บทที่ 4

ลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย และเครื่องมือในการทำการวิจัย

4.1 ความเป็นมาของการผลิตกระจก

กระจกเป็นผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งของแก้ว (glass) ซึ่งมีแหล่งกำเนิดการผลิตในแถบเมโสโปเตเมียและอียิปต์เมื่อประมาณ 4000 ปีมาแล้ว ก่อนคริสตกาลซึ่งเริ่มทำโดยการบดแร่ควอตซ์ (ซึ่งเป็นแร่ซิลิกา) ให้ละเอียดเป็นผงผสมกับโซดาและวัสดุที่เป็นด่าง แล้วเติมยางไม้และน้ำเล็กน้อยเพื่อให้เกาะตัวกันผสมให้เข้ากันดีแล้วอัดลงในแบบโลหะ เมื่อนำไปเผาด้วยความร้อนสูง น้ำ และยางไม้จะถูกเผาไปหมด และส่วนผสมที่เหลือก็จะทำปฏิกิริยาทำให้ผลึกซิลิกาเชื่อมติดกัน เนื้อภายในจะเป็นสีขาวแต่ผิวนอกจะเงาวาวเหมือนกันต่อมาได้มีการพัฒนาการผลิตแก้วมาอย่างต่อเนื่อง จนประมาณ 900 ปี ก่อนคริสตกาล การทำแก้วในอียิปต์และเมโสโปเตเมียส่วนใหญ่จะจัดทำเป็นเพียงภาชนะประเภทกระปุก แจกัน ฯลฯ ต่อมาการผลิตภัณฑ์แก้วได้รุ่งเรืองขึ้นในสมัยอาณาจักรโรมันเมื่อประมาณ 2000 ปีมาแล้วดังจะเห็นได้จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่าในกรุงโรมได้เกิดมีการเป่าแก้วเป็นรูปแบบต่าง ๆ มากมาย สำหรับกระจกแผ่นนั้นเริ่มผลิตครั้งแรกในศตวรรษที่ 7 โดยทำแก้วให้เป็นรูปขวดกลมแล้วตัดปากขวดและก้นขวดออก และเอาไปคลี่ออกเป็นแผ่นในขณะที่แก้วยังร้อนอยู่จะได้แผ่นกระจกที่ต้องการแต่วิธีการดังกล่าวไม่สามารถทำกระจกแผ่นใหญ่ได้ คือเมื่อผ่านกระบวนการผลิตจนได้น้ำแก้วก็นำน้ำแก้วที่ยังร้อนเทลงบนพื้นโต๊ะซึ่งผิวโต๊ะปูด้วยแผ่นโลหะเรียบแล้วรัดทับด้วยลูกกลิ้งเหล็ก เพื่อให้เรียบและแบนแล้วนำไปขัดอีกครั้งหนึ่งก็จะได้กระจกแผ่นใหญ่ตามต้องการ แต่กระจกที่ได้โดยการผลิตวิธีนี้ก็ยังมีข้อบกพร่องคือหนาและหนักมาก หลังจากนั้นกระบวนการผลิตกระจกเพื่อใช้กระจกประกอบอาคารก็ได้ถูกพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาของ สถาปัตยกรรมในช่วงเวลาสมัยต่าง ๆ ตั้งแต่ยุคคลาสสิค, โกธิค รวมทั้งยุคสมัยอื่น ๆ ต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน ดังจะเห็นได้จากการใช้วัสดุกระจกประกอบอาคารในส่วนต่าง ๆ อย่างมากมายตามอาคารสถาปัตยกรรมที่ถูกสร้างขึ้นในสมัยนั้น ๆ ที่ยังหลงเหลือให้พบเห็นกันอยู่ในปัจจุบัน ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจนกระทั่งในสมัยศตวรรษที่ 19 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงทางสภาพเศรษฐกิจ,สังคมและเทคโนโลยีอย่างมากมายอันเนื่องมาจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบไปทั่วโลกรวมทั้งเทคโนโลยีในการก่อสร้างที่ได้รับผลพวงจากการ

พัฒนาเหล่านี้ด้วยเช่นเดียวกัน ดังจะเห็นได้จากระบบโครงสร้างของอาคารในสมัยโบราณจะเป็นลักษณะของผนังรับน้ำหนัก (bearing wall) ที่มีข้อจำกัดด้านขนาดช่องเปิดในอาคารต้องมีลักษณะเป็นช่องเล็ก ๆ ตามไปด้วยแต่อย่างไรก็ตามความต้องการของมนุษย์ในการนำแสงเข้าสู่ภายในอาคารก็ยังมีควบคู่กันกับการคิดค้นพัฒนาระบบโครงสร้างอาคารให้มากขึ้นก็ยังมีอยู่ตลอดเวลาจนกระทั่งในสมัยโกธิคเป็นต้นมาที่มีการพัฒนาระบบโครงสร้างให้มีลักษณะแตกต่างกันออกไปเป็นโครงสร้างแบบ skeleton ประกอบกับโครงสร้าง vault หรือโครงสร้าง arch เหล่านี้ทำให้ข้อจำกัดในการออกแบบก่อสร้างอาคารถูกทำให้ลดลงไป และเมื่อผนวกการพัฒนาทางเทคโนโลยีดังกล่าวข้างต้น พร้อมกับการค้นพบวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ ๆ เช่น เหล็กและคอนกรีตเหล่านี้ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงระบบโครงสร้างอาคารของระบบเดิมๆ ที่ใช้กันอยู่เป็นเวลาหลายศตวรรษเป็นระบบโครงสร้างเสาและคาน (post and lintel) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการออกแบบสถาปัตยกรรมยุคใหม่ (modern architecture) ที่ปราศจากการจำกัดใด ๆ ในออกแบบอีกต่อไป

สำหรับวัสดุกระจกก็เช่นเดียวกันที่ในสมัยโบราณจากกรรมวิธีในการผลิตแบบเดิมที่สามารถผลิตกระจกได้มีขนาดเพียง 0.75 *0.50 เมตร ก็สามารถพัฒนาการผลิตให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น 1.00x1.30 เมตร ในช่วงปี 1830 หรือกลางศตวรรษที่ 19 จากการพัฒนาควบคู่กันไปในลักษณะนี้ส่งผลให้วงการออกแบบเจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วด้วยจินตนาการของสถาปนิกผู้ออกแบบที่ถูกควบคุมมาเป็นเวลานาน ความต้องการนำแสงสว่างให้เข้าสู่อาคารในปริมาณมากที่ควบคู่ไปกับความงดงามของอาคารที่เคยถูกจำกัดได้ถูกปลดปล่อยลงโดยสิ้นเชิงดังจะเห็นได้จากงานออกแบบของสถาปนิกชั้นนำในสมัยนั้นไม่ว่าจะเป็น มีส แวน เดอ โรห์, วอลเตอร์ โกรเปียส หรือแม้กระทั่งแฟรงค์ ลอยด์ ไรท์ ที่มีความเป็นเอกเทศโดดเด่นและสวยงามกว่ายุคสมัยใด ๆด้วยการใช้งานกระจกประกอบอาคารในลักษณะต่าง ๆ อย่างมากมาย หลังจากนั้นความต้องการในการใช้งานอาคารในรูปแบบลักษณะต่าง ๆ ก็เป็นตัวกำหนดทิศทางการพัฒนาคุณสมบัติด้านเทคนิคของกระจกให้มีความหลากหลายมากขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในลักษณะต่าง ๆ ของผู้ใช้อาคาร จากเดิมที่เป็นกระจกใสล้วน ๆ ก็เกิดการพัฒนาเป็นกระจกสีตัดแสง (tinted glass) เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารในส่วนที่ไม่ต้องการและพัฒนาต่อเนื่องเป็นกระจกสะท้อนแสง (reflective glass) ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นและสามารถปรับปรุงสภาพภายในอาคารให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการใช้งานของมนุษย์จนกระทั่งปัจจุบันในงานออกแบบอาคารที่ผู้ออกแบบนอกจากจะต้องพิจารณาถึงประโยชน์ใช้สอย, ความสวยงาม, ปริมาณแสงสว่างเพื่อการใช้งานและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจแล้วแนวความคิดในด้านการออกแบบเพื่อตอบสนองมนุษย์และสิ่งแวดล้อมหรือสถาปัตยกรรมแห่งชีวิต (green architecture) ก็เป็นประเด็นสำคัญที่ถูกนำมาคำนึงถึงกันอย่าง

เนื่องจากปัญหาทางด้านสภาวะแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงประกอบการใช้งานอาคารในปริมาณมากขึ้นแล้วทั่วทุกมุมโลก กระแสการเรียกร้อง การออกแบบที่ สอดคล้องกับการประหยัดพลังงานมีมากขึ้นทุกที การพัฒนาคุณสมบัติกระจกเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าวจะถูกแสดงให้เห็นได้จากการเกิดกระจก Low-E หรือกระจกสะท้อนความร้อนเพื่อลดการใช้พลังงานสำหรับการปรุงแต่งสภาพภายในอาคาร หรือจนกระทั่งการพัฒนากระจกให้มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงค่าการส่องผ่านของแสงและการแผ่รังสีความร้อนได้ตามสภาพธรรมชาติก็เป็นสิ่งที่สามารถมองเห็นได้ในอนาคตอันใกล้อย่างแน่นอน ซึ่งเป็นสิ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของวัสดุกระจกนี้กับชีวิตมนุษย์และสถาปัตยกรรมได้อย่างชัดเจน

ในประเทศไทยการเลือกใช้วัสดุกระจกประกอบการออกแบบอาคารนั้นก็มีอยู่เป็นเวลานานซึ่งเป็นผลมาจากการรับอิทธิพลมาจากสถาปัตยกรรมจากต่างประเทศนั่นเองโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่วงการสถาปัตยกรรมในประเทศไทยมีการพัฒนาขึ้นกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัดจากรูปแบบอาคารที่มีความสวยงามและหลากหลายเกิดขึ้นอย่างมากมายแต่อย่างไรก็ตามการลอกเลียนรูปแบบลักษณะการออกแบบอาคารจากต่างประเทศที่มีเนื้อหาและความต้องการที่แท้จริงในการใช้งานรวมทั้งสภาพภูมิอากาศที่มีความแตกต่างจากประเทศไทย ก็อาจก่อให้เกิดปัญหากับผู้ใช้อาคารและสังคมโดยรวมได้ซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหาก็สามารถทำได้ด้วยการทำความเข้าใจกับคุณสมบัติของวัสดุอย่างละเอียดถี่ถ้วนประกอบกับการใช้ความรู้ความสามารถและจิตสำนึกที่ดีในการออกแบบก็จะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและสร้างสรรค์คุณภาพชีวิตที่ดีให้กับผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อมได้ สำหรับในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจคุณสมบัติของวัสดุและสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารจริงได้ต่อไปจึงได้พิจารณาคัดเลือกวัสดุกระจกในการทดสอบจากชนิดของวัสดุกระจกที่ใช้กันอยู่แพร่หลายในการออกแบบอาคารในปัจจุบัน

4.2 วัตถุดิบและกรรมวิธีในการผลิต

วัตถุดิบหลักซึ่งใช้ในการผลิตกระจกแผ่นเรียบนั้น มีทรายแก้ว (silica sand ในประเทศไทยได้มาจากหาดทรายจังหวัดระยอง) โซเดียมซัลเฟต (sodium sulphate) หินฟันม้า (feldspar) แร่โดโลไมท์ (dolomite) และเศษกระจกซึ่งทั้ง5วัตถุดิบที่กล่าวมาทั้งหมดนี้หาได้ภายในประเทศ นอกจากวัตถุดิบดังกล่าวที่เป็นวัตถุหลักแล้ว หากต้องการผลิตกระจกสีก็ต้องเติมสารอื่นเข้าไป ซึ่งเป็นออกไซด์ของโลหะต่าง ๆ เช่น นิเกิล เหล็กและโคบอลต์ เป็นต้น สำหรับเชื้อเพลิงในปัจจุบันใช้น้ำมันเตา

ส่วนผสมของวัตถุดิบในการผลิตกระจกแผ่นมีดังต่อไปนี้

ทรายแก้ว	43.3 %	โซดาแอช	10.8 %
โซเดียมซัลเฟต	0.9 %	แร่โดโลไมท์	9.8 %
หินปูน	2.5 %	หินฟันม้า	1.1 %
เศษกระจก	31.6 %		

ขั้นตอนการผลิตด้วยระบบโฟลตโปรเซส ขั้นแรกนำวัตถุดิบต่าง ๆ ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ข้างบนมาผสมให้เข้ากันแล้วนำเข้าเตาหลอม (tank furnace) ให้ละลายเข้ากันเป็นน้ำแก้วที่อุณหภูมิประเทศ 1600 $^{\circ}$C เมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือ 1100 $^{\circ}$C แล้วปล่อยน้ำแก้วผ่านช่อง (canal) ให้ไหลลงสู่อ่างโลหะ (float bath หรือ tin bath) ซึ่งในอ่างบรรจุโลหะดีบุกหลอมเหลวที่ดีมีคุณสมบัติหนักกว่าน้ำแก้ว น้ำแก้วจะลอยตัวอยู่บนโลหะหลอมเหลวซึ่งไม่ทำปฏิกริยาทางเคมีกับน้ำแก้ว น้ำแก้วจะถูกดึงให้ไหลไปข้างหน้า กายใต้อุณหภูมิและภายใต้ความดันที่มีการควบคุมไว้อย่างดี ความหนักของโลหะหลอมเหลว รวมกับความหนักของน้ำแก้ว จะทำให้น้ำแก้วไหลไปเป็นสายเรียบคล้ายริบบิ้นและมีความหนาสม่ำเสมอทั้งสองด้านของน้ำแก้ว ต่อจากนี้สายกระจกจะค่อย ๆ ถูกทำให้เย็นลงขณะที่ไหลมาตรงปลายของอ่างโลหะและเคลื่อนเข้าส่วนที่ลดอุณหภูมิ (annealing) ซึ่งจะทำให้กระจกเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ เพื่อขจัดความเครียดในเนื้อกระจกลำดับต่อไปกระจกจะผ่านไปที่ส่วนล้าง เป่าให้แห้งและเข้าสู่เครื่องตัดให้ได้ขนาดที่ต้องการกระจกโฟลตซึ่งผลิตโดยวิธีโฟลตโปรเซตนี้มีคุณสมบัติดีเยี่ยมกว่ากระจกชีท (sheetglass) ให้ภาพการมองผ่านที่เป็นจริงตามธรรมชาติ ไม่บิดเบี้ยวหลอกตา สามารถทนการขูดขีดเป็นรอยได้มากกว่ากระจกชีท

4.3 ประเภทของกระจกที่ใช้ในการทดสอบ

4.3.1 กระจกสะท้อนแสง

เป็นการเคลือบผิวกระจกโฟลทด้วยแผ่นออกไซด์ของโลหะให้มีความทนทานสวยงามมากขึ้นวิธีการดังกล่าวนี้อาจเรียกว่าการเคลือบผิวหน้า (surface coating) ซึ่งทำให้กระจกมีคุณสมบัติด้านการสะท้อนแสง ทำให้สามารถสะท้อนพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่แผ่รังสีได้บางส่วน ยิ่งกระจกที่เคลือบเป็นกระจกสีด้วยแล้วจะยิ่งช่วยทั้งด้านการสะท้อน และดูดพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้าไปในอาคารได้อย่างมาก

กระจกที่เคลือบเป็นกระจกสีด้วยแล้วจะยิ่งช่วยทั้งด้านการสะท้อน และดูดพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้าไปในอาคารได้อย่างมาก

กระจกสะท้อนแสงนิยมใช้กับอาคารขนาดใหญ่หรือตึกระฟ้า ทำให้อาคารดูสง่าและสวยงาม ในขณะที่ผู้อาศัยอยู่ภายในจะมองเห็นกระจกนี้คล้ายกระจกสี

กรรมวิธีในการเคลือบออกไซด์ของโลหะ สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีดังนี้ คือ

- การเคลือบแบบแวคุม (vacuum deposition หรือ soft coating) กรรมวิธีนี้เคลือบกระจกโดยการพ่นสารโลหะบางชนิดบนผิวด้านใดด้านหนึ่งของกระจก กระแสไฟฟ้าจะทำปฏิกริยาทำให้โลหะแทรกตัวลงบนผิวกระจก การเคลือบด้วยวิธีนี้สารที่เคลือบสามารถจะถูกขูดขีดออกได้ง่าย แต่สารที่เคลือบกระจกสามารถเคลือบไปทุกอณูของผิวกระจก ดังนั้น จึงควรนำกระจกชนิดนี้มาทำเป็นกระจกนิรภัยชั้นลามิเนต หรือกระจกฉนวน เพื่อป้องกันสารที่เคลือบผิวกระจกถูกขูดขีด การนำกระจกซอฟท์โคทติ้ง (soft coating) มาทำเป็นเทมเปอร์หรือฮีทสเตรงท์นั้น จะต้องนำกระจกมาทำกรรมวิธีเทมเปอร์หรือฮีทสเตรงท์ก่อน จากนั้นค่อยผ่านขบวนการเคลือบแบบแวคคุม กระจกที่ผ่านการเคลือบโลหะแล้วจะมาทำกรรมวิธีเทมเปอร์หรือฮีทสเตรงท์ไม่ได้ เนื่องจากความร้อนในขบวนการเทมเปอร์หรือฮีทสเตรงท์จะทำลายสารของโลหะ

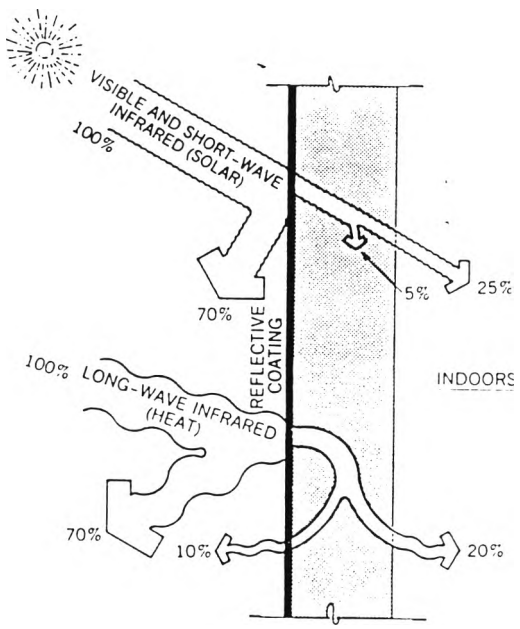
- การเคลือบแบบไพโรลิทิค (pyrolitic deposition หรือ hard coating)

กรรมวิธีนี้กระจกจะถูกเคลือบในขณะที่กระจกยังอยู่ในลักษณะของของเหลวอยู่ ออกไซด์ของโลหะจะถูกเคลือบลงบนผิวของเหลวของกระจก จากนั้นก็จะกระจายแทรกซึมลงในเนื้อกระจก การเคลือบด้วยวิธีนี้ออกไซด์ของโลหะไม่สามารถกระจายไปทุกพื้นผิวของโลหะอย่างเท่า ๆ กัน ดังนั้นคุณสมบัติของกระจกสะท้อนแสงแบบฮาร์ดโคทติ้ง (hard coating) จึงมีต่ำกว่ากระจกซอฟท์โคทติ้งแต่สารออกไซด์ของโลหะโดยกรรมวิธีเคลือบแบบไพโรลิธิคจึงมีความแข็งแกร่งทนทานกว่าการเคลือบแบบแวคคุม อีกทั้งยังนำมาทำเป็นเทมเปอร์หรือฮีทสเตรงท์ได้หลังจากที่ผ่านการเคลือบแล้วโดยไม่ทำให้สารออกไซด์ของโลหะที่เคลือบละลายได้ (รูปที่ 4.1)

<u>คุณสมบัติ</u>

1. คุณสมบัติในการสะท้อนแสงของกระจกสะท้อนแสง ทำให้แสงจากดวงอาทิตย์และรังสีความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารได้น้อย ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องปรับอากาศและประหยัดค่าใช้จ่าย

2. นอกจากจะสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์และลดพลังงานความร้อนแล้ว ยังช่วยลดแสงที่แรงจ้าให้นุ่มนวลลง ทำให้เกิดความสบายตา สร้างสิ่งแวดล้อมที่น่าอยู่อาศัย และการทำงาน



รูปที่ 4.1 **แสดงลักษณะพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนกระจกสะท้อนแสง**

ที่มา : Lechner, N. Heating, cooling, lighting: Design method for architects. New York: John Wiley & Sons, 1990.

4.3.2 กระจกฉนวน

เป็นกระจกที่พัฒนาขึ้นมาจากกระจกฉนวน (insulated glass) **และกระจก** Low-E **โดยนำคุณสมบัติที่ดีทางด้านต่าง ๆ ของกระจกทั้ง 2 นี้มาผสมผสานกัน กระจกสะท้อนความร้อนจะมีลักษณะคล้ายกระจกฉนวนคือการใช้กระจก 2 แผ่น ตัดให้ได้ขนาดตามความต้องการที่เท่ากันมาประกบกันโดยมีแผ่นอลูมิเนียม ซึ่งบรรจุสารดูดความชื้นตั้นกลาง หลังจากนั้นก็จะปิดรอยต่อที่ขอบกระจกดังกล่าวซึ่งทำให้อากาศภายในช่องระหว่างกระจกเป็นอากาศแห้งไม่มีความชื้นเหลืออยู่และสามารถเป็นฉนวนกันความร้อนได้ แต่ในส่วนนี้กระจกสะท้อนความร้อนจะเพิ่มเติมโดยติดตั้งฟิล์มที่เคลือบสารที่มีการกระจายรังสีความร้อนต่ำทั้ง 2 ด้าน ซึ่งฟิล์มที่เคลือบสารนี้นอกจากจะสะท้อนรังสีความร้อนเพื่อลดความร้อนที่สะสมในอาคารแล้วยังทำให้ช่องว่างของอากาศทั้ง 2ข้างที่ถูกแบ่งนี้มีพฤติกรรมเป็นช่องสะท้อนความร้อน ที่มีผลดีในด้านการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้า**

สู่อาคารได้อีกด้วย (ค่า U อาจต่ำถึง 0.25 BTU/ft^2/HR.) กระจกที่นำมาประกอบเป็นกระจกสะท้อนความร้อนนี้ สามารถเป็นได้ทั้งกระจกโฟลท,กระจกเทมเปอร์,กระจกสี,กระจกสะท้อนแสง หรือกระจกหลายชิ้นก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน (รูปที่ 4.2)

<u>คุณสมบัติของกระจกฉนวนของกระจกฉนวน</u>

1. ป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้ามาภายในอาคารทำให้ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้

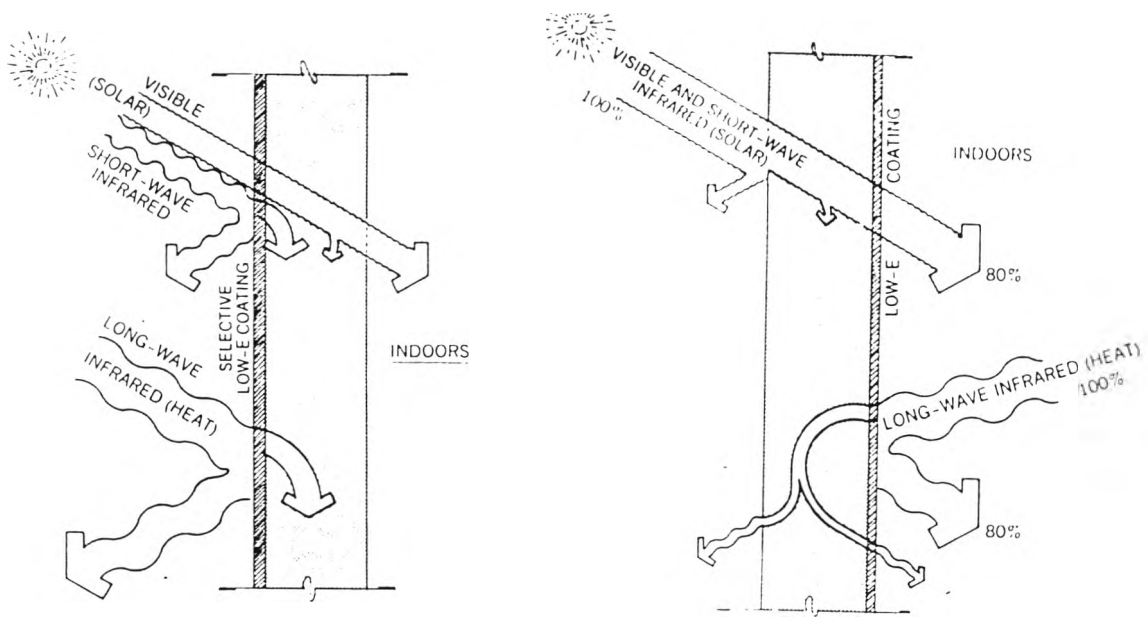
2. ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกอาคารได้ดีกว่ากระจกธรรมดา

3. สามารถรับแรงดันลมได้เพิ่มขึ้น

4. ให้ความปลอดภัยจากการแตกหักเสียหายมากขึ้น

5. มีคุณสมบัติหรือปล่อยให้แสงส่องผ่านได้ดีกว่ากระจกสะท้อนแสงแต่ไม่เกิดความร้อนในปริมาณมากเหมือนกระจกใสกับอุปกรณ์,เฟอร์นิเจอร์ ภายในอาคารก็ได้

7. ช่วยลดความจ้าของแสงทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น (สุนทร บุญญาธิการ, 2539)



รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของกระจกฉนวน

ที่มา : Lechner, N. <u>Heating. cooling lighting : Design method for architects.</u> New York: John Wiley & Sons, 1990.

4.4 ผนังก่ออิฐ

ผนังก่ออิฐถูกเลือกให้เป็นตัวแทนของผนังที่มีมวลสารมาก เนื่องจากในแวดวงการก่อสร้างอาคารทั่ว ๆ ไป ผนังของอาคารส่วนใหญ่จะเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน ทั้งนี้เพราะผนังก่ออิฐฉาบปูนทำงานง่ายคนทั่วไปสามารถทำเป็นและอิฐก็เป็นวัสดุที่ผลิตได้ภายในประเทศ วัตถุดิบก็มีพร้อม ดังนั้นการก่อสร้างด้วยวิธีก่ออิฐฉาบปูน จึงได้รับความนิยมและมีความคุ้นเคยมาเป็นเวลาช้านาน นับแต่โบราณสถานต่างๆ ล้วนใช้อิฐในการก่อสร้างทั้งนั้น ผนังก่ออิฐฉาบปูนจึงนับว่ามีความเหมาะสมในการเป็นตัวแทนของผนังที่มีมวลสารมาก ผนังก่ออิฐฉาบปูน จะประกอบด้วย อิฐมอญ, ปูนก่อ, ปูนฉาบ แต่ในการทดลองนี้จะใช้การเรียงอิฐให้ได้ความหนาตามต้องการ โดยไม่มีการใช้ปูนก่อ, ฉาบ เพื่อป้องกันปัญหาจากตามชั้นในปูนฉาบ

อิฐ อิฐเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม(รูปที่ 4.3) ใช้ในการก่อกำแพงหรือผนังบ้านพักอาศัยอิฐที่พบเห็นทั่วไปในท้องตลาดปัจจุบัน มีหลายชนิด เช่น อิฐมอญ, อิฐที่ใช้เครื่องอัด, อิฐประดับ, อิฐทนไฟ, อิฐดินซีเมนต์, อิฐบล็อค ฯลฯ สำหรับในการทดลองนี้ เราใช้อิฐมอญ ในการก่อผนัง ให้มีขนาดความกว้าง 8 นิ้ว

อิฐมอญ เป็นอิฐดินเผาราคาถูก ใช้ในการก่อสร้างทั้งไปที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก ทำจากดินเหนียวเปียกซึ่งผ่านการย่ำดินให้เข้ากันดีจึงนำแกลบลงผสม เพื่อช่วยให้เนื้ออิฐโปร่ง การที่เนื้ออิฐโปร่งจะช่วยให้อิฐมีน้ำหนักเบาขึ้น ช่วยลดการแตกหักของอิฐ จากนั้นนำดินที่เตรียมไว้อัดลงในแม่แบบขนาดกว้าง 7.8 ซ.ม. ยาว 19 ซ.ม. หนา 6 ซ.ม. เอาไม้ปาดด้านบนให้เรียบแล้วเอาไม้แบบออก นำแผ่นอิฐที่เปียกไปผึ่งแดดจนแห้ง เมื่อแห้งได้ที่แล้วจึงนำไปเข้าเตาเผาจนกระทั่งสุกดีแล้วปล่อยให้ไฟดับแล้วจึงรื้อกองอิฐออกจากเตาเผา สามารถผลิตได้ง่าย เพราะไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีในการผลิตที่สูงมากนัก (สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล, 2537)

4.5 ผนังโฟม

โฟมเป็นตัวแทนของผนังที่มีมวลสารน้อย เนื่องจากในปัจจุบันวงการก่อสร้างของเมืองไทยได้มีการขยายตัวและเจริญเติบโตไปเป็นอย่างมาก มีการนำวัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ มาใช้ในการก่อสร้างมากมายเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการทำงานมากขึ้น เช่น ใช้เวลาในการทำงานน้อยลง, เป็นวัสดุสำเร็จรูป, สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ ฯลฯ ท่ามกลางความหลากหลายของวัสดุใหม่ๆ นั้น พบว่าโฟมถูกใช้เป็นส่วนประกอบของวัสดุใหม่ ๆ มากพอสมควร ยกตัวอย่างเช่น ผนังกันความร้อน ในนามผลิตภัณฑ์ "S.C.Wall" ผนังกันความร้อนภายนอก "Armour Wall" ผนัง

รูปที่ 4.3 แสดงอิฐมอญที่ใช้ในการวิจัย

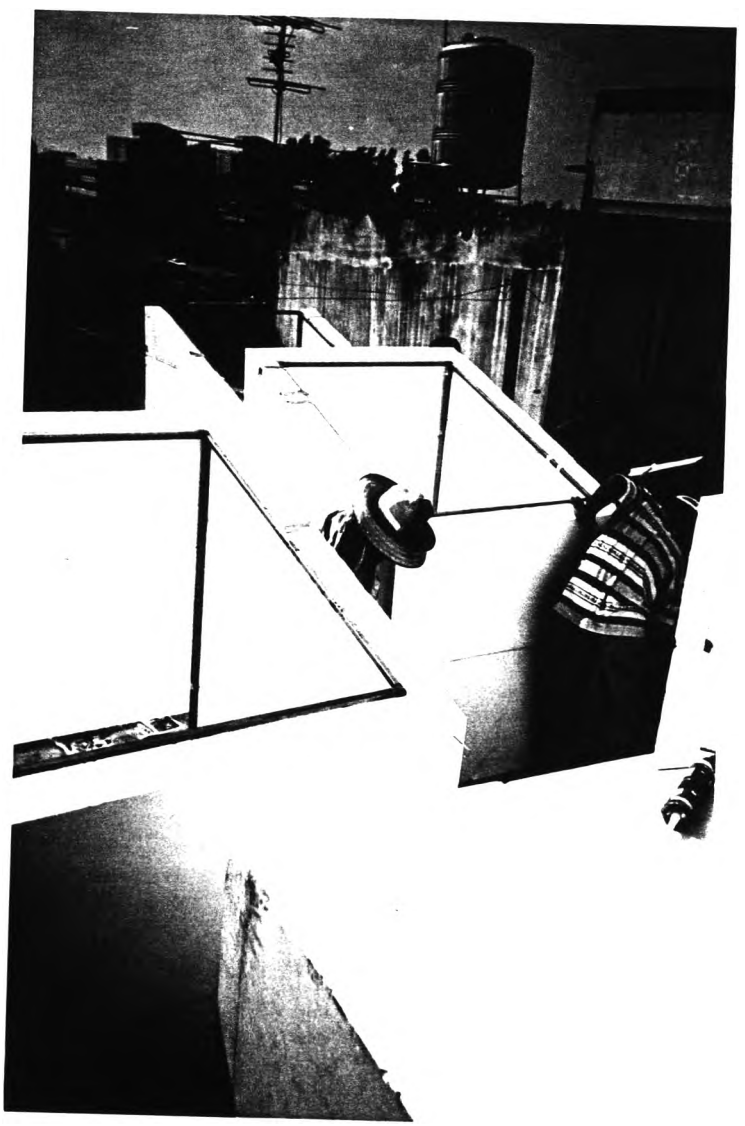
คอนกรีตเบา (lightweight concrete) ของโรงปูนซีเมนต์ ที.พี.ไอ เป็นต้น นอกจากนั้นโฟมยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง เพราะสามารถเลือกใช้ความหนาของแผ่นได้ตามต้องการ ความหนาแน่นเท่าไหร่ก็สามารถทำได้ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เหมาะสมกับการทดลองนี้เป็นอย่างมาก(รูปที่ 4.4)

โพลีสไตรีนโฟม เป็นผลผลิตจากปิโตรเลียมชนิดหนึ่ง ผ่านขบวนการที่ให้โพลีสไตรีนขยายตัว ทำให้เกิดช่องอากาศภายในเซล ผนังเซลติดต่อกันกลมคล้ายลูกบอลที่หุ้มฟองอากาศอยู่ภายใน ผนังเซลแต่ละเซลเกาะกลุ่มกันอย่างเหนียวแน่น แต่ละเซลจะปิดสนิท (closed cell) น้ำซึมผ่านได้ยากจึงเป็นวัสดุที่กันน้ำได้ดี โพลีสไตรีนโฟม จะมีส่วนประกอบของอากาศอยู่ถึง 98% ซึ่งทำให้เป็นวัสดุที่มีค่าการเป็นฉนวนที่ดีมาก จนอาจนับได้ว่าโพลีสไตรีนโฟมมีค่าของการเป็นฉนวนกับความร้อนดีที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุที่มีราคาเท่ากัน

ความหนาแน่นของโพลีสตรีนโฟม ทำได้หลายระดับ ความหนาแน่นยิ่งมากก็ยิ่งมีราคาสูง ความหนาแน่นของโพลีสตรีนที่ใช้ในการทดลองนี้อยู่ในช่วง 1 ปอนด์/ลบ.ฟุต ถือว่าเป็นความหนาแน่นปกติสำหรับใช้ในงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป (สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล, 2537)

4.6 คอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ใช้ในการทดลองได้เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1881 ในประเทศสวีเดน โดยมี มิคาลิส (Michalis) ได้คิดค้นวัสดุก่อสร้างชนิดแรกที่ใช้ก่อบ่มด้วยไอน้ำโดยมีส่วนผสมของทรายและปูนขาว เป็นวัสดุดิบหลัก ต่อมาในปี ค.ศ. 1914 ในประเทศอังกฤษ ไอลส์เวิร์ท(Aylsworth) ได้ทดลองทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นในเนื้อวัสดุก่อสร้าง โดยใช้ผงโลหะ (Metallic powder) เป็นตัวแทนทำปฏิกริยาเคมี หลังจากนั้นที่สวีเดนในปี ค.ศ. 1923 อีริคสัน (Eriksson) ได้รวมการบ่มด้วยไอน้ำเข้ากับการเพิ่มฟองอากาศในเนื้อวัสดุ จากการพัฒนาค้นคว้าตามลำดับนี้ ในที่สุดขบวนการในการผลิตวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณภาพเหนือกว่าอิฐและคอนกรีตก็ได้ถือกำเนิดขึ้นในปี 1929 ที่ประเทศสวีเดนตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา การผลิตคอนกรีตมวลเบานี้ได้เริ่มขึ้น และได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังสงครามโลกครั้งที่สอง ซึ่งมีการใช้วัสดุนี้เป็นจำนวนมากในการซ่อมแซมอาคารที่ถูกทำลายเสียหายในช่วงสงคราม ในปี ค.ศ. 1995 ในประเทศเยอรมัน ได้มีการผลิตคอนกรีตมวลเบา จำนวนถึง 6 ล้านลูกบาศก์เมตร (หรือ 24 ล้านตารางเมตร) จากคุณสมบัติที่ดีของวัสดุนี้ ทำให้ความต้องการผลิตภัณฑ์ทั่วโลกมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี และมีการขยายกำลังการผลิตไปตามภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วย (รูปที่ 4.5)



รูปที่ 4.4 แสดงแผ่นโพลีสไตรีนโฟมที่ใช้ในการวิจัย

รูปที่ 4.5 แสดงคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ในการวิจัย

คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่รวมลักษณะเด่นที่สำคัญสองประการคือ น้ำหนักเบา และมีกำลังสูง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าวัสดุก่อสร้างอีกหลายประการ เช่นการเป็นฉนวนความร้อน, การดูดซับและป้องกันเสียง และการทนไฟ

โดยการเริ่มต้นจากการผลิตที่ใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศอันได้แก่ ซีเมนต์, ปูนขาว และทราย วัตถุดิบทั้งสามอย่างนี้จะถูกผสมร่วมกับน้ำให้อยู่ในรูปของเหลว หลังจากนั้นฟองอากาศจะถูกเติมลงไปในส่วนผสมนี้โดยใช้วิธีการทางเคมี โดยในขั้นตอนนี้ผงอลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุเพียงตัวเดียวที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศจะถูกเติมลงไปในส่วนผสม ผงอลูมิเนียมนี้จะทำปฏิกิริยากับปูนขาวก่อให้เกิดฟองกาซไฮโดรเจนขนาดเล็กนับเป็นล้านฟอง ซึ่งจะทำให้ส่วนผสมมีการขยายปริมาตรขึ้นเป็นอย่างมาก ส่วนกาซไฮโดรเจนนี้ก็จะระเหยออกไปและอากาศก็จะเข้ามาแทนที่ในฟองอากาศ ขบวนการนี้ทำให้โครงสร้างของวัสดุมีลักษณะเป็นแบบ Cellular ซึ่งโครงสร้างแบบนี้เองที่เป็นส่วนสำคัญที่ทำซุปเปอร์บล๊อกให้มีน้ำหนักเบา, มีความเป็นฉนวนที่ดี และมีกำลังสูง

ในการตัดวัสดุออกเป็นก้อนนั้น จะทำโดยใช้ลวดเหล็กตัดก้อนซุปเปอร์บล๊อกขนาดใหญ่ออกเป็นก้อนย่อยตามขนาดที่ต้องการ โดยจะตัดก่อนที่เนื้อวัสดุจะมีการแข็งตัวเต็มที่ เมื่อมีการตัดแบ่งขนาดเรียบร้อยแล้ว ก้อนซุปเปอร์บล๊อกเหล่านี้จะถูกนำไปบ่มด้วยวิธี Autoclave โดยใช้ไอน้ำที่มีความดันสูง การบ่มจะกินเวลาประมาณ 10-12 ชั่วโมงเพื่อให้ซุปเปอร์บล๊อกเกิดกำลังในการรับแรงได้สูงสุด

4.7 ต้นแก้ว

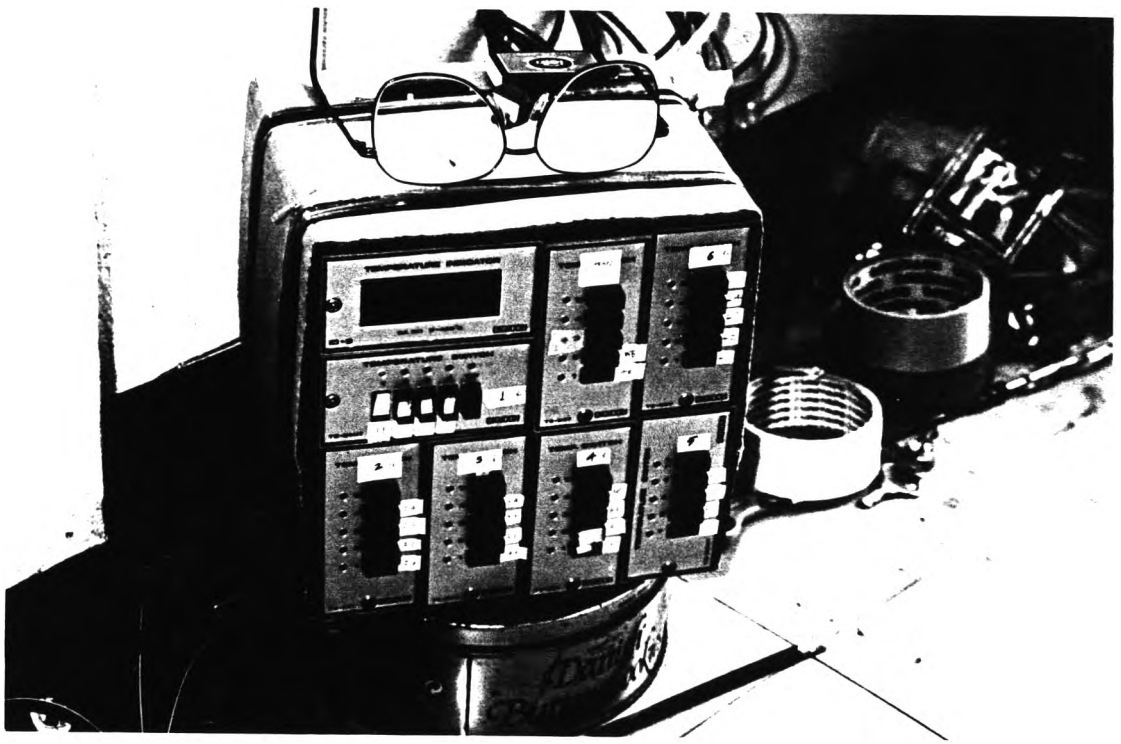
เป็นไม้พุ่มทรงสูงขนาดเล็กมีความสูงตั้งแต่ 3-5 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1-3 เมตร ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก มีสีเขียวเข้มเป็นมัน ชนิดที่มีใบยอด 1 ใบ ใบย่อยมี 7-9 ใบ ใบย่อยยาว 3 เซนติเมตร ลำต้นสีน้ำตาลแตกเป็นร่อง ดอกออกเป็นช่อสั้นๆ ที่ปลายกิ่ง ดอกสีขาวมี 5 กลีบ มีกลิ่นหอมผลรีรูปไข่ ผลสุกสีแดง ออกดอกตลอดปี ชอบดินปนทรายแต่ไม่ชอบดินเหนียว เป็นไม้ถิ่นกำเนิดในเอเชียเขตร้อน ขยายพันธุ์ด้วยการตอน การใช้งานนิยมปลูกต้นเดียวหรือเป็นกลุ่มบังสิ่งไม่สวยงาม สามารถตัดแต่งทรงพุ่มเป็นรูปต่างๆ ได้ง่าย(ณัฏฐ พิชกรรมและคณะ, 2540) รูปที่ 4.6

4.8 เครื่องมือเก็บข้อมูล

ในการทดลองนี้ใช้เครื่องมือ Temperature Indicator และ Temperature Switcher เป็นตัวแปรข้อมูลจากสายวัดมาทั้งหมด สายวัดอุณหภูมิใช้สายเทอร์โมคัพเปิล (thermocouple) ชนิด "J"

ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการทำงานโดยใช้หลักของความต่างศักย์ของแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกันตามอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง (ภายในสายประกอบด้วยโลหะ 2 ประเภท คือ ทองแดงและเหล็ก เมื่อนำโลหะทั้ง 2 มาเชื่อมกันจะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า) โดยที่ค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากสายนี้มีค่าน้อยมาก อยู่ในช่วง 0-5 มิลลิโวลท์ แรงดันไฟฟ้าสามารถวัดและแปลงออกมาเป็นตัวเลขดิจิตอล (digital) ที่อ่านค่าได้ โดยใช้หลักการทำงานของ Withstone Bridge นอกจากวัดค่าอุณหภูมิแล้ว ค่าของพลังงานให้แปลงค่าเป็นตัวเลขเช่นกัน (รูปที่ 4.7)

รูปที่ 4.6 แสดงต้นแก้วที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4.7 ภาพเครื่องเก็บข้อมูล Campbel Scientific Data Logger พร้อมสายวัดอุณหภูมิ เทอร์โม
คัพเปิล ชนิด "J" ถ่ายจากสถานที่ทดสอบ