ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

A Feasibility Study to Fabricate the Cement Brick with Aluminium Foil from Waste Plastic Bag

นายสราวุธ ขุนพิลึก 49362185
นางสาวนัทรี แตงคารา 49360952
นายอำนวย ศักดิ์เจริญชัยกุล 49362543

i5094628. C.2
ปร.
ส355ศ
2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2552

ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
โครงการทุนอุดหนุนการวิจัย แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานปี 2552

ใบรับรองโครงงาน

หัวข้อโครงงาน : ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก
(A Feasibility Study to Fabricate the Cement Brick with Aluminium Foil from Waste Plastic Bag .)

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายสราวุธ ขุนพิลึก รหัสนิสิต 49362185
นางสาวนัทรี แตงดารา รหัสนิสิต 49360952
นายอำนวย ศักดิ์เจริญชัยกุล รหัสนิสิต 49362543

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน : อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา : 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี)

.....กรรมการ
(ดร.ภาณุ พุทธวงศ์)

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล	: ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก
โดย	: นายสราวุธ ขุนพิลึก รหัสนิสิต 49362185
	นางสาวนัทรี แตงดารา รหัสนิสิต 49360952
	นายอำนวย ศักดิ์เจริญชัยกุล รหัสนิสิต 49362543
ปริญญา	: วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันการศึกษา	: มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	: 2552
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แดนลา
สถานที่ติดต่อ/หมายเลขโทรศัพท์	: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 055-964230-31

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกต้นแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งเปรียบเทียบความเค้นอัด การดูดกลืนน้ำ แนวโน้มการหน่วงความร้อน และการสะท้อนแสง ระหว่างอิฐซีเมนต์ทั่วไปคืออิฐมวลเบา อิฐบล็อก และอิฐมอญ กับอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกโดยมีอัตราส่วนผสม ปูน 9 กิโลกรัม ทราย 18 กิโลกรัม น้ำ 4 กิโลกรัม อลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 กิโลกรัม ตามลำดับ

ผลจากการศึกษาและเปรียบเทียบค่าต่างๆพบว่า ค่าความเค้นอัดของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ทุกอัตราส่วนมีค่าความเค้นอัดสูงที่สุด และค่าความเค้นอัดนั้นแปรผกผันกับอัตราส่วนผสมของอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก ค่าอัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีค่าต่ำที่สุด ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนและค่าการสะท้อนแสงของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีค่าสูงกว่าอิฐบล็อกและอิฐมอญ แต่ต่ำกว่าอิฐมวลเบา ดังนั้นอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์สามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งแนวทางในการศึกษาต่อไปข้างหน้าควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการสร้างหลังคาซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกเพื่อประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมต่อไป

Project Title	: A Feasibility Study to Fabricate the Cement Brick with Aluminium Foil from Waste Plastic Bag .
Name	: Mr.Sarawut Khunpiluek Code 49362185
	Miss.Natsee Taengdara Code 49360952
	Mr.Aumnuey Sakjalrenchaikul Code 49362543
Degree	: Engineer Graduates Mechanical of Engineering
Major	: Mechanical of Engineering
Educational institution	: Naresuan University
Academic Year	: 2009
Project Advisor	: Mr.Sitphan Kanla
Address	: Department Mechanical Engineering, Naresuan University Phitsanulok 055-964230-31

Abstract

This project was to A Feasibility Study to Fabricate the Cement Brick with Aluminum Foil from Waste Plastic Bag for save energy and environment .Along with to compare compressive stress, water absorption, trends of delayed heat and reflection of Lightweight brick, Brick, Brick red and Cement Brick with Aluminum Foil from Waste Plastic Bag. The ingredient Cement Brick with Aluminum Foil from Waste Plastic Bag are cement 9 kilogram, sand 18 kilogram, water 4 kilogram and Aluminum Foil from Waste Plastic Bag 0, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 and 0.7 kilogram.

It was found compressive stress's Cement Brick with Aluminum Foil from Waste Plastic Bag is most and compressive stress is change with ingredient Aluminum Foil from Waste Plastic Bag, water absorption is lowest, trends of delayed heat brick and the reflection are better than Brick and Brick red but less than Lightweight brick. So Cement Brick with Aluminum Foil from Waste Plastic Bag can work. In the future Cement Brick with Aluminum Foil from Waste Plastic Bag will create tile for save energy and environment.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากอาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แดนลา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำปรึกษา และชี้แนะแก้ไขรายงานโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้เขียนรู้สึกในความกรุณาและขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณครูช่างภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมโยธา และวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่กรุณาอำนวยความสะดวก เอื้อเฟื้อในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ ตลอดจนช่วยแนะนำการใช้เครื่องมือทดสอบชนิดต่าง ๆ ในการทำการปฏิบัติโครงงาน

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่คอยช่วยเหลือ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่น้อง ที่สนับสนุน ส่งเสริมในเรื่องการศึกษา คอยให้กำลังใจและอยู่เคียงข้างตลอดมา

สุดท้ายนี้ปริญญานิพนธ์จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้หากไม่ได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โครงการทุนอุดหนุนการวิจัย แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานปี 2552 จึงใคร่ขอขอบพระคุณมายัง ณ ที่นี้ด้วย

นายสราวุธ ขุนพิลึก
นางสาวนัทรี แตงดารา
นายอำนวย ศักดิ์เจริญชัยกุล

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
ลำดับสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 ระยะเวลาแผนการปฏิบัติงาน	3
1.7 งบประมาณ	4
บทที่ 2 หลักการ และทฤษฎี	5
2.1 การนำความร้อน	7
2.2 ความเค้นอัด	8
2.3 การดูดกลืนน้ำ	9
2.4 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร	9
2.5 การสะท้อนแสง	10
2.6 หน้าที่และคุณสมบัติของส่วนผสม	12
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 การทดลอง	14
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	14
3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง	15
3.3 ขั้นตอนการผสมปูน	15

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 ขั้นตอนการทดสอบความเค้นอัด	18
3.5 ขั้นตอนการทดสอบการหาอัตราการดูดกลืนน้ำ	21
3.6 ขั้นตอนการทดสอบการหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร	22
3.7 ขั้นตอนการทดสอบการหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ	22
3.8 ขั้นตอนการทดสอบการสะท้อนแสง	25
บทที่ 4 ผลการทดลอง	28
4.1 ค่าความเค้นอัด	28
4.2 ค่าการดูดกลืนน้ำ	29
4.3 ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร	30
4.4 ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ	31
4.5 ค่าการสะท้อนแสงโดยพิจารณาจากความเข้มแสง	32
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์	34
5.1 ค่าความเค้นอัด	34
5.2 ค่าการดูดกลืนน้ำ	34
5.3 ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร	34
5.4 ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ	35
5.5 ค่าการสะท้อนแสงโดยพิจารณาจากความเข้มแสง	35
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก ก	37
ภาคผนวก ข	44
ภาคผนวก ค	46
ภาคผนวก ง	55
ภาคผนวก จ	58
ภาคผนวก ฉ	71
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	81

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงอัตราส่วนผสม	15
3.2 แสดงการวัดอุณหภูมิอิฐ	24
3.3 แสดงการวัดการสะท้อนแสง	26

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้าน	5
2.2 แสดงการนำความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน	6
2.3 แสดงการนำความร้อน	7
2.4 แสดงแรงกด	8
2.5 แสดงความหนาแน่นมวลวัตถุ	9
2.6 แสดงการสะท้อนของแสง	11
2.7 แสดงการสะท้อนของแสง	11
3.1 แสดงสารผสมเพิ่ม	15
3.2 แสดงขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมของอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์	16
3.3 แสดงแบบหล่อทรงลูกบาศก์	16
3.4 แสดงการหล่อแบบเพื่อทำการทดสอบกำลังอัด	17
3.5 แสดงแบบหล่อทรงกระบอก	17
3.6 แสดงการบ่มอิฐซีเมนต์	18
3.7 แสดงอิฐที่พร้อมจะทดสอบกำลังอัด	18
3.8 แสดงการวัดขนาดอิฐ	18
3.9 แสดงการทำความสะอาดเครื่องทดสอบกำลังอัด	19
3.10 แสดงการวางแท่งทดสอบ	19
3.11 แสดงการป้อนข้อมูลลงในเครื่องทดสอบ	19
3.12 แสดงผลการทดสอบกำลังอัด	20
3.13 แสดงข้อมูลที่เครื่องแสดงออกมา	20
3.14 แสดงแท่งทดสอบการดูดกลืนน้ำ	21
3.15 แสดงการอบแท่งทดสอบ	21
3.16 แสดงการอบอิฐ	22
3.17 แสดงการชั่งอิฐบันทึกค่าน้ำหนัก	22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.18 แสดงอิฐที่ใช้ในการทดสอบหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ	23
3.19 แสดงแหล่งกำเนิดความร้อน	23
3.20 แสดงการทดสอบการหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ	24
3.21 แสดงข้อมูลอุณหภูมิของอิฐ	25
3.22 แสดงห้องมืดที่ใช้ในการทดลอง	25
3.23 แสดงสปอตไลท์ที่ใช้ในวัดการสะท้อนแสง	26
4.1 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเค้นอัดกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์	28
4.2 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการดูดกลืนน้ำกับอัตราอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์	29
4.3 แสดงกราฟเปรียบเทียบความหนาแน่นของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์	30
4.4 แสดงกราฟเปรียบเทียบการเพิ่มอุณหภูมิของอิฐเมื่อได้รับความร้อน	31
4.5 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มแสง ณ ตำแหน่งตรงกลางก้อนอิฐ	32
4.6 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง ณ ตำแหน่งด้านข้างทั้งสี่ของก้อนอิฐ	33
1ก. แสดงเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล	37
2ก. แสดงเหล็กตำ	37
3ก. แสดงแบบหล่อทรงลูกบาศก์	38
4ก. แสดงแบบหล่อทรงกระบอก	38
5ก. แสดงชุดทดสอบกำลังอัด	38
6ก. แสดงเครื่องผสมปูน	39
7ก. แสดงเครื่องอบ	39
8ก. แสดงอุปกรณ์ฉาบปูน	39
9ก. แสดงเครื่องปั่นผลไม้	40
10ก. แสดงเครื่องวัดความส่องสว่างแบบมือถือ	40
11ก. แสดงวัดอุณหภูมิ AP-1701-2	40

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
12ก. แสดงห้องมืด	41
13ก. แสดงสปอตไลท์ติดโครงเหล็ก	41
14ก. แสดงปูนซีเมนต์	42
15ก. แสดงทราย	42
16ก. แสดงน้ำ	42
17ก. แสดงเศษอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกปั่น	43
1ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 1 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก	47
2ค. แสดงชิ้นส่วนที่ 1 ที่สร้างขึ้นจริง	47
3ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 2 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก	47
4ค. แสดงชิ้นส่วนที่ 2 ที่สร้างขึ้นจริง	48
5ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 3 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จาก ถุงขยะพลาสติก(ด้านหน้า)	48
6ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 3 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จาก ถุงขยะพลาสติก(ด้านบน)	48
7ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 3 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จาก ถุงขยะพลาสติก(ด้านข้าง)	49
8ค. แสดงชิ้นส่วนที่ 3 ที่สร้างขึ้นจริง	49
9ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จาก ถุงขยะพลาสติก(ด้านหน้า)	49
10ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จาก ถุงขยะพลาสติก(ด้านบน)	50
11ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จาก ถุงขยะพลาสติก(ด้านข้าง)	50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
12ค. แสดงชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ที่สร้างขึ้นจริง	50
13ค. แสดงชิ้นส่วนแบบที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์	51
14ค. แสดงแบบวาดโต๊ะใช้ในการอัดแบบ (ด้านหน้า)	51
15ค. แสดงแบบวาดโต๊ะใช้ในการอัดแบบ (ด้านบน)	51
16ค. แสดงแบบวาดโต๊ะใช้ในการอัดแบบ (ด้านข้าง)	52
17ค. แสดงโต๊ะอัดแบบที่สร้างขึ้นจริง	52
18ค. แสดงสารผสมเพิ่ม	53
19ค. แสดงขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมของอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก	53
20ค. แสดงขั้นตอนการเตรียมแบบ	54
21ค. แสดงการหล่อแบบ	54
22ค. แสดงการอัดแบบ	54
23ค. แสดงขั้นตอนการถอดแบบ	55
1ง. แสดงโปรแกรม AP-1701-2	56
2ง. แสดงการเชื่อมต่อเครื่อง AP-1701-2 กับเครื่องคอมพิวเตอร์	56
3ง. แสดงการค้นหาเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	57

ลำดับสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
σ	ความเค้น	N/m^2
ρ	ความหนาแน่นของวัตถุ	kg/m^3
ΔT	ผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกผนัง	k
L	ความหนา	m
A	พื้นที่ผิว	m^2
E	ความสว่าง	lux
F	ฟลักซ์ของลำแสง	lm
k	ค่าการนำความร้อนของผนัง	w/m.k
m	มวลวัตถุ	kg
P	แรงภายนอกที่มากระทำ	N
Q_c	ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายนอก	w
Q_{cond}	ภาระการนำความร้อน	w/m
Q_e	การระเหยหรือความร้อนที่กลายเป็นไอ	w
Q_i	ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายใน	w
Q_s	ความร้อนจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์	w
Q_v	ความร้อนที่มาจากการระบายอากาศ	w
V	ปริมาตรวัตถุ	m^3
W_1	น้ำหนักก่อนอบ	g
W_2	น้ำหนักหลังอบ	g

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันนี้ไม่ว่าจะเป็นขนมอบกรอบ นม บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีการนำอลูมิเนียมฟอยล์เคลือบไว้ภายในบรรจุภัณฑ์เพื่อกันความชื้น ทำให้ปัญหาขยะกลุ่มนี้มีมาก อลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกเป็นวัตถุสังเคราะห์ที่ย่อยสลายได้ยากและเป็นมลพิษเมื่อเผาหรือทำลาย จึงได้เกิดแนวคิดในการนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกที่ใช้แล้วกลับมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ อิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง

ในอดีตการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนนั้นจะทำมาจากไม้ที่มีอยู่ในธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้เหล่านั้นเริ่มลดน้อยลงประกอบกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง จึงได้มีการผลิตวัสดุในการก่อสร้างขึ้นมาทดแทนไม้ ซึ่งอิฐซีเมนต์ก็เป็นวัสดุก่อสร้างอีกประเภทหนึ่งที่มีความจำเป็นในการก่อสร้างที่เป็นส่วนประกอบของอาคารบ้านเรือนในการใช้ทำกำแพงหรือผนัง และด้วยสภาพอากาศในปัจจุบันมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นจึงมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อช่วยปรับอุณหภูมิภายในอาคารบ้านเรือน ดังนั้นเราจึงมีแนวคิดที่จะทำให้คุณสมบัติทางความร้อนของอิฐดีขึ้นเพื่อลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ โดยการนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกเป็นวัสดุผสมของอิฐซีเมนต์

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าอลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้ดีและย่อยสลายยากจึงมีแนวคิดนำเอาอลูมิเนียมฟอยล์เหล่านี้กลับมาใช้ใหม่ โดยเป็นส่วนผสมของอิฐซีเมนต์เพื่อให้อิฐซีเมนต์ที่ผลิตมีคุณสมบัติทางความร้อนที่ดีขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกมาผลิตอิฐซีเมนต์เพื่อใช้ในการก่อสร้าง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 สร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกต้นแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม

1.2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกล และคุณสมบัติทางความร้อนระหว่างอิฐซีเมนต์ทั่วไปกับอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้อิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกต้นแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม

1.3.2 ลดปริมาณขยะและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

1.3.3 ลดการกำจัดขยะที่ก่อให้เกิดมลพิษ

1.3.4 ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถขยายธุรกิจเกี่ยวกับอิฐซีเมนต์ได้

1.3.5 ได้บทความทางวิชาการเพื่อเป็นวิทยาทานแก่ผู้ที่สนใจ

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 อิฐซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นอิฐซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

1.4.2 ทดสอบสมบัติพื้นฐานเบื้องต้น

1.4.2.1 การนำความร้อน

1.4.2.2 ค่ากำลังอัด

1.4.2.3 อัตราการดูดกลืนน้ำ

1.4.2.4 ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร

1.4.2.5 ค่าการสะท้อนแสง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอิฐซีเมนต์และกรรมวิธีการทำอิฐซีเมนต์

1.5.2 ออกแบบและสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกเพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม

1.5.3 ทดสอบคุณสมบัติ

1.5.3.1 ความเค้นอัด ตามมาตรฐาน BS 1881

1.5.3.2 การดูดกลืนน้ำ ตามมาตรฐาน ASTM C 127

1.5.3.3 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

1.5.3.4 แนวโน้มการหน่วงความร้อน

1.5.3.5 ค่าการสะท้อนแสง

1.5.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกกับอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญ

1.5.5 สรุปผลและวิจารณ์

1.6 ระยะเวลาแผนการปฏิบัติงาน (Gantt Chart)

ระยะเวลาดำเนินการ 11 เดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2552 ถึง พฤษภาคม 2553

	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอิฐซีเมนต์	←	→									
2.ออกแบบและสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม		←	→	→							
3.ทดสอบคุณสมบัติทางกลและคุณสมบัติทางความร้อน					←	→			→		
4.วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับอิฐทั่วไปที่มีในท้องตลาด							←	→	→	→	
5.สรุปผลและวิจารณ์									←		→

แผนที่วางไว้ ←——→

ปฏิบัติได้จริง ←——→ (เครื่องมือวัดการนำความร้อนเลขครุภัณฑ์ที่ 3413-002-009 งปม. 76/40 ชำรุด)

1.7 งบประมาณ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โครงการทุนอุดหนุนการวิจัย แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานปี 2552

ค่าวัสดุ

ปูนซีเมนต์	3,000	บาท
ทราย	1,000	บาท
เหล็กสำหรับทำบล็อกแม่แบบ	6,000	บาท
เครื่องปั่นอลูมิเนียมฟอยล์	2,500	บาท
Thermocouple และเครื่องวัดอุณหภูมิ	4,000	บาท
ตัวกำเนิดความร้อน เช่น ไฟสปอร์ตไลท์	2,500	บาท
อุปกรณ์และเครื่องมือช่าง	5,000	บาท
วัสดุสำนักงาน	4,000	บาท
รวม	28,000	บาท

ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

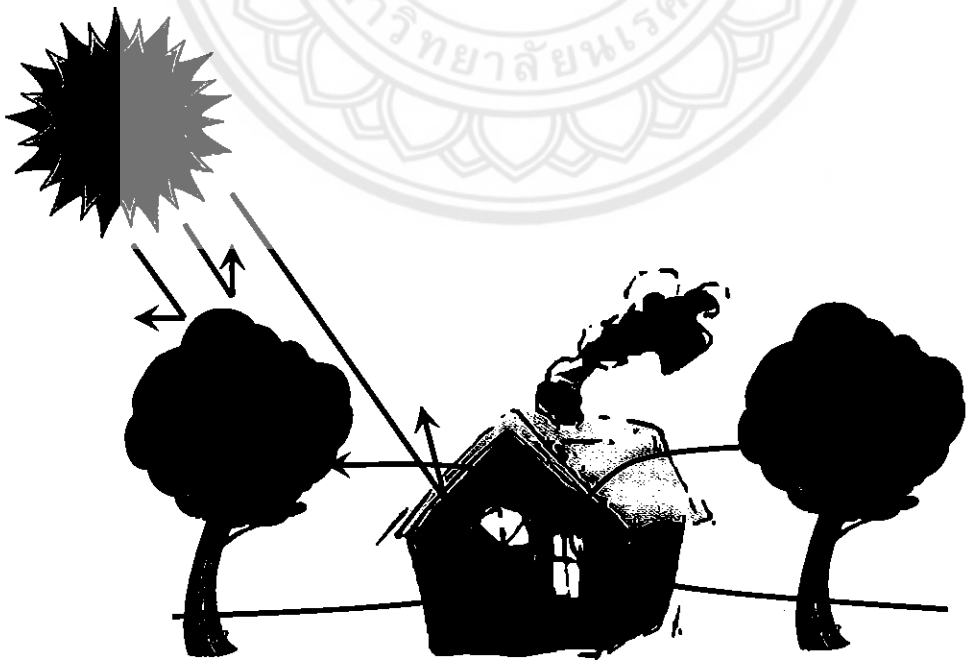
บทที่ 2

หลักการ และทฤษฎี

บทนำ

ในปัจจุบันสภาวะอากาศของโลกร้อนขึ้นเป็นอย่างมากในทุก ๆ ปี เนื่องจากสภาพแวดล้อมและธรรมชาติที่ถูกทำลายลงโดยมนุษย์ ทำให้มีการใช้พลังงานต่าง ๆ อย่างสิ้นเปลือง รวมทั้งความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะทางด้านที่อยู่อาศัย ทั้งหมดนี้เป็นผลมาจากความต้องการความสะดวกสบายของมนุษย์ทั้งสิ้น หากไม่คำนึงถึงการนำไปใช้อย่างฟุ่มเฟือยแล้ว อนาคตข้างหน้าอาจจะไม่มีเหลือเพียงพอต่อการใช้งาน ซึ่งหากจะกล่าวถึงการใช้พลังงานทางด้านที่อยู่อาศัยแล้ว พบว่าผนังและหลังคาเป็นส่วนประกอบของสถาปัตยกรรมที่รับความร้อนโดยตรงจากแสงอาทิตย์มากที่สุด เป็นผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนลงสู่พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารโดยตรง ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นคือ หลังคาสะสมความร้อนไว้มากและถ่ายเทลงสู่พื้นที่บริเวณในบ้าน ส่งผลให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารไม่อยู่ในสภาวะสบาย จึงทำให้ความต้องการในการใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นมากในปัจจุบัน เนื่องจากเมืองไทยเป็นประเทศที่อยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศก็คือ การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร สำหรับบ้านพักอาศัยนั้นก็มีหลายแนวทาง เช่น

1. การสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม
2. การป้องกันความร้อนให้กับเปลือกอาคาร
3. การเลือกใช้การระบายอากาศภายในอาคารอย่างเหมาะสม

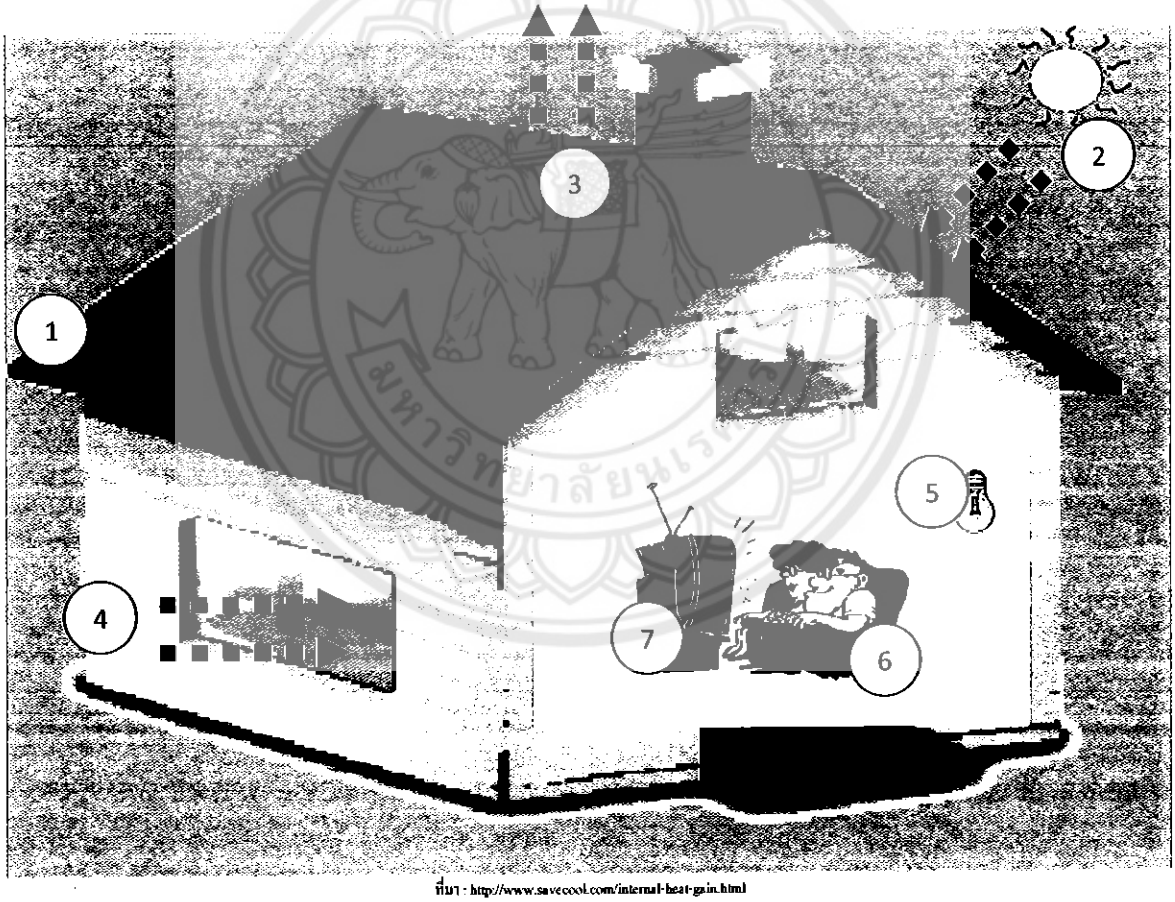


รูปที่ 2.1 แสดงการป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้าน

การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านแบบมีค่าดำเนินการ เช่น การติดตั้งฉนวนกันความร้อน การเลือกวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ หรือการเลือกใช้วัสดุประหยัดพลังงานประเภทต่าง ๆ

การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านแบบไม่มีค่าดำเนินการ สามารถทำได้หลาย ๆ วิธีด้วยกัน เช่น การใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติ การใช้ธรรมชาติเพื่อป้องกัน หรือลดรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่ตัวบ้าน เช่น ปลูกต้นไม้ในทิศทางที่เหมาะสม การจัดวางตำแหน่งของตัวบ้านในขั้นตอนการออกแบบให้มีผลกระทบต่อภาระการทำความเย็นน้อยที่สุด การป้องกันการเกิดความร้อนจากภายใน เช่น การปิดสวิทซ์ไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทที่เป็นแหล่งความร้อนต่าง ๆ เมื่อไม่มีการใช้งาน การตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศ เป็นต้น

ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)



ที่มา - http://www.savecool.com/internal-heat-gain.html

รูปที่ 2.2 แสดงการนำความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน

ที่มาของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในบ้าน ประกอบด้วย

1 การนำความร้อนจากภายนอกผ่านผนัง หลังคาและกระจก (Conduction Heat Gain)

2 ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (Solar Heat Gain)

3 ความร้อนจากการระบายอากาศ (Ventilation Heat Gain)

4 ความร้อนจากการรั่วซึมอากาศ (Infiltration Heat Gain)

5 ความร้อนจากแสงประดิษฐ์ (Lighting Heat Gain)

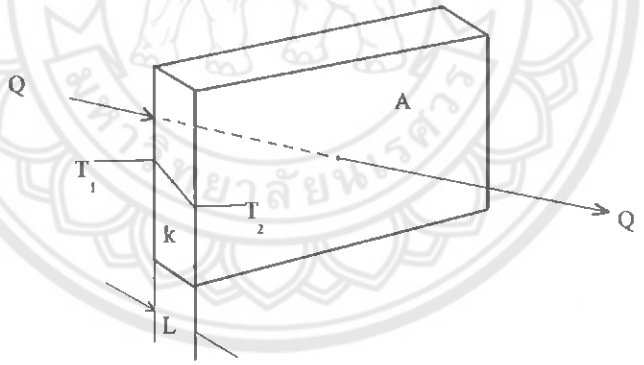
6 ความร้อนจากผู้ใช้อาคาร (Occupant Heat Gain)

7 ความร้อนจากอุปกรณ์ภายในอาคาร (Equipment Heat Gain)

การคำนวณภาระความร้อนของผนังคอนกรีต ความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร เกิดขึ้นจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่ส่งผ่านมายังวัสดุอุปกรณ์และตัวกลาง ซึ่งภาระส่วนนี้ได้แก่ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

2.1 การนำความร้อน (heat conduction)

การนำความร้อน คือ ปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่ง ๆ หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่ตัวกลางไม่มีการเคลื่อนที่



รูปที่ 2.3 แสดงการนำความร้อน

การนำความร้อนจากบริเวณที่ร้อนมากกว่า ไปสู่บริเวณที่เย็นกว่า การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นทุกทิศทาง วัสดุจะมีการนำความร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างโมเลกุลและปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สมบัติของวัสดุ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิววัสดุ ความหนาวัสดุ และช่วงเวลาที่สัมผัส เป็นต้น การหาค่าการนำความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในผนังบ้าน สามารถคำนวณได้จาก

$$Q_{cond} = kA\frac{\Delta\Gamma}{L}$$ สมการที่ 2.1

เมื่อ Q_{cond} = ภาระการนำความร้อน (w/m)

k = ค่าการนำความร้อนของผนัง (w/m.k)

A = พื้นที่ผิว (m^2)

L = ความหนา (m)

ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกผนัง (k)

2.2 ความเค้นอัด (Compressive Stress)

ตามความเป็นจริงความเค้นหมายถึง แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุที่มีต่อแรงภาย**นอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่** การหาค่าความเค้นสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้คือ

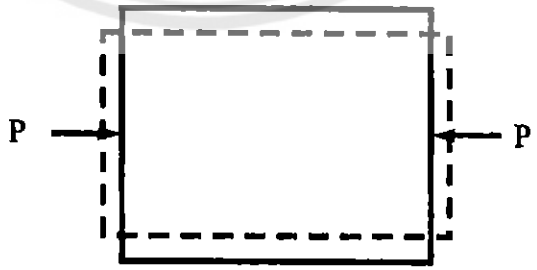
$$\sigma = \frac{P}{A}$$ สมการที่ 2.2

เมื่อ σ = ความเค้น

P = แรงภายนอกที่มากระทำ

A = พื้นที่ตั้งฉากกับแรงกระทำ

ความเค้นแรงอัด เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง เพื่อ**พยายามอัดให้วัสดุมีขนาดสั้นลง ดังแสดงในรูป** 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงแรงกด (Compression)

การทดสอบแรงอัดเป็นการทดสอบที่มีลักษณะการใส่แรงกระทำในแบบตรงข้ามกับการทดสอบแรงดึง คือการทดสอบแรงดึงเป็นการทดสอบในลักษณะการดึงยืดชิ้นทดสอบ ส่วนการทดสอบแรงอัดเป็นการทดสอบในลักษณะการกดอัดชิ้นทดสอบ โดยการพิจารณาเลือกการทดสอบแรงอัดแทน

กระบวนการทดสอบอื่นจะขึ้นอยู่กับประเภทของการนำไปใช้งานของวัสดุ เช่นโลหะซึ่งมีความต้านทานแรงดึงค่อนข้างสูง รวมทั้งวัสดุกลุ่มพลาสติก ส่วนใหญ่จะทำการทดสอบแรงดึง ส่วนวัสดุเปราะ เช่น คอนกรีต อิฐ และผลิตภัณฑ์เซรามิคซึ่งมีความแข็งแรงดึงค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับความแข็งแรงอัด ประกอบกับวัสดุประเภทนี้จะใช้งานในรูปของการรับแรงอัดมากกว่า ดังนั้นการทดสอบแรงอัดกับวัสดุประเภทนี้จึงให้นัยสำคัญมากกว่าการทดสอบแรงดึง

2.3 การดูดกลืนน้ำ (Water Absorption)

อิฐเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการก่อสร้างอาคาร บ้านพักอาศัย ฯลฯ เนื่องจากราคาถูก แข็งแรง ทนทาน อิฐจะถูกมาใช้ทำผนังของอาคาร ก่อเรียงกันในแนวตั้ง เพื่อใช้สำหรับบังแดด กันฝน ฯลฯ หากอิฐมีคุณสมบัติที่ไม่ดีพอ จะทำให้น้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในผนัง สร้างความเสียหายให้กับอาคารได้

เพื่อทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ การหาการดูดกลืนของน้ำคิดจากค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐแห้งและน้ำหนักของอิฐที่ดูดกลืนน้ำเป็นกรัม (g) ดังสมการการคำนวณอัตราการดูดกลืนน้ำดังนี้

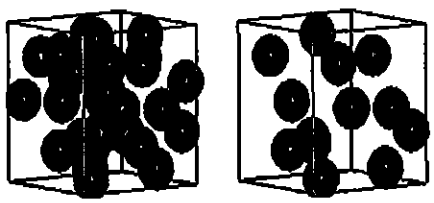
$$\text{อัตราการดูดกลืนน้ำ} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

เมื่อ w_1 = น้ำหนักก่อนอบ (g)

w_2 = น้ำหนักหลังอบ (g)

2.4 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร (Volumetric Density)

ความหนาแน่น (Density) ของสารใด ๆ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมวล (Mass) ต่อ ปริมาตร (Volume) ของสารนั้น โดยจะหาความหนาแน่นของสารใด ๆ ได้นั้น ต้องหามวล และ ปริมาตรของสารนั้นให้ได้ก่อน มวล (Mass) แทนสัญลักษณ์ด้วย m เป็นปริมาณเนื้อสารที่มีอยู่จริง และมวลของวัตถุจะมีค่าคงที่เสมอ



ที่มา : http://www.neutron.rmutphysics.com/chemistry-glossary/index.php?option=com_content&task=&id=302&Itemid=0&limit=9&limitstart=774

รูปที่ 2.5 แสดงความหนาแน่นมวลวัตถุ

$$\rho = \frac{m}{v}$$ สมการที่ 2.4

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของวัตถุ (kg/m^3)

m = มวลรวมของวัตถุ (kg)

v = ปริมาตรรวมของวัตถุ (m^3)

การทดสอบเพื่อหาความหนาแน่นของอิฐมวลเบาตามมาตรฐานการทดสอบ ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง} = \frac{\text{มวลของชิ้นทดสอบหลังอบ } 105\ ^\circ C}{\text{ปริมาตรของชิ้นทดสอบ}}$$ สมการที่ 2.5

2.5 ความเข้มแสงและการสะท้อนแสง (Light intensity and Reflection)

2.5.1 ความเข้มแสง (Light intensity)

ความสว่าง 1 ลักซ์ (lux) หมายถึงความสว่างที่เกิดบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร บนผิวทรงกลมที่มีรัศมี 1 เมตร โดยแหล่งกำเนิดแสงเป็นจุดขนาดความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา (cd) และอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวัตถุนั้น และมีสมการดังนี้

$$E = \frac{F}{A}$$

สมการที่ 2.6

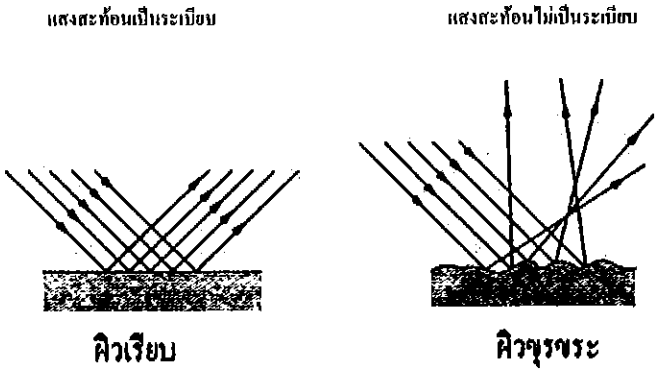
เมื่อ E คือ ความสว่าง (lux)

F คือ ฟลักซ์ของลำแสง (lm)

A คือ พื้นที่ผิว (m^2)

2.5.2 การสะท้อนแสง (Reflection)

การสะท้อน เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของแสง เมื่อแสงเดินทางไปกระทบกับวัตถุ ไม่ว่าจะมีพื้นผิวอย่างไร จะเกิดการสะท้อน หรือการย้อนกลับของแสง (บนระนาบเดียวกัน) วัตถุแต่ละชนิดจะสะท้อนแสงได้ดีไม่เท่ากัน วัตถุทึบแสงที่มีผิวเรียบ และเป็นมัน จะสะท้อนแสงได้ดีกว่าวัตถุที่โปร่งแสง หรือมีผิวขรุขระ ดังแสดงในรูป2.6



ที่มา : http://www.rmutphysics.com/PHYSICS/oldfront/62/light1/ligh_4.htm

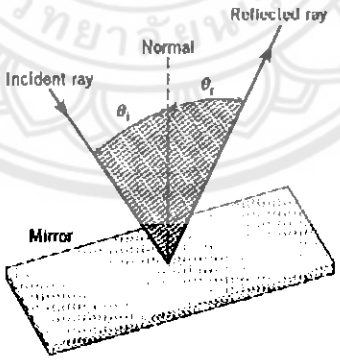
รูปที่ 2.6 แสดงการสะท้อนของแสง

กฎการสะท้อนของแสง (Law of Reflection)

1. **มุมตกกระทบ**คือมุมที่รังสีตกกระทบ (Incident ray) ทำกับเส้นปกติ (Normal) ของ**ผิวสะท้อน**
2. **มุมสะท้อน** (Reflected ray) คือมุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นปกติ

การสะท้อนของแสงที่มีระเบียบจะได้

1. **มุมตกกระทบ**มีค่าเท่ากับมุมสะท้อน ($\theta_i = \theta_r$)
2. **รังสีตกกระทบ** รังสีสะท้อนและเส้นปกติ จะอยู่ในระนาบเดียวกัน



ที่มา : http://www.rmutphysics.com/PHYSICS/oldfront/62/light1/ligh_4.htm

รูปที่ 2.7 แสดงการสะท้อนของแสง

2.6 หน้าที่และคุณสมบัติของส่วนผสม

อลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum Foil)

สารที่ใช้ผสมเพิ่มเพื่อเพิ่มคุณสมบัติแก่อิฐให้ดีกว่าหรือด้อยกว่าเดิม มีอยู่หลากหลายชนิด เช่น ขี้เถ้าแกลบ เศษแก้ว โฟม ยางพารา เป็นต้น ในการทดลองนี้ ทางคณะผู้ทำโครงงานมีความสนใจในสารผสมเพิ่มประเภท อลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการสะท้อนแสงให้แก่อิฐที่ใช้ในการทดลอง อลูมิเนียมฟอยล์ทำจากโลหะอะลูมิเนียมซึ่งถูกนำมาหลอมและรีดให้เป็นแผ่นบางใช้เคลือบไว้ในบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ขนมอบกรอบ นม เป็นต้น เพื่อป้องกันความชื้นเป็นการรักษาความสดของอาหาร

คุณสมบัติของอลูมิเนียมฟอยล์

1. มีความมันวาว
2. สะท้อนแสงอาทิตย์ได้ดี
3. น้ำหนักเบา
4. ทนทานต่อสารปนเปื้อน
5. มีความยืดหยุ่นที่ดี
6. สามารถเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี

มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายไชยยันต์ ชัยจักร และคณะ[1] ผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาจากกากอุตสาหกรรมรีไซเคิลเหล็ก เพราะว่าปัจจุบันมีความนิยมในการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาในอุตสาหกรรมการก่อสร้างมาก แต่เทคโนโลยีการผลิตคอนกรีตมวลเบายังคงนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง เพื่อลดต้นทุนการผลิตและลดปัญหาในการจัดการสิ่งแวดล้อมจากโรงงาน จึงใช้ตะกรันแทนการใช้หินโดยมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์และเถ้าถ่านหินเป็นวัสดุประสานเป็นอัตราส่วน 40:60 และอัตราส่วนของน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.45 ทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตด้านกำลังอัด ความหนาแน่น และการดูดกลืนน้ำเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 58-2530 โดยกำลังอัดไม่น้อยกว่า 47.26 Kg/cm^2 การดูดกลืนน้ำอยู่ระหว่างร้อยละ 4.83 ถึงร้อยละ 8.52 และความหนาแน่นที่ 1065-1430 Kg/m^3

นายประชุม คำพุฒ[2] นำยางพาราซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นมาใช้เป็นสารผสม เพิ่มคุณสมบัติด้านการรับกำลังและการเป็นฉนวนกันความร้อนของคอนกรีตมวลเบา มีอัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ต่อทรายละเอียดเท่ากับ 1:1 ปริมาณผงอะลูมิเนียมร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมทั้งหมด อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ 0.10 โดยน้ำหนัก ทดสอบคุณสมบัติของอิฐตามมาตรฐานของ มอก. 1505-2541 ค่ากำลังอัดเท่ากับ 115 Kg/cm^2 ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1.42 cm^3 ค่าดูดกลืนน้ำเท่ากับร้อยละ 7.89

ดร.วัชระ เพิ่มชาติ[3] ค้นคว้าศึกษาและทำอิฐมวลเบาผสมขี้เถ้าแกลบ มีแนวคิดที่ว่าขี้เถ้าแกลบเป็นสิ่งเหลือใช้ที่ได้จากกระบวนการเผาไหม้ มีน้ำหนักเบา และการนำความร้อนที่ต่ำ จึงน่าจะนำมาเป็นส่วนประกอบของอิฐมวลเบาได้ ใช้ขี้เถ้าแกลบแทนปูนซีเมนต์และทราย ส่วนประกอบอื่นยังคงเดิมและทำการทดสอบวัดอุณหภูมิภายในห้องที่ผนังสร้างจากอิฐมวลเบาผสมขี้เถ้าแกลบพบว่ามีค่าต่ำกว่าห้องที่สร้างจากอิฐมอญเฉลี่ย 1.0-1.5 ^oc และมีต้นทุนที่ต่ำกว่าอิฐมวลเบาดั้งเดิม

ผศ.สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ[4] มีแนวคิดในการนำโฟมมาผสมกับอิฐมวลเบาด้วยคุณสมบัติของโฟมที่มีอยู่คือ ทนทาน ย่อยสลายยาก โดยส่วนผสมและวัตถุดิบคือ ซีเมนต์ โฟม ทราย ในอัตราส่วน 1:0.5:4 จากนั้นนำไปอัดขึ้นรูปและทิ้งไว้ให้แห้ง อิฐมวลเบาที่ได้มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญ 4-7 เท่า มีน้ำหนักเบากว่าอิฐมอญ 2 เท่า ทำให้ลดน้ำหนักของอาคารและประหยัดต้นทุนโครงสร้างเสาเข็ม และดูดซึมน้ำน้อยกว่าวัสดุก่อสร้างทั่วไป

วรรณา ต.แสงจันทร์[5] ทำการวิจัยและทำอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว เพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคารบ้านเรือน โดยนำเศษแก้วสีชาบดให้ละเอียด ผสมสารก่อฟองชนิดหินปูนในปริมาณ 0.5-2.0 ส่วนต่อเศษแก้ว 100 ส่วน สารเชื่อมประสานโซเดียมซิลิเกต 100 ml น้ำ 100 ml ขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐเผาที่อุณหภูมิ 800-850 ^oc ได้อิฐมวลเบาที่มีค่าความหนาแน่น 0.30-0.32 g/m^3 ค่าความต้านทานแรงอัด 5.4-5.6 MPa และค่าการนำความร้อน 0.60-0.65 w/K

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการสร้างอิฐ รวมถึงอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาค่าความต้านทางแรงอัด ค่าเปอร์เซนต์การดูดกลืนน้ำ ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อน และค่าการสะท้อนแสงของอิฐ โดยรายละเอียดเพิ่มเติมนอกเหนือจากบทนี้ได้กล่าวไว้ในภาคผนวก

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลยี่ห้อ Mettler Teledo รุ่น PB 302 ผลิตจากประเทศสวิสเซอร์แลนด์ทำหน้าที่ชั่งน้ำหนัก บอกน้ำหนักด้วยตัวเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. เหล็กตำ (Tamping Rod) ทำจากเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ยาว 20 เซนติเมตร ปลายกลมมน และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ใช้ตำปูนที่หล่อลงในแม่แบบให้แน่น
3. แบบหล่อก้อนตัวอย่างอิฐซีเมนต์ทำจากเหล็กหล่อเป็นทรงลูกบาศก์ กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ใช้หล่อแบบเพื่อทดสอบกำลังอัด
4. แบบหล่อก้อนตัวอย่างอิฐซีเมนต์ทำจากเหล็กหล่อเป็นทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร ใช้หล่อแบบเพื่อทดสอบการดูดกลืนน้ำ
5. ชุดทดสอบกำลังอัด (Compressive Machine) ยี่ห้อ TECHNOTEST ผลิตจากประเทศอิตาลี ใช้ทดสอบกำลังอัดของอิฐ
6. เครื่องผสมปูนยี่ห้อ HVA MIN MARCHINE HONDUR PRODUCT รุ่น HS 100 ผลิตจากประเทศไทย ใช้ผสมปูนเพื่อทำการทดสอบ
7. ตู้อบยี่ห้อ SHELLAB รุ่น 1390FX ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้ในการอบแบบทดสอบ
8. อุปกรณ์ฉาบปูน ใช้ในการฉาบผิวหน้าปูนให้เรียบ
9. เครื่องปั่นผลไม้ ใช้ในการปั่นถุงขยะพลาสติก
10. เครื่องวัดความส่องสว่างแบบมือถือยี่ห้อ Digicon รุ่น LX-50 ใช้ในการวัดความเข้มแสงที่สะท้อนจากอิฐ
11. เครื่องวัดอุณหภูมิ ใช้วัดอุณหภูมิของอิฐที่ทำการทดสอบ
12. สปอตไลท์ เป็นแหล่งพลังงานความร้อนและแสงสว่าง

3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. ปูนซีเมนต์
2. ทราย
3. น้ำ
4. สารผสมเพิ่ม

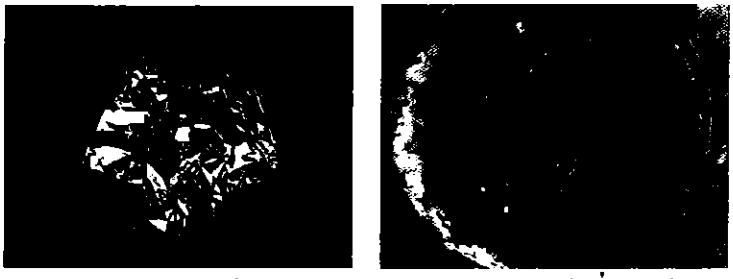
3.3 ขั้นตอนการผสมปูน

ในการสร้างอิฐทดสอบได้มีการกำหนดอัตราส่วนผสมดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนผสม

สูตรที่	ปูน (กิโลกรัม)	ทราย (กิโลกรัม)	น้ำ (กิโลกรัม)	อลูมิเนียมฟอยล์ (กิโลกรัม)
1	9	18	4	0
2	9	18	4	0.3
3	9	18	4	0.4
4	9	18	4	0.5
5	9	18	4	0.6
6	9	18	4	0.7

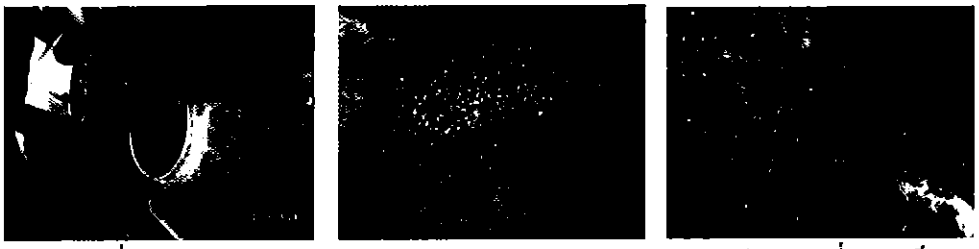
1. นำถุงขยะพลาสติกภายในเคลือบด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ล้างให้สะอาด ปั่นให้ละเอียด



ก.ถุงขยะพลาสติก ข.ถุงขยะพลาสติกปั่นละเอียด

รูปที่ 3.1 แสดงสารผสมเพิ่ม

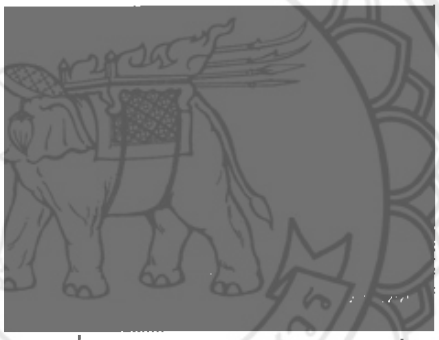
2. อลูมิเนียมฟอยล์ที่ปั่นละเอียดนำมาผสมเข้ากับปูนซีเมนต์ ทราย น้ำในอัตราส่วนที่กำหนดด้วยเครื่องผสมปูน



ก.เครื่องโม่ปูน ข.ส่วนผสม ค.ส่วนผสมที่ผสมเสร็จ

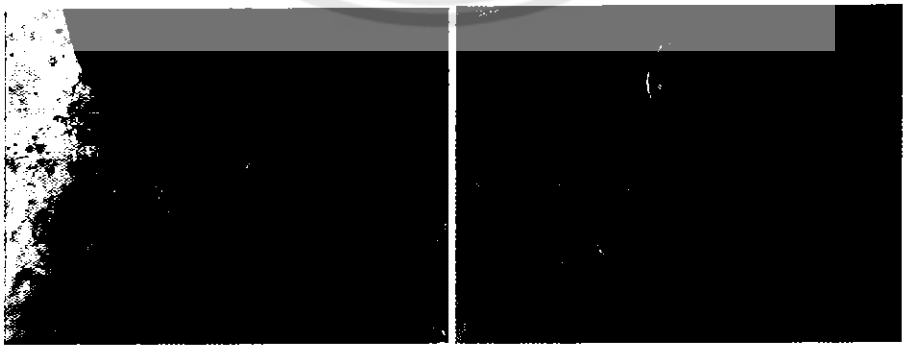
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมของอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์

3. เตรียมแบบหล่อก้อนตัวอย่างอิฐซีเมนต์ทำจากเหล็กหล่อเป็นทรงลูกบาศก์ขนาด 10x10x10 เซนติเมตร เพื่อเตรียมก้อนตัวอย่างสำหรับทดสอบแรงอัดตามมาตรฐาน BS 1881 ทาผิวด้านในด้วยน้ำมันเครื่องเพื่อกันการติดของปูนซีเมนต์กับแบบ

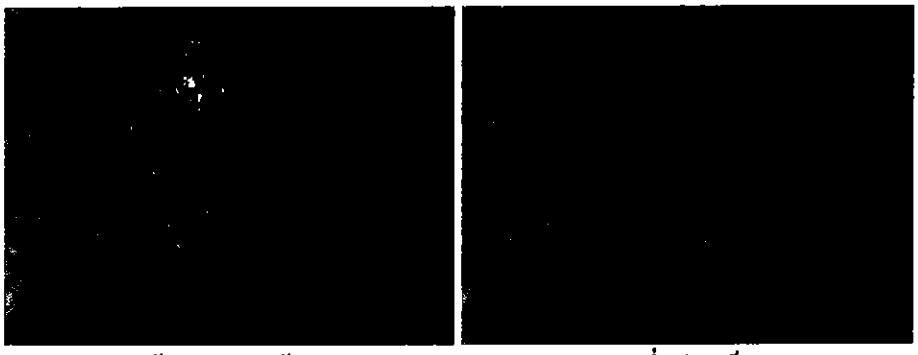


รูปที่ 3.3 แสดงแบบหล่อทรงลูกบาศก์

4. เทปูนซีเมนต์ที่ผสมลงในแบบอัด โดยเทแบ่งเป็น 3 ชั้นเท่าๆกัน แต่ละชั้นให้มีปริมาตร 1/3 ของแบบอัด และตำด้วยเหล็กตำจำนวน 25 ครั้งของทุกๆชั้น ใช้เกรียงแต่งให้ผิวบนเรียบ



ก.แสดงการตักปูนใส่แบบหล่อ ข.แสดงการตำปูน



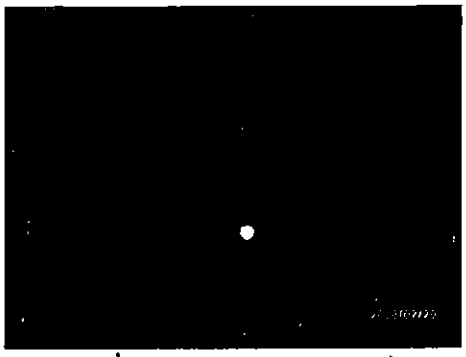
ค.ใช้เกรียงแต่งให้เรียบ ง.แบบที่หล่อเสร็จ

รูปที่ 3.4 แสดงการหล่อแบบเพื่อทำการทดสอบกำลังอัด

5. ทำซ้ำตามข้อที่ 3 และ4 โดยทำการเปลี่ยนแบบหล่อเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร เพื่อเตรียมก้อนตัวอย่างสำหรับทดสอบการดูดกลืนน้ำตามมาตรฐาน ASTM C 127

รูปที่ 3.5 แสดงแบบหล่อทรงกระบอก

6. หลังจากที่หล่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในแบบหล่อไว้ในอุณหภูมิห้องคลุมด้วยพลาสติกกันไม่ให้ปูนซีเมนต์ที่หล่อคลายความชื้นเร็วเกินไป เพราะจะทำให้แตกได้ ทิ้งแบบหล่อไว้ 24 ชั่วโมง จึงถอดแบบออกแล้วแช่ในน้ำสะอาดเป็นการบ่มอิฐโดยที่อิฐสำหรับทดสอบแรงอัดจะบ่มที่ 3 วัน 7 วัน และ28 วัน อิฐสำหรับทดสอบการดูดกลืนน้ำจะบ่มที่ 1 วันหมั่นเปลี่ยนน้ำทุก ๆ 1สัปดาห์



รูปที่ 3.6 แสดงการบ่มอิฐซีเมนต์

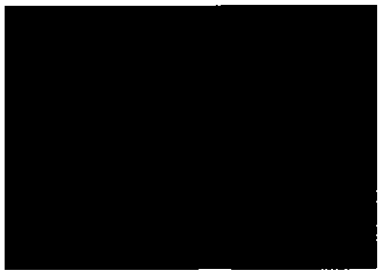
3.4 ขั้นตอนการทดสอบกำลังอัด

การทดสอบกำลังอัดเป็นไปตามมาตรฐาน BS 1881 ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในภาคผนวก

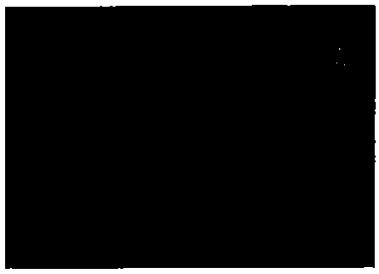
1. เช็ดผิวตัวอย่างปูนซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ให้แห้ง และทำความสะอาดผิวตัวอย่างด้วยผ้าสะอาด

รูปที่ 3.7 แสดงอิฐที่พร้อมจะทดสอบกำลังอัด

1. วัดขนาดความยาว ความกว้าง ความสูง และชั่งน้ำหนักของตัวอย่างปูนซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์



ก.วัดความกว้าง ยาวของอิฐ



ข.วัดความสูงของอิฐ

รูปที่ 3.8 แสดงการวัดขนาดอิฐ

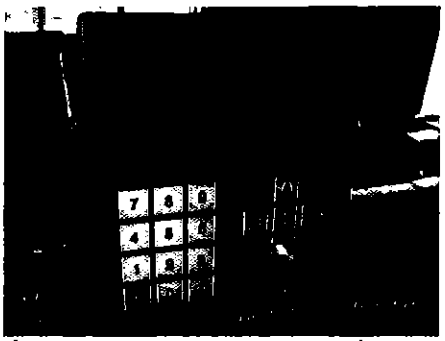
2. ทำความสะอาดผิวแท่นกด (Bearing Faces) ทั้งด้านบน และด้านล่างของเครื่องทดสอบแรงกด

รูปที่ 3.9 แสดงการทำความสะอาดเครื่องทดสอบกำลังอัด

3. วางอิฐทดสอบให้อยู่ในแนวจุดศูนย์กลางของน้ำหนักกดแล้วเลื่อนผิวบนสัมผัสกับแท่งตัวอย่างทดสอบให้สนิท

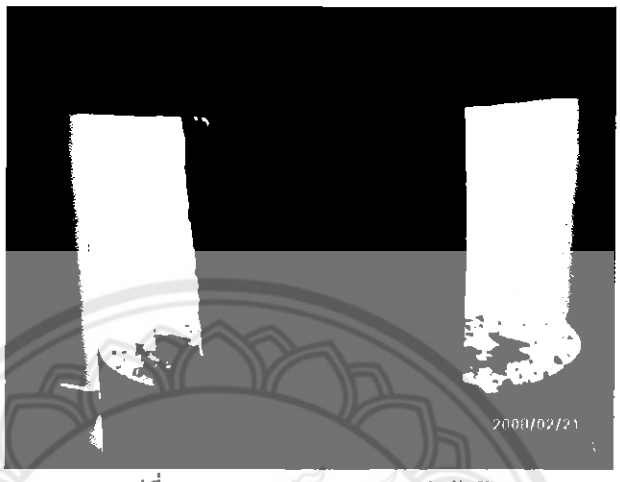
รูปที่ 3.10 แสดงการวางแท่งทดสอบ

4. ป้อนข้อมูลความกว้าง ความยาว ความสูง และน้ำหนักของอิฐทดสอบลงในเครื่องทดสอบแรงกด



รูปที่ 3.11 แสดงการป้อนข้อมูลลงในเครื่องทดสอบ

5. เปิดเครื่องทดสอบให้น้ำหนักกดลงอย่างสม่ำเสมอด้วยอัตราคงที่ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ตลอดการกดอิฐทดสอบ และขณะเครื่องกดทำงานให้สังเกตน้ำหนักที่กดลงบนอิฐทดสอบ บนหน้าจอเครื่องกดจนแท่งทดสอบถึงจุดประลัย และกำลังอัดตกลงเรื่อยๆ จนแท่งตัวอย่างแตก



รูปที่ 3.12 แสดงผลการทดสอบกำลังอัด

6. บันทึกค่ากำลังอัดสุดท้าย และค่าความเค้นสูงสุดที่แสดงบนหน้าจอเครื่องกด และหาค่าเฉลี่ยของกำลังอัดที่จุดประลัยอย่างน้อย 3 ก้อนตัวอย่าง มาพล็อตกราฟกำลังอัดและระยะเวลาในการบ่ม

รูปที่ 3.13 แสดงข้อมูลที่เครื่องแสดงออกมา

7. ทำซ้ำตามข้อที่ 1-6 โดยทำการเปลี่ยนอิฐทดสอบเป็นไปตามส่วนผสมที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่3.1 และจำนวนวันในการบ่ม 3 วัน 7 วัน 28 วันตามลำดับบันทึกค่าแล้วนำมาเปรียบเทียบ

3.5 ขั้นตอนการหาเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนน้ำ

การทดสอบการดูดกลืนน้ำเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 127 ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในภาคผนวก

1. จากขั้นตอนการผสมปูนโดยใช้แบบหล่อทรงกระบอก จะได้แบบหล่อทรงกระบอกที่บ่มน้ำ 1 วันดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 แสดงแท่งทดสอบการดูดกลืนน้ำ

2. ทำการเช็ดตัวอย่างทดสอบด้วยผ้าเพื่อให้ตัวอย่างทดสอบอยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบให้เสร็จสิ้นภายใน 5 นาที เพื่อไม่ให้ก้อนตัวอย่างแห้งจนเกินไป
3. นำก้อนตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักเสร็จเข้าตู้อบเพื่ออบให้แห้ง โดยอบทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก ทำการคำนวณหาเปอร์เซนต์การดูดกลืนน้ำ

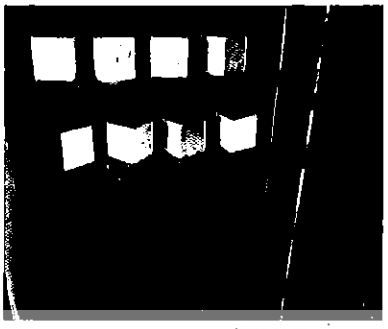
รูปที่ 3.15 แสดงการอบแท่งทดสอบ

4. ทำซ้ำข้อที่ 2 และ 3 โดยเปลี่ยนอิฐทดสอบผสมอะลูมิเนียมฟอยล์ตามสูตรดังตารางที่ 3.1ตามลำดับ

3.6 ขั้นตอนการหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร

1. เช็ดผิวตัวอย่างปูนซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ให้แห้งก่อนนำเข้าตู้อบ

2. อบตัวอย่างปูนซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

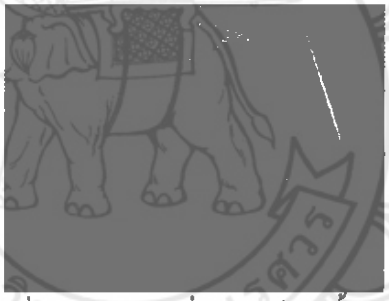


ก.การนำอิฐเข้าตู้อบ

ข.การอบอิฐ

รูปที่ 3.16 แสดงการอบอิฐ

3. นำอิฐมาชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้เพื่อหาความหนาแน่นเชิงปริมาตรตามสมการที่ 2.4 ในบทที่ 2



รูปที่ 3.17 แสดงการชั่งอิฐบันทึกค่าน้ำหนัก

4. ทำซ้ำข้อที่ 1-3 โดยเปลี่ยนปูนซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ตามอัตราส่วนที่ผสม และจำนวนวันที่ทำการบ่ม

3.7 ขั้นตอนการทดสอบการหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ

เนื่องจากเครื่องมือวัดการนำความร้อนเลขครุภัณฑ์ 3413-002-009 งปม. 76/40 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวะกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร ชำรุดไม่พร้อมใช้งาน ทางคณะผู้จัดทำจึงทำการแก้ปัญหาโดยการทดสอบหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐเมื่อได้รับความร้อน (การหน่วงความร้อน คือ คุณสมบัติของวัตถุที่ไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่านได้โดยสะดวก) ดังนี้

ก. อิฐมวลเบา ข. อิฐบล็อก

ค. อิฐมอญ ง. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์

รูปที่ 3.18 แสดงอิฐที่ใช้ในการทดสอบหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ

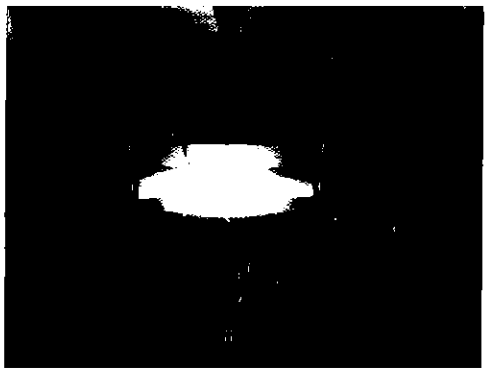
2. ใช้สปอตไลท์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนติดเข้ากับโครงเหล็กเพื่อทดสอบการหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ

รูปที่ 3.19 แสดงแหล่งกำเนิดความร้อน

3. นำอิฐแต่ละชนิดวางบริเวณด้านล่างสปอตไลท์เป็นระยะห่าง 15 เซนติเมตร ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ AP-1701-2 ทำการวัดอุณหภูมิโดยกำหนดจุดวัดอุณหภูมิ 6 จุด คือ ด้านบนอิฐ 3 จุด ด้านล่าง 3 จุด มีอิฐมอญและอิฐบล็อกที่ใช้ 7 จุด คือ ด้านบน 3 จุด ตรงกลางช่องว่างของอิฐ 1 จุด และด้านล่าง 3 จุด โดยที่ระยะห่างระหว่างสปอตไลท์กับอิฐทดสอบเท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่3.2 แสดงการวัดอุณหภูมิอิฐ

ประเภทของอิฐ	บริเวณจุดวัดอุณหภูมิ		
	ด้านล่าง 3 จุด	ด้านบน 3 จุด	ตรงกลาง 1 จุด
อิฐมวลเบา			—
อิฐบล็อก			
อิฐมอญ			
อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์			



รูปที่ 3.20 แสดงการทดสอบการหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ

4. อ่านอุณหภูมิที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ บันทึกค่าทุกๆ 1 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมงและทำการเปรียบเทียบ

I5094628. e.2
ม.
ส355ท
2552.

รูปที่ 21 แสดงข้อมูลอุณหภูมิของอิฐ

5. ทำซ้ำตามข้อที่ 3 และ 4 โดยเปลี่ยนชนิดของอิฐ

3.8 ขั้นตอนการทดสอบการสะท้อนแสง

1. เตรียมอิฐทดสอบแต่ละชนิดเช่นเดียวกับการทดสอบการหาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐและการทดลองต้องใช้บริเวณที่มีความมืด หากสว่างค่าที่วัดออกมาจะคลาดเคลื่อนได้

การเตรียมห้องมืด ใช้ห้องเก็บของ ในห้อง IE 506 ขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร สูง 3 เมตร สร้างเป็นห้องมืดโดยการนำผ้าดิบสีดำปิดคลุมบริเวณประตูและหน้าต่างกันไม่ให้แสงจากภายนอกส่องเข้ามา

รูปที่ 3.22 แสดงห้องมืดที่ใช้ในการทดลอง

2. ใช้สปอตไลท์เป็นแหล่งให้แสงสว่าง วางอิฐให้ได้ระยะที่แสงไฟส่องแค่ครอบอิฐ เพื่อกันไม่ให้แสงตกกระทบกับวัสดุอื่นที่ไม่ใช่อิฐทดสอบ ค่าที่ได้ออกมาอาจคลาดเคลื่อน

ก.สปอตไลท์ที่ใช้ในวัดการสะท้อนแสง ข.สปอตไลท์ที่ใช้ในวัดการสะท้อนแสง

รูปที่ 3.23 แสดงสปอตไลท์ที่ใช้ในวัดการสะท้อนแสง

3. ใช้เครื่องมือวัดความส่องสว่างแบบมือถือยี่ห้อ Digicon รุ่น LX-50 ทำการวัดความเข้มแสงที่อิฐได้สะท้อนกลับมา โดยวัดด้วยกัน 6 จุดคือ วัดแสงที่สปอตไลท์ส่องมาโดยตรง บริเวณตรงกลางของอิฐ และบริเวณด้านทั้ง 4 ของอิฐที่ทำการทดสอบ (5 จุดนี้ทำการหันด้านเซนเซอร์รับแสงเข้าหาตัวอิฐซึ่งแตกต่างจากจุดแรกที่หันด้านเซนเซอร์รับแสงโดยตรง) ดังแสดงในตารางที่3.3

ตารางที่3.3 แสดงการวัดการสะท้อนแสง

ประเภทอิฐ	ลักษณะการวัดการสะท้อนแสง					
	ตรงกลางสปอตไลท์	ตรงกลางอิฐ	บริเวณทั้ง 4 ด้านของอิฐ			
อิบมวลเบา						
อิฐบล็อก						
อิฐมอญ						

อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์						

4. วัดค่าทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำค่าที่ได้มาทำการเปรียบเทียบ
5. ทำซ้ำข้อที่ 3 และ 4 โดยเปลี่ยนชนิดของอิฐทดสอบ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

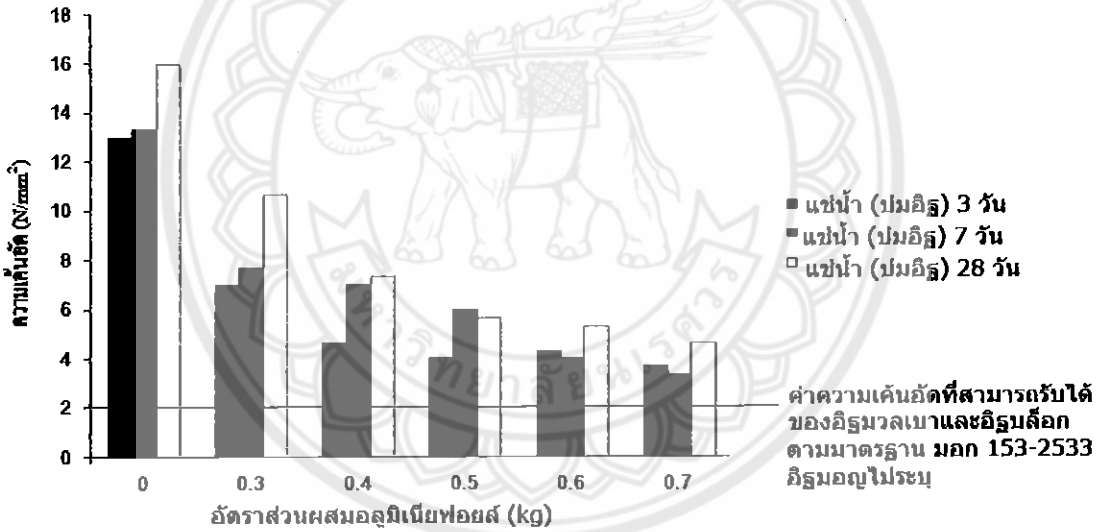
บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์

จากการทดสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติความเค้นอัด การดูดกลืนน้ำ ความหนาแน่นเชิงปริมาตร แนวโน้มการหน่วงความร้อน และการสะท้อนแสง ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ค่าความเค้นอัด

จากการศึกษา ความเค้นอัดเกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง การทดสอบความเค้นอัด (ทดสอบตามมาตรฐาน BS 1881) เป็นการทดสอบที่มีลักษณะการใส่แรงกระทำในแบบตรงข้ามกับการทดสอบแรงดึง คือการทดสอบแรงดึงเป็นการทดสอบในลักษณะการดึงยืดชิ้นทดสอบ ส่วนการทดสอบแรงอัดเป็นการทดสอบในลักษณะการกดอัดอิฐทดสอบ การทดสอบได้ทำก้อนอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ จำนวนทั้งหมด 54 ก้อน โดยทิ้งระยะเวลาแช่น้ำเป็น 3 วัน 7 วันและ 28 วัน ผลจากการทดสอบแล้วสามารถแสดงการเปรียบเทียบความเค้นอัดกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์ได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเค้นอัดกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

จากกราฟสามารถวิเคราะห์ได้ว่า

4.1.1 อิฐที่ไม่ได้ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) สามารถรับความเค้นอัดได้สูงสุด 16 N/mm^2

4.1.2 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์สามารถรับความเค้นอัดได้สูงสุด 10.7 N/mm^2

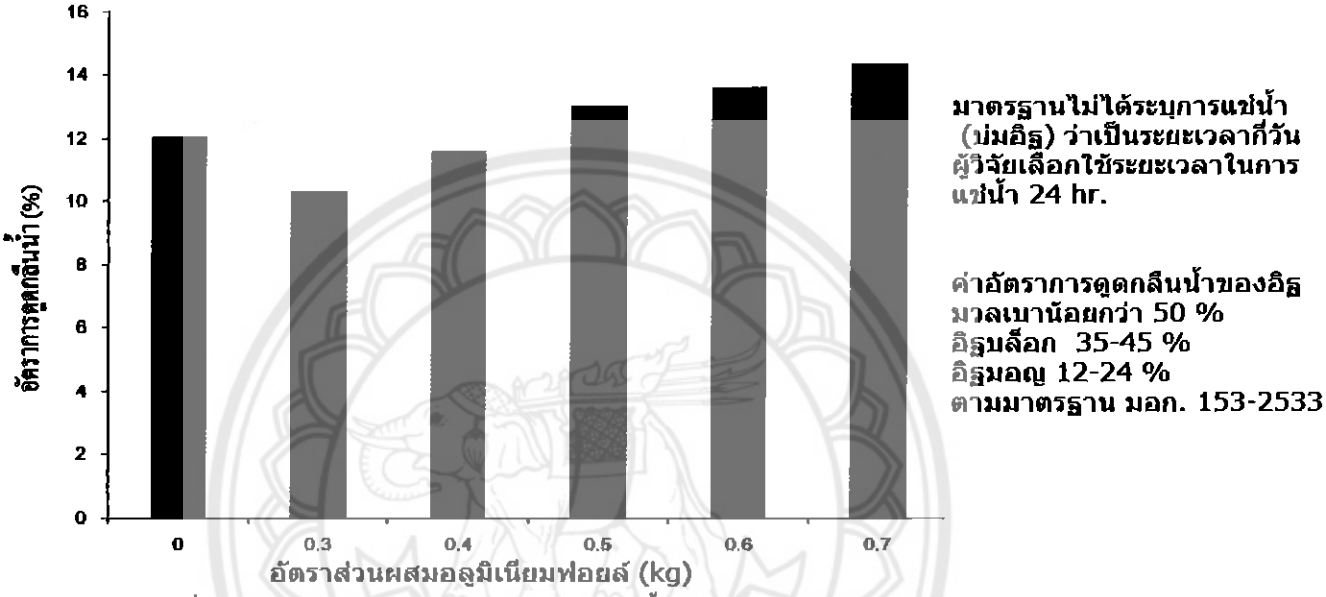
4.1.3 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการรับความเค้นแปรผกผันกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

4.1.4 อิฐทุกชนิดที่ใช้ในการทดสอบ มีแนวโน้มการรับความเค้นอัดแปรผันตรงกับการบ่มอิฐ

4.1.5 อิฐทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ สามารถรับแรงอัดได้มากกว่าอิฐมวลเบาและอิฐบล็อก

4.2 ค่าการดูดกลืนน้ำ

จากศึกษาอัตราการดูดกลืนน้ำคิดจากค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐแห้งและน้ำหนักของอิฐที่ดูดซึมน้ำ การทดสอบการดูดกลืนน้ำเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 127 การทดสอบได้ทำก้อนอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จำนวนทั้งหมด 18 ก้อน โดยทิ้งระยะเวลาแช่น้ำเป็น 1 วัน ผลจากการคำนวณสามารถแสดงเปรียบเทียบอัตราการดูดกลืนน้ำกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการดูดกลืนน้ำกับอัตราอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

4.2.1 อิฐที่ไม่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) มีอัตราการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย 12 %

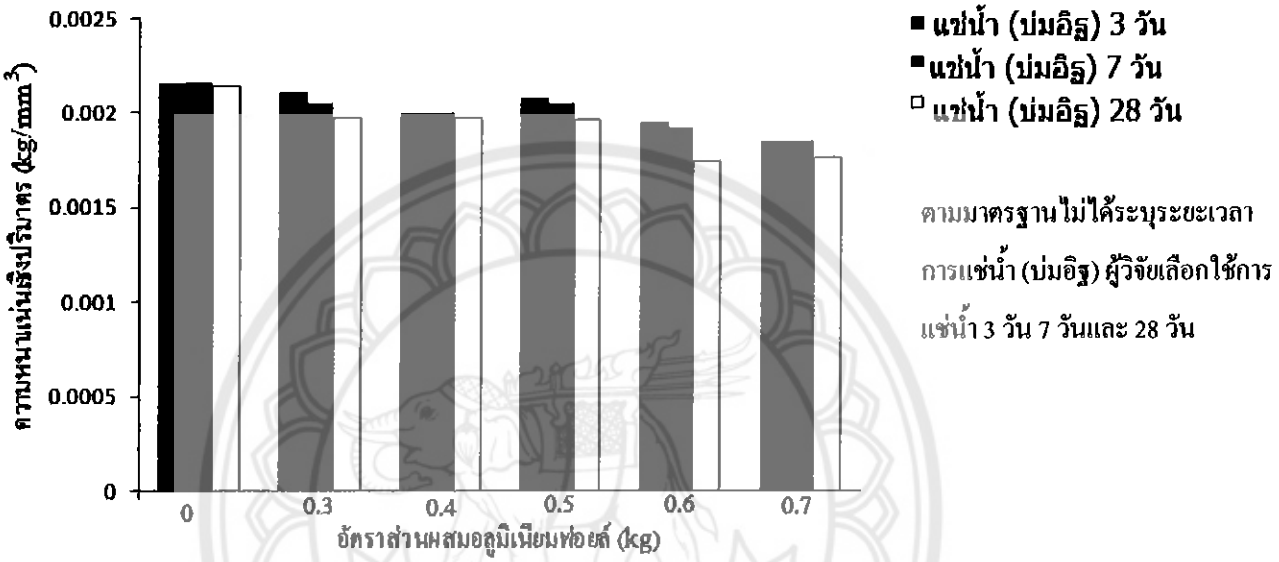
4.2.2 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำสุดเฉลี่ย 10.3 %

4.2.3 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มอัตราการดูดกลืนน้ำแปรผันตรงกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

4.2.4 อิฐทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ มีอัตราการดูดกลืนน้ำน้อยกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญ

4.3 ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร

จากการศึกษาความหนาแน่นเชิงปริมาตร คืออัตราส่วนระหว่างมวลต่อปริมาตร การทดสอบได้ทำก้อนอิฐตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 54 ก้อน โดยทิ้งระยะเวลาแช่น้ำเป็น 3 วัน 7 วัน และ 28 วัน ผลจากการคำนวณแล้วสามารถแสดงการเปรียบเทียบความหนาแน่นเชิงปริมาตรกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟเปรียบเทียบความหนาแน่นของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

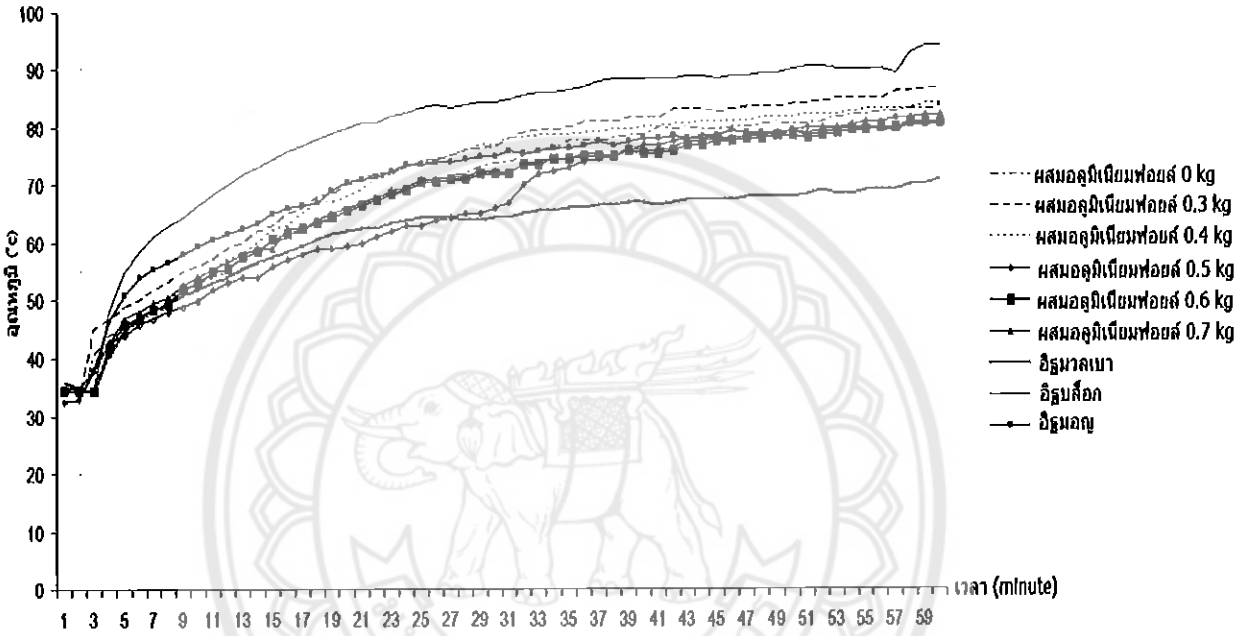
4.3.1 อิฐที่ไม่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) มีค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรสูงสุด 0.0022 kg/mm^3

4.3.2 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.3 kg มีค่าความหนาแน่นสูงสุด 0.0021 kg/mm^3

4.3.3 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ มีแนวโน้มความหนาแน่นเชิงปริมาตรแปรผกผันกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

4.4 ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ

จากการทดสอบตามหัวข้อที่ 3.7 ได้ทำก้อนอิฐตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 10 ก้อน แบ่งออกเป็นอิฐมวลเบา 1 ก้อน อิฐบล็อก 1 ก้อน อิฐมอญ 1 ก้อน และอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ตามอัตราส่วนผสมต่างๆ 7 ก้อน โดยทิ้งระยะเวลาแช่น้ำเป็น 3 วัน ผลจากทดลองแล้วสามารถแสดงเปรียบเทียบการเพิ่มอุณหภูมิของอิฐเมื่อได้รับความร้อนได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟเปรียบเทียบการเพิ่มอุณหภูมิของอิฐเมื่อได้รับความร้อน

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

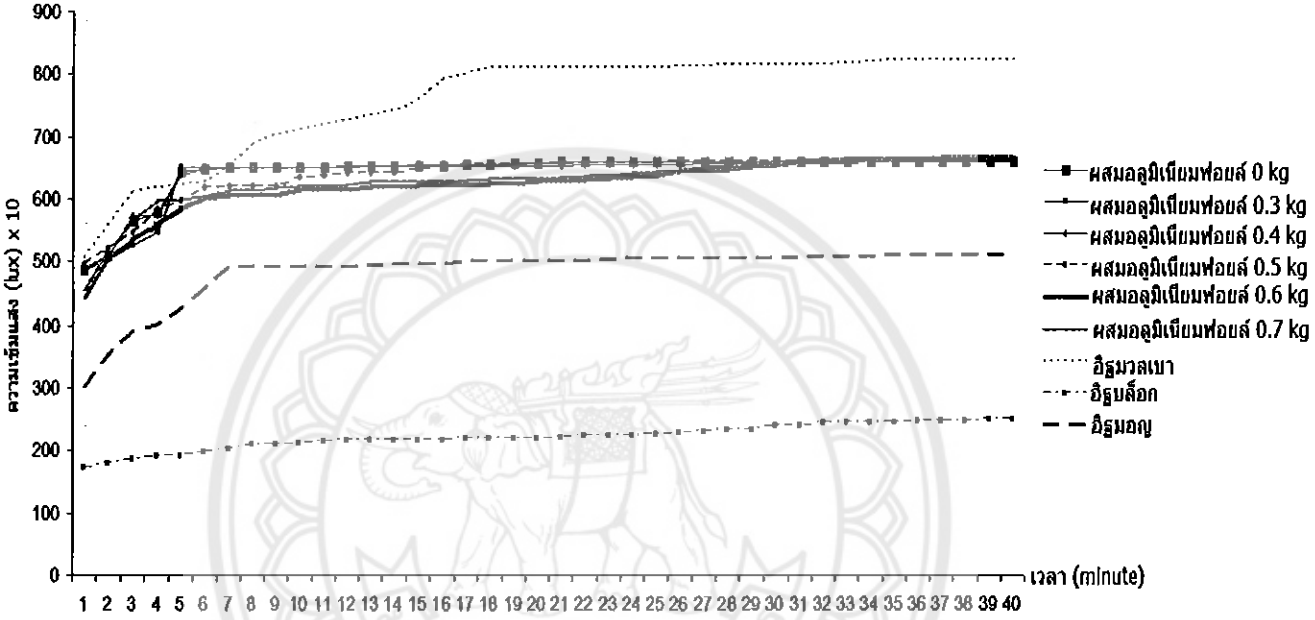
4.4.1 ความสามารถในการหน่วงความร้อนของอิฐแบ่งออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์กับอิฐมอญ และ 3. อิฐบล็อก ตามลำดับ

4.4.2 เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์แล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถหน่วงความร้อนได้ดีสุด

4.4.3 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการหน่วงความร้อนแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์

4.5 ค่าการสะท้อนแสงโดยพิจารณาจากความเข้มแสง

จากการศึกษา ความเข้มแสงคือปริมาณฟลักซ์ที่ตกลงบนพื้นที่หนึ่งหน่วย การทดลองได้ทำก้อนอิฐตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 10 ก้อน แบ่งออกเป็นอิฐมวลเบา 1 ก้อนอิฐบล็อก 1 ก้อน อิฐมอญ 1 ก้อน และอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ตามอัตราส่วนผสมต่างๆ 7 ก้อน เมื่อกำหนดให้แสงตกกระทบโดยตรงจากสปอร์ตไลท์มีค่าฉลี่ย 16300 lux ผลจากการทดลองแล้วสามารถแสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสงได้ดังรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6



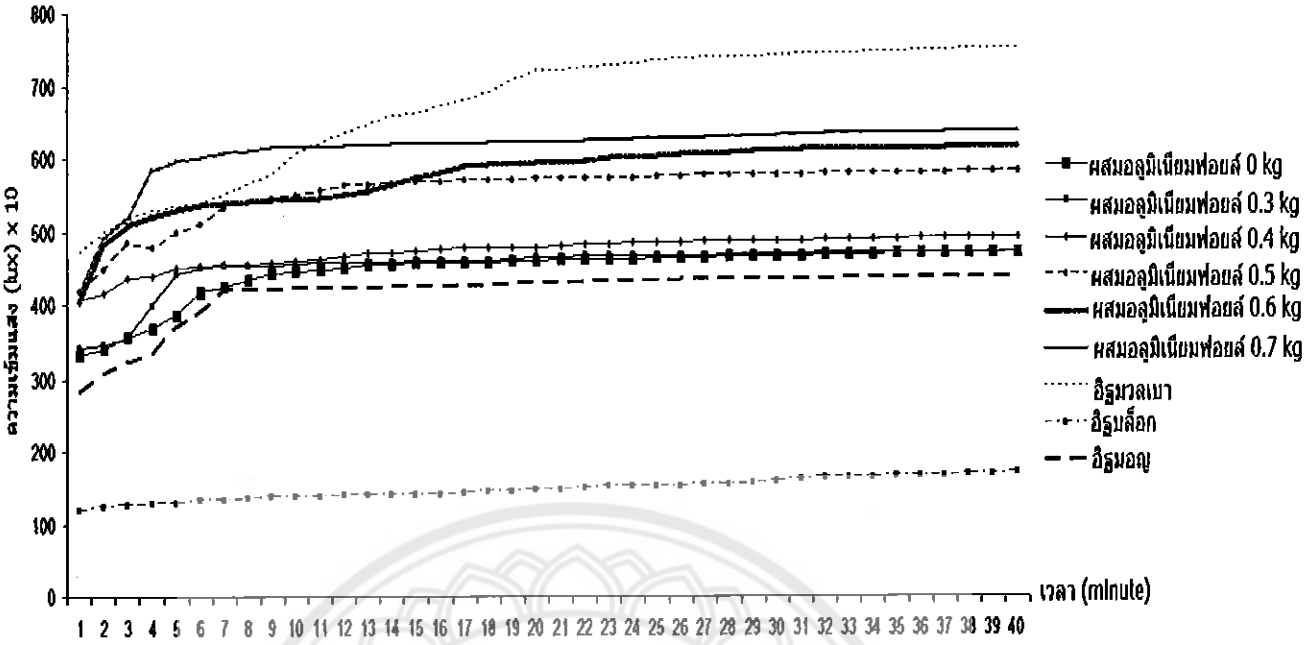
รูปที่ 4.5 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มแสง ณ ตำแหน่งตรงกลางก้อนอิฐ

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

4.5.1 ความสามารถในการสะท้อนแสงของอิฐแบ่งออกได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 3. อิฐมอญ และ 4. อิฐบล็อก ตามลำดับ

4.5.2 เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์แล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถสะท้อนแสงได้ดีสุด

4.5.3 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการสะท้อนแสงแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์



รูปที่ 4.6 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง ณ ตำแหน่งด้านข้างทั้งสี่ของก้อนอิฐ

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

4.5.1.1 ความสามารถในการสะท้อนแสงของอิฐแบ่งออกได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 3. อิฐมอญ และ 4. อิฐบล็อก ตามลำดับ

4.5.2.2 เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมแล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถสะท้อนแสงได้ดีสุด

4.5.3.3 อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการสะท้อนแสงแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์

บทที่ 5
สรุปผล

จากการทดสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติความเค้นอัด การดูดกลืนน้ำ ความหนาแน่นเชิงปริมาตร แนวโน้มการหน่วงความร้อน และการสะท้อนแสง ได้ผลสรุปดังนี้

5.1 ค่าความเค้นอัด

ความสามารถในการรับความเค้นอัดของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีค่าสูงสุด 10.7 kg/mm^2 ที่อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.3 kg และมีแนวโน้มแปรผกผันกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์ เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์กับอิฐมวลเบา อิฐบล็อก และอิฐมอญแล้วพบว่าอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์สามารถรับความเค้นอัดได้สูงสุด

5.2 ค่าการดูดกลืนน้ำ

อัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.3 kg มีค่าน้อยสุด 10.3% และมีแนวโน้มแปรผันตรงกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์กับอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญ จะเห็นได้ว่าอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีค่าอัตราการดูดกลืนน้ำน้อยสุด

5.3 ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร

อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.3 kg มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด 0.0021 kg/mm^3 เมื่อเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ และมีแนวโน้มแปรผกผันตรงกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

5.4 ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ

ความสามารถในการหน่วงความร้อนแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์กับอิฐมอญ และ 3. อิฐบล็อก ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์แล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถหน่วงความร้อนได้ดีสุดและมีแนวโน้มแปรผันตรงกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

5.5 ค่าการสะท้อนแสงโดยพิจารณาจากความเข้มแสง

พบว่าความสามารถในการสะท้อนแสงของอิฐแบ่งออกได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 3. อิฐมอญ และ 4. อิฐบล็อก ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จะเห็นได้ว่าอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถสะท้อนแสงได้ดีสุด 6300 lux และมีแนวโน้มแปรผันตรงกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg ที่สร้างขึ้นสามารถรับแรงเค้นอัดได้สูงกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญตามมาตรฐาน มอก. 153-2533 ในงานก่อสร้างจะมีความทนทานแข็งแรงสูง ค่าอัตราการดูดกลืนน้ำน้อยกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญตามมาตรฐาน มอก. 153-2533 ทำให้การก่อสร้างด้วยอิฐชนิดนี้ไม่อมน้ำ ผนังไม่เกิดเชื้อราง่าย ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนและค่าการสะท้อนแสงมีค่าสูงกว่าอิฐบล็อกและอิฐมอญ แต่ยังคงด้อยกว่าอิฐมวลเบา ช่วยให้งานก่อสร้างสามารถลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศได้

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

1. การทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบการนำความร้อนชำรุดจึงไม่สามารถทราบค่าสัมประสิทธิการนำความร้อน (k) ของอิฐได้ ทางผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐแทน
2. ควรเพิ่มหรือลดอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกให้มากกว่านี้
3. ควรมีการต่อยอดโดยนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกผสมปูนเพื่อสร้างเป็นกระเบื้องมุงหลังคา
4. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีน้ำหนักมาก หากทำให้มีน้ำหนักเบาลง การขนส่งและการก่อสร้างจะสะดวกยิ่งขึ้น
5. ควรมีการนำอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มาสร้างบ้านจริงเพื่อทดสอบ อายุการใช้งาน และความสามารถในการช่วยลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

บรรณานุกรม

1. ไชยยันต์ ชัยจักร และคณะ. (2550). การผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาจากกากอุตสาหกรรมรีไซเคิลเหล็ก. ปราจีนบุรี: วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

2. ประชุม คำพุฒ. (2550). การใช้น้ำยางพาราปรับปรุงสมบัติด้านการรับกำลังและการเป็นฉนวนกันความร้อนของคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญญบุรี.

3. ดร.วัชระ เพิ่มชาติ. (2550). การใช้ประโยชน์จากขี้เถ้าลอยสำหรับผลิตอิฐมวลเบา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

4. ผศ.สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ. (2551). จากขยะโฟมสู่อิฐสร้างบ้าน. ปราจีนบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

5. วรรณา ต.แสงจันทร์. (2552). การพัฒนาอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

6. Annual Book of ASTM Standards Volume 04.02, 1996

7. Concrete Structure, Properties and Materials, 2nd Edition, P. Kumar Mehta and Paulo J.M. Monteiro, Prentice Hall, New Jersey 1993

8. Design and Control of Concrete Mixtures, 13th Edition, Steven H. Kosmatka and William C. Panarese, Portland Cement Association, Illinois

9. Properties of Concrete, 3rd Edition, A. M. Neville, Longman Scientific and Techical, New York 1981

10. http://www.ori2.com/standard/fulltext/TIS1505-2541.pdf

ภาคผนวก ก

ก1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

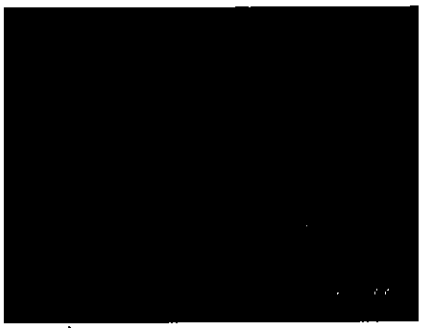
13. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลยี่ห้อ Mettler Teledo รุ่น PB 302 ผลิตจากประเทศสวิสเซอร์แลนด์เลขครุภัณฑ์ 6670-004-203 งปม. 17/2541

รูปที่ 1ก. แสดงเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล

14. เหล็กตำ (Tamping Rod) ทำจากเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ยาว 20 เซนติเมตร ปลายกลมมน และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ยาว 30 เซนติเมตร

รูปที่ 2ก. แสดงเหล็กตำ

15. แบบหล่อก้อนตัวอย่างอิฐซีเมนต์ทำจากเหล็กหล่อเป็นทรงลูกบาศก์ กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร

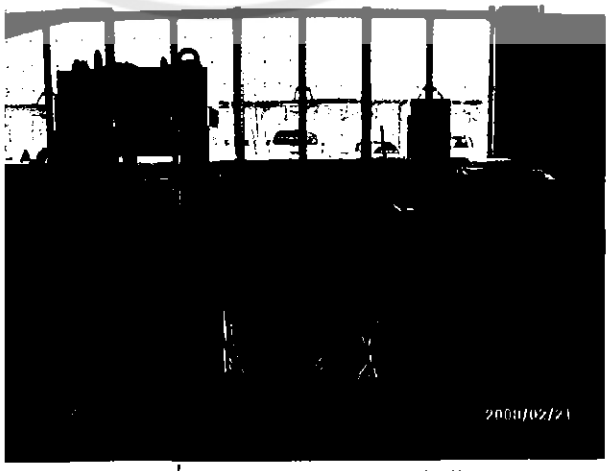


รูปที่ 3ก. แสดงแบบหล่อทรงลูกบาศก์

16. แบบหล่อก้อนตัวอย่างอิฐซีเมนต์ทำจากเหล็กหล่อเป็นทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร

รูปที่ 4ก. แสดงแบบหล่อทรงกระบอก

17. ชุดทดสอบกำลังอัด (Compressive Machine) ยี่ห้อ TECHNOTEST ผลิตจากประเทศอิตาลีเลขครุภัณฑ์ 6530-005-048 งปม. 40



รูปที่ 5ก. แสดงชุดทดสอบกำลังอัด

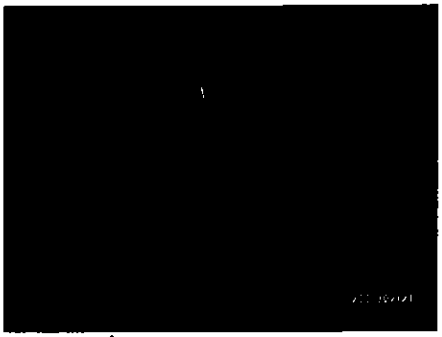
18. เครื่องผสมปูนยี่ห้อ HVA MIN MARCHINE HONDUR PRODUCT รุ่น HS 100 ผลิตจากประเทศไทยเลขครุภัณฑ์ 3895-002-001-015 รถ 48 CE

รูปที่ 6ก. แสดงเครื่องผสมปูน

19. ตู้อบยี่ห้อ SHELLAB รุ่น 1390FX ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกาเลขครุภัณฑ์ 6640-029-058 งปม. 2539

รูปที่ 7ก. แสดงเครื่องอบ

20. อุปกรณ์ฉาบปูน ใช้ในการฉาบปูนให้เรียบ



รูปที่ 8ก. แสดงอุปกรณ์ฉาบปูน

21. เครื่องปั่นผลไม้ ใช้ในการปั่นถุงขยะพลาสติก

รูปที่ 9ก. แสดงเครื่องปั่นผลไม้

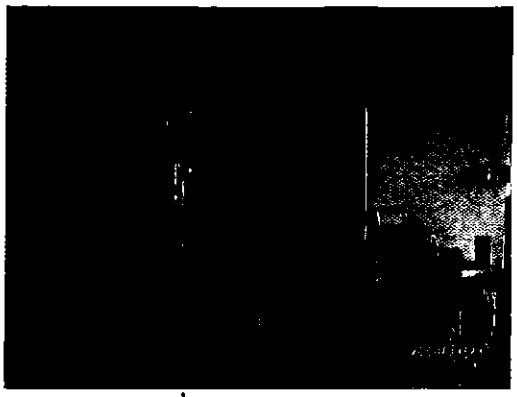
22. เครื่องวัดความส่องสว่างแบบมือถือยี่ห้อ Digicon รุ่น LX-50

รูปที่ 10ก. แสดงเครื่องวัดความส่องสว่างแบบมือถือ

23. เครื่องวัดอุณหภูมิ AP-1701-2

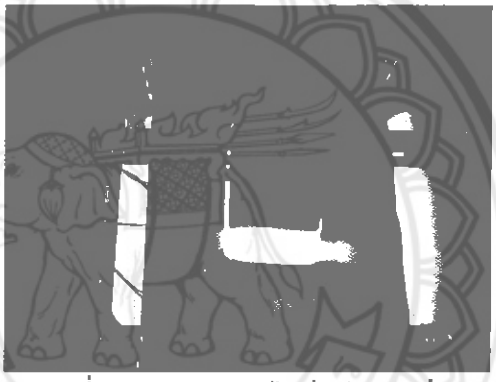
รูปที่ 11ก. แสดงวัดอุณหภูมิ AP-1701-2

24. ห้องมืด



รูปที่ 12ก. แสดงห้องมืด

25. สปอตไลท์



รูปที่ 13ก. แสดงสปอตไลท์ติดโครงเหล็ก

ก2. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

5. ปูนซีเมนต์

รูปที่ 14ก. แสดงปูนซีเมนต์

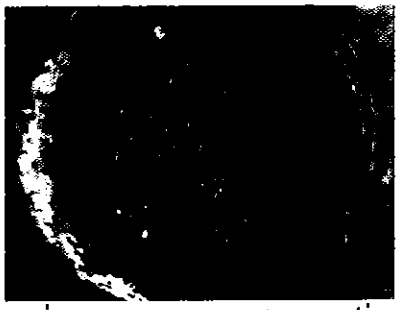
6. ทราย

รูปที่ 15ก. แสดงทราย

7. น้ำ

รูปที่ 16ก. แสดงน้ำ

8. สารผสมเพิ่ม ในการทดลองนี้ ใช้สารผสมเพิ่มประเภท อลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก



รูปที่ 17ก. แสดงเศษอลูมิเนียมฟอยล์ปั่น

ภาคผนวก ข

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ข1. BSI

BS/BSI ย่อมาจาก British Standard / British Standard Institute มาตรฐานของอังกฤษ [8]

BSIบริติชมาตรฐานเป็นมาตรฐานแห่งชาติของสหราชอาณาจักรที่รู้จักทั่วโลกสำหรับอิสระนวัตกรรมและความซื่อสัตย์ในการผลิต ปี 2444 เริ่มก่อตั้งคณะกรรมการมาตรฐานทางวิศวกรรม จากนั้น BSI ได้เติบโตขึ้นและก้าวสู่การเป็นผู้นำในธุรกิจให้บริการระดับโลก โดยแบ่งธุรกิจในกลุ่มออกเป็น 3 หน่วยงาน ได้แก่ บีเอสไอ บริติช สแตนดาร์ด (BSI British Standards) บีเอสไอ แมนเนจเม้นท์ ซิสเต็มส์ (BSI Management Systems) และ บีเอสไอ โพรดัก เซอร์วิส (BSI Product Services)

บริการของBSI

1.ออกใบรับรองระบบมาตรฐานและผลิตภัณฑ์

2. ให้บริการทดสอบผลิตภัณฑ์

3.พัฒนามาตรฐานทั้งในระดับองค์กร ระดับชาติ และระดับนานาชาติ

4.ให้บริการฝึกอบรมและให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับมาตรฐาน

5.ให้บริการซอฟท์แวร์ที่มีประสิทธิภาพด้านจัดการ

มาตรฐาน BS ที่ใช้ในการทดสอบคือ BS 1881 การทดสอบกำลังอัด

การหล่อตัวอย่างคอนกรีตรูปลูกบาศก์ใช้มาตรฐาน BS 1881 [9]

1. ใส่คอนกรีตสด ลงในแบบมาตรฐานขนาด 10x10x10 ซม หรือ 15x15x15 ซม จำนวน 3 ชั้น แต่ละชั้นให้เขย่าด้วยเครื่องเขย่าแบบโต๊ะหรือ กระทุ้งด้วยเหล็กกระทุ้งอย่างน้อย 35 ครั้ง
2. ปาดผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบ ทิ้ง คอนกรีตไว้ 24±4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 15 ถึง 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90
3. ถอดแบบออกและนำไปบ่มในน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 18 ถึง 22 องศาเซลเซียส

การทดสอบ

การทดสอบ นิยมทำเมื่อคอนกรีตมีอายุ 28 วันซึ่งมักเป็นอายุที่ใช้ในการออกแบบ

1. การทดสอบกำลังอัดใช้คอนกรีตที่ผ่านการบ่มและอยู่ในสภาพเปียก โดยใช้หน้าที่เรียบของคอนกรีต 2 ด้านตรงกันข้ามเป็นด้านรับแรง
2. การให้น้ำหนักกระทำแก่คอนกรีตใช้อัตราคงที่ที่ทำให้เกิดความเค้นเท่ากับ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที จนกระทั่งคอนกรีตวิบัติและไม่สามารถรับแรงที่สูงขึ้นได้ต่อไปอีก

ข2. ASTM

ASTM (American Society for Testing and Materials) [6] นับได้ว่าเป็น สมาคมวิชาชีพ ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่กำหนด และจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก สมาคม ASTM จัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1989 ทำหน้าที่ส่งเสริมสนับสนุน ทางด้านวิชาการ เพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และสาธารณชนทั่วไป โดยการพัฒนามาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับ ลักษณะและการทำงาน ของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบการใช้งาน

ASTM ถือได้ว่าเป็นสมาคมที่ใหญ่ที่สุดในโลก ในด้านของระบบการพัฒนามาตรฐาน ที่ใช้โดยความสมัครใจ มาตรฐาน ASTM จัดขึ้น โดยมติของกรรมการวิชาการ เฉพาะสาขาวิชาต่างๆ ถึง 132 คณะ และมีการจัดพิมพ์มาตรฐานมากกว่า 9,800 เรื่อง ในแต่ละปี โดยมีสมาชิกที่ทรงคุณวุฒิ ทางวิชาการถึง 35,000 คน ประกอบด้วย ตัวแทนกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งองค์การที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน ทำให้เชื่อได้ว่า มาตรฐาน ASTM นี้ ครอบคลุมวิชาการต่างๆ มากมาย และมีความละเอียด ลึกซึ้ง นอกจากนี้ มาตรฐาน ASTM ยังได้รับการพิจารณา ทบทวนปรับปรุง และแก้ไขเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ทันสมัยอยู่เสมอ มาตรฐาน ASTM ที่ใช้ในการทดสอบคือ ASTM C 127 การทดสอบการดูดกลืนน้ำ

การหล่อตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกใช้มาตรฐาน ASTM C 127 [7]

1. **ใส่คอนกรีตสด ลงในแบบมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร จำนวน 3 ชั้น แต่ละชั้นให้เขย่าด้วยเครื่องเขย่าแบบโต๊ะหรือ กระทุ้งด้วยเหล็กกระทุ้งอย่างน้อย 35 ครั้ง**
2. **ปาดผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบ ทิ้ง คอนกรีตไว้ 24±4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 15 ถึง 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90**
3. **ถอดแบบออกและนำไปบ่มในน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 18 ถึง 22 องศาเซลเซียส**

การทดสอบ

การทดสอบ นิยมทำเมื่อคอนกรีตมีอายุ 28 วันซึ่งมักเป็นอายุที่ใช้ในการออกแบบ

1. **ทำการเช็ดตัวอย่างทดสอบด้วยผ้าเพื่อให้ตัวอย่างทดสอบอยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบให้เสร็จสิ้นภายใน 5 นาที เพื่อไม่ให้ก้อนตัวอย่างแห้งจนเกินไป**
2. **นำก้อนตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักเสร็จเข้าตู้อบเพื่ออบให้แห้ง โดยอบทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก ทำการคำนวณหาเปอร์เซนต์การดูดซึมน้ำ**

ข3. มาตรฐานอุตสาหกรรม

มอก. เป็นคำย่อมาจาก "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม" หมายถึง ข้อกำหนดทางวิชาการที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุดโดยจัดทำออกมาเป็นเอกสารและจัดพิมพ์เป็นเล่ม ภายใน มอก. แต่ละเล่มประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เช่น เกณฑ์ทางเทคนิค คุณสมบัติที่สำคัญ ประสิทธิภาพของการนำไปใช้งาน คุณภาพของวัตถุที่นำมาผลิต และวิธีการทดสอบเป็นต้น

ปัจจุบันสินค้าที่ สมอ. กำหนดเป็นมาตรฐานปัจจุบันมีอยู่กว่า 2,000 เรื่อง ครอบคลุมสินค้าที่เราใช้อยู่ในชีวิตประจำวันหลาย ๆ ประเภท ได้แก่ ประเภทอาหาร เครื่องใช้ไฟฟ้า ยานพาหนะ สิ่งทอ วัสดุก่อสร้าง เป็นต้น

มาตรฐาน มอก. 58-2530, 153-2533 และ 1505 2541 [10]

การทดสอบความเค้นอัด

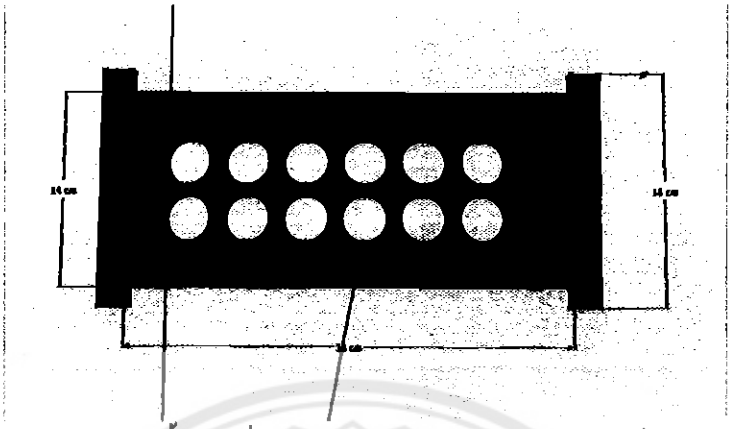
1. ตัดชิ้นทดสอบให้มีขนาด 10 x 10 x 10 ซม. โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มม. จำนวน 3 ก้อน
2. กดชิ้นทดสอบด้วยแรงกด 0.05 $N/mm^2/s$ ในแนวตั้งฉากกับชิ้นตัวอย่าง จนได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตกเสียหาย

การทดสอบอัตราการดูดกลืนน้ำ

1. ตัดชิ้นทดสอบให้มีขนาด 10 x 10 x 10 ซม. โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มม. จำนวน 3 ก้อน
2. อบชิ้นงานในตู้อบเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชม. ด้วยอุณหภูมิ 105 °c ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชม. วัดมวลและมิติของแต่ละก้อน
3. แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดหลังทำการวัดเสร็จ เป็นเวลา 24 ชม. แล้วเช็ดผิวด้วยผ้า ทำการชั่งให้เสร็จภายใน 3 นาทีน้ำหนักที่ชั่งได้คือ น้ำหนักของอิฐที่ดูดกลืนน้ำ

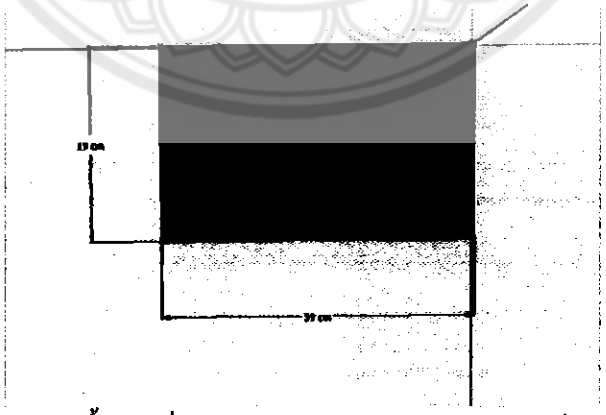
ภาคผนวก ค

ค1. การออกแบบแบบหล่ออิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก



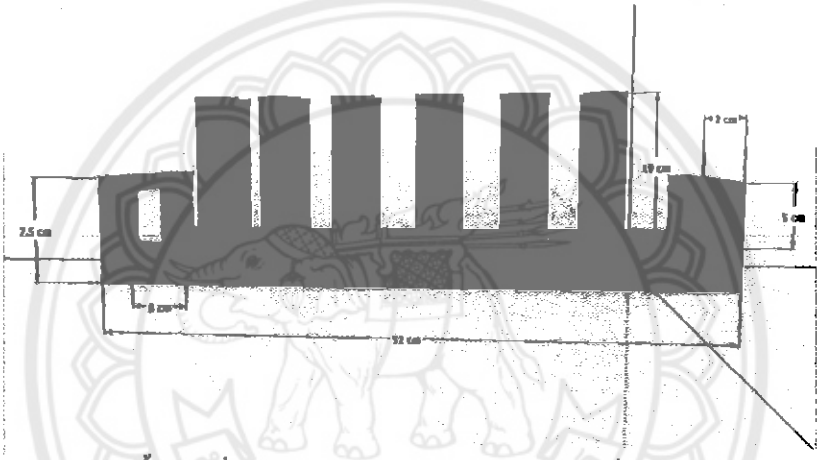
รูปที่ 1ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 1 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

รูปที่ 2ค. แสดงชิ้นส่วนที่ 1 ที่สร้างขึ้นจริง



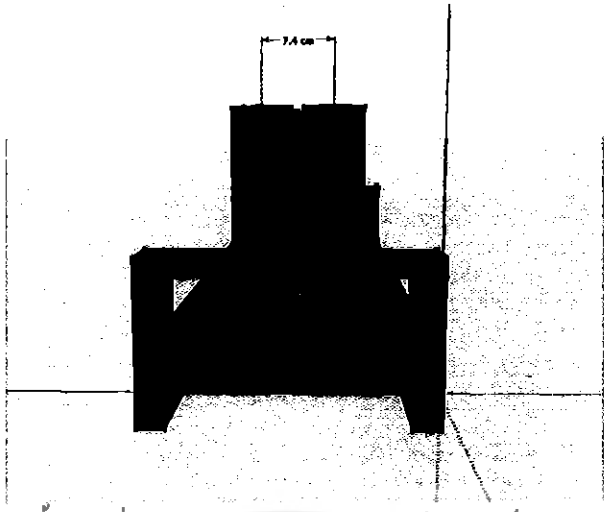
รูปที่ 3ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 2 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

รูปที่ 4ค. แสดงชิ้นส่วนที่ 2 ที่สร้างขึ้นจริง

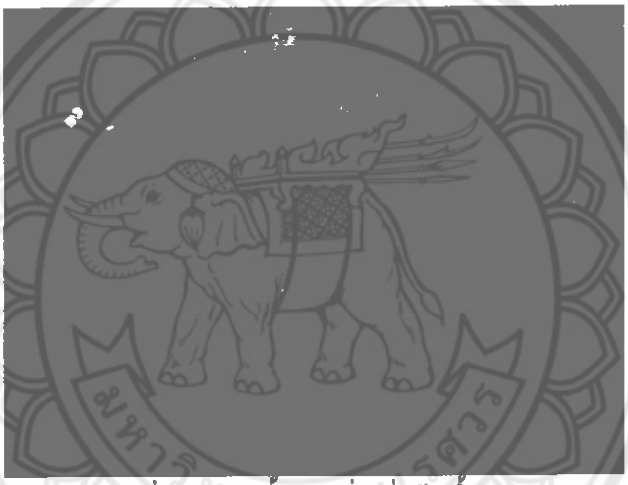


รูปที่ 5ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 3 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก (ด้านหน้า)

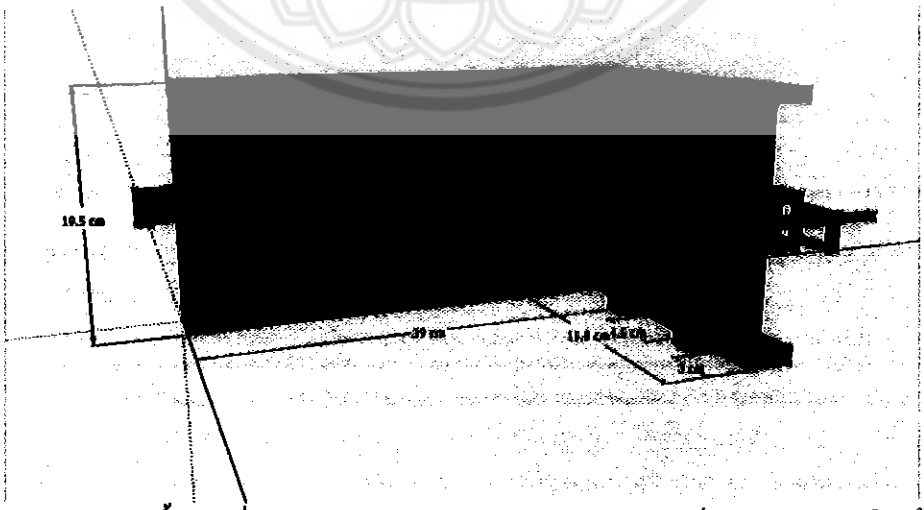
รูปที่ 6ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 3 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก (ด้านบน)



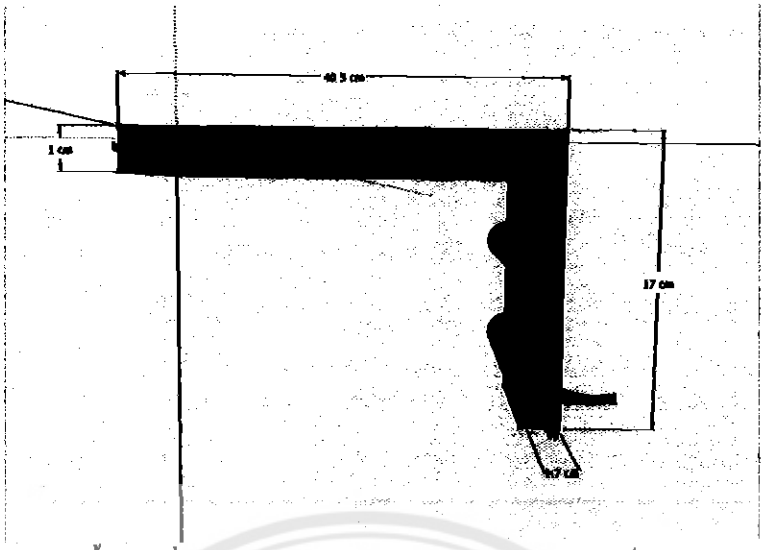
รูปที่ 7ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 3 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก (ด้านข้าง)



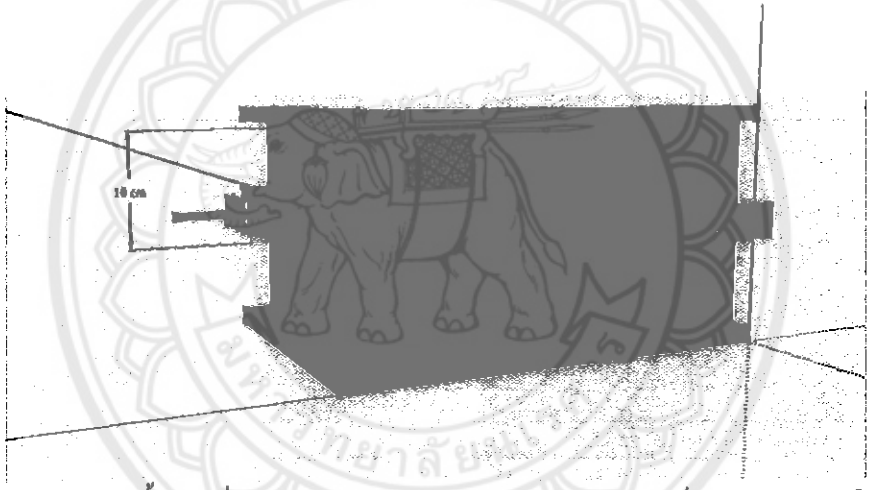
รูปที่ 8ค. แสดงชิ้นส่วนที่ 3 ที่สร้างขึ้นจริง



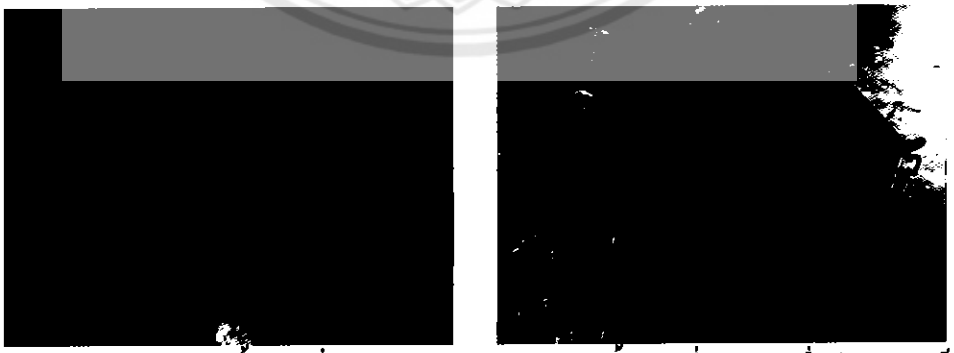
รูปที่ 9ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก (ด้านหน้า)



รูปที่ 10ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก (ด้านบน)



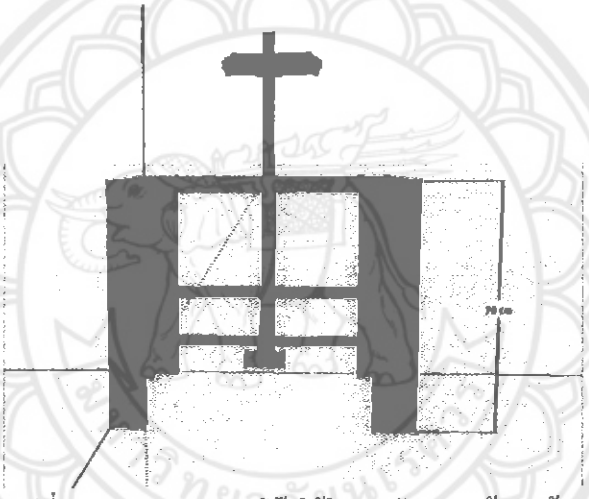
รูปที่ 11ค. แสดงแบบวาดชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ของแบบหล่ออิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก (ด้านข้าง)



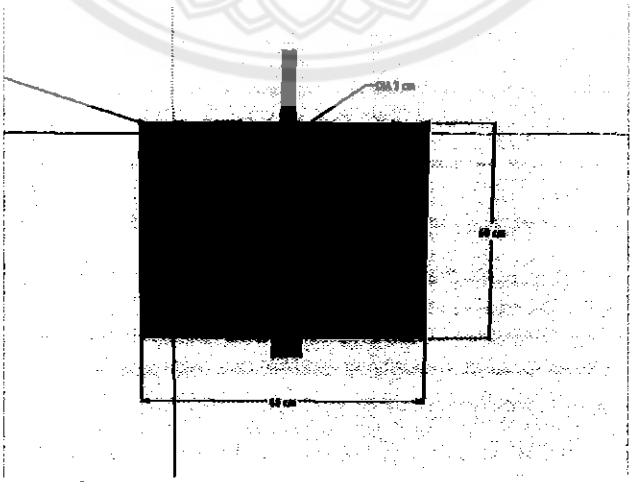
ก.แสดงรูปชิ้นส่วนที่ 4 ข. แสดงชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 เมื่อประกอบเสร็จ

รูปที่ 12ค. แสดงชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ที่สร้างขึ้นจริง

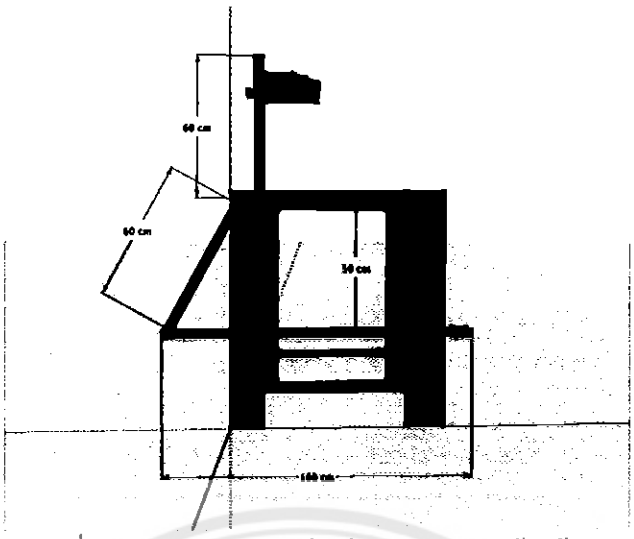
รูปที่ 13ค. แสดงชิ้นส่วนแบบที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 14ค. แสดงแบบวาดโต๊ะใช้ในการอัดแบบ (ด้านหน้า)



รูปที่ 15ค. แสดงแบบวาดโต๊ะใช้ในการอัดแบบ (ด้านบน)

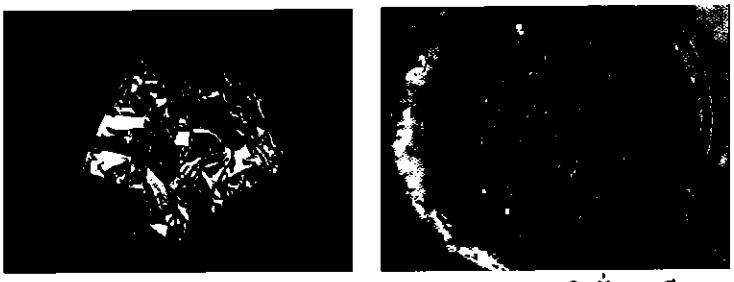


รูปที่ 16ค. แสดงแบบวาดโต๊ะใช้ในการอัดแบบ (ด้านข้าง)

รูปที่ 17ค. แสดงโต๊ะอัดแบบที่สร้างขึ้นจริง

ค2. การสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

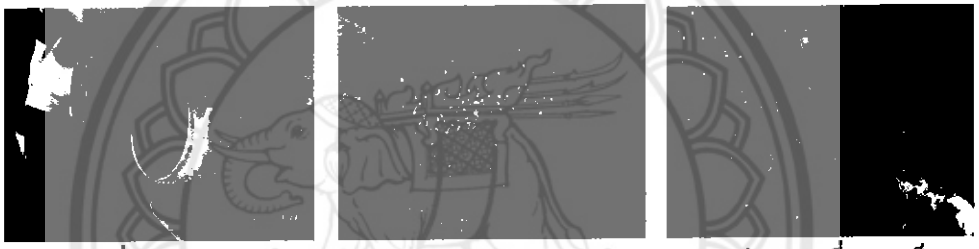
1. นำถุงขยะพลาสติกภายในเคลือบด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ล้างให้สะอาด ปั่นให้ละเอียด



ก.ถุงขยะพลาสติก ข.ถุงขยะพลาสติกปั่นละเอียด

รูปที่ 18ค. แสดงสารผสมเพิ่ม

2. อลูมิเนียมฟอยล์ที่ปั่นละเอียดนำมาผสมเข้ากับปูนซีเมนต์ ทราย น้ำในอัตราส่วนที่กำหนดด้วยเครื่องผสมปูน



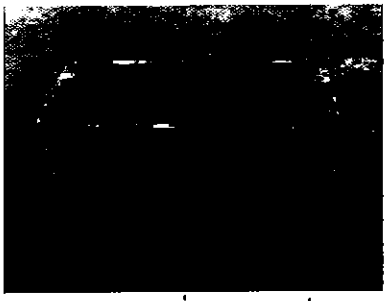
ก.เครื่องโม่ปูน ข.ส่วนผสม ค.ส่วนผสมที่ผสมเสร็จ

รูปที่ 19ค. แสดงขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมของอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

3. เตรียมแบบหล่อก้อนตัวอย่างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 19 x 40 x 15 เซนติเมตร ทาผิวด้านในด้วยน้ำมันเครื่องเพื่อกันการติดของปูนซีเมนต์กับแบบ

ก.การทาน้ำมันที่แบบ ข. การทาน้ำมันที่แบบ

ค. แบบที่ทาน้ำมันเสร็จเรียบร้อยแล้ว



ง. แบบที่ประกอบเสร็จ

รูปที่ 20ค. แสดงขั้นตอนการเตรียมแบบ

4. เทปูนซีเมนต์ที่ผสมลงในแบบ โดยเทแบ่งเป็น 3 ชั้นเท่าๆกัน แต่ละชั้นให้มีปริมาตร 1/3 ของแบบ และตำด้วยเหล็กตำจำนวน 25 ครั้งของทุกๆชั้น

ก.แสดงเทปูนซีเมนต์ลงในแบบ

ข. แสดงการตำด้วยเหล็ก

รูปที่ 21ค. แสดงการหล่อแบบ

5. อัดด้วยเครื่องอัดแบบให้แน่นเพื่อให้แบบที่หล่อได้ออกมาตามต้องการ

ก.แสดงการอัดแบบ

ข. แบบที่อัดเรียบร้อยแล้ว

รูปที่ 22ค. แสดงการอัดแบบ

6. ทิ้งไว้ 10 นาทีจึงถอดแบบออก จะได้อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 2 ก้อน ปล่อยให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง

ก.แสดงการถอดแบบ

ข. แสดงอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ที่เริ่มแข็งตัว

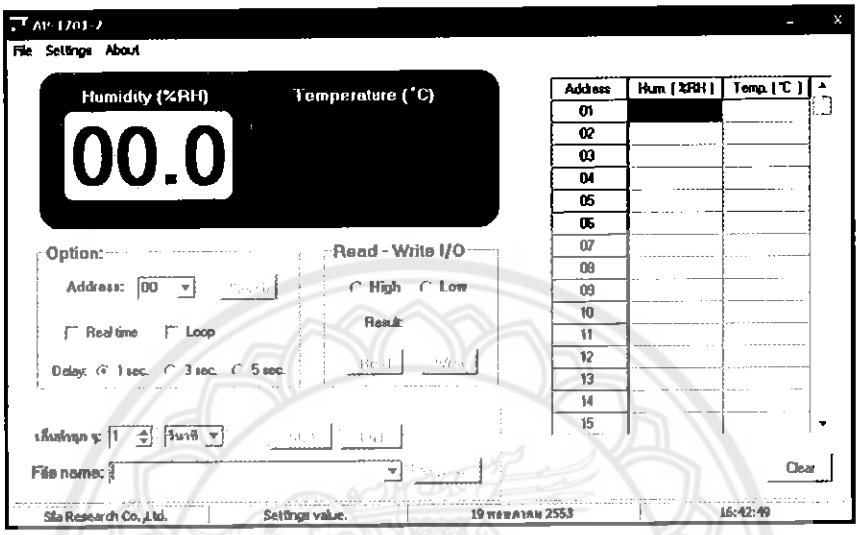
รูปที่ 23ค. แสดงขั้นตอนการถอดแบบ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ง

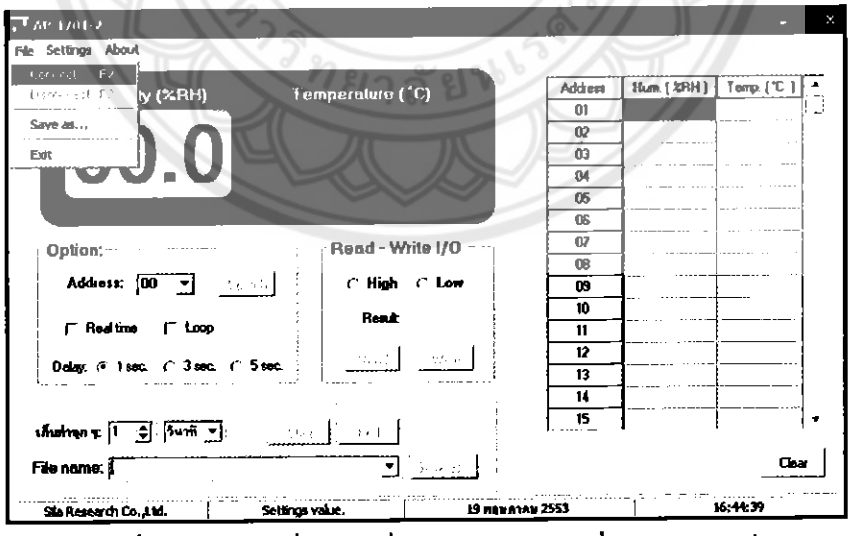
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม AP-1701-2

1. ดับเบิ้ลคลิกหน้าโปรแกรม AP-1701-2ขึ้นมาจะได้แสดงดังรูปที่ 1ง.



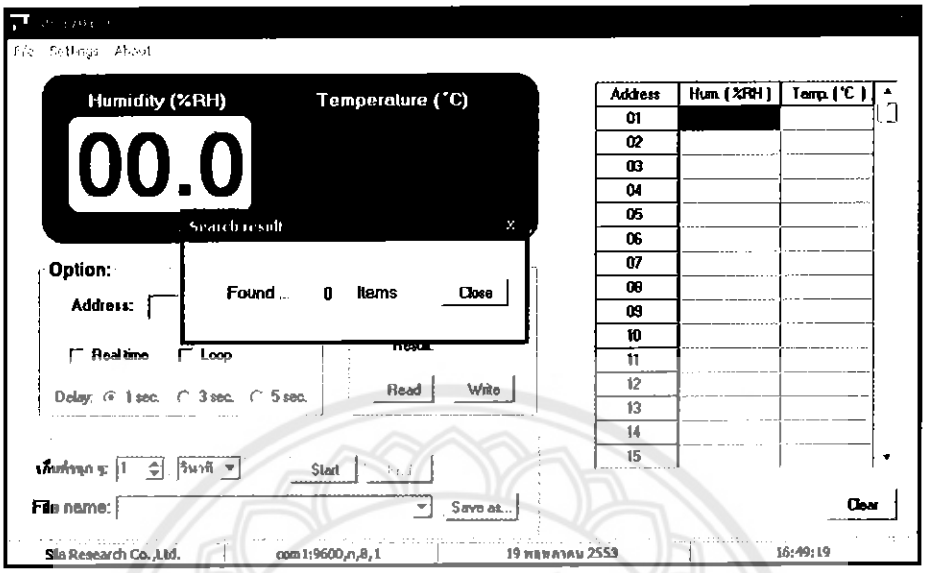
รูปที่ 1ง. แสดงโปรแกรม AP-1701-2

2. คลิกที่ File เลือก Connect ดังรูปที่ 2ง. เพื่อทำการเชื่อมต่อเครื่อง AP-1701-2 เข้ากับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2ง. แสดงการเชื่อมต่อเครื่อง AP-1701-2 กับเครื่องคอมพิวเตอร์

3. กด Search เพื่อค้นหาตัววัดอุณหภูมิ จำนวนตัววัดที่ค้นหาจะได้เท่ากับจำนวนตัววัดที่ทำการติดตั้งใช้งาน



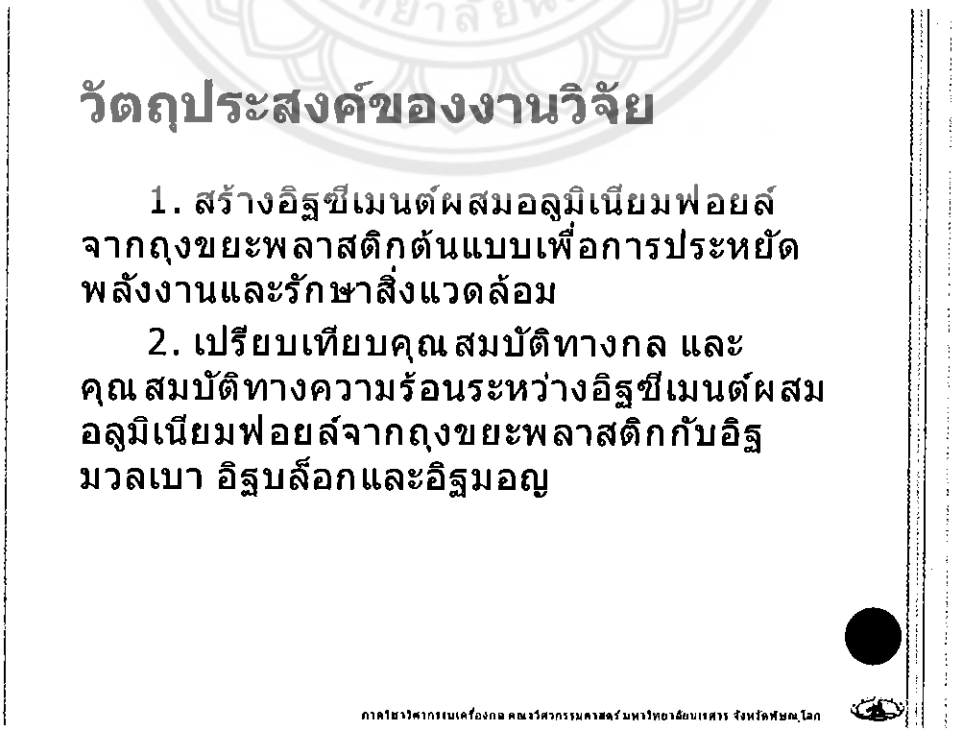
รูปที่ 3ง. แสดงการค้นหาเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

4. คลิก Save as.. เพื่อทำการบันทึกไฟล์เก็บไว้

5. คลิก Start เพื่อให้เครื่องเริ่มทำการวัดอุณหภูมิ

ภาคผนวก จ

PowerPoint แสดงผลงาน



วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอิฐซีเมนต์ กรรมวิธีการทำอิฐซีเมนต์

2. ออกแบบและสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกเพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมโดยในการทดสอบได้ใช้อัตราส่วนของปูน ทราย น้ำ และอลูมิเนียมจากถุงขยะพลาสติกดังแสดงในตารางแสดงอัตราส่วนผสม

ตาราง แสดงอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

ปูน (กิโลกรัม)	ทราย (กิโลกรัม)	น้ำ (กิโลกรัม)	อลูมิเนียมฟอยล์ (กิโลกรัม)
9	18	4	0
9	18	4	0.3
9	18	4	0.4
9	18	4	0.5
9	18	4	0.6
9	18	4	0.7

3.ทดสอบคุณ สมบัติ

3.1 ความเค้นอัด ตามมาตรฐาน BS 1881

ก. เครื่องทดสอบความเค้นอัด ข. อิฐทรงลูกบาศก์ ค. แสดงลักษณะของอิฐที่ทดแล้ว

รูปที่ 1 ทดสอบความเค้นอัด

3.2 การดูดกลืนน้ำ ตามมาตรฐาน ASTM C 127

ก. แสดงการแช่น้ำ (บนอิฐ) ข. แสดงการลบอิฐ

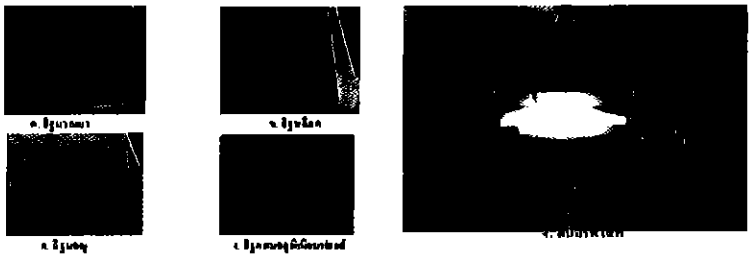
รูปที่ 2 ทดสอบการดูดกลืนน้ำ

3.3 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

ก. แสดงการชั่งน้ำหนัก ข. แสดงการวัดขนาด

รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร

3.4 แนวโน้มการหน่วงความร้อน



ค. อิฐมวลเบา ง. อิฐมอญ

รูปที่ 4 อิฐที่ใช้ทดสอบและเครื่องกำเนิดความร้อน

3.5 ค่าการสะท้อนแสงโดยพิจารณาจากความเข้มแสง

ก. แสดงฟิลด์ที่ใช้ในการทดลอง ข. แสดงการวัดค่าความเข้มแสง

รูปที่ 5 ทดสอบการสะท้อนแสง

4. วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกกับอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญ

5 สรุปผลและวิจารณ์

ขั้นตอนการสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

1. นำถุงขยะพลาสติกภายในเคลือบด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ล้างให้สะอาด ปั่นให้ละเอียด

ก.ถุงขยะพลาสติก ข.ถุงขยะพลาสติกปั่นละเอียด

รูปที่ 6 แสดงสารผสมเพิ่ม

2. อลูมิเนียมฟอยล์ที่ปั่นละเอียดนำมาผสมเข้ากับปูนซีเมนต์ ทราย น้ำในอัตราส่วนที่กำหนดด้วยเครื่องผสมปูน

ก.เครื่องโม่ปูน ข.ส่วนผสม ค.ส่วนผสมที่ผสมเสร็จ

รูปที่ 7 แสดงขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมของอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

3. เตรียมแบบหล่อก้อนตัวอย่างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 19 x 40 x 15 เซนติเมตร ทาผิวด้านในด้วยน้ำมันเครื่องเพื่อกันการติดของปูนซีเมนต์กับแบบ

รูปที่ 8 แสดงการทาน้ำมันที่แบบ

4. เทปูนซีเมนต์ที่ผสมลงในแบบ โดยเทแบ่งเป็น 3 ชั้นเท่าๆกัน แต่ละชั้นให้มีปริมาตร 1/3 ของแบบ และตำด้วยเหล็กตำจำนวน 25 ครั้งของทุกๆชั้น

รูปที่ 9 แสดงการหล่อแบบ

5. อัดด้วยเครื่องอัดแบบให้แน่นเพื่อให้แบบที่หล่อได้ออกมาตามต้องการ

ก.แสดงการอัดแบบ

ข. แบบที่อัดเรียบร้อยแล้ว

รูปที่ 10 แสดงการอัดแบบ

6. ทิ้งไว้ 10 นาทีจึงถอดแบบออก จะได้อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 2 ก้อน ปล่อยให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง

ก.แสดงการถอดแบบ

ข. แสดงอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ที่เริ่มแข็งตัว

รูปที่ 11 แสดงขั้นตอนการถอดแบบ

ระยะเวลาการทำวิจัย

	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอิฐซีเมนต์	⟷	⟷									
2.ออกแบบและสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม		⟷	⟷	⟷							
3.ทดสอบคุณสมบัติทางกลและคุณสมบัติทางความร้อน					⟷	⟷	⟷	⟷			
4.วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับอิฐทั่วไปที่มีในท้องตลาด							⟷	⟷	⟷		
5.สรุปผล									⟷	⟷	⟷

แผนที่วางไว้ ⟷
ปฏิบัติได้จริง ⟷ [เครื่องมือวัดการนำความร้อนเลขครุภัณฑ์ที่ 3413-002-009 งบม. 76/40 ชำรุด]

ทฤษฎี

ความเค้นแรงอัด (Compressive Stress)

เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง ดังแสดงในรูป

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

รูปที่ 12 แสดงการนำความร้อน

เมื่อ

σ = ความเค้น (N/m^2)

P = แรงภายนอกที่มากระทำ (N)

A = พื้นที่ตั้งฉากกับแรงกระทำ (m^2)

การดูดกลืนน้ำ

คิดจากค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐแห้งและน้ำหนักของอิฐที่ดูดซึมน้ำเป็นกรัม (g)

$$\text{อัตราการดูดกลืนน้ำ} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100$$

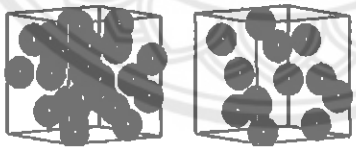
เมื่อ

w_1 = น้ำหนักก่อนอบ (g)

w_2 = น้ำหนักหลังอบ (g)

ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

ความหนาแน่นเชิงปริมาตร (Density) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมวล (Mass) ต่อ ปริมาตร



$$\rho = \frac{m}{v}$$

รูปที่ 13 แสดงความหนาแน่นมวลวัตถุ

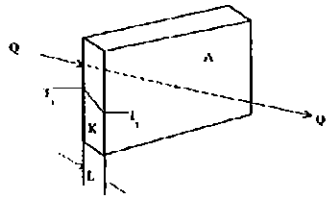
เมื่อ

ρ = ความหนาแน่นของวัตถุ (kg)

m = มวลรวมของวัตถุ (kg)

v = ปริมาตรรวมของวัตถุ (m^3)

การนำความร้อน (heat conduction) คือการส่งผ่านความร้อนจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งต้องมีตัวกลางเป็นตัวนำความร้อน



$$Q_{cond} = kA\frac{\Delta T}{L}$$

เมื่อ

Q_{cond} = ภาระการนำความร้อน (w/m)
k = ค่าการนำความร้อนของผนัง (w/m.k)
A = พื้นที่ผิว (m^2)
L = ความหนา (m)
ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกผนัง(k)

ความสว่าง คือ ปริมาณฟลักซ์ที่ตกลงบนพื้นที่หนึ่งหน่วยของพื้นผิว

$$E = \frac{F}{A}$$

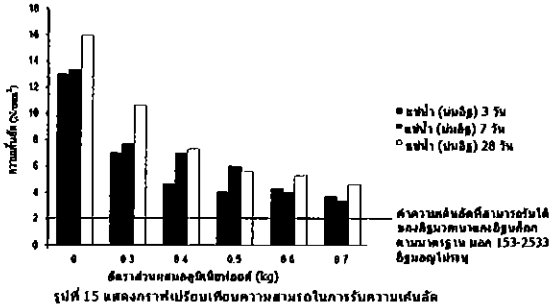
เมื่อ

E = ความสว่าง (lux)
F = ฟลักซ์ของลำแสง (lm)
A = พื้นที่ผิว (m^2)

คุณสมบัติของสารผสมอลูมิเนียมฟอยล์

1. มีความมันวาวสะท้อนแสงอาทิตย์ได้ดี
2. น้ำหนักเบาและมีความยืดหยุ่นที่ดี
3. ทนทานต่อสารปนเปื้อน
4. สามารถเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี

ความเค้นอัด ทดสอบตามมาตรฐาน BS 1881

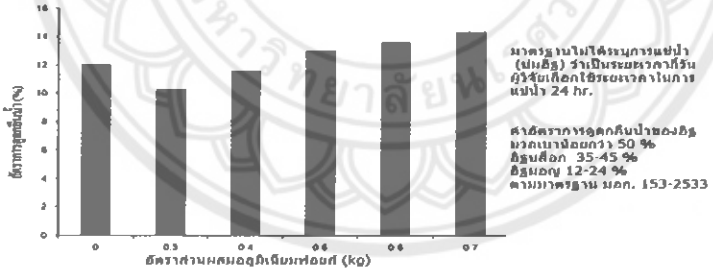


รูปที่ 15 แสดงกราฟเปรียบเทียบความสามารถในการรับความเค้นอัด

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. อิฐที่ไม่ได้ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) สามารถรับความเค้นอัดได้สูงสุด 16 N/
2. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์สามารถรับความเค้นอัดได้สูงสุด 10.7 N/mm^2
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการรับความเค้นแปรผกผันกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์
4. อิฐทุกชนิดที่ใช้ในการทดสอบ มีแนวโน้มการรับความเค้นอัดแปรผันตรงกับป[illegible] ปมอิฐ
5. อิฐทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ สามารถรับแรงอัดได้มากกว่าอิฐมวลเบาและอิฐบล็อก

การดูดกลืนน้ำ ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 127

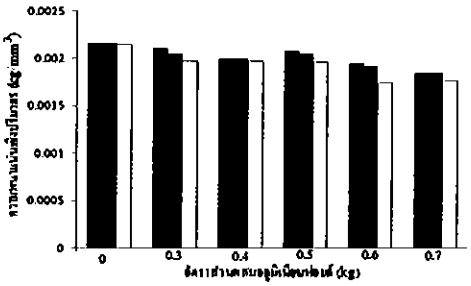


รูปที่ 16 แสดงกราฟทดสอบการดูดกลืนน้ำ

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. อิฐที่ไม่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) มีอัตราการดูดกลืนเฉลี่ย 12 %
2. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำสุดเฉลี่ย 10.3 %
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มอัตราการดูดกลืนน้ำแปรผันตรงกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์
4. อิฐทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ มีอัตราการดูดกลืนน้ำน้อยกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อก และอิฐมอญ

ความหนาแน่นเชิงปริมาตร



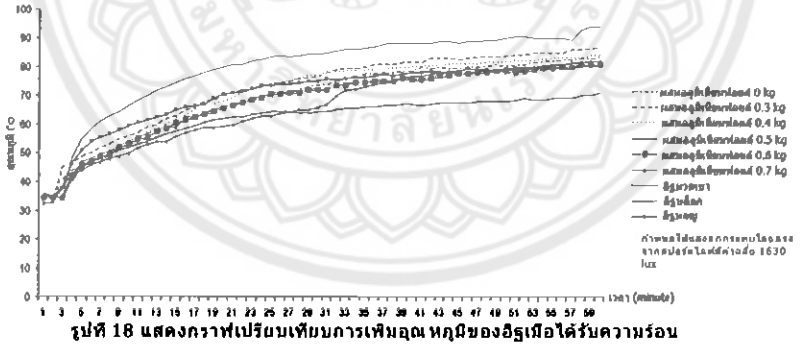
ตามมาตรฐานไม่ได้ระบุระยะเวลาการแช่น้ำ (ปมอิฐ) ผู้วิจัยเลือกใช้การแช่น้ำ 3 วัน 7 วันและ 28 วัน

รูปที่ 17 แสดงกราฟเปรียบเทียบความหนาแน่นเชิงปริมาตร

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. อิฐที่ไม่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) มีค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรสูงสุด 0.0022 kg/mm^3
2. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.3 kg มีค่าความหนาแน่นสูงสุด 0.0021 kg/mm^3
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ มีแนวโน้มความหนาแน่นเชิงปริมาตรแปรผกผันกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียม

แนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ

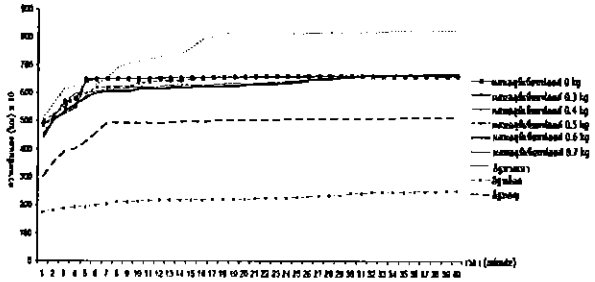


รูปที่ 18 แสดงกราฟเปรียบเทียบการเพิ่มอุณหภูมิของอิฐเมื่อได้รับความร้อน

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. ความสามารถในการหน่วงความร้อนของอิฐแบ่งออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์กับอิฐมอญ และ 3. อิฐบล็อก ตามลำดับ
2. เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์แล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถหน่วงความร้อนได้ดีสุด
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการหน่วงความร้อนแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์

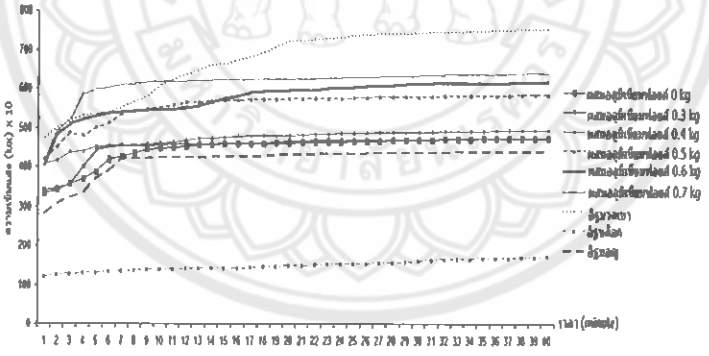
การสะท้อนแสงโดยพิจารณาจากความเข้มแสง



รูปที่ 19 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มแสง ณ ตำแหน่งตรงกลางก่อนอิฐ

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. ความสามารถในการสะท้อนแสงของอิฐแบ่งออกได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 3. อิฐมอญ และ 4. อิฐบล็อก ตามลำดับ
2. เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์แล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถสะท้อนแสงได้ดีสุด
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการสะท้อนแสงแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์



รูปที่ 20 แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มแสง ณ ตำแหน่งด้านข้างทั้งสี่ของอิฐ

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. ความสามารถในการสะท้อนแสงของอิฐแบ่งออกได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 3. อิฐมอญ และ 4. อิฐบล็อก ตามลำดับ
2. เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์แล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถสะท้อนแสงได้ดีสุด
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการสะท้อนแสงแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์

สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg ที่สร้างขึ้นสามารถรับแรงเค้นอัดได้สูงกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญตามมาตรฐาน มอก. 153-2533 ในงานก่อสร้างจะมีความทนทานแข็งแรงสูง ค่าอัตราการดูดกลืนน้ำน้อยกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญตามมาตรฐาน มอก. 153-2533 ทำให้การก่อสร้างด้วยอิฐชนิดนี้ไม่อมน้ำ ผนังไม่เกิดเชื้อราง่าย ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนและค่าการสะท้อนแสงมีค่าสูงกว่าอิฐบล็อกและอิฐมอญ แต่ยังคงด้อยกว่าอิฐมวลเบา ช่วยให้งานก่อสร้างสามารถลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศได้

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้อิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกต้นแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม
2. ลดปริมาณขยะและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก
3. ลดการกำจัดขยะที่ก่อให้เกิดมลพิษ
4. ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถขยายธุรกิจเกี่ยวกับอิฐซีเมนต์ได้
5. ได้บทความทางวิชาการเพื่อเป็นวิทยาทานแก่ผู้ที่สนใจ

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

1. การทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบการนำความร้อนชำรุดจึงไม่สามารถทราบค่าสัมประสิทธิการนำความร้อน (k) ของอิฐได้ ทางผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐแทน
2. ควรเพิ่มหรือลดอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกให้มากกว่านี้
3. ควรมีการต่อยอดโดยนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกผสมปูนเพื่อสร้างเป็นกระเบื้องมุงหลังคา
4. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีน้ำหนักมาก หากทำให้มีน้ำหนักเบาลงการขนส่งและการก่อสร้างจะสะดวกยิ่งขึ้น
5. ควรมีการนำอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มาสร้างบ้านจริงเพื่อทดสอบอายุการใช้งาน และความสามารถในการช่วยลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

ภาคผนวก ฉ
บทความงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
โครงการทุนอุดหนุนการวิจัย แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานปี 2552

ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

(A Feasibility Study to Fabricate the Cement Brick with Aluminium Foil from Waste Plastic Bag)

นายสราวุธ ขุนพิลึก* นางสาวนัทรี แตงคารา* นายอำนวย ศักดิ์เจริญชัยคูล* และนายศิษฐ์ภัณฑ์ แคมลา**
* นิสิตชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
** อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกต้นแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งเปรียบเทียบความเค้นอัด การดูดกลืนน้ำ แนวโน้มการหน่วงความร้อน และการสะท้อนแสง ระหว่างอิฐซีเมนต์ทั่วไปคืออิฐมวลเบา อิฐบล็อก และอิฐมอญ กับอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกโดยมีอัตราส่วนผสม ปูน 9 กิโลกรัม ทราย 18 กิโลกรัม น้ำ 4 กิโลกรัม อลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 กิโลกรัม ตามลำดับ

ผลจากการศึกษาและเปรียบเทียบค่าต่างๆพบว่า ค่าความเค้นอัดของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ทุกอัตราส่วนมีค่าความเค้นอัดสูงที่สุด และค่าความเค้นอัดนั้นแปรผกผันกับอัตราส่วนผสมของอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก ค่าอัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีค่าต่ำที่สุด ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนและค่าการสะท้อนแสงของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีค่าสูงกว่าอิฐบล็อกและอิฐมอญ แต่ต่ำกว่าอิฐมวลเบา ดังนั้นอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์สามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งแนวทางในการศึกษาต่อไปข้างหน้าควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการสร้างหลังคาซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกเพื่อประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมต่อไป

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้ไม่ว่าจะเป็นขนมอบกรอบ นม บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีการนำอลูมิเนียมฟอยล์เคลือบไว้ภายในบรรจุภัณฑ์เพื่อกันความชื้นทำให้ปัญหาขยะกลุ่มนี้มีมาก อลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกเป็นวัตถุสังเคราะห์ที่ย่อยสลายได้ยากและเป็นมลพิษเมื่อเผาหรือทำลาย จึงได้เกิดแนวคิดในการนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกกลับมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าอลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้ดีและย่อยสลายยากจึงมีแนวคิดนำเอาอลูมิเนียมฟอยล์เหล่านี้กลับมาใช้ใหม่ โดยเป็นส่วนผสมของอิฐซีเมนต์เพื่อให้อิฐซีเมนต์ที่ผลิตมีคุณสมบัติทางความร้อนที่ดีขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกมาผลิตอิฐซีเมนต์เพื่อใช้ในการก่อสร้าง

2.วัตถุประสงค์

1. สร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกต้นแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม
2. เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกล และคุณสมบัติทางความร้อนระหว่างอิฐซีเมนต์ทั่วไปกับอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติก

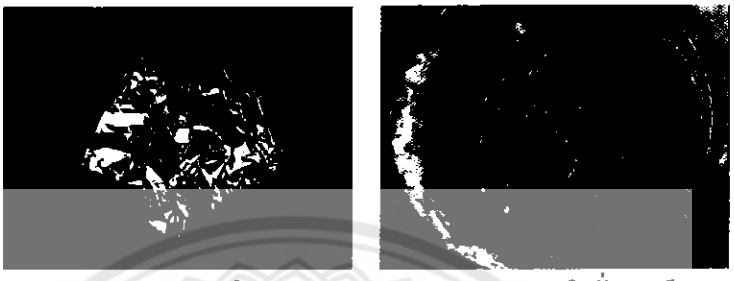
3. ขอบข่ายและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอิฐซีเมนต์และกรรมวิธีการทำอิฐซีเมนต์
2. ออกแบบและสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกเพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม โดยในการทดสอบได้ใช้อัตราส่วนของปูน ทราย น้ำ และอลูมิเนียมจากถุงขยะพลาสติกดังแสดงในตารางแสดงอัตราส่วนผสม ดังนี้

ตารางที่ 1. แสดงอัตราส่วนผสม

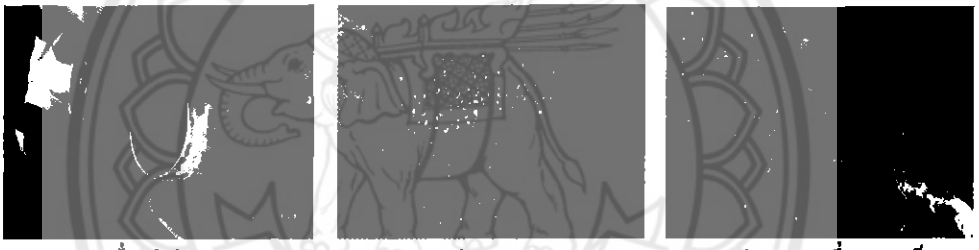
สูตรที่	ปูน (กิโลกรัม)	ทราย (กิโลกรัม)	น้ำ (กิโลกรัม)	อลูมิเนียมฟอยล์ (กิโลกรัม)
1	9	18	4	0
2	9	18	4	0.3
3	9	18	4	0.4
4	9	18	4	0.5
5	9	18	4	0.6
6	9	18	4	0.7

วิธีการสร้างอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกต้นแบบ โดยเริ่มต้นจากนำถุงขยะพลาสติกภายในเคลือบด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ล้างให้สะอาดปั่นให้ละเอียด แล้วนำมาผสมเข้ากับปูนซีเมนต์ ทราย น้ำในอัตราส่วนที่กำหนดด้วยเครื่องผสมปูนให้เข้ากันก่อนเทลงแบบ ดังแสดงในรูปที่ 1-2 ตามลำดับ



ก.ถุงขยะพลาสติก ข.ถุงขยะพลาสติกปั่นละเอียด

รูปที่ 1 แสดงสารผสมเพิ่ม



ก.เครื่องโม่ปูน ข.ส่วนผสม ค.ส่วนผสมที่ผสมเสร็จ

ง.เทส่วนผสมลงแบบอัด จ. ทิ้งไว้ 10 นาที ถอดแบบออก

รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมของอิฐซีเมนต์ผสมอลูมิเนียมฟอยล์

3. ทดสอบคุณสมบัติ

3.1 ความเค้นอัด ตามมาตรฐาน BS 1881

3.2 การดูดกลืนน้ำ ตามมาตรฐาน ASTM C 127

3.3 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

3.4 แนวโน้มการหน่วงความร้อน

3.5 ค่าการสะท้อนแสง

4. วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกกับอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญ

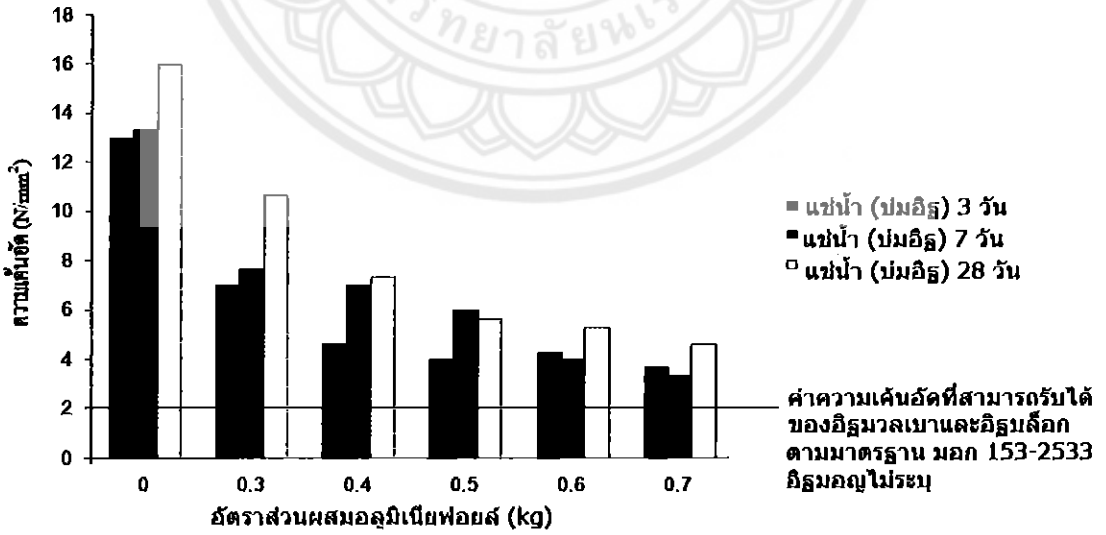
5. สรุปผลและวิจารณ์

4. ผลการทดสอบและวิเคราะห์

จากการทดสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติความเค้นอัด การดูดกลืนน้ำ ความหนาแน่นเชิงปริมาตร แนวโน้มการหน่วงความร้อน และการสะท้อนแสงของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกกับอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ค่าความเค้นอัด

จากการศึกษา ความเค้นอัดเกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง การทดสอบความเค้นอัด (ทดสอบตามมาตรฐาน BS 1881) เป็นการทดสอบที่มีลักษณะการใส่แรงกระทำในแบบตรงข้ามกับการทดสอบแรงดึง คือการทดสอบแรงดึงเป็นการทดสอบในลักษณะการดึงยืดชิ้นทดสอบ ส่วนการทดสอบแรงอัดเป็นการทดสอบในลักษณะการกดอัดอิฐทดสอบ การทดสอบได้ทำก้อนอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ จำนวนทั้งหมด 54 ก้อน โดยทิ้งระยะเวลาแช่น้ำเป็น 3 วัน 7 วันและ 28 วัน ผลจากการทดสอบแล้วสามารถแสดงการเปรียบเทียบความเค้นอัดกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์ได้ดังรูปที่ 3



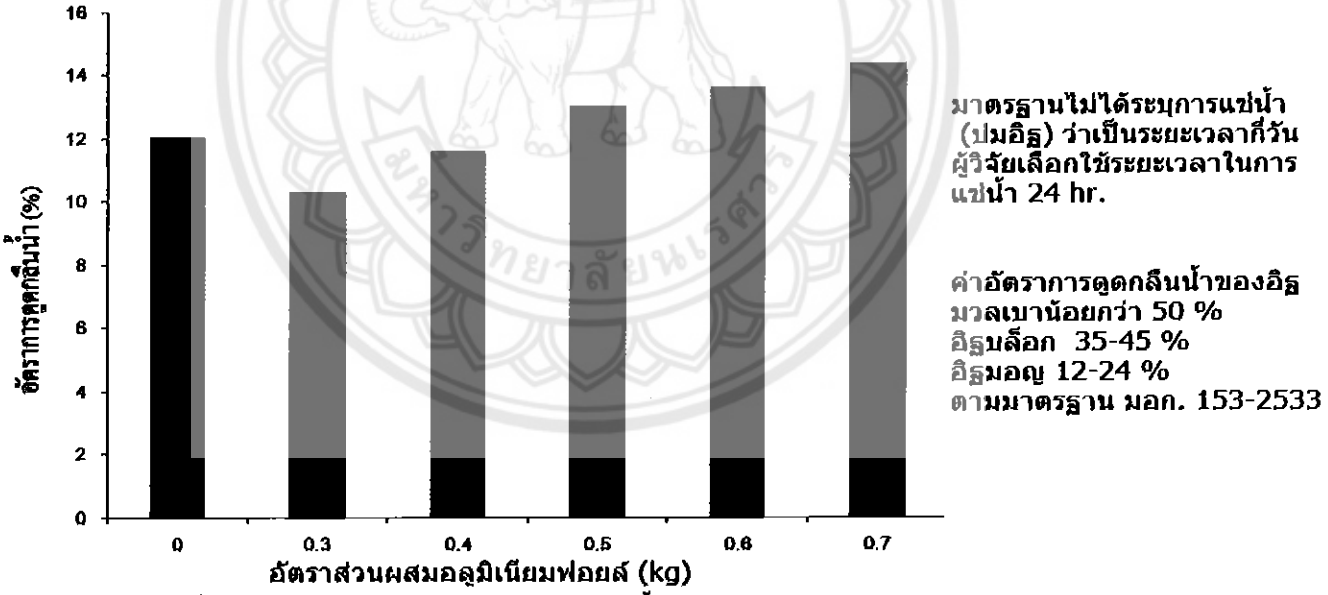
รูปที่ 3. แสดงกราฟเปรียบเทียบความเค้นอัดกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

จากกราฟสามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. อิฐที่ไม่ได้ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) สามารถรับความเค้นอัดได้สูงสุด 16 N/mm^2
2. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์สามารถรับความเค้นอัดได้สูงสุด 10.7 N/mm^2
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการรับความเค้นแปรผกผันกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์
4. อิฐทุกชนิดที่ใช้ในการทดสอบ มีแนวโน้มการรับความเค้นอัดแปรผันตรงกับการบ่มอิฐ
5. อิฐทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ สามารถรับแรงอัดได้มากกว่าอิฐมวลเบาและอิฐบล็อก

4.2 ค่าการดูดกลืนน้ำ

จากศึกษาอัตราการดูดกลืนน้ำคิดจากค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐแห้งและน้ำหนักของอิฐที่ดูดซึมน้ำ การทดสอบการดูดกลืนน้ำเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 127 การทดสอบได้ทำก้อนอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จำนวนทั้งหมด 18 ก้อน โดยทิ้งระยะเวลาแช่น้ำเป็น 1 วัน ผลจากการคำนวณแล้วสามารถแสดงเปรียบเทียบอัตราการดูดกลืนน้ำกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการดูดกลืนน้ำกับอัตราอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

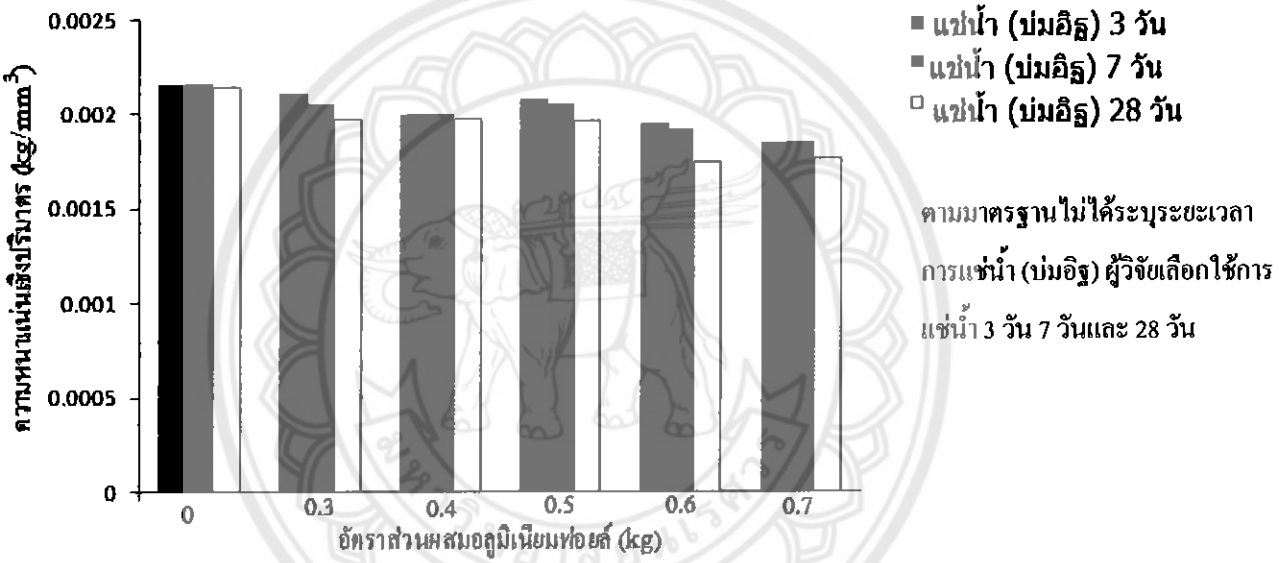
1. อิฐที่ไม่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) มีอัตราการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย 12 %
2. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำสุดเฉลี่ย 10.3 %

3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มอัตราการดูดกลืนน้ำแปรผันตรงกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

4. อิฐทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ มีอัตราการดูดกลืนน้ำน้อยกว่าอิฐมวลเบา อิฐบล็อกและอิฐมอญ

4.3 ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร

จากการศึกษาความหนาแน่นเชิงปริมาตร คืออัตราส่วนระหว่างมวลต่อปริมาตร การทดสอบได้ทำก้อนอิฐตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 54 ก้อน โดยทิ้งระยะเวลาแช่น้ำเป็น 3 วัน 7 วัน และ 28 วัน ผลจากการคำนวณแล้วสามารถแสดงการเปรียบเทียบความหนาแน่นเชิงปริมาตรกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. แสดงกราฟเปรียบเทียบความหนาแน่นของอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. อิฐที่ไม่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ (อัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0 kg) มีค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรสูงสุด 0.0022 kg/mm^3

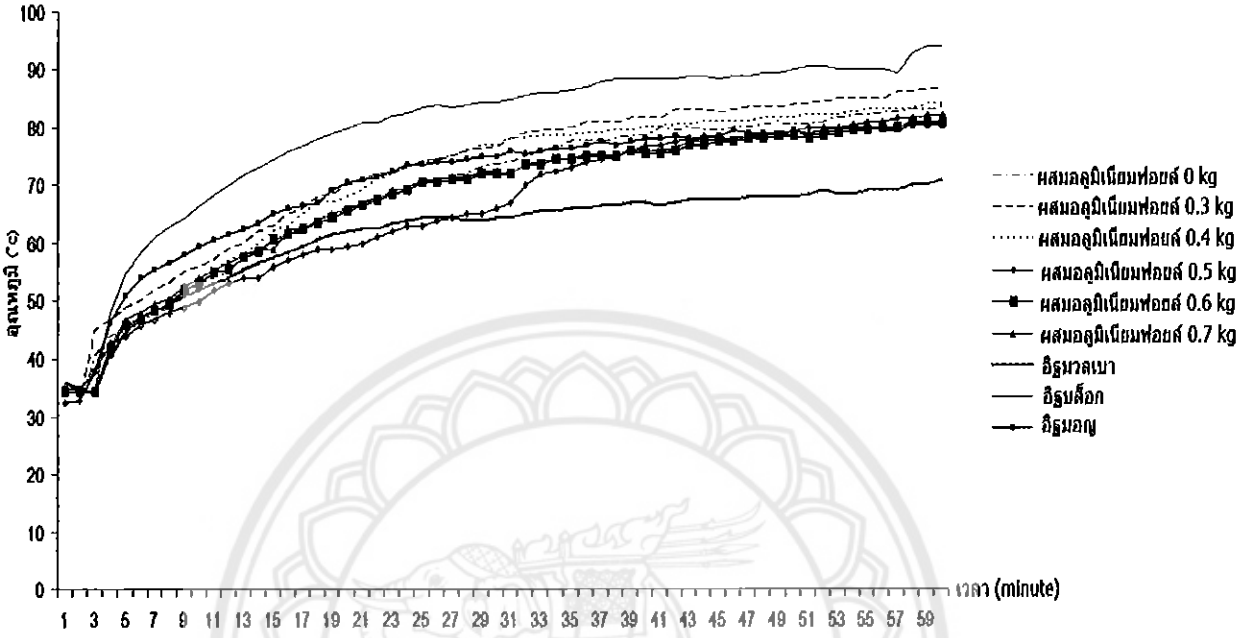
2. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.3 kg มีค่าความหนาแน่นสูงสุด 0.0021 kg/mm^3

3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ มีแนวโน้มความหนาแน่นเชิงปริมาตรแปรผกผันกับอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์

4.4 ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐ

ได้ทำก้อนอิฐตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 10 ก้อน แบ่งออกเป็นอิฐมวลเบา 1 ก้อนอิฐบล็อก 1 ก้อน อิฐมอญ 1 ก้อน และอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ตามอัตราส่วนผสมต่างๆ 7 ก้อน ขนาดกว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 16

เซนติเมตร หนา 7 เซนติเมตร ทิ้งระยะเวลาแช่น้ำเป็น 3 วัน ผลจากการทดลองสามารถแสดงเปรียบเทียบการเพิ่มอุณหภูมิของอิฐเมื่อได้รับความร้อนได้ดังรูปที่ 6



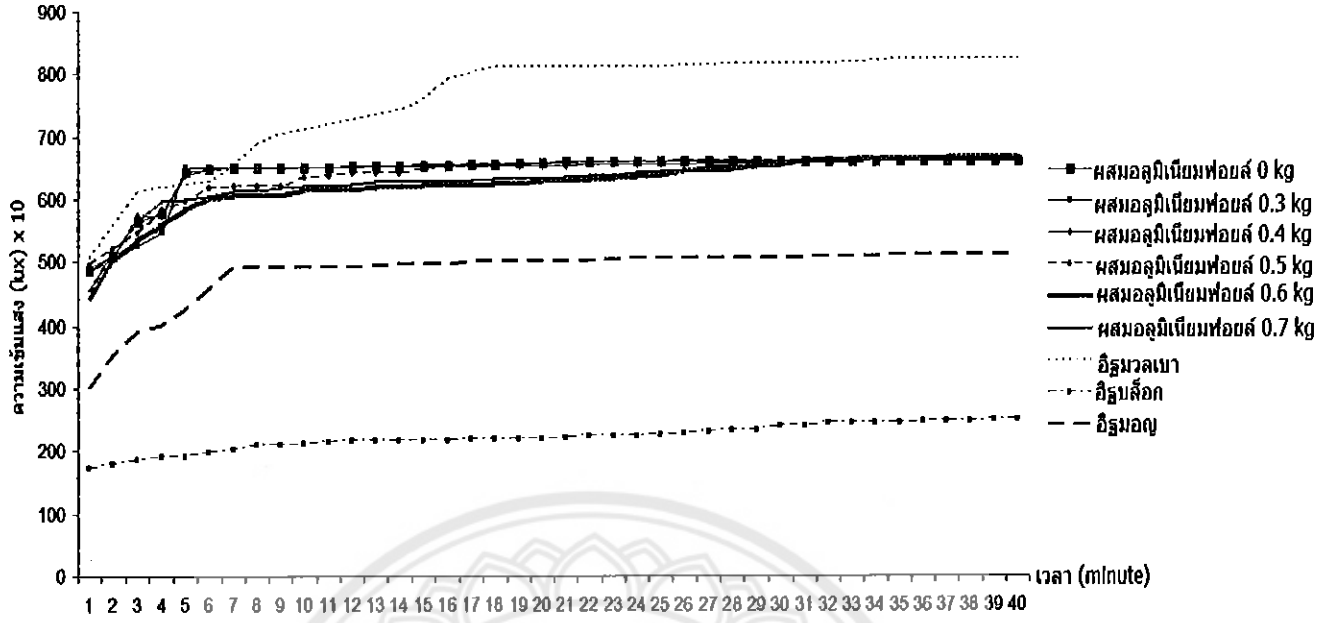
รูปที่ 6. แสดงกราฟเปรียบเทียบการเพิ่มอุณหภูมิของอิฐเมื่อได้รับความร้อน

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. ความสามารถในการหน่วงความร้อนของอิฐแบ่งออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์กับอิฐมอญ และ 3. อิฐบล็อก ตามลำดับ
2. เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์แล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถหน่วงความร้อนได้ดีสุด
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการหน่วงความร้อนแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์

4.5 ค่าการสะท้อนแสงโดยพิจารณาจากความเข้มแสง

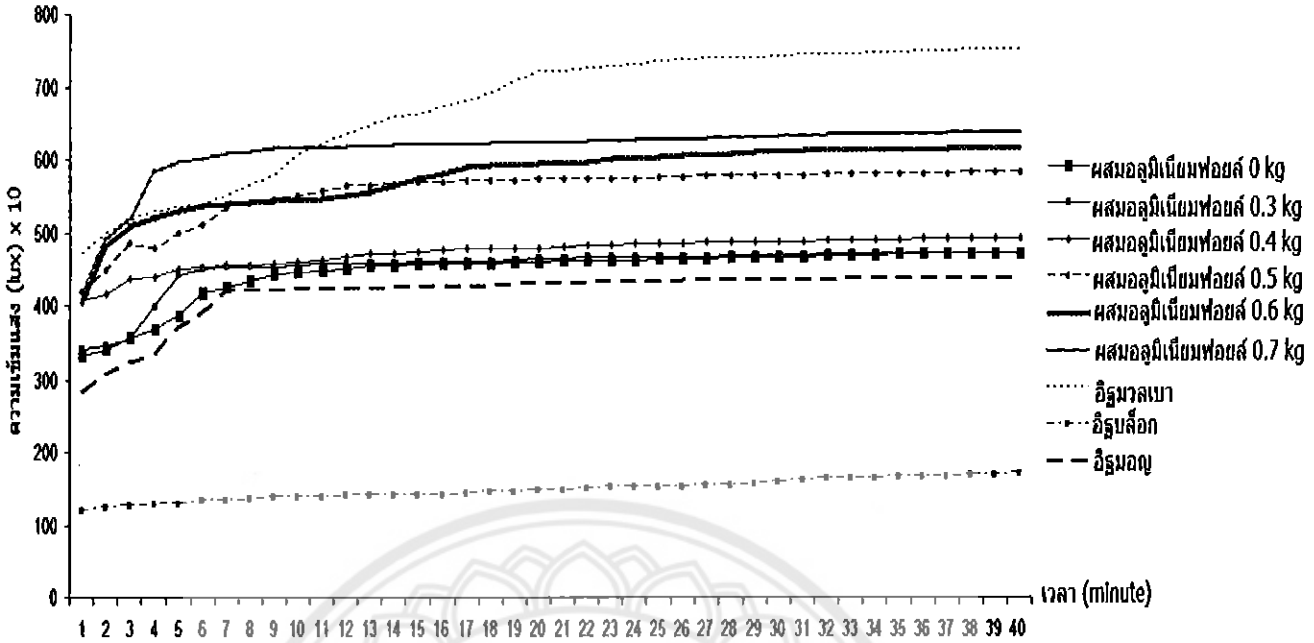
จากการศึกษา ความเข้มแสงคือปริมาณฟลักซ์ที่ตกลงบนพื้นที่หนึ่งหน่วย การทดลองได้ทำก้อนอิฐตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 10 ก้อน แบ่งออกเป็นอิฐมวลเบา 1 ก้อนอิฐบล็อก 1 ก้อน อิฐมอญ 1 ก้อน และอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ตามอัตราส่วนผสมต่างๆ 7 ก้อน เมื่อกำหนดให้แสงตกกระทบโดยตรงจากสปอร์ตไลท์มีค่าฉลี่ย 1630 lux ผลจากการทดลองแล้วสามารถแสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสงได้ดังรูปที่ 4.5 และรูปที่ 7



รูปที่ 7. แสดงกราฟเปรียบเทียบความเข้มแสง ณ ตำแหน่งตรงกลางก้อนอิฐ

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. ความสามารถในการสะท้อนแสงของอิฐแบ่งออกได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 3. อิฐมอญ และ 4. อิฐบล็อก ตามลำดับ
2. เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์แล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถสะท้อนแสงได้ดีสุด
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการสะท้อนแสงแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์



รูปที่ 8. แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง ณ ตำแหน่งด้านข้างทั้งสี่ของก้อนอิฐ

จากกราฟ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า

1. ความสามารถในการสะท้อนแสงของอิฐแบ่งออกได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ 1. อิฐมวลเบา 2. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 3. อิฐมอญ และ 4. อิฐบล็อก ตามลำดับ
2. เมื่อทำการเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มอิฐที่ผสมอลูมิเนียมแล้วจะเห็นได้ว่าอิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์ 0.7 kg สามารถสะท้อนแสงได้ดีสุด
3. อิฐที่ผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีแนวโน้มการสะท้อนแสงแปรผันตรงกับอัตราส่วนอลูมิเนียมฟอยล์

5. สรุปผล

จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกที่สร้างขึ้นสามารถรับแรงเค้นอัดได้สูงสุด ในงานก่อสร้างจะมีความทนทานแข็งแรงสูง ค่าอัตราการดูดกลืนน้ำน้อยที่สุด ทำให้การก่อสร้างด้วยอิฐชนิดนี้ไม่อมน้ำ ผนังไม่เกิดเชื้อราง่าย ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าแนวโน้มการหน่วงความร้อนและค่าการสะท้อนแสงมีค่าสูง ช่วยให้งานก่อสร้างสามารถลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศได้

6. วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

1. การทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบการนำความร้อนชำรุดจึงไม่สามารถทราบค่าสัมประสิทธิการนำความร้อน (k) ของอิฐได้ ทางผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาแนวโน้มการหน่วงความร้อนของอิฐแทน
2. ควรเพิ่มหรือลดอัตราส่วนผสมอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกให้มากกว่านี้
3. ควรมีการต่อยอดโดยนำอลูมิเนียมฟอยล์จากถุงขยะพลาสติกผสมปูนเพื่อสร้างเป็นกระเบื้องมุง

หลังคา

4. อิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มีน้ำหนักมาก หากทำให้มีน้ำหนักเบาลง การขนส่งและการก่อสร้างจะสะดวกยิ่งขึ้น

5. ควรมีการนำอิฐผสมอลูมิเนียมฟอยล์มาสร้างบ้านจริงเพื่อทดสอบ อายุการใช้งาน และความสามารถในการช่วยลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

7.เอกสารอ้างอิง

1. ไชยยันต์ ชัยจักร และคณะ. (2550). การผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาจากกากอุตสาหกรรมรีไซเคิลเหล็ก. ปราจีนบุรี: วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

2. ประชุม คำพุฒ. (2550). การใช้น้ำยางพาราปรับปรุงสมบัติด้านการรับกำลังและการเป็นฉนวนกันความร้อนของคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญญบุรี.

3. วัชระ เพิ่มชาติ. (2550). การใช้ประโยชน์จากขี้เถ้าลอยสำหรับผลิตอิฐมวลเบา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

4. สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ. (2551). จากขยะโฟมสู่อิฐสร้างบ้าน. ปราจีนบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

5. วรรณา ต.แสงจันทร์. (2552). การพัฒนาอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

6. นายสราวุธ ขุนพิลึก นางสาวนัทรี แตงดารา นายอำนวย ศักดิ์เจริญชัยกุล, (2553) ปริญญานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

7. Annual Book of ASTM Standards Volume 04.02, 1996

8. Concrete Structure, Properties and Materials, 2nd Edition, P. Kumar Mehta and Paulo J.M. Monteiro, Prentice Hall, New Jersey 1993

9. Design and Control of Concrete Mixtures, 13th Edition, Steven H. Kosmatka and William C. Panarese, Portland Cement Association, Illinois

10. Properties of Concrete, 3rd Edition, A. M. Neville, Longman Scientific and Techical, New York 1981

11. http://www.ori2.com/standard/fulltext/TIS1505-2541.pdf