้านพักอาศัย ใช้กับเครื่องเรือน ฉากกั้น หรือการตกแต่งภายในอาคารและการตกแต่งทั่วไป ฯลฯ

หมายเหตุ ความเข้มของสีจะเพิ่มมากขึ้นตามความหนาของกระจก ซึ่งจะส่งผลทำให้การดูดกลืนความร้อนสะสมในเนื้อกระจกมากขึ้นด้วยในกรณีที่กระจกไฟลทสีตัดแสงสะสมความร้อนไว้จนมีอุณหภูมิสูงโอกาสในการแตกร้าวของกระจกเนื่องจากความร้อน (Thermal Crack) จะมีมากกว่ากระจกไฟลทใสธรรมดา

กระจกสะท้อนแสง

Heat Reflective Glass

กระจกสะท้อนแสง ผลิตโดยกรรมวิธี Magnetic Sputtering สามารถเคลือบกระจกได้คงทนและบางมากจนมองผ่านได้ จึงทำให้ได้กระจกสะท้อนแสงที่มีคุณภาพสูงทั้งด้านการสะท้อนแสง และความคงทนถาวรของชั้นผิวโลหะที่ใช้เคลือบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติเด่นของกระจกสะท้อนแสง

สีของกระจก มีให้เลือกหลายสีและมีคุณสมบัติคล้ายกระจกเงา เพิ่มความสบายแก่ผู้อยู่อาศัยเป็น คุณลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งของกระจกสะท้อนแสง คือ การสร้างความสมดุลระหว่างแสงสว่างที่ส่อง ผ่านเข้าภายในอาคารกับที่สะท้อนแสงออกสู่ภายนอก จึงช่วยลดความสว่างจ้าของแสงการใช้งาน ใช้กับอาคารสูง และอาคารพาณิชย์ทั่วไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

องค์ประกอบภายนอกที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน

องค์ประกอบภายนอกที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน ประกอบด้วย

1. ลม
2. ดวงอาทิตย์
3. แสงธรรมชาติ
4. ความชื้นสัมพัทธ์
5. อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอก
6. สภาพท้องฟ้า
7. ความแปรปรวนของสภาวะภูมิอากาศ

1. ลม

อิทธิพลของลมต่อการใช้พลังงานของอาคารด้านภาระการปรับอากาศ

1.1 Infiltration

กระแสลมมีผลต่อการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้ามาภายในและอากาศภายในรั่วไหลออกสู่ภายนอกอาคาร ซึ่งเกิดจากประตูหน้าต่างและรอยต่อของผนัง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดย

- การจัดวางตัวอาคาร
- การวางทิศทางอาคาร
- การออกแบบเปลือกอาคาร (Building Envelope) ให้รอยต่อของส่วนต่าง ๆ แน่นหนา(Tight Skin)
- การออกแบบทางเข้าในลักษณะประตูสองชั้น (Vestibules) หรือประตูหมุน(Revolving Door)

1.2 ลด Air Film Resistance

เนื่องจากความเร็วลมที่กระทำต่อเปลือกอาคารมีผลต่อค่าความต้านทานการนำความร้อน (Resistance) ของ Air Film ซึ่งความเร็วลมที่มากขึ้นจะส่งผลให้ค่าความต้านทานการนำความร้อนของ Air Film ลดลงความร้อนจากภายนอกจะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้มากขึ้น

1.3 ลด Surface Temperature

เมื่อเปลือกอาคารได้รับอิทธิพลของดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิผิวร้อนขึ้น กระแสลมจะช่วยพา(Convection) ความร้อนจากผิวของเปลือกอาคารออกไปได้บางส่วนทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของเปลือกอาคารมีอุณหภูมิลดลงได้

2. ดวงอาทิตย์

อิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่มีผลกระทบต่ออาคารและที่ตั้ง

2.1 Solar Radiation ประกอบด้วย

- Direct Radiation รังสีที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรง

- Defuse Radiation คือ เมื่อ Direct Radiation ผ่านชั้นของบรรยากาศของโลก ถูกทำให้กระจัดกระจายโดยผ่านละออง และไอน้ำในอากาศ

- Reflected Radiation คือ รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวของสิ่งต่าง ๆ และสะท้อนสู่อาคาร

2.2 Solar Geometry

ทิศทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี มีอิทธิพลต่อการวางทิศทางของอาคาร

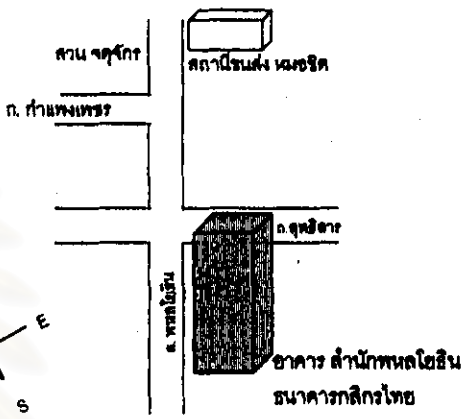
3. แสงธรรมชาติ

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตที่มีแสงธรรมชาติมากเพียงพอตลอดทั้งปีดังนั้นการนำแสงธรรมชาติมาใช้งานในอาคารจึงเป็นการนำอิทธิพลขององค์ประกอบภายนอกมาใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน เราสามารถแบ่งแสงธรรมชาติออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แสงแดด (Sunlight) และแสงสว่างธรรมชาติ (Day Light)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดอาคารกรณีศึกษา

ชื่ออาคาร	สำนักพหลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย
เจ้าของ	บมจ. ธนาคารกสิกรไทย จำกัด (มหาชน)
ที่ตั้ง	เลขที่ 400 ถนน พหลโยธิน กรุงเทพฯ
ลักษณะการใช้อาคาร	อาคารสำนักงาน
เริ่มใช้งาน	พ.ศ. 2525
พื้นที่ใช้สอย	33485 ตารางเมตร
พื้นที่ปรับอากาศ	24954 ตารางเมตร



ลักษณะการใช้พลังงานในอาคาร

พลังงานที่ใช้	19,561,870 kWh/ปี
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	4,169 kWh

ลักษณะทางกายภาพของอาคาร

โครงสร้างอาคาร	คอนกรีตเสริมเหล็ก เสาและคาน
ความสูงของอาคาร	19 ชั้น
ระบบเปลือกอาคาร	Curtain Wall Frame อะลูมิเนียม กระจกสีบรอนซ์ Cool Bronze

ลักษณะทั่วไปและการติดตั้งของเปลือกอาคาร (ระบบ Curtain Wall) ของ อาคารสำนักพหลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย

โครงสร้างอะลูมิเนียม Curtain Wall ประกอบขึ้นด้วยแนวโครงสร้างหลักดังนี้

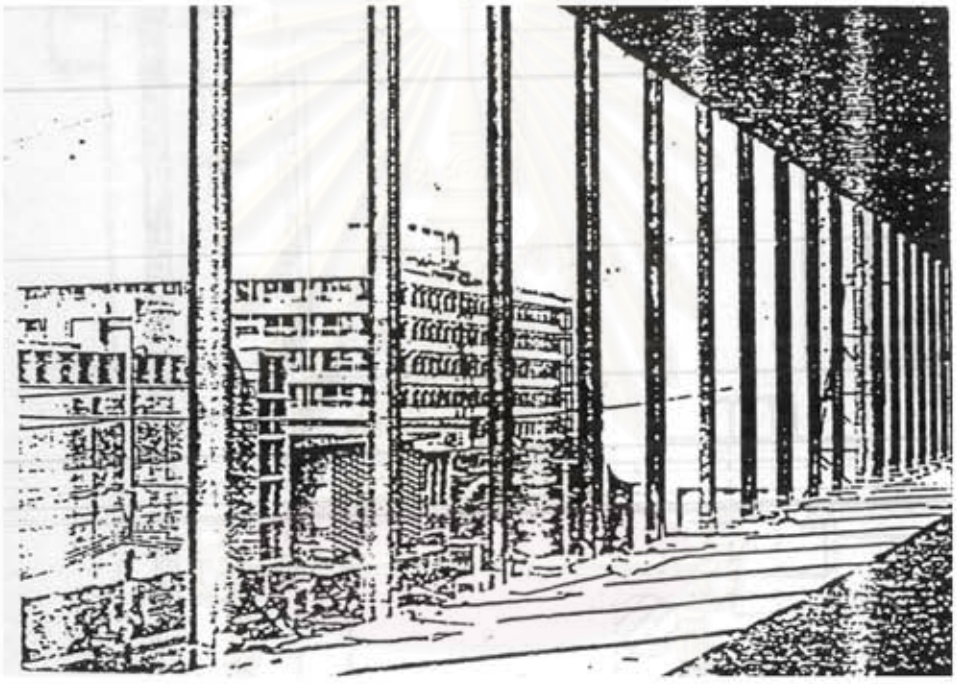
1. แนวโครงเส้นตั้ง (Mullions)
2. แนวโครงเส้นนอน (Transoms)
3. บานกรอบหน้าต่าง (Window Sashs)

ภาพที่ 1 แสดงภาพอาคารกรณีศึกษา

พยมุกดดาร ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวโครงเส้นตั้ง (Mullions)

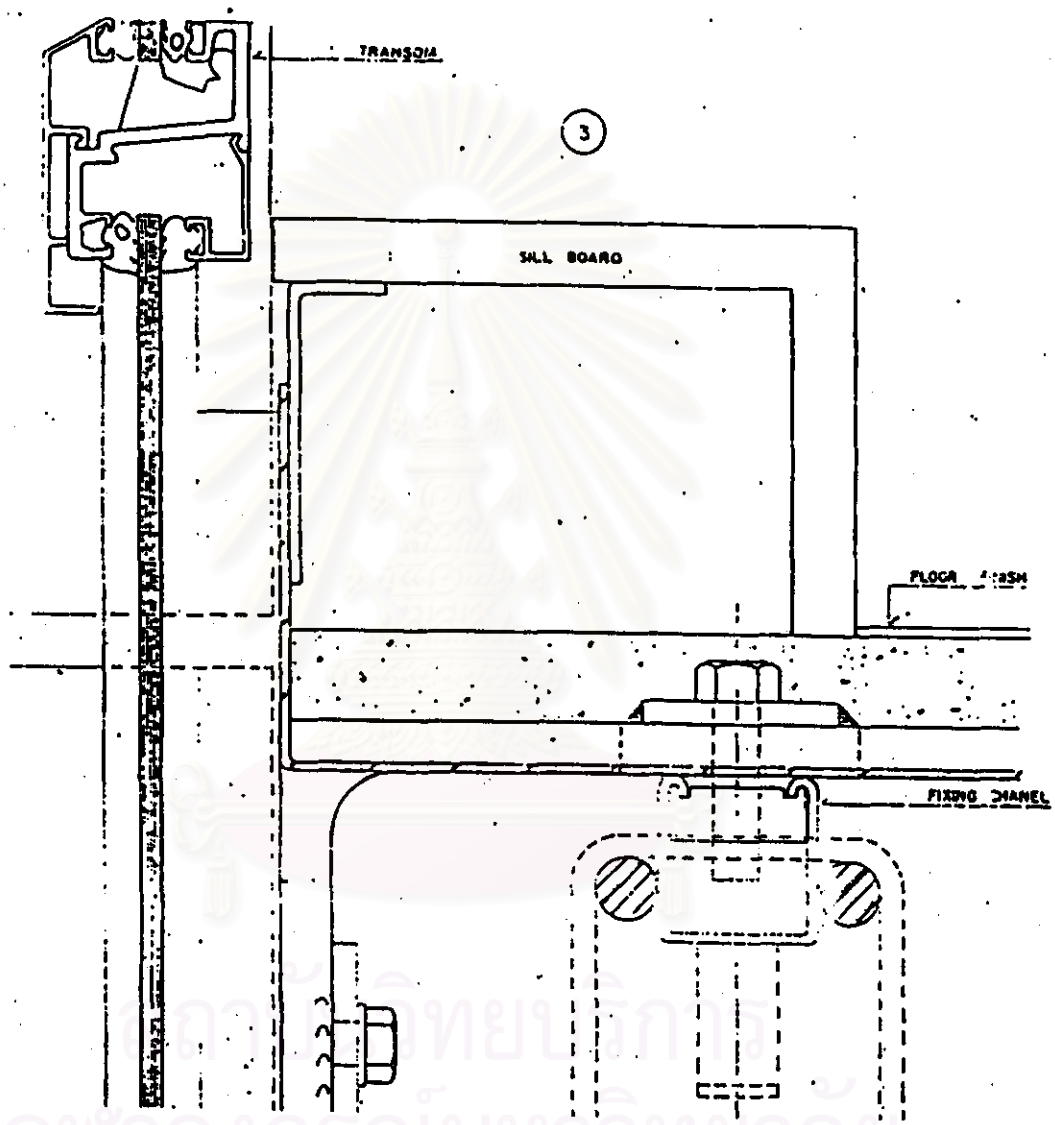
เป็นท่อนอะลูมิเนียมขนาด 3 " / 6 " ยึดตรึงถึงโครงสร้างอาคาร ทุกช่วงระยะ 1.50 ม. รอบอาคาร โดยมีจุดยึดตรึงอยู่ 2 จุดบนทุกชั้นของอาคาร โดยจุดแรกที่ระดับเสมอขอบพื้นของชั้นอาคารและจุดที่ 2 ที่ระดับลดต่ำลงอีก 0.45 ม. การยึดติดตั้ง Curtain Wall นี้ใช้อุปกรณ์ฉากและแป้นเหล็ก Galvanized Mild Steelเป็นตัวเชื่อมระหว่างโครงอลูมิเนียมกับโครงสร้างอาคาร



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 2 แสดงรายละเอียดแนวโครงเส้นตั้ง (Mullions)

โดยตรึงติดกับรางเหล็กรูปตัว C (Unistut)ที่ฝังติดอยู่ในโครงอาคาร ก่อนเทคอนกรีต หมุดเกลียวและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดทำด้วย Stainless Steel ที่ปลายบนสุดและปลายล่างสุดของ Curtain Wall จะใช้แป้นเหล็กฉากตัวใหญ่สำหรับยึดนอตคู่ เพื่อป้องกันการปิดตัวของอะลูมิเนียมแนวโครงเส้นตั้งนี้จะต้องต่อเชื่อมกันในทุกชั้นอาคาร และให้ดูเสมือนหนึ่งเป็นแนวเส้นตรงเดียวกันโดยมีแกนอะลูมิเนียมหล่อและ

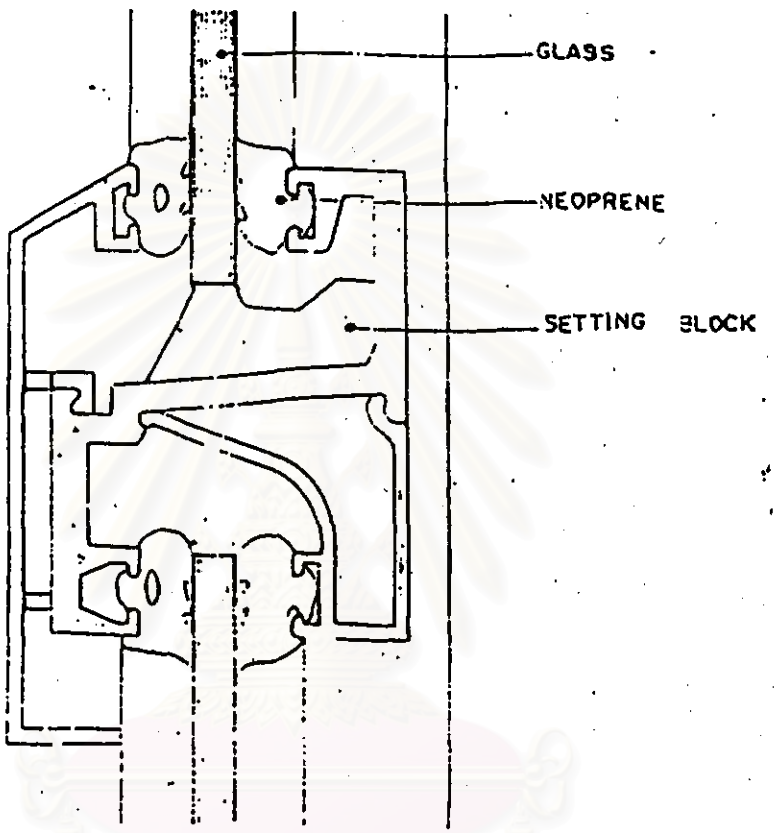


ภาพที่ 3 แสดงรายละเอียดการยึดตรึงระหว่างโครงอะลูมิเนียมกับโครงสร้างอาคาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวโครงเส้นนอน (Transom)

เป็นท่อนอลูมิเนียมขนาด 2 " - 3" และยึดประสานกับแนวโครงเส้นตั้งด้วยวิธีบากต่อ และยาแนวรอยต่อกันซึมด้วยสาร Silicone Sealant แนวโครงเส้นนอนนี้มีระบบระบายน้ำได้โดยตลอดแนว และมีแถบยาง Neoprene Gasget อัดหุ้มรอบกรอบกระจกอยู่ทั้งด้านภายในและภายนอกอาคาร



ภาพที่ 4 แสดงรายละเอียดแนวโครงเส้นนอน (Tramsom)

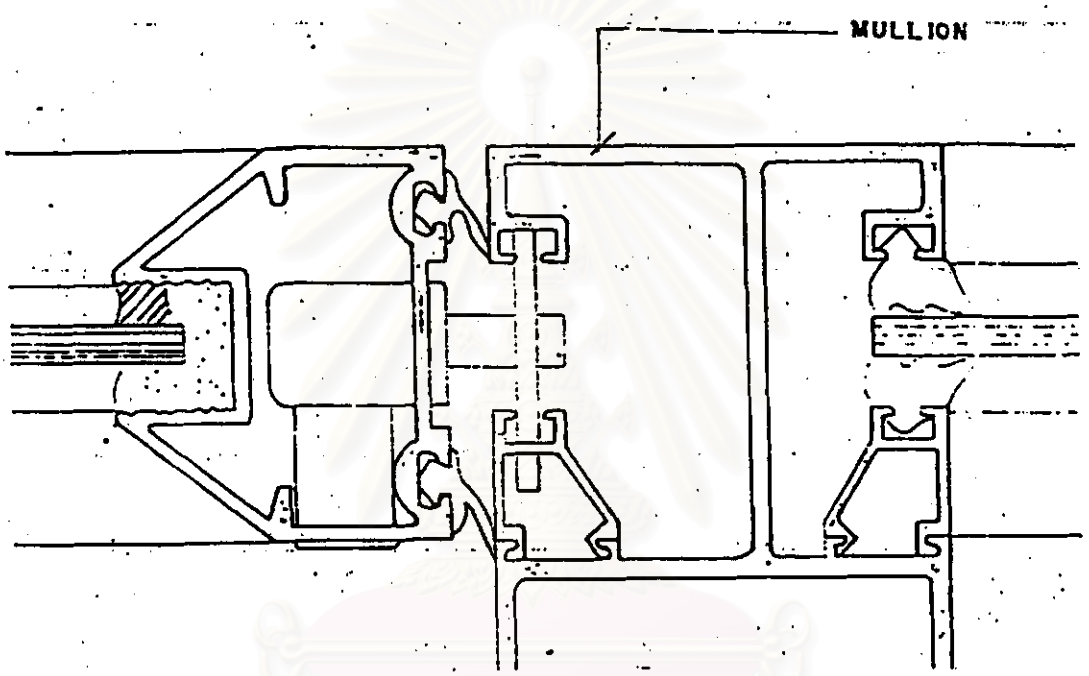
ระบบนี้ได้ผ่านการทดสอบโดยสถาบัน Experimental Building Station แห่งออสเตรเลียสามารถกันการรั่วซึมของน้ำได้ภายใต้ความกดอากาศ (Static Tests) ซึ่งมีค่าเท่ากับความเร็วลมที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเป็นเวลาต่อเนื่อง 15 นาทีและด้วยการพ่นฉีดน้ำ (Dynamic Tests ที่ความเร็วลม 150 กิโลเมตรต่อชั่วโมงก็ไม่ปรากฏการรั่วซึมของน้ำเช่นกัน

บานกรอบหน้าต่าง (Window Sashes)

เป็นบานกรอบอะลูมิเนียม ขนาด 1 3/4 * 2 " ประกอบเป็นโครง โดยมีฉากประดับมุม (Corner Stake) เป็นแกนยึดตรึงแน่นด้วยตะปูควง Stainless Steel ลูกฟักกระจกจะยึดกับโครงบานกรอบด้วยแถบยาง Neoprene Chancel และยาทับแนวกับซีมขอบกระจกด้านนอกอาคารด้วย Silicone

ขอบของบานกรอบอะลูมิเนียม จะมีแถบยาง Neoprene Gasket ร้อยรอบขอบบานจำนวน 2 แนว กรอบบานอะลูมิเนียมตัวล่างจะเจาะรูไว้ 2 รู เพื่อระบายน้ำที่เกิดจากการซึมเข้าของน้ำเนื่องจาก Pressure ของอากาศภายนอก บานกรอบหน้าต่างนี้จะยึดติดตั้งกับโครงสร้าง Curtain Wall ด้วยชุดบานพับแกนหมุนแนวตั้ง (Vertical Pivot Hinges) จำนวน 2 ชุด ต่อ 1 บาน สามารถเปิดเป็นมุมใช้งานได้ 360 องศา และทุกบานมีกลอน Budget Lockอยู่

2 คู่ ติดตั้งที่ระดับ 1/4 และ 3/4 ตามความสูงบนเส้นตั้งของบานกรอบทั้ง 2 ข้าง



ภาพที่ 5 แสดงรายละเอียดของบานกรอบหน้าต่าง (Window Sashes)

ประสิทธิภาพการใช้งานของ Curtain Wall (อาคารสำนักพหลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย)

ประสิทธิภาพของระบบCurtain Wall ของอาคารสำนักพหลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย สามารถทานแรงลมได้ไม่น้อยกว่า 120 กก. ต่อตารางเมตร โดยไม่มีการโก่งแอ่น (Deflection) ของโครงอะลูมิเนียมไม่เกิน 1/175 ของช่วงห่างจุดตรึง ตามมาตรฐานออสเตรเลีย (Australia Standard 1664 - 1975 Aluminum Structure Code)