

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาทฤษฎี

การศึกษาทฤษฎีสามารถแบ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องออกเป็น 5 หัวข้อ คือ

2.1.1 หลักการถ่ายเทความร้อน

ตามหลักเทอร์โมไดนามิก ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากด้านที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ด้านที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งวิธีการถ่ายเทความร้อนมีด้วยกัน 3 วิธี คือ

1. การนำความร้อน (conduction)

การนำความร้อน คือ การถ่ายเทพลังงานความร้อนระหว่างโมเลกุลในตัวกลางที่สัมผัสกันหรือโมเลกุลภายในตัวกลางนั้น ๆ

ปัจจัยที่มีผลต่อการนำความร้อน

1) ตัวกลางหรือสสาร วัสดุที่มีการนำความร้อนที่ดี เช่น หิน คอนกรีต โลหะ เป็นต้น ส่วนวัสดุที่นำความร้อนต่ำ ได้แก่ ไม้ โยฟิซ เป็นต้น

2) ความหนาแน่น ฉนวนที่มีคุณภาพดีจะมีความหนาแน่นที่เหมาะสมที่สุดเพียงค่าเดียว ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดจะมีค่าดังกล่าวแตกต่างกันไป

3) ความชื้นของตัวกลาง ฉนวนที่ดีควรมีการกันความชื้นให้กับวัสดุตัวเองและอาคาร โดยอาจจะใช้แผ่นอลูมิเนียมพอยลปิดทับ เพื่อไม่ให้สูญเสียคุณสมบัติความเป็นฉนวน

4) ความแตกต่างของอุณหภูมิ ความร้อนจะเคลื่อนตัวจากด้านที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ด้านที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

2. การพาความร้อน (convection)

การพาความร้อน คือ การถ่ายเทพลังงานความร้อนที่มีอากาศเป็นตัวนำของเหลวหรือก๊าซผ่านความแตกต่างทางด้านอุณหภูมิ

ปัจจัยที่มีผลต่อการพาความร้อน

1) พื้นที่หน้าตัดของวัสดุ หรือของเหลว

2) ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวทั้งสองด้าน

3) ความขุ่นเหนียว และการยอมให้ความร้อนผ่านไปได้เร็วของสสารนั้น ๆ

3. การแผ่รังสีความร้อน (radiation)

การแผ่รังสีความร้อน คือ การถ่ายเทพลังงานความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เรียกว่า อินฟราเรด จากพื้นผิววัตถุที่ร้อนไปสู่พื้นผิวที่เย็นกว่า โดยบางส่วนถูกสะท้อนกลับ บางส่วนถูกดูดกลืนไว้ ปัจจัยที่มีผลต่อการแผ่รังสีความร้อนจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างอุณหภูมิ สี การสะท้อน และการดูดซับของพื้นผิว

การนำความร้อนและการพาความร้อนต้องอาศัยตัวกลางในการส่งผ่านความร้อน แต่การแผ่รังสีความร้อนไม่จำเป็นจะต้องมีตัวกลางหรือสสารใดในการส่งผ่านความร้อน ซึ่งรังสีที่แผ่ไปนั้นจะอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.2 ประเภทของฉนวน

การแยกประเภทของฉนวนกันความร้อนสามารถแบ่งออกได้หลายวิธีการ ดังนี้

1. เป็นการแบ่งฉนวนกันความร้อนออกเป็น 3 ประเภทกว้าง ๆ ได้แก่

1) ฉนวนมวลสาร (capacitive insulation) เช่น คอนกรีตบล็อก คอนกรีตมวลเบา ไฟเบอร์ซีเมนต์ เป็นต้น

2) ฉนวนต้านความร้อน (resistive insulation) เช่น เซลลูโลส โฟม โยแก้ว เป็นต้น

3) ฉนวนสะท้อนความร้อน (reflective insulation) เช่น อลูมิเนียมฟอยล์ เป็นต้น

2. เป็นการแบ่งฉนวนตามวัสดุที่นำมาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อน โดยมี 4 ประเภท คือ

1) วัสดุจากใยแร่ (mineral fibrous material) เช่น โยแก้ว โยหิน เป็นต้น

2) วัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ (organic fibrous material) เช่น ใยเซลลูโลส ใยสังเคราะห์ ไม้ ชานอ้อย ฟางข้าว เป็นต้น

3) วัสดุจากเซลล์ธรรมชาติ (organic cellular material) เช่น โฟมโพลีสไตรีน โฟมโพรยูรีเทน เป็นต้น

4) วัสดุจากเซลล์แร่ (mineral cellular material) เช่น แคลเซียมซิลิเกต เป็นต้น

3. เป็นการแบ่งประเภทฉนวนตามลักษณะของส่วนประกอบหลัก 5 ประเภท คือ

1) ประเภทเซลล์ (cell) จะมีโครงสร้างของแต่ละเซลล์ยึดติดกัน ส่วนใหญ่จะเป็นจำพวกโฟมชนิดต่าง ๆ

2) ประเภทโพรงช่องกลวง (granule) โพรงเหล่านี้เป็นอากาศที่อยู่ระหว่างอนุภาค

3) ประเภทเกล็ดหรือแผ่นเล็ก ๆ (flake) มีลักษณะอนุภาคเกาะตัวกันเป็นแผ่นเป็นก้อน เช่น เวกอร์มิคูไลท์⁵ เป็นต้น

4) ประเภทแผ่นบาง (sheet) เป็นวัสดุสะท้อนความร้อนและแผ่รังสีต่ำ และเหมาะที่จะใช้ร่วมกับฉนวนแบบมีช่องว่างอากาศ เพื่อลดการนำและการพาความร้อน

5) ประเภทเส้นใย (fiber) ฉนวนประเภทนี้มีน้ำหนักเบา ความหนาแน่นน้อย เช่น เส้นใยพางข้าวหรือพืชชนิดต่าง ๆ ใยแก้ว ใยแร่ เป็นต้น

หากพิจารณาจะพบว่า ฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ต้นมันสำปะหลัง ชังข้าวโพดนั้นจัดอยู่ในฉนวนประเภทด้านความร้อนและฉนวนใยธรรมชาติ โดยมีลักษณะเป็นก้อนเกาะยึดกันตามความหนาแน่น ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาให้เทียบเคียงวัสดุฉนวนอื่น ๆ ที่ยกตัวอย่างไว้ข้างต้น โดยฉนวนบางประเภทที่กล่าวมานั้น มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ซึ่งพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสีย ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของฉนวนบางประเภท

ชนิดของฉนวน	ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใยแก้ว (Glass Fiber)	- สภาพการนำความร้อนต่ำ - ไม่เป็นพิษ - อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 700 องศาเซลเซียส	- ไม่กันไฟ - ตัวประสาน (binder) ลูกไหม้ได้ - การแทรกซึมของไอน้ำสูง ควรมีวัสดุหุ้มกันไอน้ำ
2. ใยแร่ หรือใยหิน (Mineral Fiber or Rock Wool)	- สภาพการนำความร้อนต่ำ - ไม่เป็นพิษ - ไม่ติดไฟ - อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 1300 องศาเซลเซียส	- ตัวประสาน (binder) ลูกไหม้ได้ - การแทรกซึมของไอน้ำสูง ควรมีวัสดุหุ้มกันไอน้ำ

⁵ เวกอร์มิคูไลท์ทำจากแร่ไมกามีลักษณะเป็นเกร็ด คล้ายกระดาษ หากผสมซีเมนต์จะมีการนำความร้อนต่ำกว่าคอนกรีต 10 เท่า (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2543.)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชนิดของฉนวน	ข้อดี	ข้อเสีย
3. โยเซลลูโลส (Cellulose)	- สภาพการนำความร้อนต่ำ - ไม่เป็นพิษ	- ติดไฟได้ - การดูดซึมน้ำสูง - อาจมีการยุบตัวตามอายุใช้งาน
4. โฟมโพลีสไตรีน (Polystyrene Foam)	- สภาพการนำความร้อนต่ำ - ไม่เป็นพิษ - ใช้เป็นตัวฉนวนกันซึมได้ - การแทรกซึมของไอน้ำ และการดูดซึมน้ำต่ำ	- ติดไฟได้ - อุณหภูมิใช้งานสูงสุดไม่เกิน 82 องศาเซลเซียส
5. โฟมโพลียูรีเทน (Polyurethane Foam)	- สภาพการนำความร้อนต่ำมาก - ใช้เป็นตัวฉนวนกันซึมได้ - การแทรกซึมของไอน้ำ และการดูดซึมน้ำต่ำ	- ติดไฟได้ - เกิดควันพิษขณะลุกไหม้ แก้ไขโดยใส่สารกันไฟลาม
6. โฟมชนิดยืดหยุ่น (Elastomeric Foam)	- สภาพการนำความร้อนต่ำ - ไม่เป็นพิษ - ติดตั้งง่าย	- ไวต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ต - ติดไฟได้ เกิดควันมาก - อุณหภูมิใช้งานสูงสุด 105 องศาเซลเซียส
7. แคลเซียมซิลิเกต (Calcium Silicate)	- ไม่ติดไฟ - อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 650 องศาเซลเซียส	- การดูดซึมน้ำสูง - การแทรกซึมของไอน้ำสูง
8. เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite)	- ไม่เป็นพิษ - ไม่ติดไฟ	- สภาพการนำความร้อนสูง - การดูดซึมน้ำสูง

ที่มา : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2543.

2.1.3 คุณสมบัติความเป็นฉนวน

หากกล่าวถึงคุณสมบัติของฉนวนที่ติดตั้งจำเป็นจะต้องพิจารณาคุณสมบัติตามทฤษฎี 3 ข้อ คือ

1. ความสามารถในการต้านทานความร้อน (thermal resistance)

ค่าความต้านทานความร้อน (R) เป็นค่าที่บอกอัตราส่วนความหนาของวัสดุที่ความร้อนถ่ายเทผ่านกับค่าการนำความร้อน ซึ่งหากวัสดุใดมีค่าความต้านทานความร้อนสูง แสดงว่าวัสดุนั้นมีคุณสมบัติการป้องกันความร้อนดีตามไปด้วย

2. ความสามารถในการนำความร้อน (thermal conductance)

ค่าการนำความร้อน (C) เป็นค่าที่บอกความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุ ซึ่งแสดงอัตราปริมาณความร้อนส่งผ่านต่อหน่วยเวลาของวัสดุที่มีอุณหภูมิต่างกันต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งแต่ละวัสดุจะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่างกันไป โดยวัสดุที่ดีควรมีค่าการนำความร้อนต่ำ

ค่าต้านทานความร้อน และค่าการนำความร้อนมีความสัมพันธ์แบบส่วนกลับกันเป็นสมการที่ใช้คำนวณ ดังนี้

$$R = 1/C = \Delta X/k$$

เมื่อ R คือ ค่าต้านทานความร้อน (ตร.เมตรเควิน/ วัตต์)

C คือ ค่าการนำความร้อน (วัตต์/ ตร.เมตรเควิน หรือ จูล/ กก.เควิน)

ΔX คือ ความหนาของวัสดุ (ม.)

k คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (วัตต์/ ตร.เมตรเควิน)

ตารางที่ 2.2

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของวัสดุประเภทต่าง ๆ

ชนิดวัสดุ	ความหนา (มม.)	ความหนาแน่น (กก./ ลบ.ม.)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำ ความร้อน (k) (วัตต์/ เมตรเควิน)
1. อิฐมอญ ½ แผ่น	70.00	1,615-1,650	0.473
2. อิฐมอญเต็มแผ่น	140.00	1,650	0.473
3. คอนกรีตบล็อก	70.00	765	0.519
4. คอนกรีตมวลเบา	75.00	550-640	0.089-0.132
5. แผ่นไม้อัด	8.00	528	0.138

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ชนิดวัสดุ	ความหนา (มม.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำ ความร้อน (k) (วัตต์/ เมตรเควิน)
6. โฟเบอร์ซีเมนต์	12.00	1,100-1,300	0.125
7. แผ่นยิปซัม	12.00	800	0.140-0.190
8. โยเซลลูโลส	75.00	45-80	0.029-0.045
9. โพลียูรีเทน	25.00	35-40	0.017-0.045
10. โยแก้ว	25.00	16	0.035

ที่มา : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2538.

กระทรวงพลังงาน, 2547.

3. ความจุความร้อน (thermal capacity)

เป็นค่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและอุณหภูมิ กล่าวคือ ความจุความร้อนของวัสดุเป็นปริมาณพลังงานความร้อนที่ทำให้วัสดุมวลหนึ่งหน่วยมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส จูล/ กก.เควิน แต่ละวัสดุจะมีความจุความร้อนต่างกันไป โดยทั่วไปแล้ววัสดุที่มีความหนาแน่นมาก จะมีความจุความร้อนมากตามไปด้วย เช่น คอนกรีต มีความจุความร้อนเท่ากับ 800-1,000 จูล/ กก.เควิน น้ำมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 4,176 จูล/ กก.เควิน

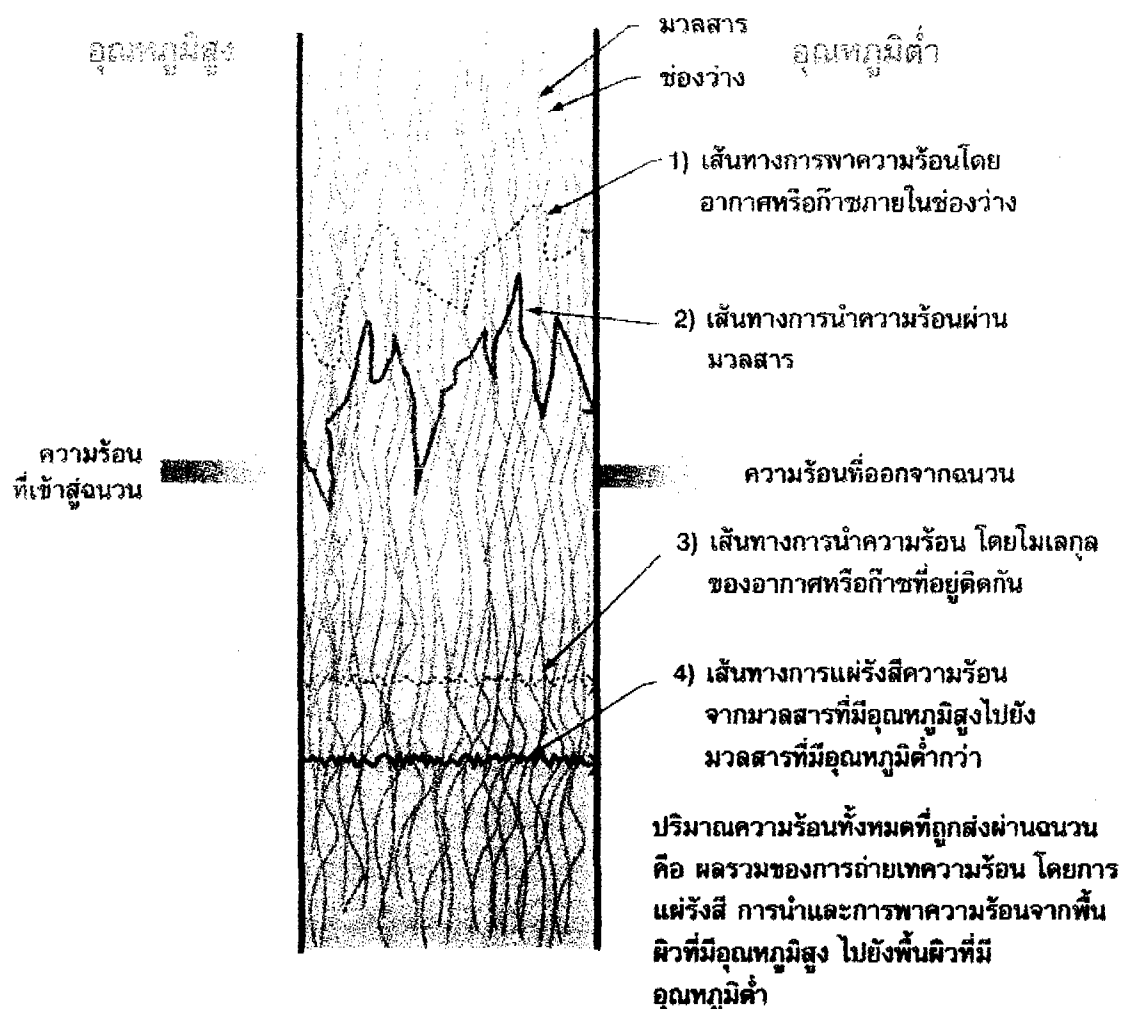
ดังนั้น ฉนวนที่ดีควรมีความต้านทานความร้อนสูง ความนำความร้อนต่ำ และมีความจุความร้อนน้อย ไม่สะสมความร้อน

2.1.4 การถ่ายเทความร้อนผ่านฉนวนผนัง

จุดมุ่งหมายของการใช้ฉนวนความร้อน คือ ต้องการยับยั้งขีดขวางการถ่ายเทความร้อน ไม่ว่าจะความร้อนนั้นจะเข้ามาหรือถ่ายเทออกไป ซึ่งในหัวข้อ 2.1.1 ได้กล่าวถึงการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุหนึ่งนั้น มีด้วยกัน 3 วิธีการคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี โดยการถ่ายเทความร้อนในฉนวนมิได้เกิดขึ้นเฉพาะวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้น แต่เกิดขึ้นพร้อมกันทั้ง 3 วิธี ซึ่งเรียกว่า สภาพนำความร้อนปรากฏ (ตระการ ก้าวกลิกรรม, 2537)

ภาพที่ 2.1

การถ่ายเทความร้อนผ่านฉนวนมวลสาร



ที่มา : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2543.

การถ่ายเทความร้อน ดังภาพที่ 2.1 ความร้อนจะเคลื่อนตัวผ่านฉนวนจากด้านซ้ายที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ด้านขวาอุณหภูมิต่ำ ภายในฉนวนที่เป็นเส้นใยหรือเซลล์ที่เรียงตัวกันทำให้ความร้อนไหลผ่านช้าลง ลักษณะโมเลกุลที่คดเคี้ยวจากการลดช่องว่างทำให้ความร้อนเดินทางลำบากขึ้นนานขึ้น หากวัสดุมีความทึบ หมายความว่า จะมีการสะท้อนรังสีเกิดขึ้นที่ผิววัสดุด้วย กล่าวคือ ช่องว่างอากาศระหว่างเซลล์มีขนาดพอเหมาะจะทำให้ความร้อนจากการพา มีปริมาณน้อย เนื่องจากการพาความร้อนของอากาศภายในลดลงจากการที่เซลล์แต่ละเซลล์ชิดกันมากขึ้น แม้ความร้อนบางส่วนจะแผ่รังสีถึงกันมากขึ้นก็ตาม แต่เมื่อเพิ่มความหนาแน่นการแผ่รังสีจะลดลง

เป็นผลจากอุณหภูมิของแต่ละเซลล์ใกล้เคียงกัน เมื่อถึงความหนาแน่นระดับที่การแผ่รังสีที่ลดลงมีค่าน้อยกว่าการนำความร้อนที่เพิ่มขึ้น เพราะเซลล์ติดกันมากทำให้ความร้อนเดินทางสะดวก การนำความร้อนปรากฏจึงเริ่มมากขึ้น ลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นโดยมากกับฉนวนมวลสาร (mass insulation) ฉะนั้นฉนวนที่ดีควรมีสภาพนำความร้อนปรากฏน้อย

2.1.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของฉนวน

1. การควบแน่น

เมื่อความชื้นปริมาณสูงใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ กระแทกกับความเย็นที่ทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (dew point) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในสภาวะไอน้ำอิ่มตัว มีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดการควบแน่น กล่าวคือ อากาศสามารถรับไอน้ำได้ในปริมาณจำกัด ส่วนที่อากาศไม่สามารถรับไว้ได้จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

ตามสภาพอากาศของประเทศไทยที่มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ทำให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำของผนังอาคาร ซึ่งผนังอาคารที่มีการปรับอากาศจะมีแนวโน้มที่จะเกิดการควบแน่นได้มากกว่าผนังอาคารที่ไม่ได้ปรับอากาศ

2. ความชื้น

กล่าวกันว่าความชื้นจะทำให้คุณสมบัติความเป็นฉนวนลดลงถึง 23 เท่า เพราะสภาพการนำความร้อนของน้ำที่อยู่ในฉนวนมีค่าการนำความร้อนมากกว่าอากาศ⁶

การป้องกันการควบแน่นเป็นหยดน้ำ ควรใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (EIFS) ที่มีโฟมโพลีสไตรีนหุ้มอยู่และมีการเคลือบผิวภายนอกด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ป้องกันการความชื้น เนื่องจากความชื้นจะไม่สามารถซึมผ่านเข้ามาภายในได้

3. การหดตัวของฉนวน

การหดตัวของฉนวนจะทำให้ความหนาของฉนวนและสภาพการต้านทานความร้อนของฉนวนลดลง อาจเกิดจากการผลิตมีอากาศเข้าไปในฉนวนมากเกินไป ผลจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง การสั่นสะเทือน หรือความชื้น เป็นต้น

⁶ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของน้ำ = 0.6 วัตต์/ เมตรเควิน ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศ = 0.026 วัตต์/ เมตรเควิน

4. สะพานความร้อน

การเกิดสะพานความร้อน เป็นผลจากโครงสร้างเสา-คานคอนกรีตเสริมเหล็กที่สัมผัสความร้อนโดยตรง ซึ่งปฏิกิริยาคัดตั้งฉนวนจะป้องกันเฉพาะผนังที่อยู่ระหว่างเสาและคานนั้น ความร้อนจึงถ่ายเทเข้าสู่อาคารส่วนหนึ่งโดยวิธีการนี้

2.2 การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาคูณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ วัสดุก่อผนังกับวัสดุฉนวน รวม 5 ชนิด คือ

2.2.1 แผ่นฉนวนจากขี้ข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และการส่งออก โดยภาคเหนือมีผลผลิตข้าวโพดต่อปีสูงที่สุด รองลงไปเป็นภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ตามลำดับ ซึ่งภาคเหนือและภาคกลางมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่อยู่ในระดับใกล้เคียงกันโดยปกติจะไม่ต่ำกว่า 300 กิโลกรัมต่อไร่

ภาพที่ 2.2

ขี้ข้าวโพดแห้ง



ซึ่งข้าวโพดเป็นเศษเหลือจากพืชทางการเกษตรชนิดหนึ่ง และจากการประเมินศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2543 พบว่าข้าวโพดมีผลผลิต 4,286 ล้าน กิโลกรัม ต่อปี และมีซึ่งข้าวโพดเหลือใช้ 1,170 ล้านกิโลกรัม แบ่งเป็นนำไปใช้เป็นพลังงาน 226 ล้าน กิโลกรัม ส่วนที่เหลือที่ยังไม่มีการนำไปใช้อีก 784 ล้านกิโลกรัม และจากปริมาณความต้องการข้าวโพดของประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น จึงมีแนวโน้มในการปลูกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแน่นอนว่าจะมีปริมาณซึ่งข้าวโพดเหลือใช้มากกว่าปัจจุบันอีกเป็นจำนวนมาก

ข้าวโพดเป็นพืชพรรณที่สามารถนำมาทำเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ในกลุ่มธัญพืช ร่วมกับข้าว ข้าวฟ่าง โดยผลผลิตจะเป็นแผ่นปาร์ติเกิล แผ่นเอ็มดีเอฟ หรือแผ่นไม้อัดซีเมนต์

2.2.2 แผ่นฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศรองจาก ข้าว ข้าวโพด และยางพารา กล่าวกันว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่ค้าขายกันมาจากประเทศไทย มันสำปะหลังนิยมปลูกทั่วประเทศ โดยเฉพาะจังหวัดนครราชสีมา ระยอง และชลบุรี ซึ่งสามารถปลูกได้ทุกเดือน

ภาพที่ 2.3

ต้นมันสำปะหลัง



ต้นมันสำปะหลังเป็นเศษเหลือจากพืชทางการเกษตรชนิดหนึ่ง ซึ่งอยู่ในกลุ่มพืชหัวที่ใช้ประโยชน์จากรากและลำต้น ร่วมกับมันฝรั่ง จากการศึกษาลักษณะทางโครงสร้างภายใน และ ส่วนประกอบทางเคมี พบว่า มีความคล้ายคลึงกับลักษณะโครงสร้างภายในของเนื้อไม้ยืนต้นทั่วไป

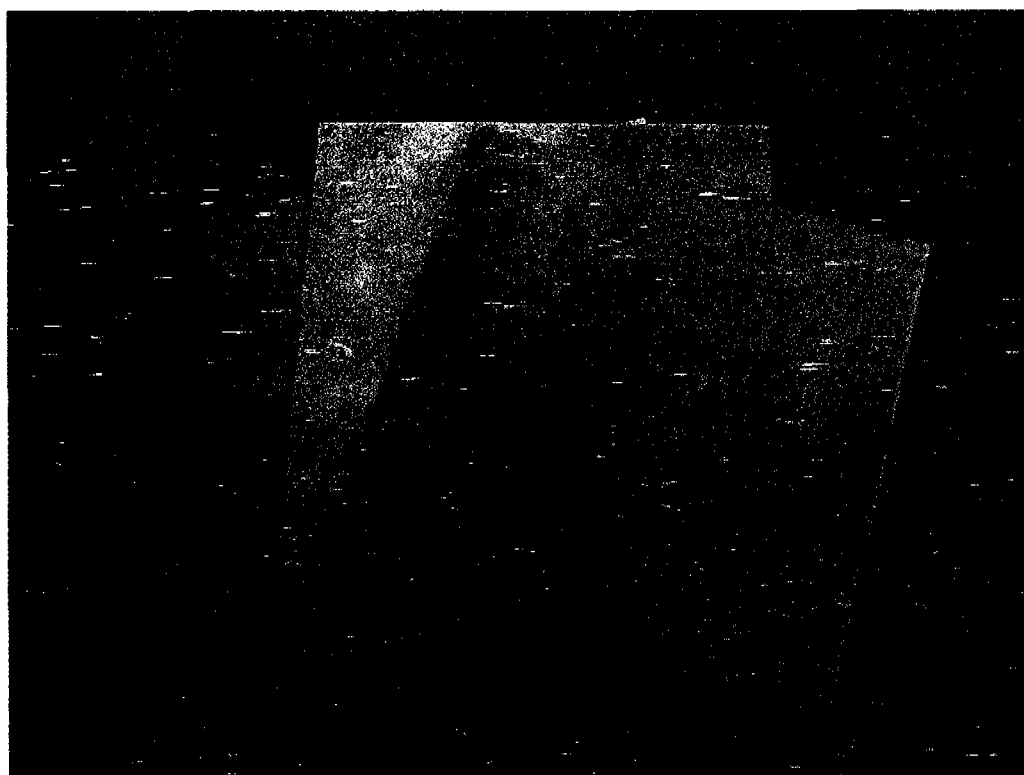
จากการประเมินศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2543 พบว่า ต้นมันสำปะหลังมีผลผลิต 19,064 ล้านกิโลกรัมต่อปี และลำต้นเหลือใช้ 1,678 ล้านกิโลกรัม ยังไม่มีนำไปใช้เป็นพลังงาน ส่วนที่เหลือที่ยังไม่มีการนำไปใช้อีก 683 ล้านกิโลกรัม

2.2.3 ไฟเบอร์ซีเมนต์

โดยปกติไฟเบอร์ไม่นิยมใช้เป็นผนังถาวร เนื่องจากความคงทนที่ยังไม่ดีนัก แต่ปัจจุบันได้มีการนำซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มาผสมกับเซลลูโลสไฟเบอร์ ในอัตราส่วน 70/ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นข้อมูลจากทางผู้ผลิต ทำให้มีความคงทนมากขึ้น สามารถใช้ในงานหลายลักษณะ เช่น ฝ้าเพดาน เริงชาย ระแนง ผนังภายใน ผนังภายนอก ผนังปิดโครงสร้างอาคารและพื้น

ภาพที่ 2.4

ไฟเบอร์ซีเมนต์



ตารางที่ 2.3

คุณสมบัติบางประการของไฟเบอร์ซีเมนต์

การปลดกมลพิษ	ไม่มีกมลพิษ
ความต้านทานแมลง เชื้อรา	ไม่มีเชื้อราเนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการใช้	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย สะดวก
การบำรุงรักษา	ง่าย
ข้อดี	ทำงานเร็ว น้ำหนักเบา ไม่ลามไฟ ป้องกันเสียงรบกวน สะดวกต่อการติดตั้ง ประหยัดพลังงาน
ข้อเสีย	เก็บความชื้น

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, 2547.

2.2.4 แผ่นไม้อัด

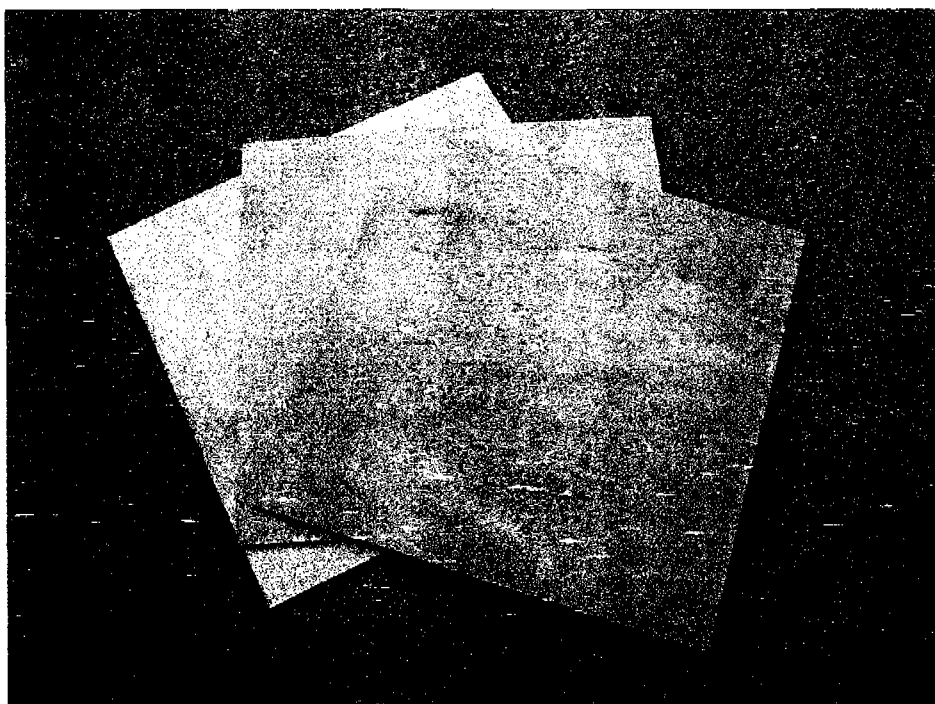
ไม้อัด เป็นการนำไม้แผ่นบางมาประกบกันโดยสลับเส้น ไม้อัดที่ผลิตออกมามีขนาด 4 x 8 ฟุต สามารถใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างทั้งภายใน และภายนอก ฝ้าเพดาน ผนัง เครื่องเรือน เป็นต้น

ตารางที่ 2.4

คุณสมบัติบางประการของไม้อัด

การปลดกมลพิษ	ไม่มีกมลพิษ
ความต้านทานแมลง เชื้อรา	ปลวกทำลายเนื้อไม้ และมีเชื้อราจากความชื้น
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการใช้	บางส่วนนำเข้าจากต่างประเทศ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย สะดวก
ข้อดี	ทำงานเร็ว น้ำหนักเบา สะดวกต่อการติดตั้ง ใช้งานได้หลากหลาย
ข้อเสีย	เก็บความชื้น ติดไฟ

ภาพที่ 2.5
ไม้อัด



2.2.5 จนวนไม้อัด

ไม้อัดผลิตจากเศษแก้วหรือก้อนแก้ว ที่ผ่านการหลอม และปั้นจนเป็นเส้น มีโครงสร้างแบบเซลล์เปิด คือ มีช่องว่างอากาศภายในระหว่างเส้น ไม้อัดเป็นวัสดุไม่ติดไฟ สามารถป้องกันความร้อนได้ดี แต่ไม่ป้องกันความชื้น ซึ่งความชื้นจะทำให้ตัววัสดุเสียคุณสมบัติไปด้วย ดังนั้น จึงใช้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ปิดผิวเพื่อต้านทานไอน้ำ

ตารางที่ 2.5

คุณสมบัติบางประการของจนวนไม้อัด

การทนไฟ	ไม้อัดไม่ติดไฟ แต่ตัวประสานติดไฟได้
การปลดปล่อย	ไม่มีกลิ่น
การทนต่อการกัดกร่อน	ไม่กัดกร่อนโลหะ
ความต้านทานแมลง เชื้อรา	ไม่ขึ้นรา
การยืดหดตัวของวัสดุ	คืนรูปดีไม่หดตัว แต่เมื่อขึ้นจะยุบตัวเป็นฝุ่น

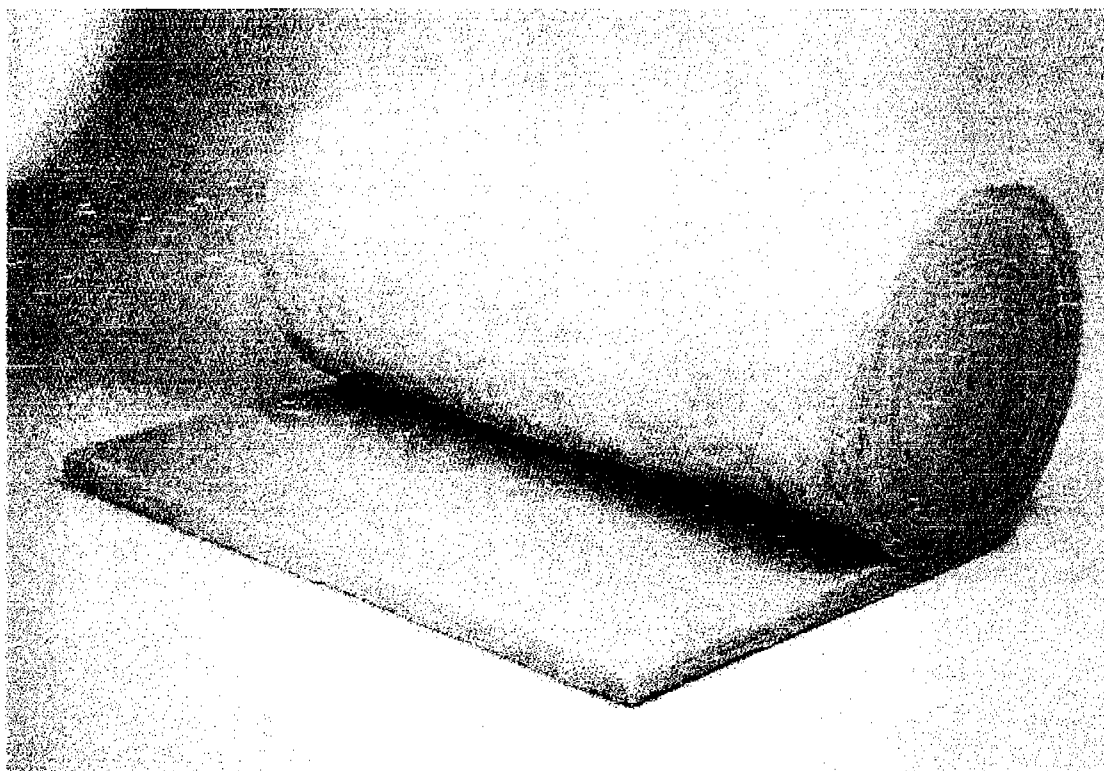
ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการใช้	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย
อายุใช้งาน	ประมาณ 5-8 ปี
ข้อดี	เป็นฉนวนที่ดี หาซื้อและติดตั้งง่าย มีหลายแบบ
ข้อเสีย	น้ำหนักมาก เป็นสารก่ออันตรายต่อร่างกาย และสภาพแวดล้อม ย่อยสลายไม่ได้ สัตว์เล็กทำรังภายใน เมื่อขึ้น คุณสมบัติจะลดลง ตัวประสาน (binder) ลูกไหม้ได้

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, 2547.

ภาพที่ 2.6

ฉนวนใยแก้ว



ที่มา : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2543.

2.3 การศึกษางานวิจัยอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง

2.3.1 การผลิตชิ้นไม้อัดจากผักตบชวา

ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะนำผักตบชวามาทดลองทำเป็นแผ่นไม้อัดเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดผักตบชวาตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ทำการผลิตทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลเท่านั้น (นิศากร เจริญดี, 2545)

1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผักตบชวา อัดขนาด 30 x 30 ซม.จำนวน 40 แผ่น
2. การดำเนินการวิจัย ทดสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ความต้านแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งตั้งจากกับผิวหน้า ความยืดหยุ่นของตะปูเกลียว ระหว่างกาวยูเรีย ฟอรัลดีไฮด์ 10 เปอร์เซ็นต์กับกาวฟีนอล ฟอรัลดีไฮด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ใช้สารกันซึมพาราฟีนอิมัลชัน 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ ที่ความหนาแน่น 700 กก./ ลบ.ม. และ 800 กก./ ลบ.ม.
3. ผลการวิจัย แผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวยูเรีย ฟอรัลดีไฮด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ใช้สารกันซึมพาราฟีนอิมัลชัน 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ความหนาแน่น 800 กก./ ลบ.ม. มีความเหมาะสมที่สุด
4. ข้อเสนอแนะ
 - 1) ควรพ่นกาวให้กระจายทั่วถึงป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของชิ้นผักตบชวา
 - 2) ควรเพิ่มความหนาแน่นเพื่อความแข็งแรงของแผ่นไม้
 - 3) ควรมีการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

2.3.2 การพัฒนาผนังอาคารด้วยวัสดุธรรมชาติพื้นถิ่นเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคาร กรณีศึกษา อาคารเรียนไม่ปรับอากาศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุท้องถิ่นและจนวนธรรมชาติในเรื่องของพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน ขั้นตอนมาเป็นการนำวัสดุทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน และขั้นสุดท้ายเป็นการศึกษาเรื่องผนังที่ประกอบขึ้นจากวัสดุผนังและจนวนธรรมชาติที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด ในด้านการป้องกันความร้อน โดยนำไปประยุกต์กับอาคารจำลอง ซึ่งจนวนธรรมชาติที่นำมาทดสอบยังไม่ชัดเจนเรื่องมาตรฐานวัสดุ กล่าวคือ กระบวนการผลิตไม่ได้ใช้เครื่องจักรจึงควบคุมคุณสมบัติได้ยาก ประการต่อมาคือ การใช้ไม้อัดประกบภายนอกจนวนธรรมชาติทั้ง 2 ด้าน ซึ่งผลการทดสอบไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน หรือพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน

ร้อนที่แท้จริงของวัสดุผนังและฉนวนธรรมชาติเป็นเช่นไร อีกประการหนึ่งคือ การทดสอบอาคารจำลองนั้นดำเนินการในกรุงเทพมหานคร จึงไม่สามารถนำไปใช้ได้กับอาคารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ (ชูพงษ์ ทองคำสมุทร, 2544)

1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผนังอิฐดินซีเมนต์ ผนังดินเหนียวผสมวัสดุการเกษตร เปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบครึ่งแผ่น ผนังคอนกรีตบล็อก แกลบ ฟางข้าว

2. การดำเนินการวิจัย

1) ทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอิฐดินซีเมนต์ ผนังดินเหนียวผสมวัสดุการเกษตร เปรียบเทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบครึ่งแผ่น ผนังคอนกรีตบล็อก โดยการสร้างกล่องทดลองขนาด $60 \times 60 \times 60$ ซม. และใช้ Data Logger ในการวัดอุณหภูมิ

2) ทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังไม้อัดประกบแกลบ และผนังไม้อัดประกบฟางข้าว โดยใช้กล่องทดลองขนาด $60 \times 60 \times 60$ ซม. และ Data Logger ในการวัดอุณหภูมิ

3) ทดสอบพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอิฐดินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับผนังไม้อัดประกบแกลบ โดยใช้กล่องทดลองขนาด $60 \times 60 \times 60$ ซม. และ Data Logger ในการวัดอุณหภูมิเช่นเดียวกัน

4) นำไปติดตั้งกับอาคารจำลองวัดผลอีกครั้งหนึ่ง

3. ผลการวิจัย คือ อาคารที่ใช้ผนังอิฐดินซีเมนต์ร่วมกับผนังไม้อัดประกบแกลบมีคุณสมบัติการป้องกันและหน่วงเหนี่ยวความร้อนอยู่ในขั้นที่สามารถพัฒนาไปสู่สถานะน่าสบายได้

4. ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการทดลองเพิ่มเติมในช่วงฤดูร้อน

2) ควรทดสอบวัสดุธรรมชาติอื่น ๆ อีก

3) ผลการทดลองอาจเปลี่ยนไปตามคุณลักษณะเฉพาะ เช่น แกลบจากข้าวเจ้า กับแกลบจากข้าวเหนียว หรือระยะเวลาอาจทำให้คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุเปลี่ยน

4) การวัดผลอยู่ในเชิงเปรียบเทียบมากกว่าเป็นฐานข้อมูล

2.3.3 การผลิตแผ่นฉนวนความร้อนจากฟางข้าว

งานวิจัยชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมายเน้นไปที่กระบวนการผลิต และคุณสมบัติของแผ่นฉนวนความร้อนที่ใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบ โดยแสดงขั้นตอนการผลิตทั้งกระบวนการ ก่อนนำแผ่นฉนวนมาทดสอบหาปริมาณความชื้น ทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ ทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ทดสอบสมบัติ

เชิงกลต่าง ๆ สุดท้ายจึงทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน โดยทดสอบวัสดุที่มีปริมาณสารยึดติด และความหนาแน่นต่างกัน (กิตติศักดิ์ บัวศรี, 2544)

1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ฟางข้าว

2. การดำเนินการวิจัย ทำการผลิตแผ่นฉนวนจากฟางข้าว ที่ความหนาแน่น ระหว่าง 400-800 กก./ ลบ.ม. และปริมาณกาวสังเคราะห์ 4 8 12 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบหาปริมาณ ความชื้น ทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ ทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ทดสอบสมบัติเชิงกลต่าง ๆ ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

3. ผลการวิจัย

1) แผ่นฉนวนจากฟางข้าวมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนอยู่ระหว่าง 0.0564-0.0957 วัตต์/ เมตรควิน โดยค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนจะแปรผันตามความหนาแน่น และปริมาณกาว กล่าวคือ เมื่อความหนาแน่น และปริมาณกาวน้อย ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนจะลดลงตามไปด้วย

2) แผ่นฉนวนจากฟางข้าวที่ใช้ปริมาณกาว 12 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ที่ความหนาแน่น 600-700 กก./ ลบ.ม. จะให้คุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 876-2532

4. ข้อเสนอแนะ

1) ควรศึกษาชนิดและปริมาณกาวหลาย ๆ ชนิด

2) ขณะอัดแผ่นฉนวนควรใช้ขี้ผึ้งหลอมเหลวหรือขี้ผึ้งอิมัลชัน ทาบริเวณแม่พิมพ์ เพื่อป้องกันการติดของแผ่นฉนวนกันแม่พิมพ์

3) ควรวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้ในเชิงอุตสาหกรรม