

คอนกรีตบล็อกเพื่อโลกสีเขียว
Concrete block for green world

ปริญญานิพนธ์

ของ

นิทัศน์ อามาตเสนา 54010370048

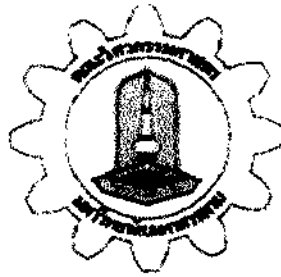
วิฑูรย์ แด่นวงศ์ล้อม 54010370062

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

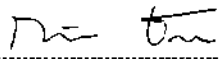
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



คณะกรรมการสอบปริญญาโท ได้พิจารณาปริญญาโทฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญาโท



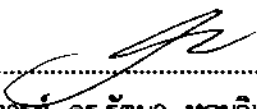
ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ ชัยมูล)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์)



อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

(อาจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร)

มหาวิทยาลัยมหาสารคามได้อนุมัติให้รับปริญญาโทฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บพิท บุปผโชติ)

หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้งานปริญญานิพนธ์มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้ทำขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆและดูแลเอาใจใส่ ให้กำลังใจในการปรับปรุงผลงานอันเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ ทำให้การศึกษาครั้งนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเพื่อนร่วมงานและเพื่อนๆร่วมชั้นปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ทุกท่านที่เป็นกำลังใจและให้คำแนะนำที่ดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ รวมทั้งทุกคนในครอบครัวที่สนับสนุนการศึกษา ให้กำลังใจ และทุนทรัพย์มาโดยตลอด จนผู้วิจัยประสบความสำเร็จ

ผู้ทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจเกี่ยวกับเรื่องนี้ในโอกาสต่อไป

นิทัศน์ อามาตเสนา

วิหวัช แคนวงศ์ล้อม

ชื่อเรื่อง	คอนกรีตบล็อกเพื่อโลกสีเขียว
ผู้วิจัย	นายวิหวัช แคนวงศ์ล้อม นายนิทัศน์ อามาตเสนา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. รัตนา หอมวิเชียร
ปริญญา	วศ.บ. สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2557

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกผสมขยะกล่องโฟม โดยทดสอบ กำลังอัด การดูดซึมน้ำ และความหนาแน่น โดยนำขยะกล่องโฟมมาแทนที่หินฝุ่นในอัตราส่วนร้อยละ 1 2 3 และ 4 โดยน้ำหนัก ซึ่งขนาดของโฟมมีขนาดยาว 3 ช่วงได้แก่ 0.5-1 เซนติเมตร 2-3 เซนติเมตร และ 4-5 เซนติเมตร จากการทดสอบพบว่าอัตราส่วนการแทนที่และขนาดความยาวที่เหมาะสมคือร้อยละ 2 โดย น้ำหนักและขนาดยาว 2-3 เซนติเมตร ตามลำดับซึ่งสามารถรับแรงอัดได้ 32 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การดูดซึมน้ำร้อยละ 11.87 และมีความหนาแน่น 2,289 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

TITLE	Concrete block for green world
AUTHORS	Mr.Wittawat Danvonglrom Mr.Nitas Aummassana
ADVISOR	Dr. Rattana Hormwichian
DEGREE	B.Eng (Civil Engineering)
UNIVERSITY	Maharakham University YEAR 2014

ABSTRACT

The aim of this senior project was to study the properties of concrete block mixed with foam boxes garbage. Those properties included compressive strength, water absorption and density. The stone dust was replaced by the foam boxes garbage in the rate of 1 2 3 and 4 Percent by weigh. Moreover the length of foam boxes garbage for mixing was 0.5-1 cm. 2-3 cm. and 4-5 cm. The result revealed that the optimal mix was proportion of 2 Percent by weight in turn. And the optimal length of 2-3 cm. The sample had compressive strength of 32 kg/cm^2 , water absorption of 11.87 and density of $2,289 \text{ kg/cm}^3$.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์.....	1
ขอบเขตการศึกษา.....	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
ค่าใช้จ่าย.....	2
2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
การทดสอบ.....	7
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
3 วิธีการดำเนินการศึกษา.....	11
ขั้นตอนการดำเนินการ.....	11
วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ.....	12
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ.....	13
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....	14
แผนดำเนินงาน.....	16
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	17
การทดสอบกำลังอัด.....	17
การทดสอบการดูดซึมน้ำ.....	19
การทดสอบความหนาแน่น.....	21
5 สรุปผลการศึกษา.....	23
การพิจารณาทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกที่มีโพรเป็นส่วนใหญ่เป็นส่วนผสมเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสม.....	23
ข้อเสนอแนะ.....	23
บรรณานุกรม.....	24

สารบัญ(ต่อ)

บทที่

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลการทดสอบวัสดุ.....	27
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณ.....	33
ภาคผนวก ค ภาพประกอบจากการทดลอง.....	36
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	46

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ.....	12
2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ.....	13
3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....	14
4 แผนดำเนินงาน.....	16
5 คำกำลังอัดเฉลี่ยของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม.....	18
6 ร้อยละการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม.....	20
7 การทดสอบหาความหนาแน่นของอิฐบล็อกผสมโฟม.....	22
8 โฟม.....	37
9 ปูนซีเมนต์.....	37
10 หินฝุ่น.....	38
11 เครื่องผสม.....	38
12 เครื่องอัด.....	39
13 ขั้นตอนการทำงาน.....	39
14 ขั้นตอนการทำงาน.....	40
15 ขั้นตอนการทำงาน.....	40
16 ขั้นตอนการทำงาน.....	41
17 ก้อนอิฐบล็อกที่อัดได้.....	41
18 ก้อนอิฐบล็อกที่อัดได้.....	42
19 ชั่งน้ำหนักก้อนเปียก.....	42
20 บ่มน้ำ24ชั่วโมง.....	43
21 ชั่งน้ำหนักก้อนแห้ง.....	43
22 ก้อนอิฐบล็อกที่รออายุ28วัน.....	44
23 กวดหาคำสั่ง.....	44
24 ลักษณะการวิบัติของก้อนอิฐบล็อก.....	45
25 ลักษณะการวิบัติของก้อนอิฐบล็อก.....	45

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายการค่าใช้จ่าย.....	2
2 ความต้านแรงอัดและดูดกลืนน้ำ มอก.57-2530.....	4
3 แรงกดที่ต้องการตามมาตรฐาน มอก.58-2530 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก.....	4
4 ค่ากำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่มีเม็ดโฟมเป็นส่วนผสม (บ่ม 28 วัน).....	17
5 ค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกผสมโฟม.....	19
6 ความหนาแน่นเฉลี่ย.....	22
7 กำลังอัดของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม.....	28
8 การทดสอบร้อยละการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม.....	24
9 การทดสอบหาความหนาแน่นของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม.....	31

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญที่มาของปัญหา

ในการทำการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างต่างๆในประเทศไทยนั้น คอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุหนึ่งที่มีความสำคัญมากในงานก่อสร้าง โดยประโยชน์ของคอนกรีตเป็นผนังกันแนวเขต กันฝน แสงแดด ลมและยังให้ความสวยงามอีกด้วยโดยส่วนมากคอนกรีตบล็อกที่ใช้และมีขายในท้องตลาดจะเป็น อิฐมอญ อิฐบล็อก อิฐมวลเบา อิฐแก้ว เป็นต้นซึ่งอิฐเหล่านี้มีวางขายในท้องตลาด กรรมวิธีการผลิตและวัสดุส่วนประกอบซึ่งทำให้ต้นทุนในงานก่อสร้างแพงตามไปด้วยจึงมีหลายท่านคิดค้นวัสดุที่นำมาทดแทนอิฐบล็อก ซึ่งตัวที่นำมาทดแทนต้องมีประสิทธิภาพเท่าคอนกรีตบล็อกตัวเดิมแต่ที่เปลี่ยนไปนั่นคือราคา ราคาต้องถูกกว่าคอนกรีตบล็อกที่ทำมาจากวัสดุตัวเดิม ทางผู้จัดทำเลยคิดค้นวัสดุที่จะนำมาผลิตคอนกรีตบล็อกแทนคอนกรีตบล็อกตัวเดิม ถ้าจะให้ได้คอนกรีตบล็อกที่ราคาถูกมีประสิทธิภาพต้องใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่นและวัสดุที่เหลือใช้ทางผู้จัดทำจึงได้สังเกตเห็นขยะกล่องโฟมที่เหลือจากการใช้งานซึ่งมีอยู่จำนวนมากขยะกล่องโฟมบรรจุอาหารนี้ถ้าไม่มีวิธีการกำจัดที่ดีทำให้เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเพราะขยะกล่องโฟมมีสาร CFC เป็นตัวการหลักทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนจึงได้คิดหาวิธีการนำขยะกล่องโฟมบรรจุอาหารมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมงานก่อสร้างเพื่อลดปริมาณขยะกล่องโฟมบรรจุอาหารที่มีอยู่มากในปัจจุบัน

ดังนั้นปริญญานิพนธ์มุ่งศึกษาคอนกรีตบล็อกที่ผสมขยะกล่องโฟมบรรจุ โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่1 และเพื่อศึกษาคุณสมบัติในด้านต่างๆของคอนกรีตบล็อกเช่นกำลังรับแรงอัด การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่นทั้งยังเป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้มาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกผสมขยะกล่องโฟมบรรจุอาหาร

3. ขอบเขตการศึกษา

3.1 ใช้กล่องโฟมบรรจุอาหารที่หาได้จาก เขตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และบริเวณใกล้เคียงโดยลับเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสละเยียดให้มีขนาด 0.5-1 เซนติเมตร (กว้าง 0.5 เซนติเมตร ยาว 0.5 เซนติเมตร) ขนาด 2-3 เซนติเมตร (กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร) และขนาด 4-5 เซนติเมตร (กว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร)

3.2 ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

3.3 น้ำประปา

3.4 การทดสอบแรงอัด การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น

3.5 ทดสอบทุกอายุ 28 วัน

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ช่วยลดปริมาณขยะกล่องโฟมบรรจุอาหารที่มีอยู่ในท้องถิ่น และนำไปใช้ประโยชน์กับงานด้านอุตสาหกรรมก่อสร้าง

4.2 ทำให้ได้คอนกรีตบล็อกที่มีราคาถูกและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม การก่อสร้างต่อไปในอนาคต

ค่าใช้จ่าย

ตาราง 1 รายการค่าใช้จ่าย

รายการ	ราคา(บาท)/หน่วย	จำนวนที่ใช้	รวม(บาท)
ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา	150/ถุง	20	3,000
หินผุ	225/คิว	3	675
ถุงมือยาง	25/คู่	30	750
ผ้าปิดจมูก	10/คู่	10	100
ค่าแรงบดขยะโฟม	100/กิโลกรัม	10	1,000
เกรียงใบโพธิ์	90/อัน	3	270
ผ้ากันเปื้อน	80/ผืน	3	240
น้ำมันกันสนิม	160/กระป๋อง	6	960
บีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร	170/ตัว	1	170
ตะลันเมตร	200/อัน	2	400
แปรงทาน้ำมัน	50/อัน	3	150
โฟม	250/แพ็ค	5	1,250
ตะแกรงร่อนทราย	1,000/อัน	1	1,000
รวม			10,000

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 คอนกรีตบล็อก

คอนกรีตบล็อกทำจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ หินทราย และหินผุ ซึ่งเป็นอิฐที่มีความนิยมใช้ในงานก่อสร้างเช่นเดียวกับอิฐดินเผา เนื่องจากมีราคาถูกและก่อสร้างได้รวดเร็ว ข้อเสียคือไม่ค่อยแข็งแรง ส่วนคอนกรีตบล็อกทำจากส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์กับหินและทรายหินผุสามารถรับแรงอัดได้สูงประมาณ 300 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร จึงเป็นที่นิยมใช้ในงานปูพื้นและทางเข้าการปูพื้นทำได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ไม่ทิ้งรอยสกปรก เลอะเทอะ คอนกรีตบล็อกยังมีหลายขนาดหลายชนิด

1.1.1 คอนกรีตบล็อก 7 เซนติเมตร ธรรมดาที่เราเห็นกันตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไปนั้น ความจริงมีขนาดความหนาแค่ 6.5 เซนติเมตร ไม่ได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม ผนังเปลือกบล็อกจึงบางมาก น้ำหนักเบา เพื่อลดต้นทุนให้มากที่สุด ใช้กับงานผนังทั่วไป ที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก เช่น ผนังรั้วบ้าน ผนังกันห้องภายในบ้าน แบบหล่อฐานราก FOOTING เป็นต้น

1.1.2 คอนกรีตบล็อก 7 เซนติเมตร มอก.หรือที่เรียกว่าคอนกรีตบล็อกแบ่งเป็น2ประเภทคือ มอก.57 และมอก.58

1.1.2.1 มอก.57 เป็นผนังคอนกรีตรับน้ำหนักใช้สำหรับผนังภายนอกหรือภายในอาคาร ที่คำนวณโครงสร้างให้ผนังคอนกรีตบล็อก รับน้ำหนักด้วย คอนกรีตบล็อก มาตรฐานนี้ จึงมีความแข็งแรงมาก รับน้ำหนักได้มากกว่า 50 -100 ตัน ต่อ 1 ก้อนขึ้นอยู่กับความหนาของอิฐบล็อกที่เลือกใช้ ผนังอาคารที่เลือกใช้ ส่วนใหญ่เป็นงานราชการขนาดใหญ่ เช่น ผนังอาคารรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT , ผนังอาคารผู้โดยสาร สนามบินสุวรรณภูมิ ผนังอาคารกำเนิดไฟฟ้า เขื่อนน้ำเทิน ประเทศลาว เป็นต้น

1.1.2.2 มอก.58 เป็นผนังคอนกรีตที่ไม่รับน้ำหนัก ใช้สำหรับผนังภายในอาคารหรือบ้าน ที่ต้องการผนังคอนกรีต คุณภาพสูง ดูดซึมน้ำต่ำ ทึบเสียงได้ดี ทนไฟได้ 4 ชั่วโมง เช่น ผนังบ้าน ผนังอาคาร ผนังคอนโดมิเนียม ผนังโรงงาน ตัวอย่างโครงการที่เลือกใช้ เช่น ผนังอาคารอิมแพคเมืองทอง ผนังอาคารสยามพารากอน เป็นต้นในแต่ละมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.ยังแบ่งออกเป็นควบคุมความชื้นและไม่ควบคุมความชื้นอีก ซึ่งถ้าควบคุมความชื้นเหมาะกัผนังภายนอก ที่ต้องโดนฝน แดด สภาพอากาศต่างๆ ส่วนไม่ควบคุมความชื้นเหมาะกัผนังภายในอาคาร ที่ไม่โดนสภาพอากาศภายนอก

ตาราง 2 ความต้านแรงอัดและตักกลืนน้ำ มอก. 57-2530 (คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก)

	ความต้านแรงอัดต่ำสุด (MPa)				การตักกลืนน้ำสูงสุดเฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					
	เฉลี่ยจากพื้นที่รวม		เฉลี่ยจากพื้นที่สุทธิ		น้ำหนักคอนกรีตเมื่ออบแห้ง (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					
ชั้น คุณภาพ	เฉลี่ย จาก คอนกรีต บล็อก 5ก้อน	คอนกรีต บล็อก แต่ละ ก้อน	เฉลี่ย จาก คอนกรีต บล็อก 5ก้อน	คอนกรีต บล็อก แต่ละ ก้อน	1680 และ น้อยกว่า	1681 ถึง 1760	1761 ถึง 1840	1841 ถึง 1920	1921 ถึง 2000	มากกว่า 2000
1)										
ก	7	5.5	14	11	240	224	208	192	176	160
ข	7	5.5	-	-	288	272	256	240	224	208
ค	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 3 ความต้านแรงอัด เฉลี่ยจากพื้นที่รวม ตามมาตรฐาน มอก.58-2530 (คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก)

มาตรฐานความต้านทาน แรงอัดต่ำสุดแต่ละก้อน	มาตรฐานความต้านทาน แรงอัดต่ำสุดเฉลี่ยจาก คอนกรีตบล็อก 5 ก้อน
2.0 MPa	2.5 MPa

หมายเหตุ 1) ดูวัตถุประสงค์ในการใช้คอนกรีตบล็อกชั้นคุณภาพต่างๆ

1.1.3 คอนกรีตบล็อก 9 เซนติเมตร เหมาะสำหรับผนังโรงงาน โกดังขนาดเล็ก อาคารสินค้า หรือรั้วกำแพงที่ต้องการความแข็งแรงสูง ตัวอย่างโครงการที่เลือกใช้ เช่น ผนังและรั้วโรงงานโคโยต้า บ้านโพธิ์ ผนังโรงงานแคนอล โคราซ เป็นต้น

1.1.4 คอนกรีตบล็อก 14 เซนติเมตร เหมาะสำหรับผนังโรงงานหรืออาคารที่ต้องการความแข็งแรงสูง ป้องกันผนังจากการกระทบ กับเครื่องจักร เช่น ผนังโรงสีข้าว ผนังอาคารเก็บสินค้าขนาดใหญ่ ตัวอย่าง ผนังอาคารโกดังเก็บสินค้า อตก. ผนังอาคารสนามบินสุวรรณภูมิ

1.1.5 คอนกรีตบล็อก 19 เซนติเมตร เป็นคอนกรีตบล็อกขนาดมาตรฐานที่มีขนาดใหญ่ที่สุด สำหรับผนังที่ต้องการความแข็งแรงสูงสุด ใช้ในผนังบ้าน หรือ ผนังอาคารที่ก่อสร้างโดยไม่ใช่เสา ตัวอย่างเช่น ผนังอาคารรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT สายสีส้มและม่วงในปัจจุบัน

1.1.6 คอนกรีตบล็อก FAST BRICK ใช้ทดแทนผนังอิฐมวลเบาวันอิฐมวลเบายากขึ้นเรื่อยๆ ส่วนทางกลับคุณภาพที่ต่ำลง เนื่องจากวัตถุดิบที่ทำเชื้อเพลิงมีราคาแพงขึ้น FAST BRICK จึงเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนอิฐมวลเบาส่งจากคอนกรีตคุณภาพสูงที่ทั้งก่อนบ่มด้วยห้องบ่มอุณหภูมิสูงผนังที่ได้จึงมีคุณภาพที่สูงกว่า อิฐมวลเบา ใช้กับผนังภายในบ้าน /อาคาร /คอนโดมิเนียม ตัวอย่างโครงการที่ใช้ผนังกันห้องโรงแรม PARK VENTURE

ข้อดีข้อเสียของอิฐบล็อกทั่วไป

ขนาดมาตรฐานของคอนกรีตบล็อกทั่วไปอยู่ที่ 7x19x39 เซนติเมตร ซึ่งใหญ่กว่าอิฐมวลเบา ดังนั้นจึงต้องออกแบบเป็นบล็อกกลวงเพื่อลดน้ำหนักลง

ข้อดี

คือก่อผนังได้รวดเร็วกว่า มีหน่วยน้ำหนักรวมปูนฉาบน้อยกว่าอิฐมวลเบา หาซื้อได้ง่ายทั้งแบบก้อนเรียบทั่วไป และแบบก้อนโปร่งมีลวดลายใช้เป็นช่องลมระบายอากาศ

ข้อเสีย

เรื่องของความชื้น โดยเนื้อของวัสดุมีการดูดซึมน้ำมากกว่าอิฐมวลเบาทำให้เกิดปัญหาเรื่องตะไคร่หรือเกิดเชื้อราได้ง่าย อีกทั้งการที่วัสดุมีช่องกลวง การเจาะติดตั้งวัสดุเพื่อยึดติดกับงานระบบไฟฟ้าหรือประปาทำได้ยากกว่าอิฐมวลเบา เราจึงมักนำไปใช้กับอาคารประเภทอาคารพาณิชย์โรงงาน โกดังเก็บของ หรือรั้วบ้านที่ต้องการงานก่อผนังที่รวดเร็ว ทำงานง่าย ราคาถูก

1.2 ปูนซีเมนต์

ซีเมนต์ หรือ ปูนซีเมนต์ (cement) เป็นวัสดุผสมสำหรับผลิตคอนกรีต มีส่วนผสมหลักคือ หินปูนและดินเหนียว และมีผสมอื่น เช่น ซิลิกา อลูมินา สีนํร่เหล็ก ยิปซัม และสารเติมพิเศษอื่น ปูนซีเมนต์ มีการค้นพบว่ามีใช้งานในสมัยมาเคโดเนียและโรมัน และได้หายไปจนกระทั่งในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมได้มีการคิดค้นขึ้นมาจากหลายคน จนกระทั่งผลงานของแอสปิตินได้มีการจดสิทธิบัตรของซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เกิดจากการค้นคว้า ของ โยเซฟ แอสปิติน ชาวอังกฤษ ช่วงเวลากว่า 13 ปี พ.ศ. 2354 ถึง พ.ศ. 2367 โดยทดลองเอาหินปูนผสมกับดินเหนียวแล้วไปเผาจนนำมาบด เมื่อจะใช้งานก็นำมาผสมทราย กรวดและน้ำ โดยเขาค้างชื่อว่า ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ เพราะว่าสีเหมือนกับหินที่เกาะปอร์ตแลนด์ ประเทศอังกฤษ

ประเภทของซีเมนต์ตามมาตรฐาน ASTM ของอเมริกัน

ซึ่งการแบ่งประเภทนี้ถูกจัดนำมาใช้ในเมืองไทยตามมาตรฐาน มอก. เช่นกัน

ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland)

ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement)

ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งตัวเร็ว (High - Early Portland Cement)

ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เกิดความร้อนต่ำ (Low - Heat Portland Cement)

ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนเกลือซัลเฟตได้สูง (Sulfate – Resistant Portland Cement)

นอกจากนี้ยังมีซีเมนต์พิเศษ อื่น ๆ เช่น

ซีเมนต์ผสม สำหรับใช้งานก่อ และฉาบ

ซีเมนต์ขาว สำหรับงานตกแต่ง ปูกระเบื้อง

ซีเมนต์พิเศษอื่น ๆ สำหรับงานบ่อขุดเจาะน้ำมัน ฯลฯ

มาตรฐานของซีเมนต์

มาตรฐานของอเมริกา ASTM C-50

มาตรฐานของอังกฤษ B.S 12

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย มอก. 15

(แหล่งที่มา: ความคิดพิชิตโลก,วารสาร อวพช. มีนาคม 2551 ,หน้า 8 มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1 -2547)

1.3 โฟม

พลาสติกโฟมเป็นพลาสติกที่มีเนื้อฟูเนื่องจากมีก๊าซแทรกอยู่ในเนื้อพลาสติก การที่มีก๊าซแทรกอยู่ในเนื้อทำให้โฟมมีความหนาแน่นน้อยเป็นฉนวนความร้อนน้ำหนักเบา ลอยน้ำได้ และสามารถขึ้นรูปให้มีรูปร่างต่างๆได้ตามต้องการ ด้วยเหตุนี้ทำให้นิยมนำโฟมมาใช้ประโยชน์ในงานต่างๆมากมาย เช่น ใช้เป็นฉนวนกันความร้อนในอาคาร วัสดุกันกระแทก เสื้อชูชีพ โฟมว่ายน้ำ หมวกกันน็อก ภาชนะบรรจุอาหาร และบรรจุภัณฑ์อื่นๆ เช่น กล่องใส่ไข่ ถาดใส่เนื้อ กล่องเก็บความเย็น เป็นต้น ส่วนโฟมที่จะนำมาเป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมโลกเป็นโฟมที่ทำภาชนะบรรจุอาหารซึ่งโฟมชนิดนี้มีชื่อผลิตภัณฑ์พลาสติกโฟมที่ใช้ทำภาชนะโฟมบรรจุอาหารที่ช็อกกันอยู่ทั่วไปส่วนใหญ่เป็นโฟมที่ทำมาจากพลาสติกชนิด Polystyrene (PS) ซึ่งเป็นสารพอลิเมอร์ (polymer) ที่เกิดจากการนำโมเลกุลของสาร styrene มาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาวโดยกระบวนการ polymerization ที่ได้จะถูกนำมาเติมสารช่วยในการขยายตัว (blowing agent หรือ expanding agent) ได้แก่ carbon dioxide และ pentane เพื่อช่วยให้พลาสติกสามารถพองตัวและเกิดการแทรกตัวของก๊าซในเนื้อพลาสติกได้เป็น Polystyrene Foam (PS foam) หรือ Styrofoam หลังจากให้ความร้อนด้วยไอน้ำ PS foam ที่ได้มักถูกนำไปรีดให้เป็นแผ่นเรียกว่า Polystyrene Paper Foam (PSP) ก่อนขึ้นรูปเป็นภาชนะบรรจุอาหารรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ

ปัจจุบันนิยมใช้พลาสติกโฟมเป็นภาชนะบรรจุอาหารกันมาก เนื่องจากภาชนะที่ทำจากพลาสติกโฟมมีน้ำหนักเบาขึ้นรูปได้ง่ายทำให้มีจำหน่ายในหลายรูปแบบ เช่น ถ้วยกาแฟโฟม กล่องโฟมบรรจุอาหาร ชามโฟม ถาดโฟมสำหรับใส่อาหาร ถาดโฟมใส่เนื้อในซูเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น ทำให้สะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ภาชนะที่ทำจากโฟมยังมีราคาถูกเมื่อเทียบกับภาชนะชนิดอื่นจึงนิยมใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งไม่ต้องเสียเวลาในการทำความสะดวกสบายหลังจากใช้งานโฟมไมโซมิแต่ข้อดียังมีข้อเสียอยู่บ้างข้อเสียของโฟมที่มีต่อสิ่งแวดล้อมถือว่าเป็นปัญหาสำคัญมากเดิมในการผลิตพลาสติกโฟมจะใช้สาร Freons หรือ chlorofluorocarbons(CFC) เป็นสารช่วยในการขยายตัวของพลาสติก (blowing agent) แต่ต่อมาพบว่า CFC ทำให้เกิดการทำลายของโอโซนในชั้น stratosphere จึงได้มีการให้สัตยาบันว่าด้วยการลดและเลิกใช้สารทำลายชั้นโอโซนของ 47 ประเทศในพิธีสารมอนทรีออล (Montreal protocol) ใน พ.ศ.2530 ทำให้ในปัจจุบันมีการใช้propane หรือ carbon dioxide เป็นสารช่วยในการขยายตัวของพลาสติกแทนปัญหานี้จึงลดลง

อย่างไรก็ตาม ภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากพลาสติกโฟมเป็นภาชนะที่เหมาะสมกับการใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ประกอบกับในปัจจุบันมีการใช้ภาชนะชนิดนี้อย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากพลาสติกโฟมเป็นสารที่ไม่สามารถย่อยสลายได้การนำไปฝังต้องใช้เวลาที่นาน การเผาก็ทำให้เกิดมลพิษในอากาศ วิธีแก้ปัญหาคือดีที่สุด คือ การลดการใช้ภาชนะบรรจุอาหารที่ทำจากพลาสติกโฟม

1.4 น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งจะขาดไปไม่ได้ในการผสมคอนกรีตมีผลต่อกำลังของคอนกรีตความสามารถที่จะตลอดจนความทนทานแข็งแรงของคอนกรีตเมื่อแข็งตัวและอาจมีผลต่อสีผิวของคอนกรีตและการเป็นสนิมของเหล็กในคอนกรีตด้วย ดังนั้นน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจึงต้องเป็นน้ำที่สะอาดปราศจาก กรด ด่าง น้ำมัน และอินทรีย์อื่นๆ ที่จะป็นอันตรายต่อเหล็กและเนื้อคอนกรีตซึ่งมีความเข้มข้นไม่เกิน 2000 ppm (ส่วนในล้าน) โดยปกติ น้ำประปาจัดว่ามีคุณภาพดีพอสำหรับใช้ในการผสมคอนกรีต

1.5 หินผุ่

หินปูนบดหยาบๆ เป็นผลพลอยได้จากการไม่หินปูนมีองค์ประกอบหลากหลายขึ้นอยู่กับแหล่งของหินว่ามีสิ่งเจือปนมากน้อยเท่าใดองค์ประกอบสำคัญ คือ แคลเซียมประมาณ 30 – 35 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมประมาณ 3 – 5 เปอร์เซ็นต์ และธาตุอื่นๆ ปะปนในปริมาณเล็กน้อย คือ ฟอสฟอรัส กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี

2. การทดสอบ

2.1 กำลังอัดของวัสดุ

กำลังอัดของคอนกรีตจะเปลี่ยนสภาพการรับน้ำหนักกำลังอัดของคอนกรีตที่กระทำในห้องทดลองได้จากการเพิ่มน้ำหนักทีละน้อย จนกระทั่งคอนกรีตถูกอัดจนแตกภายในเวลาอันสั้น ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าสูงกว่าสภาพการรับน้ำหนักจริงๆ เพราะในสภาพทั่วไป คอนกรีตต้องรับน้ำหนักกระทำลมน้ำเสมอเป็นเวลานานหรืออาจต้องรับแรงกระทำซ้ำๆ หรือแรงกระทำ ทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตลดต่ำลง (นิพนธ์ สุวรรณโรจน์.2540:10-11) การทดสอบการรับน้ำหนักของคอนกรีตซึ่งใช้กับวัสดุที่เปราะ ส่วนการทดสอบในห้องปฏิบัติการคือ การทดสอบกำลังอัดโดยวิธี Uniaxial Compression Test โดยสามารถหาลำดับกำลังอัดของตัวอย่างตามมาตรฐาน มอก.58-2533 ได้ดังลการต่อไปนี้

$$F_c = P/A$$

เมื่อ F_c = กำลังรับแรงอัด (กก./ซม.²)

P = แรงกระทำสูงสุด (กก.)

A = พื้นที่หน้าตัดรับแรงอัด (ซม.²)

2.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

การหาปริมาณการดูดซึมน้ำเป็นการทดลองโดยเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำที่คอนกรีตมวลเบาดูดซึมน้ำได้ภายหลังการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง กับน้ำหนักของคอนกรีตมวลเบาที่อบแห้ง ตามมาตรฐาน มอก.58-2533 สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$W = \frac{(w_w - w_d) \times 100}{w_d}$$

เมื่อ

W = การดูดซึมน้ำ(ร้อยละ)

W_w = น้ำหนักตัวอย่างอิ่มตัว(กิโลกรัม)

W_d = น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง(กิโลกรัม)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายวุฒิชัย อุปลี และนายยุทธนา พงษ์ผดุงภูมิ (2549) งานวิจัยคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่มีโพลีโฟม การผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาออกแบบส่วนผสมจำนวน 8 ส่วนผสมที่มีส่วนประกอบของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทราย โพลีโฟม และลารปอชโซลาน 2 ชนิด ได้แก่ แก้วกลบและแก้วถ่านหิน โดยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วย สารปอชโซลานร้อยละ 10,20,30 และ 40 ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง แก้วกลบจากโรงไฟฟ้า ร้อยเอ็ดกรีนนำมาอบและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 8 แก้วถ่านหินจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุ 7,14 และ 28 วัน ทดสอบความหนาแน่น และร้อยละการดูดซึมน้ำที่อายุ 28 วัน ทดสอบร้อยละการหดตัวเมื่อแห้งที่อายุ 1-28 วัน และทดสอบค่าการนำความร้อนสำหรับส่วนผสมที่ให้กำลังรับแรงอัดที่อายุ 28 วัน ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่มาตราฐาน มอก.1505-2541 กำหนด คือ 30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีความหนาแน่นไม่มากจนเกินไป ผลการศึกษาพบว่าส่วนผสมที่มีอัตราส่วนปูนซีเมนต์:แก้วกลบ เท่ากับร้อยละ 70:30 เป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด โดยพบว่าคุณสมบัติต่างๆ ที่อายุ 28 วัน ได้แก่ กำลังรับแรงอัด ร้อยละการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ร้อยละการหดตัวเมื่อแห้ง และค่าการนำความร้อน มีค่าเท่ากับ 32.87 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ร้อยละ 29.19, 721 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ร้อยละ 0.005 และ 0.5776 W/m.K ตามลำดับ ในขณะที่ส่วนผสมอื่นๆ ให้กำลังรับแรงอัด ร้อยละการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และร้อยละการหดตัวเมื่อแห้ง อยู่ในช่วง 30-60 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ร้อยละ 18.53-23.37, 500-1100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และร้อยละ 0.003-0.006 ตามลำดับ

นายภาณุวัฒน์ พรโสภิน และนางสาวกนกอร (2549) งานวิจัยคอนกรีตบล็อกทำจากเถ้าขานอ้อยดัดกลับแก้ว งานวิจัยนี้ได้นำเถ้าขานอ้อยและวัสดุอื่นๆ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ดินลูกรัง ทราย เพื่อทำเป็นบล็อกประสานปูพื้นโดยแบ่งส่วนผสมออกเป็น 3 กลุ่ม คือ บล็อกประสานที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับดินลูกรัง บล็อกประสานที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับทราย และบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับดินลูกรังและทราย โดยในแต่ละกลุ่มมีการนำเถ้าขานอ้อยมาผสมแทนที่วัสดุมวลรวม (ดินลูกรัง ทราย) ในอัตราส่วนร้อยละ 0,15, และ 30 โดยน้ำหนัก แล้วทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดซึมน้ำ ความทนทานต่อการกรด การหดตัว ความหนาแน่น และการขัดสี จากการศึกษาพบว่า บล็อกประสานปูพื้นที่มีส่วนผสมเถ้าขานอ้อยร้อยละ 15 มีกำลังอัดสูงสุดและสามารถทนทานต่อการกรดได้ดีที่สุด แต่ทนต่อการขัดสีได้น้อยที่สุด โดยส่วนผสมที่มีกำลังอัดผ่านมาตรฐาน มอก. 827-2531 คือ กลุ่มที่มีดินลูกรังซึ่งผสมเถ้าขานอ้อยร้อยละ 0,15,30 และกลุ่มที่มีทั้งดินลูกรังและทรายซึ่งผสมเถ้าขานอ้อยร้อยละ 15 การดูดซึมน้ำของบล็อกประสานปูพื้นมีค่ามากขึ้นตามปริมาณของเถ้าขานอ้อยในขณะที่หน่วยน้ำหนักมีค่าลดลง ส่วนการหดตัวของบล็อกประสานปูพื้นจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยที่แต่ละปริมาณเถ้าขานอ้อย เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่ม พบว่า บล็อกประสานปูพื้นกลุ่มที่มีปูนซีเมนต์กับดินลูกรังกำลังอัด และความหนาแน่นสูงสุด และทนต่อการขัดสีได้ดีที่สุด ซึ่งจากการพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ พบว่า ส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด คือ ส่วนผสมที่มีปูนซีเมนต์กับดินลูกรังที่ผสมเถ้าขานอ้อยร้อยละ 15

นายสมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ และ นายจำรุณ หุตทัยพันธ์ (2548) งานวิจัยการใช้เศษโม่เก่าในคอนกรีต บล็อกประดับ ปัจจุบันในประเทศไทยมีเศษโม่เก่าเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นปัญหาทางมลภาวะที่สำคัญของประเทศ หากสามารถนำเศษโม่เหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ จะเป็นการลดปริมาณขยะลงได้ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการนำเศษโม่เก่ามาผสมกับคอนกรีตแทนที่มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ในการทำคอนกรีตบล็อกประดับจากผลการวิจัยการผลิตคอนกรีตบล็อกประดับ ปรากฏว่าได้อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ ปูนซีเมนต์ : ทราย : โม่ เท่ากับ 1:0.5:4 และ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.5 ความดันประมาณ 275 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จะให้ความหนาแน่น ประมาณ 1400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการทดสอบที่อายุ 28 วัน ปรากฏว่า ได้ค่ากำลังอัดเฉลี่ยเท่ากับ 58.92 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 1416.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.73 และใช้ความดันในการอัดขึ้นรูปที่ 275 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ผลการทดสอบการนำความร้อน ได้ค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.0367 วัตต์/เมตร.เคลวิน และ ค่าความต้านทานความร้อนเท่ากับ 27.24 เมตร.เคลวิน/วัตต์จากผลการวิจัยสรุปคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกประดับได้ว่า เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้ มีน้ำหนักเบา ป้องกันการซึมผ่านน้ำได้ดี และมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี ซึ่งสามารถนำไปก่อสร้างอาคารได้จริง

นางสาวไธระดา ราชบุรุษ และ นายวชิราวุฒิ กล้าแข็ง(2555) งานวิจัยคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตผสมโพลีเมอร์และใยบัวงานวิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตผสมโพลีเมอร์และใยบัวโดยการทดสอบแรงอัด การดูดซึมน้ำ และความหนาแน่นโดยนำโพลีเมอร์และใยบัวมาแทนที่ทรายในอัตราส่วนโพลีเมอร์ต่อใยบัว 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 โดยนำนักจากการทดสอบพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ อัตราส่วนโพลีเมอร์ต่อใยบัว 75:25 โดยน้ำหนัก จากการทดสอบรับแรงอัดได้ 77.96 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การดูดซึมน้ำร้อยละ 13.47 และมีค่าความหนาแน่น 1135.67 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

นายภาณุ กระนอง สาขาวิชาเคมี (2553) งานวิจัยอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว ประเทศไทยมีเศษแก้วทั้งเป็นขยะอยู่ประมาณปีละ 40,000 ตัน ซึ่งไม่ได้นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตแก้ว และนับวันจะมีปริมาณขยะเศษแก้วเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต ทำให้มีการรณรงค์การนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ในประเทศไทยยังไม่มี การนำเศษแก้วไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ นอกจากการนำกลับไปหลอมใหม่ แต่ในต่างประเทศมีการนำเศษแก้วกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย อาทิเช่น ใช้เป็นตัวกรอง (filtration medium) ใช้ผสมในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัดสี (abrasive) ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเซรามิก (fluxing agent) ใช้เป็นตัวเติมในสี (filler) และใช้ทำโฟมกลาส (foam glass) การทำโฟมกลาสจากเศษแก้วทำได้โดยนำแก้วที่บดละเอียดผสมกับสารที่ให้ก๊าซหรือสารก่อฟอง (gasifier or foaming agent) ส่วนมากเป็นพวกคาร์บอนหรือสารประกอบของคาร์บอน (carbonaceous substances) ซึ่งสามารถแตกตัวให้ก๊าซเกิดขึ้นเมื่อให้ความร้อนระหว่างอุณหภูมิ 400-1000 องศาเซลเซียส ในขณะที่แก้วโซดาไลม์มีสมบัติอ่อนตัวที่อุณหภูมิประมาณ 650-750 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมินี้แก้วจะมีความหนืดลดลงและไหลตัวได้ อนุภาคของแก้วจะเกิดการเชื่อมต่อกันจนเกิดเมนิค (viscous flow sintering) ก๊าซที่เกิดขึ้นจึงถูกกักอยู่ภายใน และจะขยายตัวเป็นฟองอากาศใหญ่ขึ้นตามความดันแก๊สที่เพิ่มขึ้น เมื่อแก้วเย็นตัวลงก๊าซที่เกิดขึ้นก็จะกลายเป็นช่องว่างอยู่ภายใน ทำให้เกิดโครงสร้างพรุนตัวเหมาะที่จะนำมาทำอิฐมวลเบากันความร้อน เนื่องจากมีน้ำหนักเบา แข็ง ทนต่อแรงอัดได้ดี ไม่ติดไฟ ไม่ไวต่อสารเคมีและไม่เป็นพิษ มีค่าการนำความร้อนต่ำ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

1. ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการศึกษาโครงการในครั้งนี้ได้วางแผนเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.2 เตรียมวัสดุ และทดสอบคุณสมบัติของวัสดุผสม
- 1.3 ออกแบบส่วน
 - 1.3.1 ปูนซีเมนต์:ทราย:หิน:โฟม และน้ำ
- 1.4 ออกแบบตารางบันทึกผล
 - 1.4.1 ชั่งน้ำหนักก่อน
 - 1.4.2 ชั่งน้ำหนักหลัง
 - 1.4.3 วัดขนาดก่อน
 - 1.4.4 วัดขนาดหลัง
 - 1.4.5 กำลังอัด
- 1.5 หล่อตัวอย่าง แต่ละอัตราส่วนผสมขนาดของคอนกรีตบล็อก $7 \times 19 \times 39$ เซนติเมตร แบบมีช่องตรงกลาง
- 1.6 ทำการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกได้แก่ กำลังอัด ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ
- 1.7 สรุปผลการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูล
- 1.8 จัดทำรูปเล่มฉบับสมบูรณ์

2. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3. การเตรียมส่วนผสม

ใช้โฟมที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็กๆ นำวัสดุมาบรรจุลงในถุงพลาสติก ก่อนนำไปผสมกับคอนกรีต

4. วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ



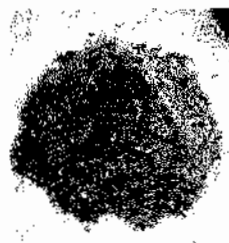
1 ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา



2 โฟม



3 น้ำประปา



5 หินฝุ่น

ภาพประกอบ 1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

5. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ



1 เครื่องผสมคอนกรีต



2 เครื่องอัดบล็อก



3 เครื่องก่อ



4 บีกเกอร์



5 ตาชั่ง



6 ถัง

ภาพประกอบ 2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน



เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ สถานที่ ให้พร้อมใส่ส่วนผสมซีเมนต์ หินฝุ่น โฟม และน้ำ ลงในเครื่องผสมซีเมนต์ เดินเครื่องผสม 10-15 นาที (สัดส่วนต่อปริมาตร)



ตักส่วนผสมที่ผสมเสร็จใส่ลงในเครื่องอัดคอนกรีตบล็อกให้เต็ม



ปิดฝาเครื่องอัด เดินเครื่องอัดประมาณ 4-5 วินาที



ซีเมนต์จะลดลงตามแรงสั่น ให้เติมส่วนผสมลงไปอีกแล้วเดินเครื่องอัด ทำอย่างนี้จนส่วนผสมเต็มบล็อกของเครื่องอัด

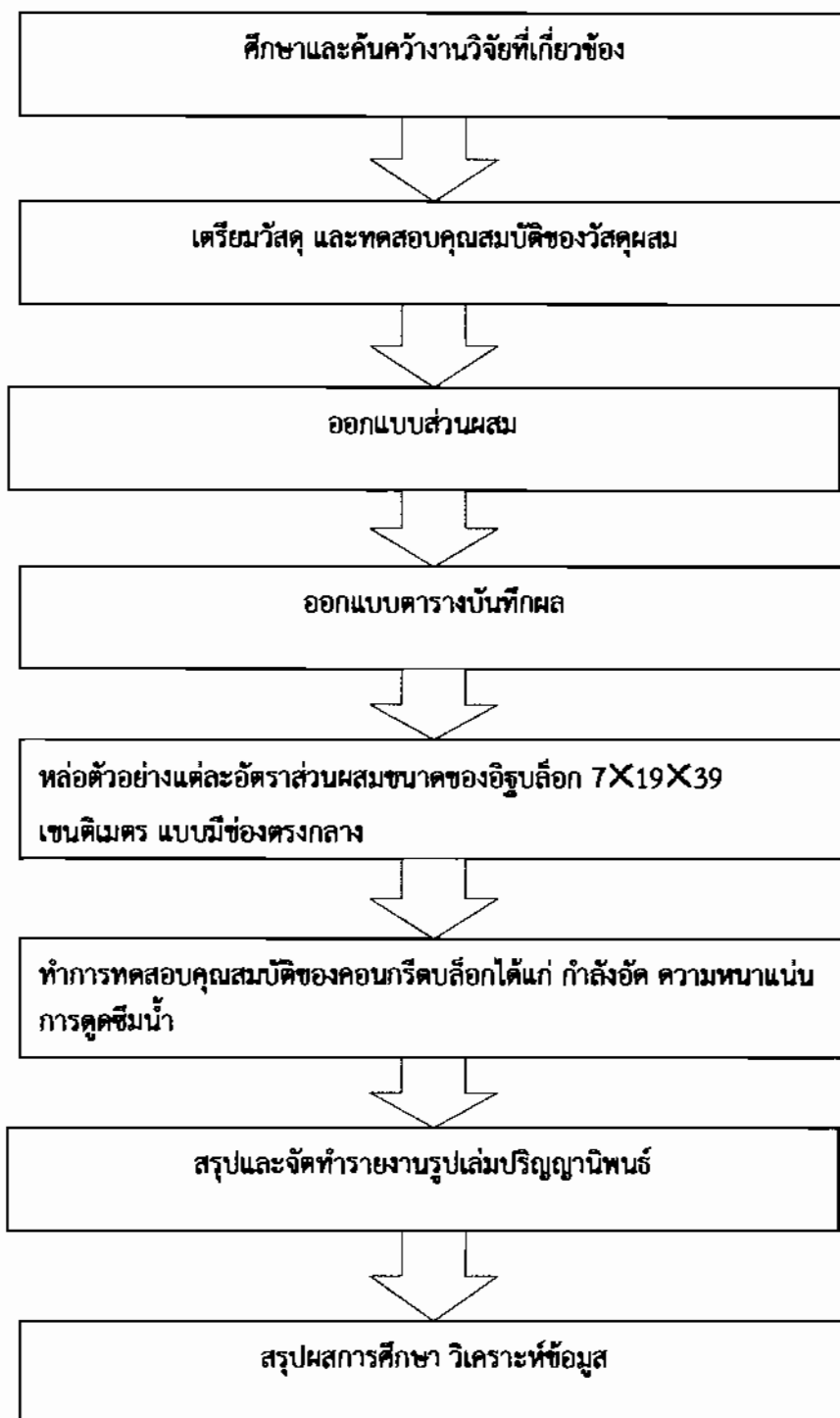


ทำการยกคอนกรีตบล็อกออกจากเครื่องอัด

แล้วนำคอนกรีตบล็อกที่ได้ไปตากแดดให้แห้ง

ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7. แผนดำเนินงาน



ภาพประกอบ 4 แผนดำเนินงาน

บทที่ 4

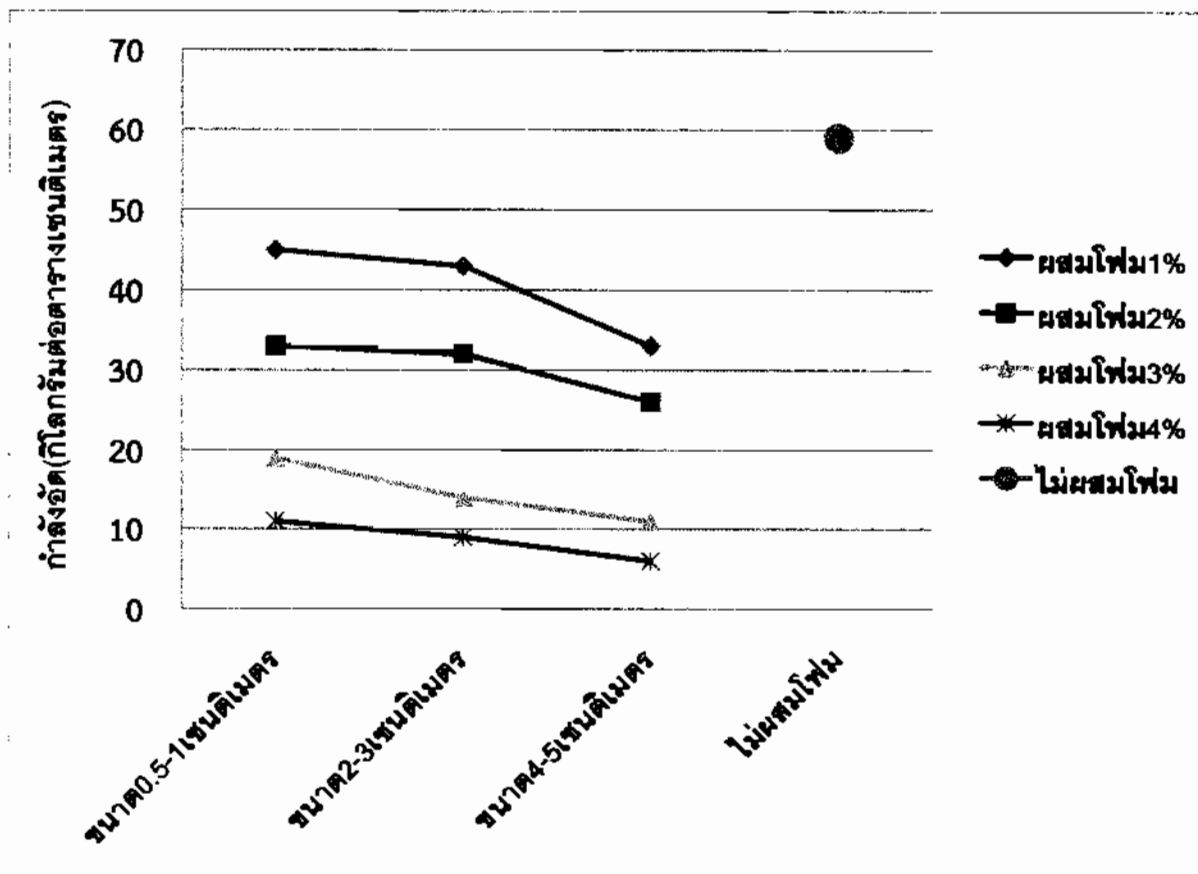
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การทดสอบกำลังอัด

การทดสอบกำลังอัดของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม ผู้ทำการทดสอบได้ใช้ก้อนตัวอย่างที่มีขนาด กว้าง 7 เซนติเมตร สูง 19 เซนติเมตร ยาว 39 เซนติเมตร มาทำการทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบกำลังอัดขนาด 300 ตัน แต่ละอัตราส่วนผสมดังนี้คือ ไม่ผสมโฟม (ปูน:หิน:โฟม 0.38:5.76) โฟม 1 เปอร์เซนต์ (ปูน:หิน:โฟม 0.38:5.70:0.058) โฟม 2 เปอร์เซนต์ (ปูน:หิน:โฟม 0.38:5.64:0.12) โฟม 3 เปอร์เซนต์ (ปูน:หิน:โฟม 0.38:5.59:0.17) และโฟม 4 เปอร์เซนต์ (ปูน:หิน:โฟม 0.38:5.53:0.23) โดยใช้โฟมมาแทนที่หิน ได้ทำการทดสอบที่อายุ 28 วัน โดยใช้ก้อนตัวอย่างจำนวน 3 ก้อนและได้ใช้ขนาดโฟม 3 ขนาด มี 0.5-1 , 2-3 และ 4-5 เซนติเมตร แต่ละอายุและขนาดการทดสอบ ซึ่งค่ากำลังอัดเฉลี่ยได้แสดงในตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 4 ค่ากำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่มีเม็ดโฟมเป็นส่วนผสม (บ่ม 28 วัน)

อัตราส่วนผสม	ขนาดโฟม (เซนติเมตร)	กำลังอัดเฉลี่ย 28 วัน(ksc)	กำลังอัดเฉลี่ย 28 วัน(MPa)
ไม่ผสมโฟม	ไม่ผสมโฟม	59	5.9
โฟม 1%	0.5-1	45	4.5
	2-3	43	4.3
	4-5	33	3.3
โฟม 2%	0.5-1	33	3.3
	2-3	32	3.2
	4-5	26	2.6
โฟม 3%	0.5-1	19	1.9
	2-3	14	1.4
	4-5	11	1.1
โฟม 4%	0.5-1	11	1.1
	2-3	9	0.9
	4-5	6	0.6



ภาพประกอบ 5 ค่ากำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกที่มีโพนเป็นส่วนผสม

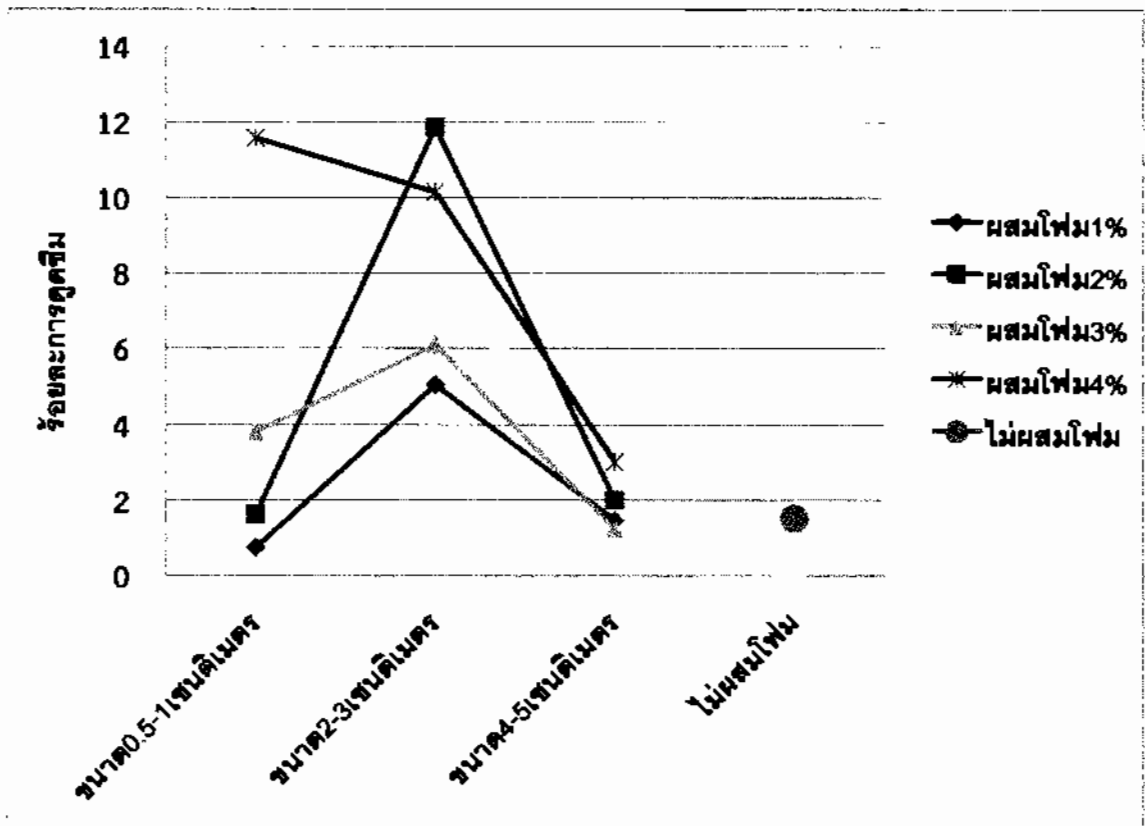
จากตาราง 4 และภาพประกอบ 5 จะพบว่าอัตราส่วนผสมโพน 1 เปอร์เซ็นต์ (ปูน:หิน:โพน 0.38:5.70:0.058) และ ส่วนผสมโพน 2 เปอร์เซ็นต์ (ปูน:หิน:โพน 0.38:5.64:0.12) ได้ค่ากำลังอัดสูงสุดในการทดสอบเมื่ออายุ 28 วัน เนื่องจากในอัตราส่วนผสมนี้มีส่วนผสมของโพนน้อยกว่าอัตราส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งการที่มีโพนน้อยจะทำให้ก้อนทดสอบสามารถรับกำลังอัดได้มากเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกก้อนที่ส่วนผสมโพนมาก และ ส่วนผสมที่รับแรงอัดน้อยที่สุดคือ ส่วนผสมโพน 4 เปอร์เซ็นต์ (ปูน:หิน:โพน 0.38:5.53:0.23) แต่ส่วนผสมที่สามารถเลือกใช้เพื่อให้ประหยัดหินคือ ส่วนผสมที่มีโพนผสม 2 เปอร์เซ็นต์ (ปูน:หิน:โพน 0.38:5.64:0.12) เพราะจากภาพประกอบที่ 5 กำลังอัดยังได้ตามมอก.58คือ อิฐบล็อกขนาด 7×19×39 เซนติเมตร ต้องรับแรงอัดได้ 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

4.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

การทดสอบการดูดซึมน้ำเป็นปัจจัยบ่งชี้ถึงความทนทาน(Durability)ปัจจัยหนึ่งของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม เนื่องจากเป็นปัจจัยที่แสดงถึงความพรุนหรือช่องว่างของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสมมีการดูดซึมน้ำมากแล้ว คอนกรีตบล็อกนั้นก็จะมีความพรุนสูงและจะผุกร่อนจากการกระทำของสภาวะแวดล้อมและการเสียดสีได้ง่าย

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกผสมโฟม

อัตราส่วนผสม	ขนาดโฟม (เซนติเมตร)	ร้อยละการดูดซึมน้ำ เฉลี่ย
ไม่ผสมโฟม	-	1.51
โฟม 1%	0.5-1	0.75
	2-3	5.05
	4-5	1.47
โฟม 2%	0.5-1	1.63
	2-3	11.87
	4-5	2.00
โฟม 3%	0.5-1	3.82
	2-3	6.10
	4-5	1.25
โฟม 4%	0.5-1	11.59
	2-3	10.15
	4-5	3.01



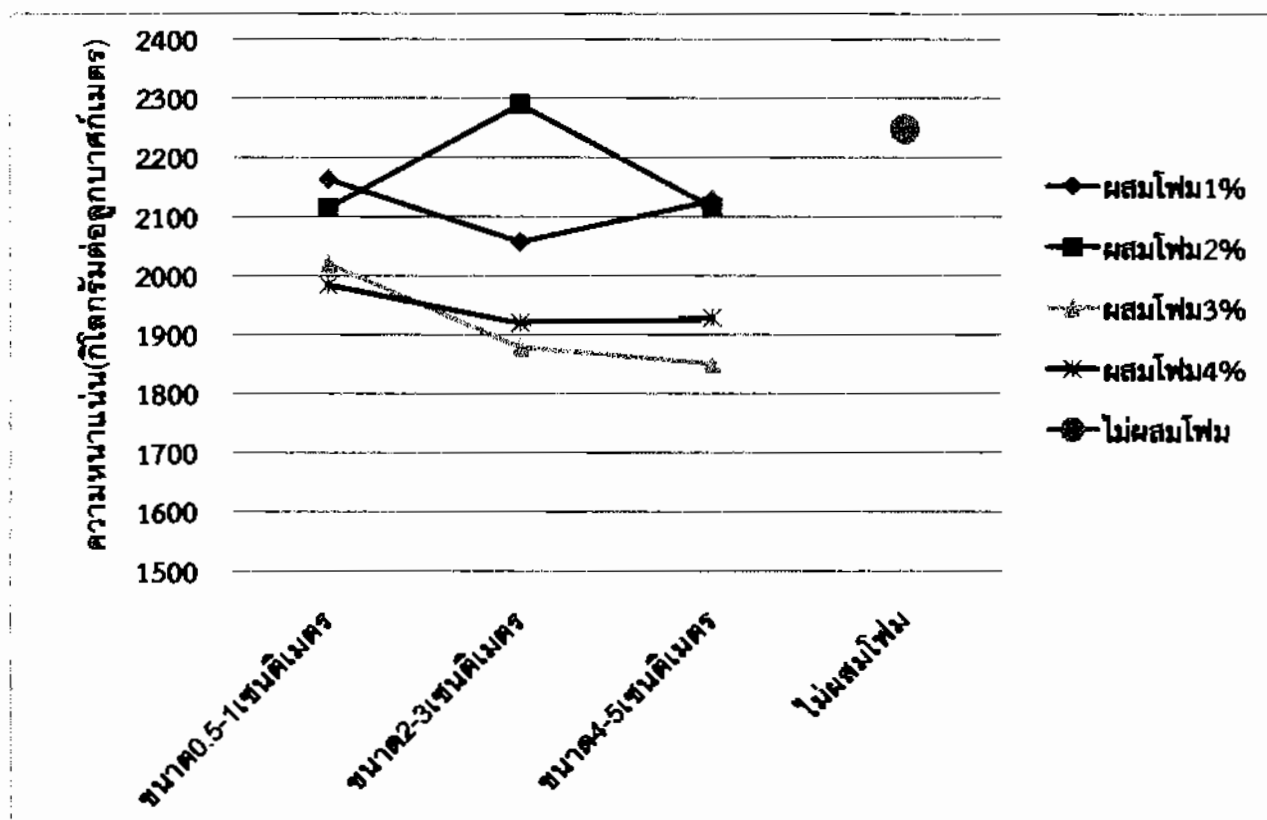
ภาพประกอบ 6 ร้อยละการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม

จากตาราง 5 และภาพประกอบ 6 พบว่าอัตราการใช้ส่วนผสมโฟม4เปอร์เซ็นต์ (ปูน:หิน:โฟม 0.38:5.53:0.23) เป็นส่วนผสมที่มีแนวโน้มว่าจะมีการดูดซึมน้ำที่สูง เนื่องจากเมื่อมีปริมาณโฟมที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดช่องว่างมากขึ้นแต่ทุกส่วนผสมยังถือว่าใช้ได้เพราะยังอยู่ในช่วงตามที่มีอก.58 กำหนด

4.3 การทดสอบความหนาแน่น

ตาราง 8 ความหนาแน่นเฉลี่ย

อัตราส่วนผสม	ขนาดโพน (เซนติเมตร)	ความหนาแน่นเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
ไม่ผสมโพน	-	2248
โพน 1%	0.5-1	2163
	2-3	2057
	4-5	2128
โพน 2%	0.5-1	2115
	2-3	2289
	4-5	2116
โพน 3%	0.5-1	2021
	2-3	1878
	4-5	1851
โพน 4%	0.5-1	1984
	2-3	1919
	4-5	1928



ภาพประกอบ 7 การทดสอบหาความหนาแน่นของอิฐบล็อกผสมโฟม

จากตาราง 6 และภาพประกอบ 7 ปริมาตรที่ใช้เป็นปริมาตรที่มีการลบช่องว่าง 3 ช่องของคอนกรีตบล็อก แล้วความหนาแน่นจึงอยู่ในช่วง 1900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรขึ้นไป พบว่าการใช้โฟมเป็นส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกปริมาณมากจะทำให้แนวโน้มของความหนาแน่นของคอนกรีตมีค่าลดลงเนื่องจากโฟมมีคุณสมบัติเบา ดังนั้นเมื่อนำโฟมมาผสมในคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีค่าความหนาแน่นลดลง อีกทั้งโฟมมีความหนาแน่นน้อยกว่าปูนซีเมนต์ และหิน จึงทำให้อัตราส่วนของโฟมต่ออิฐบล็อกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนาแน่นลดลง

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 การพิจารณาทดสอบคุณสมบัติของอิฐบล็อกที่มีโพมเป็นส่วนผสมเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสม

5.1.1 การทดสอบกำลังอัด

การทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัดอิฐบล็อกที่มีโพมเป็นส่วนผสมนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นโพมและปริมาณของโพม ถ้าขนาดชิ้นโพมเล็กให้โพมปริมาณน้อยๆ จะได้กำลังอัดที่สูงซึ่งกำลังอัดของก้อนตัวอย่างที่ทดสอบที่ครบ 28 วัน ค่ากำลังอัดที่มากที่สุดคือ อัตราส่วน ปูน:หิน:โพม (0.38:5.70:0.058) โดยมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยเท่ากับ 40.33 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

5.1.2 การดูดซึมน้ำ

การทดสอบการดูดซึมน้ำของก้อนตัวอย่างได้มีการนำก้อนตัวอย่างแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมงพบว่า การดูดซึมน้ำซึ่งส่วนผสมที่มีโพมมากจะมีการดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่มากเนื่องจากโพมมากจะทำให้ผิวของอิฐบล็อกมีรูพรุนมาก

5.1.3 ความหนาแน่น

การทดสอบหาความหนาแน่นพบว่าการใช้โพมเป็นส่วนผสมของอิฐบล็อก ปริมาณมากจะทำให้แนวโน้มของความหนาแน่นของคอนกรีตมีค่ามากขึ้น

5.2 สรุปจากการทดลอง

การหาลำดับแรง การดูดซึมน้ำ และความหนาแน่น ทำให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานคือ ส่วนผสมโพม 2 เปอร์เซ็นต์(ปูน:หิน:โพม 0.38:5.64:0.12) ได้ค่ากำลังอัดสูงสุดในการทดสอบเมื่ออายุ 28 วัน การดูดซึมน้ำและความหนาแน่นที่อยู่ในช่วงที่มอก.58-2533 กำหนด

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้ทำการศึกษาและทดลองอิฐบล็อกจากโพมทำให้พบเห็นปัญหาหลายข้อ อาทิเช่น

5.3.1 การผสม เครื่องที่ทำการผสมปูนหินและโพมให้เข้ากันได้ดีคือเครื่องผสมเล็ก ขนาดของโพมก็มีผลต่อการผสมเช่นกันยิ่งโพมชิ้นใหญ่ทำให้การผสมและการอัดทำได้ยากถึงทำได้ก็จะทำให้ผิวของบล็อกไม่สวย

5.3.2 การใช้เครื่องอัดต้องมีการกระทุ้งด้วยมือก่อนถ้าไม่ทำอย่างนั้นส่วนที่อยู่มุมจะทำให้ไม่แน่นจะเป็นรู

5.3.3 การเคลื่อนย้ายคอนกรีตบล็อกทำได้ลำบากเนื่องเครื่องอัดเป็นเครื่องอัดแบบใช้มือทำให้เกิดความเสียหายกับชิ้นวัสดุในขณะเคลื่อนย้าย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- วุฒิชัย อุปสี. และนายยุทธนา แพงผดุงภูมิ. “คอนกรีตบล็อกมวลเบาที่มีโพลีโฟม” วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2549.
- ภาณุวัฒน์ พรโสภิน. และนางสาวกนกอร ดลั้บแก้ว. “คอนกรีตบล็อกทำจากเถ้าขานอ้อย”
วิทยานิพนธ์ปริญญา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.
- ภาณุ คณอง. “อิฐมวลเบาจากเศษแก้ว” คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2542.
- สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ. และนายจรัญ หุตทัยพันธ์. “ใช้เศษโฟมเก่าในคอนกรีตบล็อกประดับ”
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- ไอรดา ราชบุรุษกิจ. และนายวินิจาภูมิ กล้าแข็ง. “คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของ
คอนกรีตผสมโฟมและใยบัว” คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม ปริญญาโทคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ความคิด พิชิตโลก “ปูนซีเมนต์” วารสาร อวพช. มีนาคม, 2551. หน้า 8 มาตรฐานอุตสาหกรรม
มอก.15 เล่ม 1 -2547, 2555.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการทดสอบวัสดุ

ตาราง 9 กำลังอัดของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม

อัตราส่วนผสม	ขนาดโฟม (เซนติเมตร)	ลำดับ	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)
ไม่ผสมโฟม	-	1	53
		2	69
		3	57
ผสมโฟม 1%	0.5-1	1	45
		2	47
		3	43
	2-3	1	45
		2	40
		3	43
	4-5	1	36
		2	30
		3	33
ผสมโฟม 2%	0.5-1	1	33
		2	34
		3	31
	2-3	1	33
		2	34
		3	30
	4-5	1	23
		2	31
		3	25
ผสมโฟม 3%	0.5-1	1	20
		2	17
		3	19
	2-3	1	15
		2	13
		3	15
	4-5	1	10
		2	13
		3	9

ตาราง 9 กำลังอัดของอิฐบล็อกที่มีโพมเป็นส่วนผสม(ต่อ)

ผสมโพม 4%	0.5-1	1	9
		2	13
		3	11
	2-3	1	5
		2	8
		3	15
	4-5	1	4
		2	9
		3	5

ตาราง 10 การทดสอบร้อยละการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกหุ้มโฟมเป็นส่วนผสม

อัตราส่วนผสม	ขนาดโฟม (เซนติเมตร)	ลำดับ	น้ำหนักก้อนตัว (กิโลกรัม)	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม)	ร้อยละการดูดซึม
ไม่ผสมโฟม	-	1	7.63	7.54	1.19
		2	7.32	7.22	1.38
		3	7.71	7.56	1.98
ผสมโฟม 1%	0.5-1	1	7.33	7.31	0.27
		2	7.10	7.05	0.71
		3	7.20	7.11	1.27
	2-3	1	7.17	6.90	3.91
		2	7.01	6.72	4.63
		3	7.26	6.81	6.61
	4-5	1	7.09	6.95	2.01
		2	7.14	7.05	1.56
		3	7.19	7.13	0.84
ผสมโฟม 2%	0.5-1	1	7.08	7.07	0.14
		2	7.19	7.03	2.28
		3	7.06	6.89	2.47
	2-3	1	7.00	6.14	14.01
		2	7.41	6.13	17.43
		3	7.25	6.96	4.17
	4-5	1	7.07	6.98	1.29
		2	7.12	6.94	2.59
		3	7.23	7.08	2.12
ผสมโฟม 3%	0.5-1	1	6.97	6.85	1.75
		2	7.08	6.80	4.12
		3	7.18	6.81	5.59
	2-3	1	6.94	6.26	10.86
		2	7.09	6.69	5.98
		3	6.88	6.78	1.47
	4-5	1	7.13	6.23	14.45
		2	7.27	6.19	17.46
		3	6.56	6.44	1.86
		2	7.13	6.22	14.63

ตาราง 11 การทดสอบหาความหนาแน่นของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม

อัตราส่วนผสม	ขนาดโฟม (เซนติเมตร)	ลำดับ	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)	ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
ไม่ผสมโฟม	-	1	7.540	3.308×10^{-3}	2279
		2	7.220	3.308×10^{-3}	2182
		3	7.560	3.308×10^{-3}	2285
ผสมโฟม 1%	0.5-1	1	7.310	3.308×10^{-3}	2209
		2	7.051	3.308×10^{-3}	2131
		3	7.111	3.308×10^{-3}	2149
	2-3	1	6.900	3.308×10^{-3}	2085
		2	6.721	3.308×10^{-3}	2029
		3	6.812	3.308×10^{-3}	2059
	4-5	1	6.954	3.308×10^{-3}	2102
		2	7.033	3.308×10^{-3}	2126
		3	7.133	3.308×10^{-3}	2156
ผสมโฟม 2%	0.5-1	1	7.072	3.308×10^{-3}	2137
		2	7.032	3.308×10^{-3}	2125
		3	6.891	3.308×10^{-3}	2083
	2-3	1	6.141	3.308×10^{-3}	2856
		2	6.311	3.308×10^{-3}	1907
		3	6.962	3.308×10^{-3}	2104
	4-5	1	6.980	3.308×10^{-3}	2110
		2	6.941	3.308×10^{-3}	2098
		3	7.082	3.308×10^{-3}	2140
ผสมโฟม 3%	0.5-1	1	6.851	3.308×10^{-3}	2071
		2	6.400	3.308×10^{-3}	1934
		3	6.811	3.308×10^{-3}	2058

ตาราง 11 การทดสอบหาความหนาแน่นของอิฐบล็อกที่มีโฟมเป็นส่วนผสม(ต่อ)

	2-3	1	6.261	3.308×10^{-3}	1892
		2	6.191	3.308×10^{-3}	1871
		3	6.191	3.308×10^{-3}	1871
	4-5	1	6.114	3.308×10^{-3}	1848
		2	6.081	3.308×10^{-3}	1838
		3	6.180	3.308×10^{-3}	1868
	ผสมโฟม 4%	0.5-1	1	6.693×10^{-3}	2023
			2	6.781×10^{-3}	2049
			3	6.221×10^{-3}	1880
		2-3	1	6.195×10^{-3}	1872
			2	6.441×10^{-3}	1947
			3	6.412×10^{-3}	1938
		4-5	1	6.223×10^{-3}	1881
			2	6.223×10^{-3}	1881
			3	6.693×10^{-3}	2023

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณหาร้อยละการดูดซึมน้ำ

สูตร

$$W = \frac{(w_w - w_d) \times 100}{w_d}$$

เมื่อ W = การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)

w_w = น้ำหนักตัวอย่างอิ่มตัว (กิโลกรัม)

w_d = น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กิโลกรัม)

วิธีทำ

$$w_w = 7.33 \text{ (กิโลกรัม)}$$

$$w_d = 7.31 \text{ (กิโลกรัม)}$$

$$W = \frac{(7.33 - 7.31) \times 100}{7.31}$$

$$W = 0.27 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาความหนาแน่น

สูตร

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

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของวัตถุ (หน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

m = คือนมวลรวมของวัตถุ (หน่วย กิโลกรัม)

V = คือปริมาตรรวมของวัตถุ (หน่วย ลูกบาศก์เมตร)

วิธีทำ

$$m = 7.310 \text{ กิโลกรัม}$$

$$V = 1.146 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

$$\rho = 7.310/1.146$$

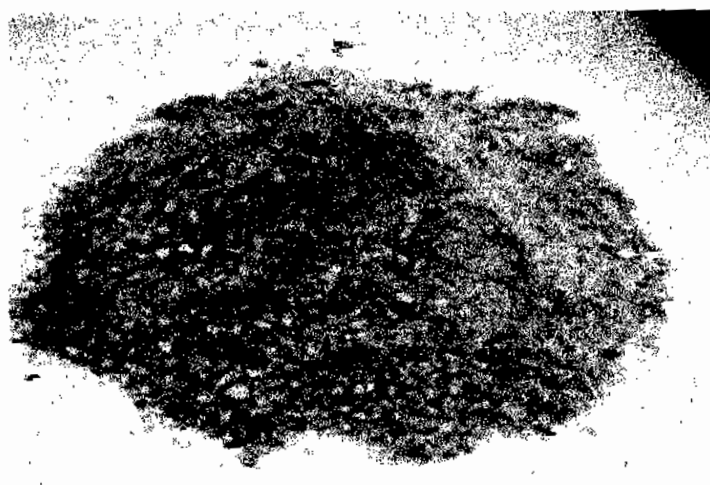
$$= 6.378 \text{ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร}$$

ภาคผนวก ค

ภาพประกอบจากการทดลอง



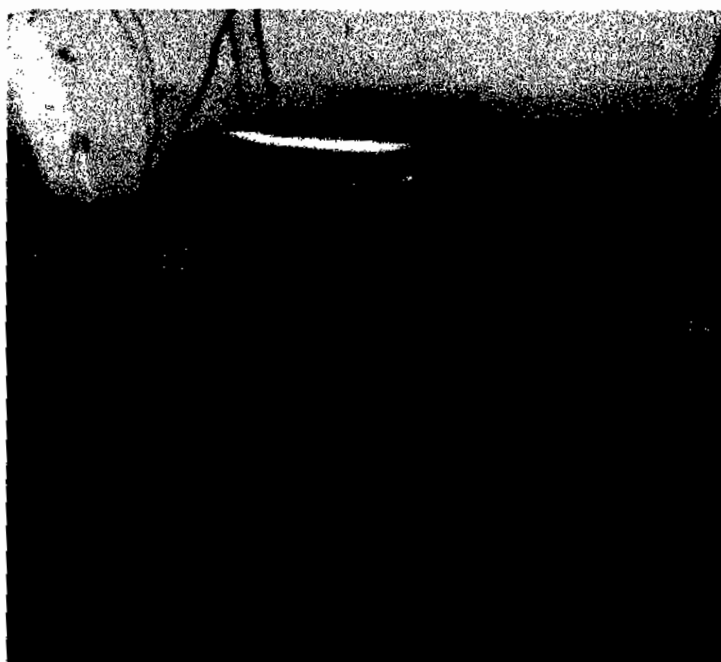
ภาพประกอบ 8 โฟม



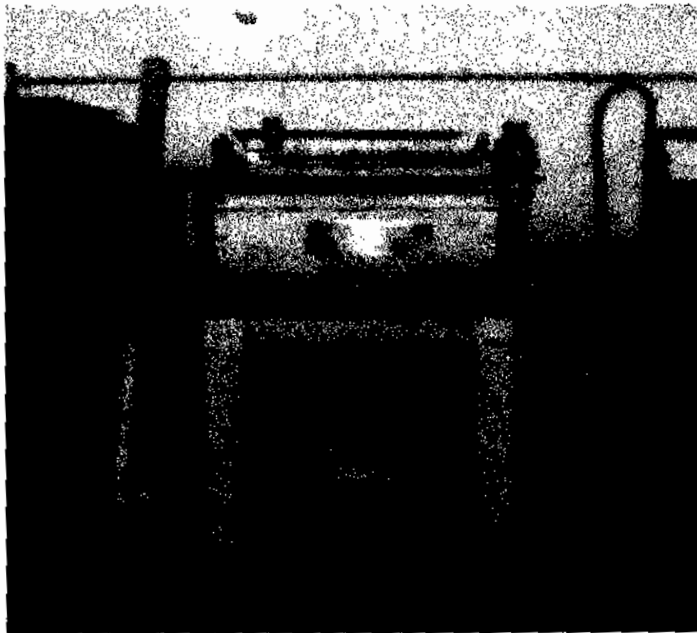
ภาพประกอบ 9 ปูนซีเมนต์



ภาพประกอบ 10 หินฝุ่น



ภาพประกอบ 11 เครื่องผสม



ภาพประกอบ 12 เครื่องอัด



ภาพประกอบ 13 ขั้นตอนการทำงาน



ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการทำงาน



ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการทำงาน



ภาพประกอบ 16 ขั้นตอนการทำงาน



ภาพประกอบ 17 ก้อนคอนกรีตบล็อกที่อัดได้



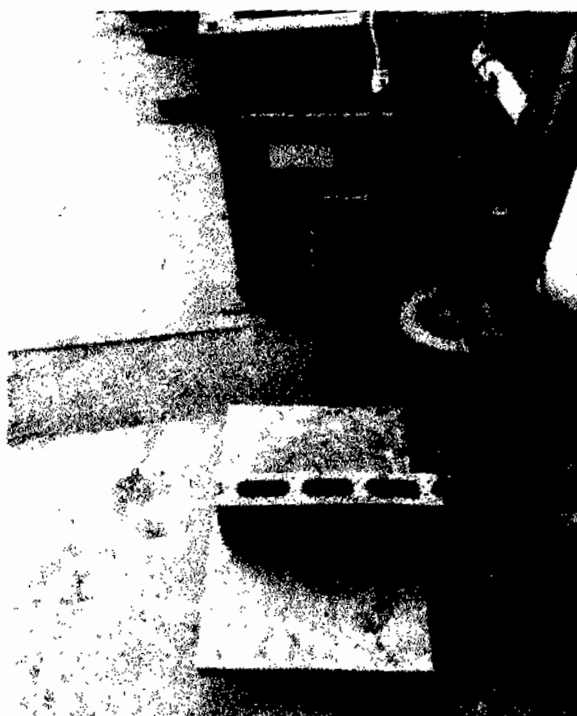
ภาพประกอบ 18 ก้อนคอนกรีตบล็อกที่อัดได้



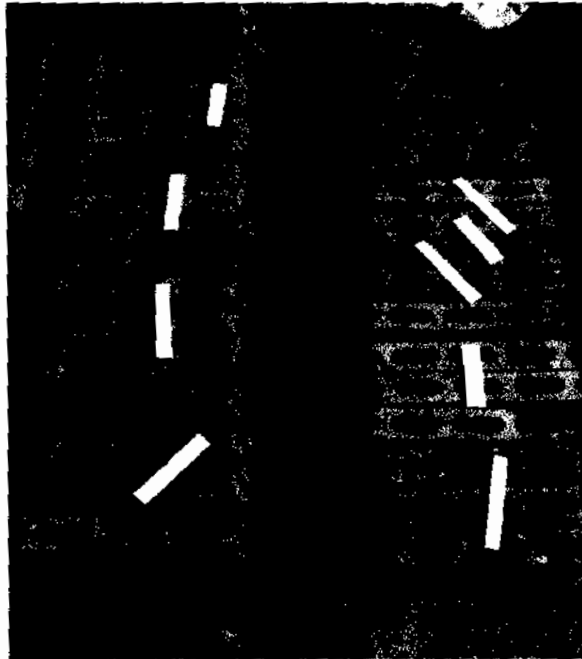
ภาพประกอบ 19 ชั่งน้ำหนักก้อนเปียก



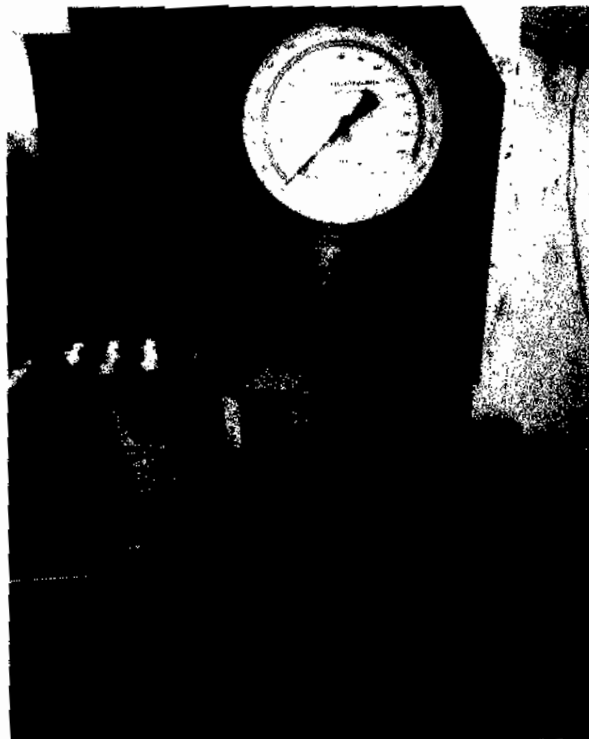
ภาพประกอบ 20 บ่มน้ำ 24 ชั่วโมง



ภาพประกอบ 21 ชั่งน้ำหนักก้อนแห้ง



ภาพประกอบ 22 ก้อนคอนกรีตบล็อกที่รออายุ 28 วัน



ภาพประกอบ 23 กัดหากำลัง



ภาพประกอบ 24 ลักษณะการวิบัติของก้อนคอนกรีตบดล็อก



ภาพประกอบ 25 ลักษณะการวิบัติของก้อนคอนกรีตบดล็อก

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายนิทัศน์ อามาตเสนา
วันเกิด	วันที่ 31 มีนาคม 2533
สถานที่เกิด	อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดหนองคาย
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 171/65 หมู่ 15 ตำบลพระลับ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2548	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชุมพลโพธิ์ชัย จังหวัดหนองคาย
พ.ศ.2551	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เทคโนโลยีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2553	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2557	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายวิหวัช แदनวงศ์ล้อม
วันเกิด	วันที่ 8 ธันวาคม 2533
สถานที่เกิด	อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 153 หมู่ 12 ตำบลคำใหญ่ อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2548	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนประดุมปรีดาภรณ์ จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2551	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เทคนิคขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2553	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2557	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม