การใช้เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยในงานคอนกรีตบล็อก

Use of bagasse ash and rice husk ash in block concrete

ปริญญานิพนธ์

ของ

คมกริช	มีดวง	53010310265
ลัทธพล	ศรีสมยา	52010310188

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....
(อาจารย์ ดร.จักรพันธุ์ วงษ์พา) **ประธานกรรมการ**

.....
(อาจารย์ ดร.ชัยชาญ โชติถนอม) **กรรมการ**

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์) **อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์**

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บพิธ บุปผโชติ)
หัวหน้าสำนักวิชาการวิศวกรรมศาสตร์

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชัยชาญ โชติถอม อาจารย์กรรมการคุมสอบ อาจารย์ ดร.จักรพันธุ์ วงษ์พา กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ดูแลให้คำแนะนำ แนวทางที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัย และชี้แนวทางแก้ไขปรับปรุงอันเป็นประโยชน์ ต่องานวิจัย ตลอดจนคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่านที่กรุณาประสิทธิ ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้ทำวิจัย จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มาหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกมาตลอด จนสำเร็จลุล่วงมาด้วยดี

ท้ายนี้ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้ความสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา

คมกริช มีดวง
ลัทธพล ศรีสมยา

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง การใช้เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยในงานคอนกรีตบล็อก
ผู้วิจัย นายคมกริช มีดวง
ลัทธพล ศรีสมยา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์
ปริญญา วศ.บ. **สาขาวิชา** วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งหมายเพื่อศึกษาคอนกรีตบล็อกที่ใช้เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยเป็นมวลรวมละเอียด โดยนำเถ้าแกลบ หรือ เถ้าชานอ้อย หรือ เถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อยมาแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 โดยปริมาตรและใช้อัตราส่วนผสมของเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยคือ (25:75) (50:50) และ (75:25) จากนั้นทำการทดสอบ หน่วยน้ำหนัก กำลังรับแรงอัด ร้อยละการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกที่อายุ 7 14 และ 28 วัน

ผลการทดสอบพบว่าการใช้เถ้าชานอ้อยในการแทนที่ทรายในงานศอนกรีตบล็อก มีกำลังรับแรงอัดที่สูงกว่าการใช้เถ้าแกลบในส่วนผสมเดียวกัน แต่การใช้เถ้าแกลบจะมีหน่วยน้ำหนักที่น้อยกว่า โดยกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกจะลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของเถ้าแกลบ และเถ้าชานอ้อย สำหรับการใช้เถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อยพบว่ากำลังรับแรงอัดมีค่าสูงกว่าการใช้เถ้าแกลบเพียงชนิดเดียว และมีหน่วยน้ำหนักน้อยกว่าการใช้เถ้าชานอ้อยเพียงชนิดเดียว แต่อย่างไรก็ตามการใช้เถ้าแกลบ และเถ้าชานอ้อยให้กำลังอัดสูงกว่า 25 กก./ตร.ซม ผ่านข้อกำหนดของ มอก.58-2530 จากผลการทดลองสรุปได้ว่าเถ้าแกลบ และเถ้าชานอ้อยสามารถนำมาใช้ในงานคอนกรีตบล็อกได้

Mahasarakham University

AUTHOR Mr. komkrichmeeduang

Mr.lattapolsrisomya

ADVISOR Asst.Prof.Raungrut Cheerarot, Ph.D.

DEGREE B.Eng. (Civil Engineering)

UNIVERSITY MahasarakhamUniversity **YEAR** 2014

ABSTRACT

The objective of this project was to study concretecontraining bagasse ash and rice husk ash. Rice husk ash or bagasse ash or rice husk ash and bagasse ash was used to replace sand at the rates of 0, 25, 50, 75, and 100 by volume. The ratio of rice husk ash and bagasse ash was 25:75, 50:50, and 75:25 by volume. Block concretes were determined density, compressive strength, and water absorption at the ages of 7, 14, and 28 days.

The results showed that use of bagasse ash to replace sand in block concrete gave compressive highest strength while use of rice husk ash gave the lowest density. Mixed between rice husk ash and bagasse ash gave the higher compressive strength than that of rice husk ash alone and gave density lower than that of bagasse ash alone. However, use of rice husk ash and bagasse ash gave the compressive strength higher than 25 ksc as specify by TIS 58-2530 (Thai Industrial Strandrads). From the result, it could be concluded that rice husk ash and bagasse ash could be used to replace sand in block concrete.

Mahasarakham University

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ....1
ที่มาและความสำคัญ....1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา....1
ขอบเขตการศึกษา....2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ....2

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....3
วัสดุก่อผนัง....3
เถ้าแกลบ....4
เถ้าชานอ้อย....5
ปูนซีเมนต์....6
ทรายแม่น้ำ....8
น้ำ....9
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....10

3 วิธีการดำเนินการศึกษา....12
วัสดุผสมคอนกรีตบล็อกที่ใช้....12
อุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบ....12
ขั้นตอนการทำคอนกรีตบล็อก....12

4 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์....16
คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ....16
การดูดซึมน้ำ....17
หน่วยน้ำหนัก....23
กำลังรับแรงอัด....29

5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ....35
สรุปผล....35
ข้อเสนอแนะ....36

บรรณานุกรม....37

Mahasarakham University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ภาคผนวก ก ตารางการกระจายตัวของวัสดุ.....39
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดสอบกำลังอัด.....44
ภาคผนวก ค ตารางแสดงหน่วยน้ำหนัก.....46
ภาคผนวก ง ตารางอัตราการดูดซึมน้ำ.....48
ภาคผนวก จ ภาพประกอบ.....50

ประวัติย่อผู้วิจัย.....54

Mahasarakham University

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ข้อมูลเปรียบเทียบวัสดุก่อผนังแต่ละชนิด....3
2 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าชานอ้อยและเถ้าแกลบ....6
3 สารประกอบหลักของปูนซีเมนต์....6
4 คุณสมบัติของสารประกอบหลักต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์....7
5 ส่วนผสมของการแทนที่ทรายด้วยเถ้าแกลบ และเถ้าชานอ้อย....14
6 อัตราการดูดซึมน้ำที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย....18
7 อัตราการดูดซึมน้ำที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย....19
8 อัตราการดูซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75....20
9 อัตราการดูดซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50....21
10 อัตราการดูดซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 75:25....22
11 หน่วยน้ำหนักที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย....24
12 หน่วยน้ำหนักที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย....25
13 หน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75....26
14 หน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50....27
15 หน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 75:25....27
16 กำลังรับแรงอัดที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย....30
17 กำลังรับแรงอัดที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย....31
18 กำลังลับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75....32
19 กำลังลับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50....33
20 กำลังลับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 75:25....34
21 การกระจายตัวของทราย....40
22 การกระจายตัวของเถ้าแกลบ....41
23 การกระจายตัวของเถ้าชานอ้อย....42
24 การกระจายตัวของเถ้าชานอ้อย....43
25 การกระจายตัวของหินฝุ่น....44
26 ผลการทดลอบกำลังอัด....45
27 หน่วยน้ำหนัก....47
28 อัตราการดูดซึมน้ำ....49

Mahasarakham University

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กราฟการกระจายขนาดของมวลรวม....17
2 แผนภูมิแลดงอัตราการดูดซึมน้ำที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย....18
3 แผนภูมิแสดงอัตราการดูดซึมน้ำที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย....19
4 แผนภูมิแสดงอัตราการดูซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชาน....20
อ้อยร้อยละ 25:75
5 แผนภูมิแสดงอัตราการดูซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับ....21
เถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50
6 แผนภูมิแสดงอัตราการดูซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับ....22
เถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75
7 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย....24
8 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย....25
9 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับ....26
เถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75
10 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับ....27
เถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50
11 แผนภูมิแลดงหน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับ....28
เถ้าชานอ้อยร้อยละ 75:25
12 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย....30
13 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนในการแทนที่ทราย....31
14 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับ....32
เถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75
15 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับ....33
เถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50
16 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับ....34
เถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75
17 การผสมส่วนผสม....51
18 การลำเรียงส่วนผสมเข้าเครื่องอัดรูป....51
19 ก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก....51
20 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อก....52
21 การแตกร้าวของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก....52
22 การทดสอบหาอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อก....53

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

คอนกรีตบล็อก เป็นวัสดุก่อสร้างประเภทวัสดุก่อ สำหรับการก่อสร้างผนังอาคารทั่วไป ผลิตจากส่วนผสมของซีเมนต์ ทราย หินย่อย และน้ำ คอนกรีตบล็อกมักเรียกกันด้วยภาษาตลาดโดยทั่วไปว่า อิฐบล็อก คอนกรีตบล็อก 1 ตารางเมตรจะใช้ 12.5 ก้อนเมื่อเทียบกับการก่ออิฐสามัญ ที่ความหนาของผนังเท่ากันจะประหยัดวัสดุก่อได้มากกว่า ร้อยละ 50 ประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรมมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 63 ล้านไร่ ได้ผลิตข้าวประมาณ 17 ล้านตัน ในหนึ่งปี จะมีแกลบที่เหลือจากโรงสีข้าวประมาณ 3.5 ล้านตัน โดยบางส่วนสามารถที่จะนำไปใช้ในโรงสีข้าว โรงไฟฟ้าซึ่งเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งจะได้เถ้าแกลบเหลือเป็นจำนวนมาก ในเถ้าแกลบจะมีสารซิลิกา อะลูมินาที่อยู่ในรูปอสัณฐาน (Amorphous) เป็นองค์ประกอบหลักซึ่งจัดเป็นสารจำพวกปอซโซลาน เมื่อผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และน้ำในปูนซีเมนต์จะทำให้มีคุณสมบัติในการเชื่อมประสาน ซึ่งสามารถใช้แทนปูนซีเมนต์บางส่วน ในการผสมคอนกรีตได้

เถ้าซานอ้อยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล ซึ่งในการผลิตน้ำตาลจะเกิดซานอ้อยขึ้น ซานอ้อยบางส่วนนำมาเผาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า และนำความร้อนมาใช้ในการผลิตน้ำตาลอีกครั้ง เถ้าที่เกิดจากการเผาซานอ้อยนี้ เรียกว่าเถ้าซานอ้อยซึ่งมีสีดำเข้ม และเทา เมื่อนำมาบดจนมีขนาดใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์จะมีคุณสมบัติเป็นสารปอซโซลาน (Pozzolan) จากการศึกษาพบว่าเถ้าซานอ้อยมีวัสดุปอซโซลานซึ่งมี ซิลิกา อะลูมินา เป็นสารประกอบหลัก ซึ่งซิลิกาในเถ้าซานอ้อยนี้เมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทำให้เกิดแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตซึ่งมีคุณสมบัติในการเชื่อมประสาน

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะนำเถ้าแกลบ และเถ้าซานอ้อยมาเป็นส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตบล็อก โดยการแทนที่ทรายบางส่วน ทั้งนี้เพื่อเป็นการนำเถ้าแกลบ และเถ้าซานอ้อยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตคอนกรีตบล็อกอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคอนกรีตบล็อกที่ใช้เถ้าแกลบและเถ้าซานอ้อยเป็นมวลรวมละเอียด
2. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเถ้าแกลบและเถ้าซานอ้อยเมื่อใช้เป็นมวลรวมละเอียดร่วมกันในงานทำคอนกรีตบล็อก

Mahasarakham University

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. อัตราส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทราย หินฝุ่น น้ำสะอาดเถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยในอัตราส่วนการแทนที่ทรายด้วยเถ้าแกสบและเถ้าชานอ้อยร้อยละ 0 25 50 75 และ 100

2. ใช้เถ้าแกลบจากโรงสีข้าว จังหวัดร้อยเอ็ด โดยไม่ต้องบดละเอียด และใช้เถ้าชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาลทรายเริ่มอุดม อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี โดยไม่ต้องบดละเอียด อัตราส่วนมวลรวมละเอียดที่ใช้ในการแทนที่ทราย มีเถ้าแกลบร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 เถ้าชานอ้อยร้อยสะ 0 25 50 75 และ 100 เถ้าแกลบบวกเถ้าชานอ้อยร้อยละ 0 25 50 75 และ100 โดยอัตราส่วนผสมของเถ้าแกสบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ (25:75) (50:50) และ (75:25)

3. ศึกษาและเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัด อัตราการดูซึมน้ำที่อายุ 7 14 และ 28 วัน

4. ขนาดของบล็อกคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้คือ 70 × 190 × 390 มิลลิเมตร

5. ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลสต์ประเภทที่ 1 :ทราย : หินฝุ่น เท่ากับ 1 : 2 : 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงอัตราส่วนผสมที่ให้คุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกดีที่สุด
2. เป็นแนวทางในการออกแบบส่วนผสมเพื่อนำไปใช้งานจริง

Mahasarakham University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัสดุก่อผนัง

ผนังถือเป็นส่วนประกอบสำคัญของอาคาร ซึ่งมีปริมาณ และมูลค่างานไม่น้อยเมื่อเปรียบกับมูลค่าของอาคารทั้งหมด ในปัจจุบันมีวัสดุหลากหลายชนิดที่นำมาใช้เป็นผนังของอาคาร โดยส่วนใหญ่เจ้าของอาคาร สถาปนิกหรือวิศวกรจะพิจารณาถึงความเหมาะสมของรูปแบบ และลักษณะการใช้งานของอาคารเหล่านั้น และปัจจัยที่สำคัญอีกประการ คือ ต้นทุนของมูลค่าการก่อสร้างอาคาร ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวัสดุก่อผนังให้ได้คุณสมบัติในด้านต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้วัสดุก่อผนังแต่ละชนิดจึงมีคุณสมบัติแตกต่างกัน วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังในปัจจุบันได้แก่ อิฐมอญ อิฐบล็อกคอนกรีต คอนกรีตบล็อก ฯลฯ ขนาดของคอนกรีตบล็อกมาตรฐาน หนา 0.07 เมตร กว้าง 0.19 เมตร ยาว 0.39 เมตร

ตาราง 1 ข้อมูลเปรียบเทียบวัสดุก่อผนังแต่ละชนิด

รายการ	อิฐมอญ	คอนกรีตบล็อก	คอนกรีตมวลเบา
โครงสร้างบล็อก	ตัน	กลวง	กลวง
ก่อผนังเป็นผนังรับแรง	โต้	ไม่ได้	ได้
จำนวนก้อนที่ใช้/ตารางเมตร	120-135 ก้อน	12.5 ก้อน	8.33 ก้อน
น้ำหนักเฉลี่ยเฉพาะวัสดุ	130 กิโลกรัมต่อตารางเมตร	115 กิโลกรัมต่อตารางเมตร	50 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ค่าการรับแรงอัด	20-30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	10-15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	35-50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
อัตราการทนไฟ (หนา10 ซม.)	2 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง	2-4 ชั่วโมง
การดูดซึมน้ำ	สูง	สูง	ปานกลาง
การสูญเสีย แตกร้าว(ร้อยละ)	15 – 20	10-15	5
ราคาวัสดุ/ก้อน	ปานกลาง	ถูก	แพง

2.1.1 คอนกรีตบล็อก

คอนกรีตบล็อก เป็นวัสดุก่อสร้างประเภทวัสดุก่อ สำหรับการก่อสร้างผนังอาคารทั่วไป ผลิตจากส่วนผสมของ ซีเมนต์ ทราย หินฝุ่น และน้ำ คอนกรีตบล็อกทำจากปูนซีเมนต์และหินฝุ่นคลุกเคล้ากันตามสัดส่วนที่เหมาะสมตามหลักการแล้วบรรจุอัดลงในแบบเหล็กมาตรฐานในรูปแบบต่างๆ แล้วกดอัดให้มีความหนาแน่นโดยเครื่องอัดแรงสูง ดังนั้นการผลิตจึงทำให้ได้ขนาดสม่ำเสมอ และต้องให้

Mahasarakham University

ได้มาตรฐานคือมีความคลาดเคลื่อนของขนาดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร และเมื่อผลิตออกมาแล้วต้องนำเอาไปแช่น้ำเพื่อป้องกันการยืดหดตัวของอิฐ

2.1.1.1 คุณลักษณะของคอนกรีตบล็อก

(1) ลักษณะโดยทั่วไป

คอนกรีตบล็อกต้องมีความคงทนถาวร แข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าวหรือส่วนเสียอื่นใด อันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกอย่างถูกต้อง หรือทำให้สิ่งก่อสร้างนั้นเสียกำลังหรือความคงทนถาวร รอยร้าวเล็กน้อยที่มักเกิดขึ้นในกรรมวิธีการผลิต หรือรอยบิ่นเล็กน้อย เนื่องจากการเคลื่อนย้ายหรือขนส่ง ยอมให้มีได้มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุมใด้ฉากกันตลอด หน้าเรียบไม่แอ่นหรือบิด อนึ่ง ในส่วนที่เกี่ยวกับ รอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่นๆ ตาม มอก.58 - 2530 ได้กำหนดไว้ว่า "คอนกรีตบล็อกซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผยด้านผิวเผยจะต้องไม่มี รอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่นๆ ถ้าในการสั่งคราวหนึ่งมีก้อนซึ่งมีรอยบิ่นเล็กน้อยที่ยาวไม่มากกว่า 25 มิลลิเมตร เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 5 จะต้องไม่ถือเป็นสาเหตุในการไม่ยอมรับ

(2) ประเภทของคอนกรีตบล็อก

คอนกรีตบล็อกสามารถแบ่งแยกได้หลายลักษณะเช่น ลักษณะการใช้งาน รูปร่าง ลักษณะขนาด น้ำหนัก เป็นต้น แต่โดยทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ พอสรุปได้ดังนี้

คอนกรีตบล็อกชนิดรับน้ำหนัก

คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก

(3) รูปร่างและขนาดของคอนกรีตบล็อก

รูปร่างและขนาดของคอนกรีตบล็อก ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตาม มอก. 58 - 2516 ได้กำหนดขนาดของคอนกรีตบล็อกไว้ดังนี้

ก. ความหนาเปลือกต้องไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร เปลือก (Face shell) หมายถึง ผนังด้านนอกของคอนกรีตบล็อก

ข. คอนกรีตบล็อกขนาดพิกัด หมายถึง ขนาดของคอนกรีตบล็อกที่ออกแบบเพื่อให้เป็นตามระบบการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร ซึ่งได้กำหนดหน่วยพิกัดมาตรฐาน ให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร และกำหนดความหนาของปูนในรอยต่อมาตรฐานเท่ากับ 10 มิลลิเมตร

ค. คอนกรีตบล็อกไม่ได้ขนาดพิกัด คอนกรีตบล็อกชนิดนี้รวมถึงคอนกรีตบล็อกที่ไม่ได้ขนาดพิกัด และคอนกรีตบล็อกขนาดพิกัดอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้หน่วยพิกัดมูลฐานเท่ากับ 100 มิลลิเมตรด้วยความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้ของคอนกรีตบล็อกชนิดนี้ ต้องไม่ต่างจากขนาดที่ผู้ผลิตกำหนดไว้มากกว่า 3 มิลลิเมตร

2.2 เถ้าแกลบ

เป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่ได้จากการเผาแกลบ เป็นผลผลิตที่เหลือจากการสีข้าว การเผาแกลบเราจะได้เถ้าแกลบประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักแกลบ การเผาแกลบที่อุณหภูมิ 600 - 800 องศาเซลเซียส จะได้เถ้าแกลบที่มีสีเทาหรือสีเทาขาว จะทำให้ SiO_2 รูปไม่เป็นผลึกซึ่งมีความว่องไวต่อปฏิกิริยา

Mahasarakham University

ปอซโซ-ลาน ถ้าเผาแกลบที่อุณหภูมิที่ต่ำเกินไป ซิลิกาจะกลายเป็นผลึกซึ่งเฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยาการเผาแกลบที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการเผาน้อย ตัวอย่างเช่น การเผาแกลบในโรงสี จะได้เถ้าแกลบที่เป็นสีดำ ไม่เป็นผลึกสามารถใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ได้ แต่การบดต้องใช้เวลาให้นานมากขึ้น เพื่อเพิ่มความละเอียดซึ่งจะทำให้การเกิดปฏิกิริยาได้ว่องไวขึ้น เถ้าแกลบสีเทาหรือเทาขาวจะสามารถบดให้ละเอียดได้ง่ายกว่าเถ้าแกลบ สีดำ (ปริญญา จินดาประเสริฐ. 2547 :ไม่ปรากฏเลขหน้า)

2.2.1 คุณสมบัติของเถ้าแกลบ

(1) ความถ่วงจำเพาะของเถ้าแกลบ

ความถ่วงจำเพาะของเถ้าแกลบขึ้นอยู่กับวิธีการเผา เถ้าแกลบที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะมีสิ่งที่เผาไหม้ไม่หมด และคาร์บอนปนอยู่มากและจะมีความถ่วงจำเพาะต่ำความถ่วงจำเพาะเถ้าแกลบที่เผาไหม้ค่อนข้างสมบูรณ์มีค่าระหว่าง 1.9 - 2.3 และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเผา การลดลงของปริมาณคาร์บอนจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความถ่วงจำเพาะ

(2) ความละเอียดของเถ้าแกลบ

การวัดขนาดของอนุภาคของเถ้าแกลบนิยมใช้พื้นที่ผิวจำเพาะ ความละเอียดของเถ้าแกลบนอกจากขึ้นอยู่กับเวลาและวิธีการบดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับวิธีการเผา การวัดพื้นที่ผิวนิยมใช้วิธีของเบลนหรือวิธี BET ซึ่งให้ค่าต่างกัน ความละเอียดของเถ้าแกลบวัดโดยวิธีของเบลนอยู่ระหว่าง 7,000 - 14,000 ตารางเซนติเมตรต่อกรัมและระหว่าง 20 - 150 ตารางเมตรต่อกรัมเมื่อวัดโดยวิธี BET ดังนั้นการวัดความละเอียดโดยพื้นที่ผิวจำเพาะของเถ้าแกลบจึงต้องระบุวิธีการวัดให้ชัดเจน เถ้าแกลบส่วนใหญ่ที่ใช้กันมีขนาดอนุภาคใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์ ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคอยู่ในช่วงประมาณ 5 - 20 ไมครอน แต่ทั้งนี้ขนาดเฉลี่ยที่ใหญ่ประมาณ 25 ไมครอน และที่เล็กประมาณ 1 ไมครอนก็ยังมีการใช้กันอยู่

2.2.2 ความเป็นวัสดุปอซโซสานของเถ้าแกลบ

ความเป็นวัสดุปอซโซลานของเถ้าแกลบสามารถวัดได้โดยการทดสอบค่าดัชนีกำลังตามมาตรฐาน ASTM C311 โดยการทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7 และ 28 วัน ของมอร์ตาร์ที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์หรือที่มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบร้อยละ 20 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน ค่าดัชนีกำลังคือค่ากำลังที่ทดสอบได้เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังของมอร์ตาร์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน หากค่าดัชนีกำลังมีค่าสูงแสดงถึงความเป็นวัสดุปอซโซลานที่ดีของเถ้าแกลบ

2.3 เถ้าชานอ้อย

เถ้าชานอ้อยเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีดำเข้มและเทา เกิดจากการเผาชานอ้อย เมื่อนำมาบดจนมีขนาดใกล้เคียงกับปูนซีเมนต์จะมีคุณสมบัติเป็นสารปอซโซลาน (Pozzolan)

สารประกอบหลักในเถ้าชานอ้อยคือซิลิกอนไดออกไซด์ ซึ่งมีอยู่มากกว่าร้อยละ 70 นอกจากนี้ยังมาสารประกอบอื่นๆ (นิพนธ์ สุวรรณสุชโรจน์.2546 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

Mahasarakham University

ตาราง 2 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าชานอ้อยและเถ้าแกลบ

องค์ประกอบ	เถ้าชานอ้อย (ร้อยละ)	เถ้าแกลบ (ร้อยละ)
ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2)	73.38	92.05
อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3)	7.74	0.94
เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	4.08	0.81
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	5.46	0.27
แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)	3.82	0.27
โซเดียมออกไซด์ (Na_2O)	0.5	0.06
โปตัสเซียมออกไซด์ (K_2O)	2.57	1.72
อลูมินา (LOI)	0.2	3.19

2.4 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์เกิดจากกระบวนการเผาวัตถุดิบที่สำคัญ 2 อย่าง คือ สารประกอบแคลเซียม เช่น หินขาว ปูนขาว หินดินดาน ดินเหนียว ดินสอพอง และสารประกอบ ซิลิกา ประมาณร้อยละ 20 – 40 อะลูมินา ประมาณร้อยละ 4 – 8 นอกจากนี้ยังมีวัตถุดิบอย่างอื่นอีก คือแร่เหล็ก และยิปซั่ม สารประกอบที่อยู่ในปูนซีเมนต์ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. สารประกอบหลัก เมื่อวัตถุดิบถูกเผา คือ แคลเซียมออกไซด์ จะทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของอะลูมินา เหล็ก และซิลิกา จนได้ปูนเม็ดซึ่งสารประกอบที่สำคัญหรือสารประกอบหลัก 4 อย่าง

ตาราง 3 สารประกอบหลักของปูนซีเมนต์

ชื่อสารประกอบ	ส่วนประกอบทางเคมี	ชื่อย่อ
Tricalcium Silicate	$3CaO.SiO_2$	C_3S
Dicalcium Silicate	$2CaO.SiO_2$	C_2S
TricalciumAlumaiate	$3CaO.Al_1O_3$	C_3A
TetracalciumAluminoferrite	$4CaO.Al_2O_3Fe_2O_3$	C_4AF

2. ส่วนประกอบรองส่วนที่เหลือ ซึ่งมีประมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ เช่น แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) และปูนขาวอิสระ (Free Lime - CaO) นอกจากนี้แล้วยังมีส่วนปลีกย่อยอีก 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกิดจากการสูญเสีย เนื่องจากการเผาไหม้ และกากที่ไม่ละลายในกรดและด่างและยิปซั่ม ซึ่งใส่ลงในขณะที่บดปูนเม็ด ร้อยละ 3 เพื่อป้องกันการก่อตัวเฉียบพลันหรือก่อตัวแบบรวดเร็ว (Flash Set) ของปูนซีเมนต์

3. สารประกอบหลัก 4 ชนิดจะทำให้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มีคุณสมบัติต่างๆ กัน และถ้าต้องการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มีคุณสมบัติเน้นเฉพาะด้าน ก็สามารถปรับปรุงส่วนผสม โดยใช้คุณสมบัติของสารประกอบตัวหลักที่มีผลต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ต้องการ

Mahasarakham University

ตาราง 4 คุณสมบัติของสารประกอบหลักต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

คุณสมบัติ	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น	เร็ว(ชม.)	ช้า(วัน)	ทันทีทันใด	เร็วมาก(นาที)
การพัฒนากำลังอัด	เร็ว(ชม.)	ช้า(สัปดาห์)	เร็วมาก(1วัน)	เร็วมาก(1วัน)
กำลังอัด	สูง	ค่อนข้างสูง	ต่ำ	ต่ำ
ความร้อนจากปฏิกิริยา (J/g)	500	250	850	420
ปริมาณโดยน้ำหนัก(ร้อยละ)	35-55	15-35	15-35	15-10

2.4.1ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland cement)

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้จากการนำวัตถุดิบที่มีสารประกอบออกไซด์ของแคลเซียม ซิลิกา อลูมิเนียม และเหล็ก มาบดให้ละเอียด แล้วผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม และป้องกันเข้าเตาเผา ซึ่งอุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 1500 องศาเซลเซียส วัตถุดิบจะหลอมละลาย และทำปฏิกิริยาเป็นเม็ดปูน เม็ดปูนจะถูกลดอุณหภูมิลงและนำไปบดรวมกันกับยิปซั่ม ส่วนประกอบหลักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประกอบด้วย ไตรคัลเซียมซิลิเกต (Tricalcium Silicate) ประมาณร้อยละ 55 ไดคัลเซียมซิลิเกต (Dicalcium Silicate) ประมาณร้อยละ 17 ไตรคัลเซียมอลูมิเนต (TricalciumAlumiate) ประมาณร้อยละ 11 และเตตระคัลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรท์ (TetracalciumAlumioferrie) ประมาณร้อยละ 2 (ปริญญา จินดาประเสริฐ, 2530 : 16)

2.4.2 ปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำ (Hydration of Cement)

เมื่อผสมปูนซีเมนต์กับน้ำปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารประกอบในปูนซีเมนต์กับน้ำก็จะเริ่มขึ้น เรียกว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) สารประกอบ C_2S และ C_3S ที่อยู่ในผงปูนซีเมนต์จะทำปฏิกิริยากับน้ำ ได้สารประกอบคัลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ($3CaO.2SiO_2.3H_2O$:$C_3S_2H_3$) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$CaO.H_2O:CH) ดังสมการทางเคมี ต่อไปนี้

$$2(3CaO.SiO_2) + 6H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O+3(CaO.H_2O) \quad (2.1)$$

$$2(2CaO.SiO_2) + 4H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O+CaO.H_2O \quad (2.2)$$

สารประกอบกับคัลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ($C_3S_2H_3$) ทำให้ซีเมนต์เพสต์เกิดเป็นวุ้น (Gel) มีคุณสมบัติเป็นตัวลาน มีความเหนียวคล้ายกาว ก่อตัวแข็งและยึดเกาะแน่นกับวัสดุผสมส่วนคัลเซียมไฮดรอกไซด์ ทำให้ซีเมนต์มีคุณสมบัติเป็นด่าง ช่วยป้องกันการเกิดสนิมในเหล็กเสริมแคลเซียมไฮดรอกำซด์นี้อาจทำปฏิกิริยาต่อไปอีก กับวัสดุที่มีธาตุซิลิกาและอลูมิน่าผสมอยู่ เช่น วัสดุปอซโซลาน

Mahasarakham University

สารประกอบ C_4AF จะทำปฏิกิริยาทันทีทันใดกับน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดการก่อตัวผิดปกติ (False Set) แต่ในผงปูนซีเมนต์มียิปซั่มผสมรวมอยู่ จึงทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันช้าลงเช่นเดียวกันกับสารประกอบ C_4AF ที่จะทำปฏิกิริยาอย่างช้า

ความร้อนที่ได้จากปูนซีเมนต์ทำปฏิกิริยากับน้ำเรียกว่า "Heat of Hydration" วัดเป็นแคลอรี่ต่อกรัมของปูนซีเมนต์ สำหรับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาให้ความร้อน 85 – 100 แคลอรี่ต่อกรัม ตามระยะเวลาภายหลังการผสม ความร้อนที่เกิดขึ้นบางส่วนจะหนีผ่านเนื้อคอนกรีตออกมา แต่บางส่วนจะอยู่ภายในเนื้อคอนกรีต ถ้าความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเนื้อคอนกรีตมีค่าสูงคอนกรีตอาจเสียความแข็งแรงได้และความร้อนนี้ อาจจะทำให้เกิดหน่วยแรงต่างๆ ภายในเนื้อคอนกรีต ซึ่งเป็นผลทำให้คอนกรีตมีรอยแตกร้าวในโครงสร้าง ส่วนโครงสร้างคอนกรีตขนาดใหญ่และหนาจะต้องมีวิธี การออกแบบให้มีการถ่ายเทความร้อนให้เหมาะสม เพื่อป้องการแตกร้าวของคอนกรีต วิธีหนึ่งอาจทำได้โดยใช้ปูนซีเมนต์ประเภทสี่ ทำให้ความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชันต่ำ (ประมาณ 60-70 แคลอรี่ต่อกรัม)

การทำปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำจะหยุด เมื่อน้ำระเหยหนีออกจากซีเมนต์เพสต์หมดแล้ว ดังนั้นการบ่มซึ่งเป็นวิธีการป้องกันการสูญเสียน้ำในคอนกรีต จึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ขึ้นอยู่กับปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสม ชนิดของปูนซีเมนต์ ความละเอียดของปูนซีเมนต์ อุณหภูมิ และอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ คอนกรีตจะแห้งภายในเวลาไม่กี่วัน หลังจากนั้นปูนซีเมนต์ยังคงทำปฏิกิริยากับน้ำต่อไปได้ โดยอาศัยน้ำจากใต้ดินหรือจากความชื้นในอากาศสูง ดังนั้นภายใต้ภาวะแวดล้อมธรรมดา การทำปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์กับน้ำจะยังคงมีต่อไป

2.5 ทรายแม่น้ำ

ลักษณะทางกายภาพของทราย คือ เมื่อเพิ่มปริมาณทรายในคอนกรีตมวลเบาจะทำให้คุณสมบัติในด้านกำลังอัดของก้อนคอนกรีตมวลเบาดีขึ้น เพราะทรายจะมีขนาดเม็ดที่ไตกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จึงไปปรับสภาพสัดส่วนคละ และสภาพความละเอียดได้ดีขึ้น ทรายจะแทรกในเนื้อซีเมนต์เพสต์ และช่วยการหดตัว

ทรายที่เหมาะสมต่อการใช้งานควรมีลักษณะดังนี้

1. ทรายที่ดีต้องเป็นทรายหยาบ ไม่ควรใช้ทรายขนาดเล็ก เพราะทรายที่มีขนาดเล็กต้องการน้ำมากทำให้ทรายมีการดูดน้ำมากเกินไป

2. ทรายต้องไม่มีสิ่งเจือปน ไม่มีเศษใบไม้เปลือกหอยหรือก้อนดินผสม ถ้ามีควรผ่านการร่อนด้วยตะแกรง โดยทั่วไปทรายจะมีสิ่งเจือปนอยู่ซึ่งอาจส่งผลต่อการรับกำลังอัดของคอนกรีตมวลเบา

3. ควรเป็นทรายแห้ง ถ้าหากเป็นทรายชื้นจากน้ำติดที่ผิวของเม็ดทราย จะทำให้การผสมโดยปริมาตรหรือโดยน้ำหนักไม่ตรงตามส่วนผสมที่กำหนด (นิพนธ์ สุวรรณสุขโรจน์ ,2540:25)

Mahasarakham University

2.6 น้ำ

น้ำมีผลต่อกำลังของคอนกรีตตามความใส น้ำขุ่นหรือน้ำที่มีสารแขวนลอยเจือปนอยู่จะทำให้กำลังของคอนกรีตต่ำลง ซึ่งอาจจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารแขวนลอยนั้น ดังนั้นจึงควรใช้น้ำที่ผสมคอนกรีตสะอาดมีสารแขวนลอยไม่เกิน 2,000ppm (ในล้านส่วน) ปราศจากกรด ด่าง น้ำมันหรือสารอินทรีย์อื่นๆ ในปริมาณที่จะทำอันตรายต่อคอนกรีต (นิพนธ์ สุวรรณสุข โรจน์. 2528:10-11)

น้ำประปาหรือน้ำจืดจากแหล่งธรรมชาติที่ไม่มีน้ำเสียจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมเจือปน ถือว่ามีคุณสมบัติดีเพียงพอสำหรับนำมาใช้ผสมคอนกรีต

2.7 การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตบล็อก

สำหรับงานก่อสร้างขนาดเล็กส่วนใหญ่จะกำหนดส่วนผสมปริมาตร เช่น 1 : 2 : 4 อัตราส่วนที่กล่าวถึงนี้คือ ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทราย 2 ส่วน หิน 4 ส่วน โดยปริมาตร การที่จะแปลงส่วนผสมโดยปริมาตรดังกล่าวให้เป็นส่วนผสมโดยน้ำหนักสามารถทำได้ดังนี้

2.7.1 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

(1) หน่วยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ 3200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) หน่วยน้ำหนักของหิน ทราย 2350 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3) หน่วยน้ำหนักของเถ้าแกลบ เถ้าขานอ้อย 1900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ที่มา:(ชัชวาล ย์เศรษฐบุตร 2542 : 121 , พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ 2540 : 77)

2.7.2 วิธีคำนวณส่วนผสมคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบและเถ้าขานอ้อย โดยคำนวณสัดส่วนผสมเป็นปริมาตร มีลำดับขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นตอนที่ 1

ปูนซีเมนต์ 1 ถุง หนัก 50 กิโลกรัม มีปริมาตรเท่ากับ 50/3200 เท่ากับ 0.0156 ลูกบาศก์เมตร

(2) ขั้นตอนที่ 2

หาสัดส่วนโดยปริมาตรเท่ากับ 1 : 2 : 4

ปูน 1 ส่วน มีปริมาตรเท่ากับ 1 × 0.0156 เท่ากับ 0.0156 ลูกบาศก์เมตร

ทราย 2 ส่วน มีปริมาตรเท่ากับ 2 × 0.0156 เท่ากับ 0.0312 ลูกบาศก์เมตร

หิน 4 ส่วน มีปริมาตรเท่ากับ 4 × 0.0156 เท่ากับ 0.0624 ลูกบาศก์เมตร

(3) ขั้นตอนที่ 3 หาน้ำหนักของทราย

Mahasarakham University

น้ำหนักของทรายที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 2350 ×0.0312 เท่ากับ 73.32 กิโลกรัม

(4) ขั้นตอนที่ 4 หาน้ำหนักของหิน

น้ำหนักของหินที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 2350 × 0.0624 เท่ากับ 146.64 กิโลกรัม

(5) ขั้นตอนที่ 5 หาน้ำหนักของเถ้าแกลบและเถ้าขานอ้อยที่ร้อยละ 25 ที่ใช้แทนทราย ปริมาตรร้อยละ 25 ของเถ้าแกลบและเถ้าขานอ้อยที่ใช้เท่ากับ 0.25×0.0312 เท่ากับ 0.0078 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นน้ำหนักร้อยละ 25 ของเถ้าแกลบและเถ้าขานอ้อยที่ใช้เท่ากับ 0.0078 × 1900 เท่ากับ 14.82 กิโลกรัม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัควิน น้อยสุวรรณ และคณะ (บทคัดย่อ :2548) ได้เสนอผลการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมแกลบซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของคอนกรีตธรรมดาในด้านการต้านแรงอัด หน่วยน้ำหนักและปริมาณการดูดซึมน้ำ โดยออกแบบกำลังอัดประลัยที่ 150 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และใช้ปริมาณแกลบที่ผสมในคอนกรีตมีอัตราส่วนร้อยละ 5 10 20 50 และ 100 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ผลการศึกษาแสดงให้ทราบว่าหน่วยน้ำหนักและกำลังต้านทานแรงอัดมีค่าลดลงเมื่อปริมาณแกลบเพิ่มมากขึ้น แต่ค่าการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น

สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทำงานวิจัยคอนกรีตบล็อกจากเถ้าแกลบเป็นวัสดุก่อสร้างที่ทำจากเถ้าแกลบผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เถ้าแกลบเป็นวัสดุเหลือทิ้งหลังจากการใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง คอนกรีตบล็อกจากเถ้าแกลบที่ผลิตได้มีน้ำหนักเบากว่าวัสดุก่อสร้างที่ทำจากทรายหิน และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ นอกจากนี้ยังมีค่าต้านทานแรงอัดเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก(มอก. 58-2533) คือ ไม่น้อยกว่า 2.0 เมกกะพาสคัล คอนกรีตบล็อกน้ำหนักเบาที่ทำจากเถ้าแกลบสามารถใช้เป็นวัสดุก่อสร้างแทนคอนกรีตบล็อกในท้องตลาดได้

บุรฉัตร ฉัตรวีระ (2550:115) ได้ศึกษาการนำเถ้าแกลบไม่บดมาประยุกต์ใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อกกลวงชนิดไม่รับน้ำหนัก คุณสมบัติที่ทำการทดสอบประกอบด้วยหน่วยน้ำหนักการดูดซึมน้ำ กำลังรับแรงอัด การหดตัวแบบแห้ง ความคงทนต่อสภาพเปียกสลับแห้ง และการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกรด โดยใช้เถ้าแกลบจาก 2 แหล่ง คือ เถ้าแกลบดำจากโรงผลิตไฟฟ้าที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง และเถ้าแกลบดำจากโรงสีข้าว มาแทนที่มวลรวม (หินฝุ่น) ในอัตราส่วนร้อยละ 0 10 15 และ 20โดยน้ำหนัก และควบคุมอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ในช่วงร้อยละ 0.53 ถึง 0.64 โดยน้ำหนัก โดยใช้การขึ้นรูปได้ของคอนกรีตบล็อกเป็นเกณฑ์ สำหรับการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการกัดกร่อนของกรดซัลฟูริกอะซิติก ไฮโดรคลอริค และไนตริก ที่มีความเข้มข้นกำหนดด้วยค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เท่ากับ 1.0 จากการทดสอบพบว่า กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบในหินฝุ่นที่เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ตามมาตรฐาน มอก. 58-2530 ในขณะที่หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบมีค่าลดลง นอกจากนั้นเมื่อร้อยละการ

Mahasarakham University

แทนที่ของเถ้าแกลบในหินฝุ่นมากขึ้น ทำให้ความทนทานต่อการกัดกร่อนของกรด ค่าการดูดซึมน้ำ และการหดตัวแบบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

กิตติ ศิลปะชัย และคณะ (2550) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเถ้าชานอ้อยมาเป็นส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบา โดยทำการออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาตามอัตราส่วนผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ : ทราย : เถ้าชานอ้อย ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 9 อัตราส่วน และทำการทดสอบที่อายุการบ่มในอากาศ 3 วัน 14 วัน และ 28 วัน จากผลการทดสอบพบว่าอัตราส่วนผสมของ ปูนซีเมนต์ : ทราย : เถ้าชานอ้อย เท่ากับ 50 : 10 : 40 เป็นอัตราส่วนผสมที่ให้ผลการทดสอบที่ดีที่สุด ให้ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 113.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นเชิงปริมาตรเท่ากับ 1,150 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าการหดตัวเมื่อแห้งเท่ากับร้อยละ 0.06 ค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับ 431.36 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับบล็อกมวลเบา ชั้นคุณภาพ 8

Mahasarakham University

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

เพื่อให้การดำเนินการศึกษาและพัฒนาคอนกรีตบล็อกบรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุผสมคอนกรีตบล็อกที่ใช้

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนต์ประเภทที่ 1
2. หินฝุ่น
3. ทรายแม่น้ำ
4. น้ำผสมคอนกรีต ใช้น้ำประปา
5. เถ้าแกลบ
6. เถ้าชานอ้อย

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบ

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมคอนกรีตได้แก่ เครื่องผสมคอนกรีต ถาดเหล็กชุบสังกะสีทรงสี่เหลี่ยมเครื่องชั่งดิจิตอลช้อนตักและเกรียงปลายแหลม

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อก ได้แก่ เครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก

3.แผ่นไม้รองคอนกรีตบล็อก ใช้ไม้อัดขนาด 20 × 50 เซนติเมตร

4. อุปกรณ์อื่นๆ ที่อาจจำเป็น เช่น ที่ตวงน้ำ กระบอกฉีดน้ำ แผ่นพลาสติก ถุงพลาสติกขนาดใหญ่

3.3 ขั้นตอนการทำคอนกรีตบล็อก

เพื่อให้ได้คอนกรีตบล็อกมีคุณสมบัติที่ดีจึงมีความพิถีพิถันเป็นพิเศษเริ่มตั้งแต่การเตรียมวัสดุผสมไปจนถึงการเก็บรักษาตัวอย่างคอนกรีตบล็อกไว้ทดสอบ ดังนั้นมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

3.3.1 การเตรียมวัสดุก่อนการผสมคอนกรีตบล็อก

หิน ใช้หินฝุ่น ทรายแม่น้ำ ใช้ทรายแม่น้ำล้างจนสะอาดนำมาอบเพื่อลดความชื้นและร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 น้ำ ใช้น้ำสะอาดโดยใช้น้ำประปา

Mahasarakham University

ปูนซีเมนต์ ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 80-2517

เถ้าแกลบ ใช้เถ้าแกลบจากโรงสีข้าวบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา โดยไม่ต้องบดละเอียดเพื่อต้องการให้คุณสมบัติทางกายภาพคอนกรีตบล็อกดีขึ้น

เถ้าชานอ้อย ใช้เถ้าชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาลหรายวงนาย จังหวัดมหาสารคาม โดยไม่ต้องบดละเอียด

3.3.2 การผสมคอนกรีต

เมื่อชั่งส่วนผสมที่ได้เตรียมไว้ทั้งหมดแล้วผสมปูนซีเมนต์ ทราย หินฝุ่น เถ้าแกลบ และเถ้าชานอ้อย คลุกเคล้าให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ แล้วนำน้ำที่เตรียมไว้ผสมในเครื่องผสมคอนกรีต จนสังเกตเห็นว่าส่วนผสมเข้ากันดี

3.3.3 การอัดขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

ทำการอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก เมื่ออัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกแล้ว คอนกรีตบล็อกที่ถอดออกจากแบบพิมพ์ใหม่ๆ จะยังไม่แข็งตัวทำให้ไม่สามารถจับและยกก้อนคอนกรีตออกจากแบบพิมพ์ได้โดยตรงหลังจากขึ้นรูปเสร็จ จำเป็นต้องพลิกเอาแผ่นเหล็กรองแบบพิมพ์ออกเพื่อนำไปใช้ในการอัดครั้งต่อไป ดังนั้น การยกคอนกรีตออกจากแบบต้องยกแผ่นเหล็กรองคอนกรีต เพื่อนำไปวางบนอุปกรณ์พลิกคอนกรีตจากทำการพลิกคอนกรีตบล็อกให้วางบนแผ่นไม้รอง แล้วนำแผ่นเหล็กรองออกจากบล็อกและทำการยกคอนกรีตบล็อกไปตาก

3.3.4 การบ่ม

นำตัวอย่างคอนกรีตบล็อกที่ขึ้นรูปไปบ่มที่อายุ 7 14 และ 28 วัน โดยการใช้แผ่นพลาสติกคลุมตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

3.3.5 การกดทดสอบก้อนตัวอย่าง

นำตัวอย่างคอนกรีบล็อกมาทำการชั่งน้ำหนักและวัดขนาด เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลตามที่กำหนดในมาตรฐาน มอก. 58-2533 (สมอ.2533) และ มอก. 109-2517 (สมอ.2517) โดยใช้ก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกจำนวน 3 ก้อนตัวอย่างต่อการทดลองหนึ่งครั้งซึ่งจะทดสอบที่อายุ 7 , 14 และ 28 วัน

3.3.6 ส่วนผสมคอนกรีตบล็อก

ส่วนผสมของคอนกรีตในการวิจัยครั้งนี้ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์: ทราย : หิน เท่ากับ 1 : 2 : 4 โดยปริมาตร ใช้เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยเข้าแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ใช้น้ำเติมลงในส่วนผสมให้พอหมาด

Mahasarakham University

ตาราง 5 ส่วนผสมของการแทนที่ทรายด้วยเถ้าแกลบ และเถ้าชานอ้อย

RA-BA (ร้อยละ)	RA กก.	BA กก.	ปูนซีเมนต์ กก.	ทราย กก.	หิน กก.
0RA-0BA	0	0	50	73.32	146.64
25RA-0BA	14.82	0	50	54.99	146.64
50RA-0BA	29.64	0	50	36.66	146.64
75RA-0BA	44.46	0	50	18.33	146.64
100RA-0BA	59.28	0	50	0	146.64
0RA-25BA	0	14.82	50	54.99	146.64
0RA-50BA	0	29.64	50	36.66	146.64
0RA-75BA	0	44.46	50	18.33	146.64
0RA-100BA	0	59.28	50	0	146.64
6.25RA-18.75BA	3.705	11.115	50	54.99	146.64
12.5RA-37.5BA	7.41	22.23	50	36.66	146.64
18.75RA-56.25BA	11.115	33.345	50	18.33	146.64
25RA-75BA	14.82	44.46	50	0	146.64
12.5RA-12.5BA	7.41	7.41	50	54.99	146.64
25RA-25BA	14.82	14.82	50	36.66	146.64
37.5RA-37.5BA	22.23	22.23	50	18.33	146.64
50RA-50BA	29.64	29.64	50	0	146.64
18.75RA-6.25BA	11.115	3.705	50	54.99	146.64
37.5RA-12.5BA	22.23	7.41	50	36.66	146.64
56.25RA-18.75B	33.345	11.115	50	18.33	146.64
75RA-25BA	44.46	14.82	50	0	146.64

Mahasarakham University

หมายเหตุ

RA คือ เถ้าแกลบ

BA คือ เถ้าชานอ้อย

0 6.25 12.5 18.75 25 37.5 50 56.25 75 และ 100 คือ อัตราส่วนการแทนที่ทรายด้วยเถ้าแกลบหรือเถ้าชานอ้อย

Mahasarakham University

บทที่ 4
ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

บทนี้จะกล่าวถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองและทดสอบในห้องปฏิบัติการมาคำนวณหาหน่วยกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างก้อนคอนกรีตบล็อก เพื่อนำมาวิเคราะห์หาอัตราส่วนการแทนที่ทรายด้วย เถ้าชานอ้อย เถ้าแกลบ และเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย ในอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยจะสรุปเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1.คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ
2.การดูดซึมน้ำ
3.หน่วยน้ำหนัก
4.กำลังอัด

4.1 คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

4.1.1 ทราย

ทรายที่ใช้เป็นทรายแม่น้ำที่สะอาด มีขนาดคละที่ดี มีความถ่วงจำเพาะร้อยละ 2.65 การดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 2.10 นำทรายมาร่อนหาขนาดคละด้วยตะแกรงเบอร์ 4 10 40 60 100 และ 200 จะได้กราฟการกระจายตัวขนาดของทรายดังภาพประกอบ 1

4.1.2 เถ้าแกลบ

เถ้าแกลบที่ใช้นำมาจากโรงสีข้าวบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา เป็นเถ้าแกลบที่ไม่ได้ผ่านการบดละเอียด มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.4 นำมาร่อนหาขนาดคละด้วย ตะแกรงเบอร์ 4 10 40 60 100 และ 200 จะได้กราฟการกระจายขนาดเถ้าแกลบดังภาพประกอบ 1

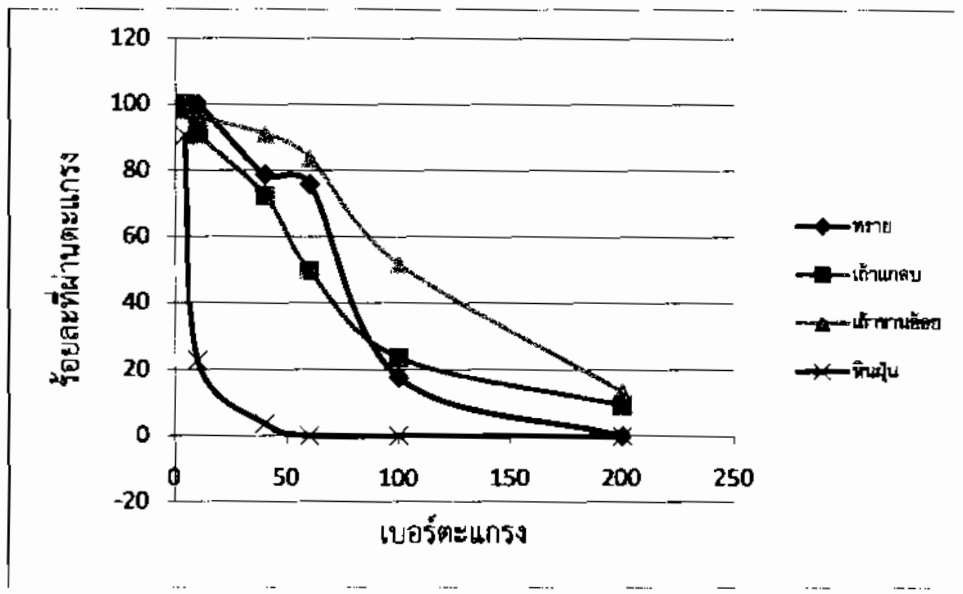
4.1.3 เถ้าชานอ้อย

เถ้าชานอ้อยที่ใช้นำมาจาก โรงงานน้ำตาลวังขนาย อ.โกสุมพิสัย จ.มหาสารคาม นำมาใช้แทนที่ทรายโดยไม่ผ่านการบทละเอียด มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.5 นำมาร่อนหาขนาดคละด้วยตะแกรงเบอร์ 4 10 40 60 100 และ 200 จะได้กราฟการกระจายขนาดของเถ้าชานอ้อยดังภาพประกอบ 1

Mahasarakham University

4.1.4 หินฝุ่น

หินฝุ่นที่ใช้เป็นหินฝุ่นที่สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.7 นำมาร่อนหาขนาดคละด้วยตะแกรงเบอร์ 4 10 40 60 100 และ 200 จะได้กราฟการกระจายขนาดของหินฝุ่นดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กราฟการกระจายขนาดของมวลรวม

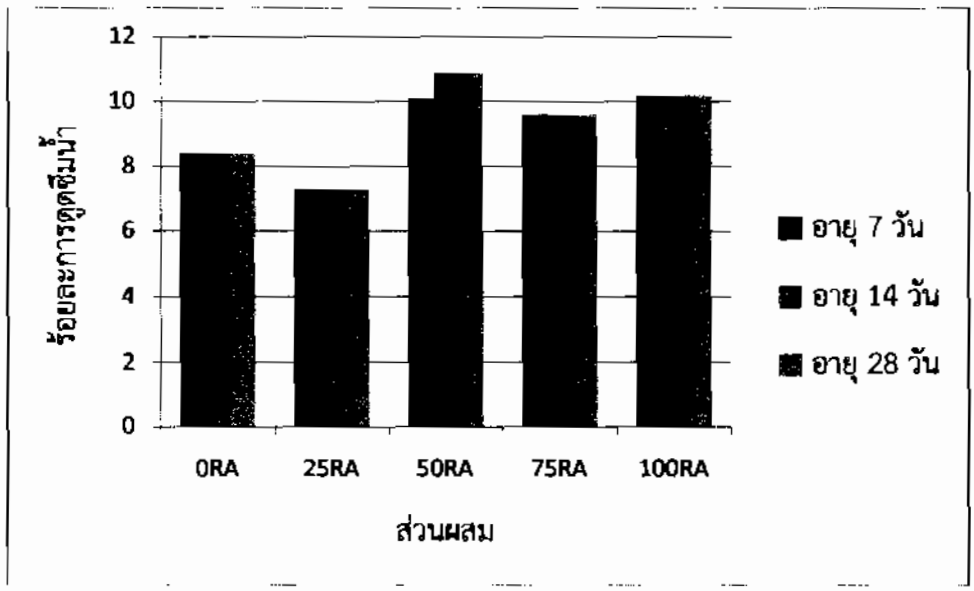
4.2 การดูดซึมน้ำ

จากการทดสอบพบว่ายิ่งอายุบ่มของบล็อกคอนกรีตนานขึ้นก็จะยิ่งทำให้อัตราการดูดซึมน้ำมากขึ้น และถ้าหากให้เถ้าแกลบ หรือเถ้าขานอ้อยแทนที่ทรายมากขึ้นอัตราการดูดซึมน้ำก็จะมากขึ้นตามไปด้วย จากตาราง 6 7 8 9 และ 10 จะสังเกตเห็นได้ว่าอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาของการบ่มที่นานขึ้น และเมื่อนำตาราง 6 7 8 9 และ 10 มาเปรียบเทียบกัน พบว่าการใช้เถ้าแกลบมาแทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อกจะมีอัตราการดูดซึมน้ำที่มากกว่าการใช้เถ้าขานอ้อยมาแทนที่ทรายในงานงานคอนกรีตบล็อก และเมื่อนำเถ้าขานอ้อยมาผสมกัน พบว่าอัตราการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของเถ้าแกลบที่เพิ่มขึ้น แต่ก็ยังขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของเถ้าแกลบกับเถ้าขานอ้อยที่นำมาแทนที่ทรายด้วย และจากภาพประกอบ 2 3 4 5 และ 6 จะสังเกตเห็นได้ชัดขึ้น ว่าอัตราการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มของคอนกรีตบล็อกที่เพิ่มขึ้น และการใช้เถ้าแกลบหรือเถ้าขานอ้อยแทนที่ทรายที่ ร้อยละ 25 โดยปริมาตร จะมีอัตราการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่าอัตราส่วนผสมอื่น แต่เมื่อนำเถ้าแกลบกลับเถ้าขานอ้อยมาผสมกันด้วยอัตราส่วน 25:75 50:50 และ 75:25 จะพบว่าอัตราการดูดซึมน้ำจะมากกว่าการใช้เถ้าแกลบ หรือเถ้าขานอ้อยเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งการทดสอบจะแบ่งออกเป็นส่วนๆโดยการใช้ เถ้าแกลบล้วน เถ้าขานอ้อยล้วน และเถ้าแกลบกับเถ้าขานอ้อยในอัตราส่วน 25:75 50:50 และ 75:25 มาแทนที่ทรายที่ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 โดยปริมาตร ซึ่งผลที่ได้จะเป็นไปตามตาราง 6 7 8 9 และ 10

Mahasarakham University

ตาราง 6 อัตราการดูดซึมน้ำที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย

ส่วนผสม	อัตราการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA	8.411	8.408	8.410
25RA	7.315	7.324	7.325
50RA	10.100	10.899	10.901
75RA	9.598	9.604	9.602
100RA	10.175	10.198	10.198

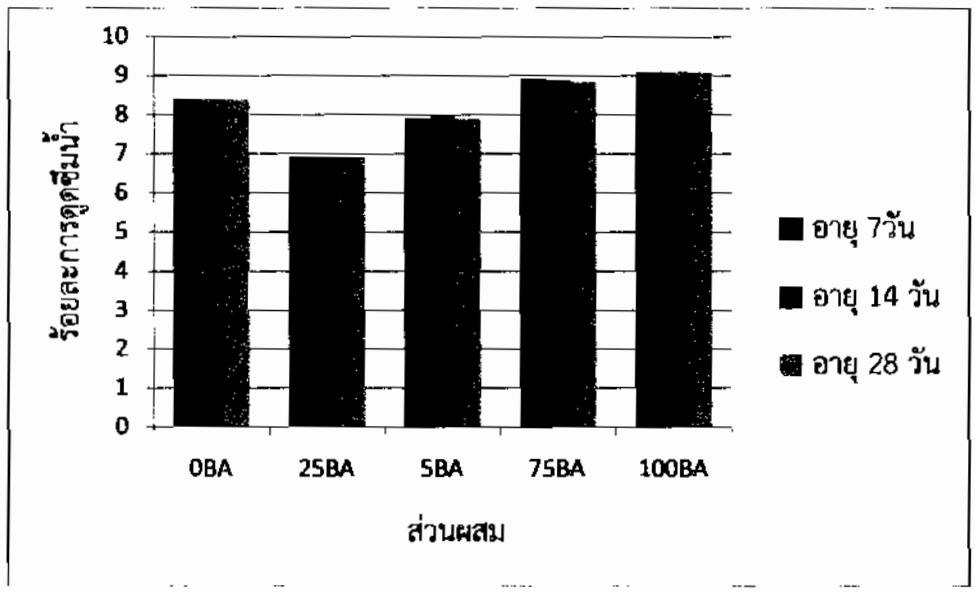


ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงอัตราการดูดซึมน้ำที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย

Mahasarakham University

ตาราง 7 อัตราการดูดซึมน้ำที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย

ส่วนผสม	อัตราการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0BA	8.411	8.408	8.410
25BA	6.930	6.928	6.930
5BA	7.900	7.999	7.903
75BA	8.921	8.900	8.853
100BA	9.100	9.115	9.117

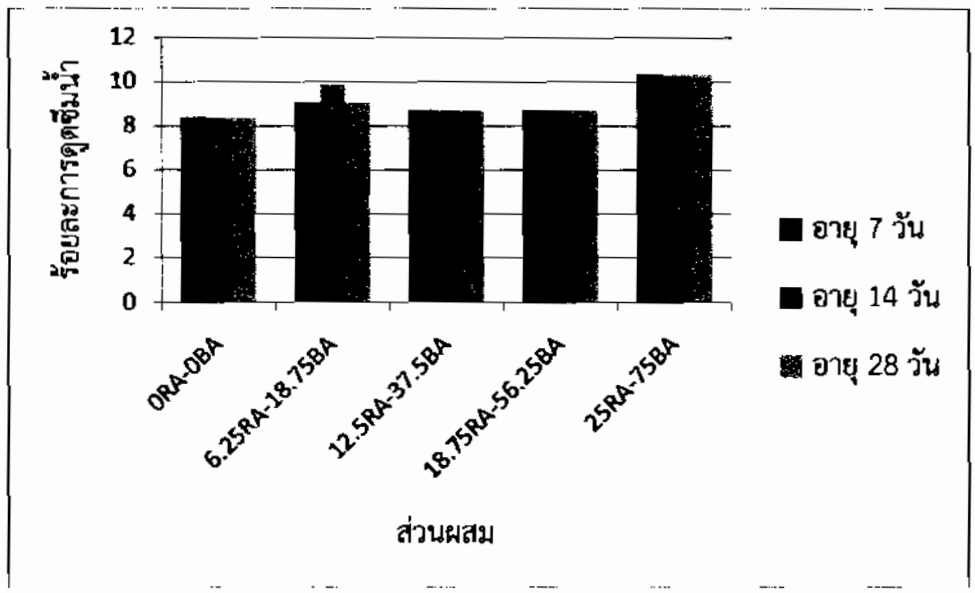


ภาพประกอบ 3 แผนภูมิแสดงอัตราการดูดซึมน้ำที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย

Mahasarakham University

ตาราง 8 อัตราการดูซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75

ปริมาตรแทนที่ทราย (ร้อยละ)	อัตราการดูดซึมน้ำ		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	8.411	8.408	8.410
6.25RA-18.75BA	9.078	9.900	9.087
12.5RA-37.5BA	8.749	8.756	8.757
18.75RA-56.25BA	8.756	8.757	8.756
25RA-75BA	10.340	10.339	10.340

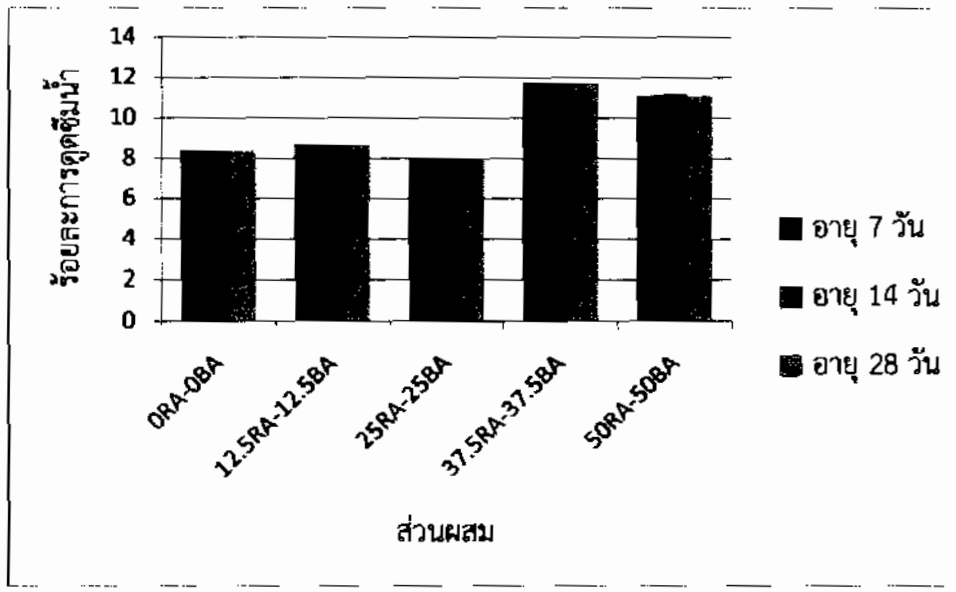


ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงอัตราการดูซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75

Mahasarakham University

ตาราง 9 อัตราการดูดซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50

ปริมาตรแทนที่ทราย (ร้อยละ)	อัตราการดูดซึมน้ำ		
	อายุ 7วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	8.411	8.408	8.410
12.5RA-12.5BA	8.733	8.731	8.732
25RA-25BA	7.998	8.001	7.999
37.5RA-37.5BA	11.765	11.768	11.766
50RA-50BA	11.131	11.230	11.130

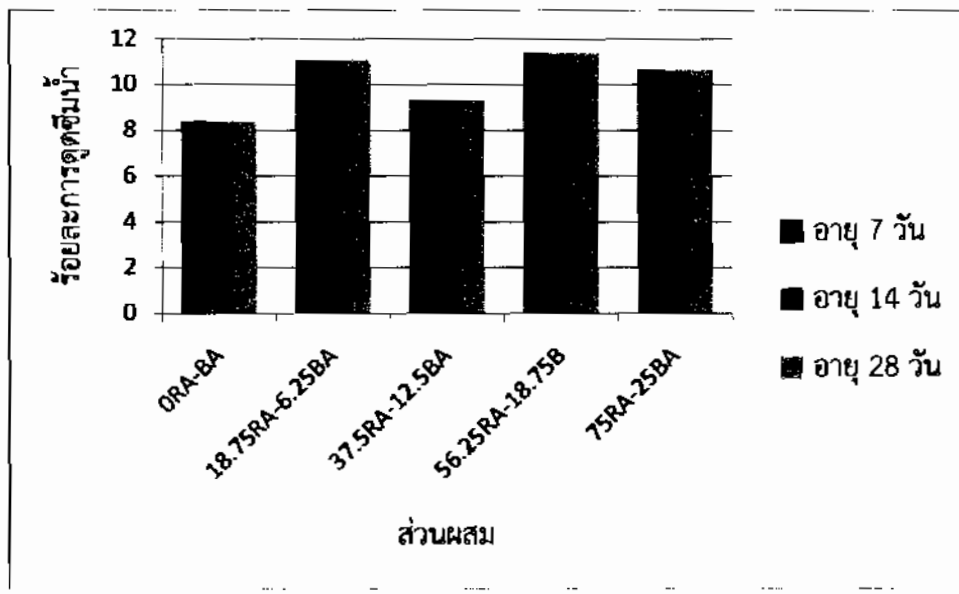


ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงอัตราการดูดซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50

Mahasarakham University

ตาราง 10 อัตราการดูดซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าขานอ้อยร้อยละ 75:25

ปริมาตรแทนที่ทราย (ร้อยละ)	อัตราการดูดซึมน้ำ		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-BA	8.411	8.408	8.410
18.75RA-6.25BA	11.100	11.086	11.092
37.5RA-12.5BA	9.368	9.369	9.370
56.25RA-18.75B	11.392	11.394	11.392
75RA-25BA	10.661	10.660	10.662



ภาพประกอบ 6 แผนภูมิแสดงอัตราการดูซึมน้ำที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าขานอ้อยร้อยละ 25:75

Mahasarakham University

4.3 หน่วยน้ำหนัก

จากตาราง 11 12 13 14 และ 15 และ จะเห็นได้ชัดว่า หน่วยน้ำหนักที่อายุ 7 วัน จะน้อยกว่าหน่วยน้ำหนักที่อายุ 14 วัน และหน่วยน้ำหนักที่อายุ 14 วันจะน้อยกว่าหน่วยน้ำหนักที่อายุ 28 วัน จึงสามารถสรุปได้ว่าหน่วยน้ำหนักจะลดลงตามระยะเวลาการบ่มบล็อกคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น และเมื่อดูอัตราส่วนผสมที่นำ เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย หรือเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย มาแทนที่ทรายก็ยังจะพบได้อีกว่าหน่วยน้ำหนักที่ไม่มีเถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย หรือเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย จะมีหน่วยน้ำหนักที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย หรือเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย และหน่วยน้ำหนักยังจะลดลงตามอัตราส่วนผสม ของเถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย หรือเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย ที่เพิ่มขึ้น จึงสามารถสรุปได้ว่า เมื่อนำเถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย หรือเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย มาใช้แทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อก จะมีส่วนช่วยทำให้หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกลดลงได้ ยังยังสังเกตเห็นได้อีกว่า ตาราง 10 จะมีหน่วยน้ำหนักที่น้อยกว่า ตาราง 11 12 13 14 และ 15 จึงสรุปได้อีกว่า การใช้เถ้าแกลบแทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อก จะทำให้มีหน่วยน้ำหนักที่น้อยกว่าการใช้เถ้าชานอ้อย และเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อยในงานคอนกรีตบล็อก เช่นเดียวกับภาพประกอบ 7 8 9 10 และ 11 ซึ่งการทดสอบจะแบ่งออกเป็นส่วนๆโดยการใช้ เถ้าแกลบล้วน เถ้าชานอ้อยล้วน และเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยในอัตราส่วน 25:75 50:50 และ 75:25 มาแทนที่ทรายที่ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 โดยปริมาตร ซึ่งผลการทดสอบจะเป็นไปดังตาราง 11 12 13 14 และ 115 และภาพประกอบ 7 8 9 10 และ 11

Mahasarakham University

ตาราง 11 หน่วยน้ำหนักที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย

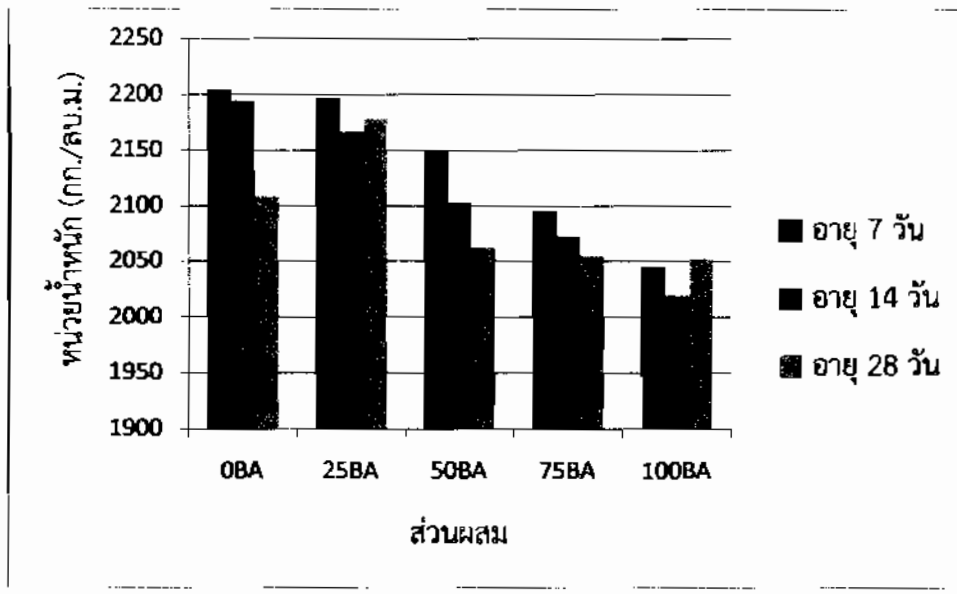
ส่วนผสม	หน่วยน้ำหนัก (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA	2205	2195	2109
25RA	2198	2167	2009
50RA	2096	2063	1847
75RA	2048	2002	1986
100RA	2027	1963	1912

ภาพประกอบ 7 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย

Mahasarakham University

ตาราง 12 หน่วยน้ำหนักที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย

ส่วนผสม	หน่วยน้ำหนัก (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0BA	2205	2195	2109
25BA	2197	2167	2179
50BA	2149	2104	2063
75BA	2096	2073	2055
100BA	2045	2020	2053

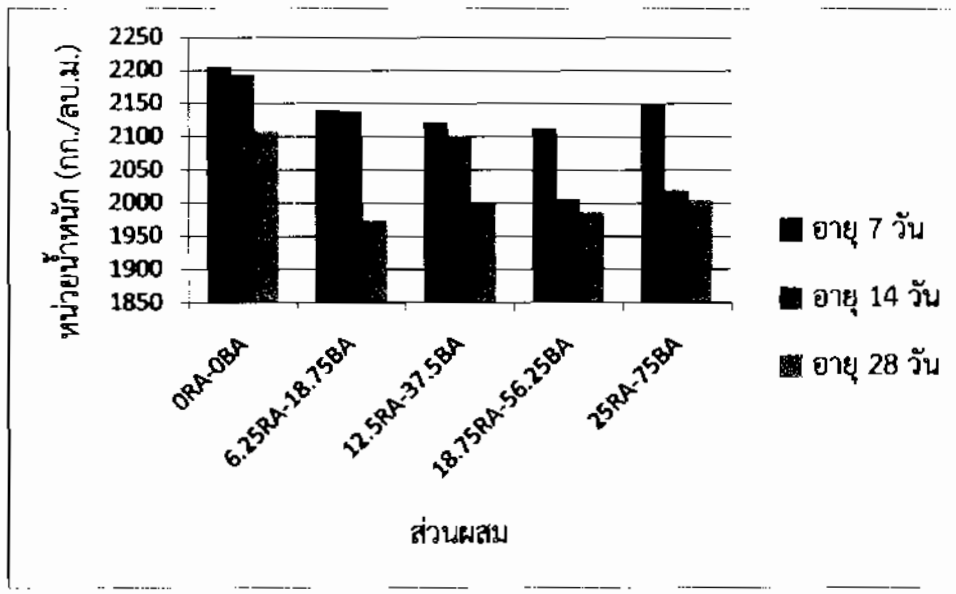


ภาพประกรอบ 8 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย

Mahasarakham University

ตาราง 13 หน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75

ส่วนผสม	หน่วยน้ำหนัก (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	2205	2195	2109
6.25RA-18.75BA	2140	2139	1975
12.5RA-37.5BA	2122	2101	1999
18.75RA-56.25BA	2113	2007	1987
25RA-75BA	2149	2021	2006

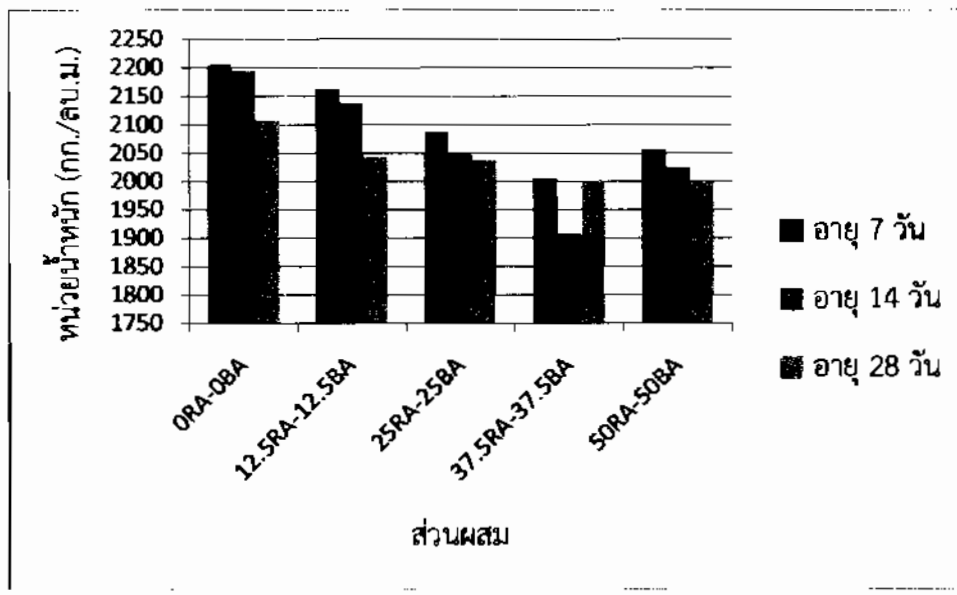


ภาพประกอบ 9 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75

Mahasarakham University

ตาราง 14 หน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50

ส่วนผสม	หน่วยน้ำหนัก (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	2205	2195	2109
12.5RA-12.5BA	2163	2139	2044
25RA-25BA	2087	2048	2039
37.5RA-37.5BA	2005	1908	2001
50RA-50BA	2057	2026	1998

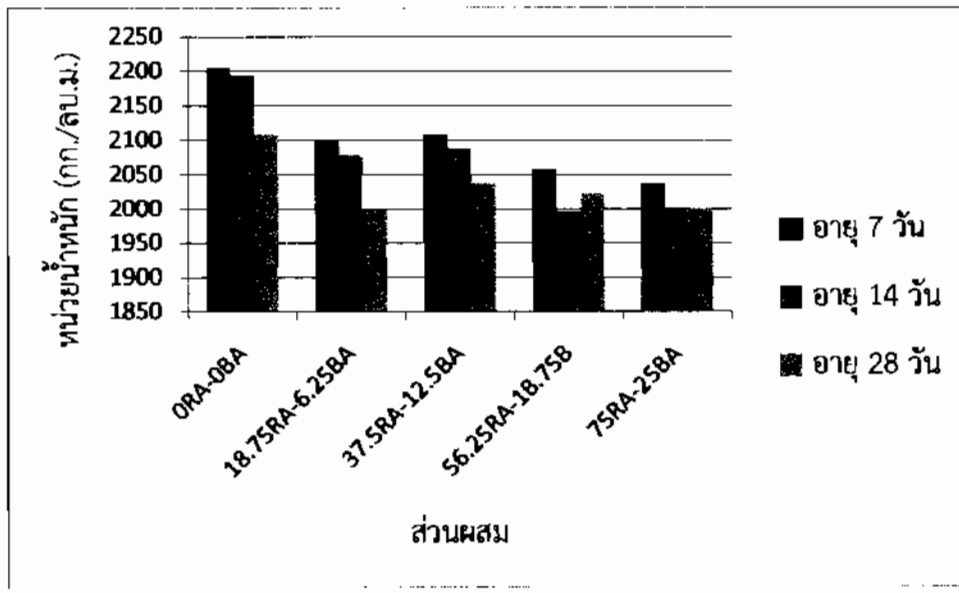


ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 50:50

Mahasarakham University

ตาราง 15 หน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 75:25

ส่วนผสม	หน่วยน้ำหนัก (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	2205	2195	2109
18.75RA-6.25BA	2103	2079	1999
37.5RA-12.5BA	2108	2089	2038
56.25RA-18.75B	2058	1997	2024
75RA-25BA	2037	1998	2002



ภาพประกอบ 11 แผนภูมิแสดงหน่วยน้ำหนักที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 75:25

Mahasarakham University

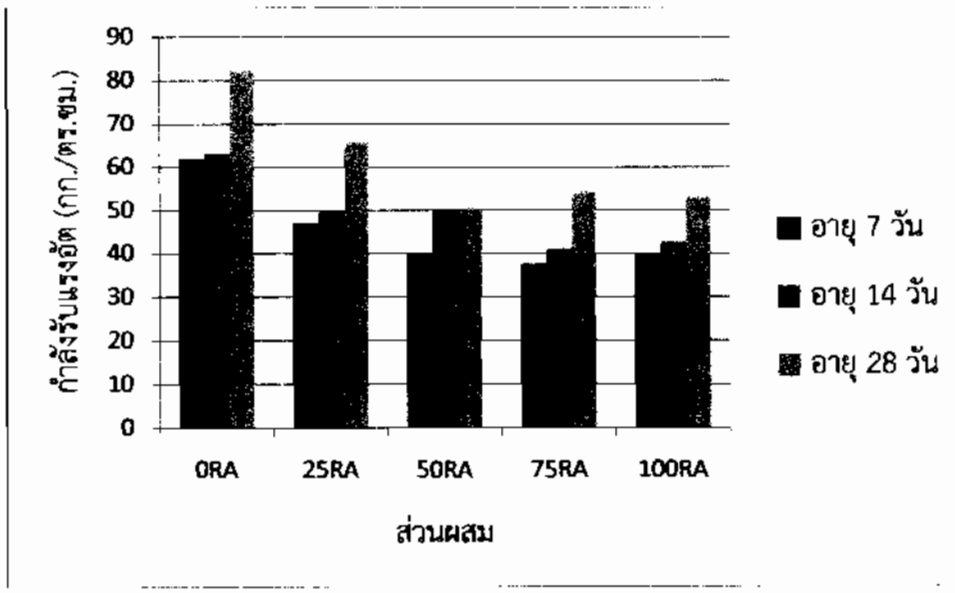
4.4 กำลังรับแรงอัด

จากตาราง 16 17 18 19 และ 20 พบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการบ่มที่มากขึ้น คือคอนกรีตบล็อกที่มีระยะเวลาบ่มที่ 14 วัน จะมีกำลังรับแรงอัดที่มากกว่าคอนกรีตบล็อกที่มีระเวลาของการบ่มที่ 7 วัน และคอนกรีตบล็อกที่มีระยะเวลาการบ่มที่ 28 วัน ก็จะมีกำลังรับแรงอัดมากกว่าคอนกรีตบล็อกที่มีระยะเวลาการบ่มที่ 14 วัน และยังพบอีกว่ากำลังรับแรงอัดจะลดลงเมื่ออัตราส่วนการแทนที่ทรายด้วย เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย หรือเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อยที่เพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จาก การใช้ เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย และเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย มาแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อย 25 โดยปริมาตร จะมีกำลังรับแรงอัด มากกว่าการใช้ เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย และเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย มาแทนที่ทรายที่อัตราส่วน ร้อยละ 50 โดยปริมาตร เมื่อนำตาราง 16 17 18 19 และ 20 มาเปรียบเทียบกันจะพบว่าการใช้เถ้าชานอ้อยมาแทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อกจะมีกำลังรับแรงอัดที่มากกว่าการใช้เถ้าแกลบ และเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย ในอัตราส่วนการแทนที่ทรายเดียวกัน และจากภาพประกอบ 12 13 14 15 และ 16 จะทำให้เราเห็นได้ชัดเจนขึ้นตามที่ได้อธิบายไปเท่ากัน ซึ่งการทดสอบจะแบ่งออกเป็นส่วนๆโดยการใช้ เถ้าแกลบล้วน เถ้าชานอ้อยล้วน และเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยในอัตราส่วน 25:75 50:50 และ 75:25 มาแทนที่ทรายที่ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 โดยปริมาตร ซึ่งผลที่ได้จะเป็นไปดังตาราง 16 17 18 19 และ 20 และภาพประกอบ 12 13 14 15 และ 16

Mahasarakham University

ตาราง 16 กำลังรับแรงอัดที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย

ส่วนผสม	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA	61.93	63.31	82.47
25RA	47.04	50.36	65.98
50RA	39.71	49.78	50.65
75RA	37.60	41.25	54.37
100RA	39.71	42.76	53.28

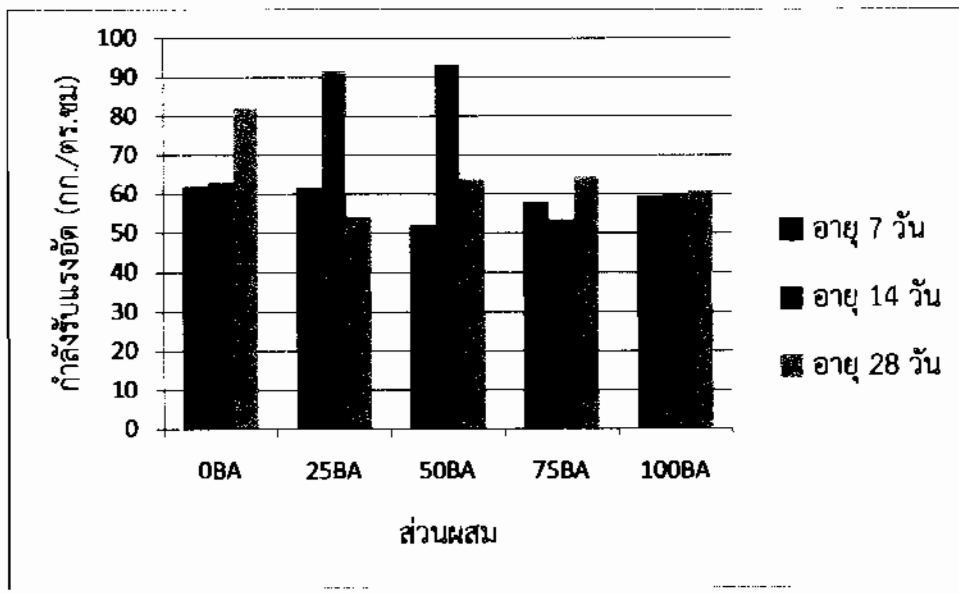


ภาพประกอบ 12 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่ใช้เถ้าแกลบล้วนแทนที่ทราย

Mahasarakham University

ตาราง 17 กำลังรับแรงอัดที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนแทนที่ทราย

ส่วนผสม	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0BA	61.93	63.31	82.47
25BA	61.58	91.63	54.37
50BA	51.93	93.24	63.95
75BA	58.03	53.61	64.75
100BA	59.50	60.00	61.09

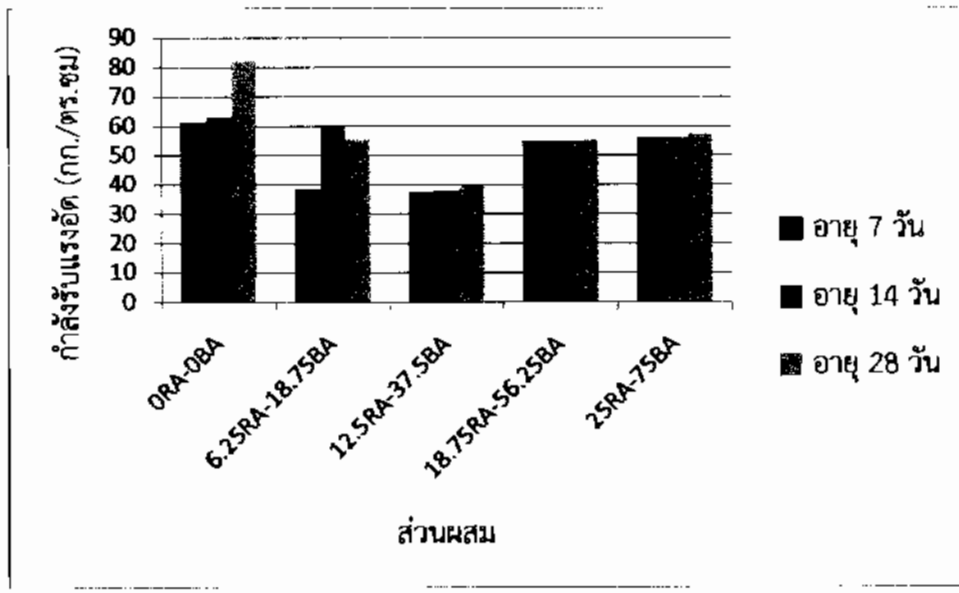


ภาพประกอบ 13 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่ใช้เถ้าชานอ้อยล้วนในการแทนที่ทราย

Mahasarakham University

ตาราง 18 กำลังลับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าซานอ้อยร้อยละ 25:75

ส่วนผสม	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	61.39	63.31	82.47
6.25RA-18.75BA	38.48	61.10	55.59
12.5RA-37.5BA	37.50	38.10	40.67
18.75RA-56.25BA	54.99	54.98	55.31
25RA-75BA	55.93	56.15	57.31

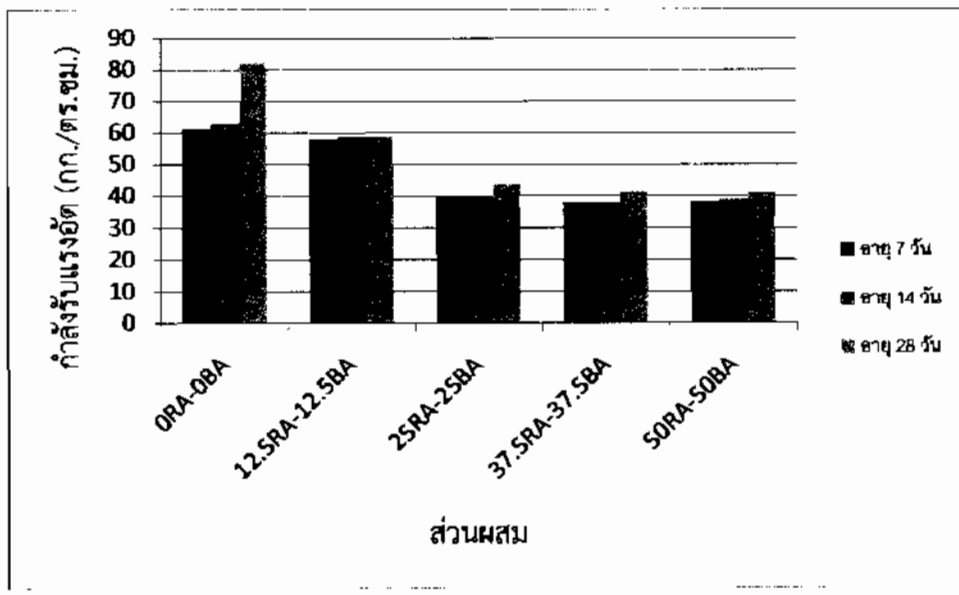


ภาพประกอบ 14 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าซานอ้อยร้อยละ 25:75

Mahasarakham University

ตาราง 19 กำลังลับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าซานอ้อยร้อยละ 50:50

ปริมาตรแทนที่ทราย (ร้อยละ)	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	61.39	63.31	82.47
12.5RA-12.5BA	58.04	58.87	58.97
25RA-25BA	39.81	40.31	43.87
37.5RA-37.5BA	38.13	38.33	41.57
50RA-50BA	38.15	39.07	41.39

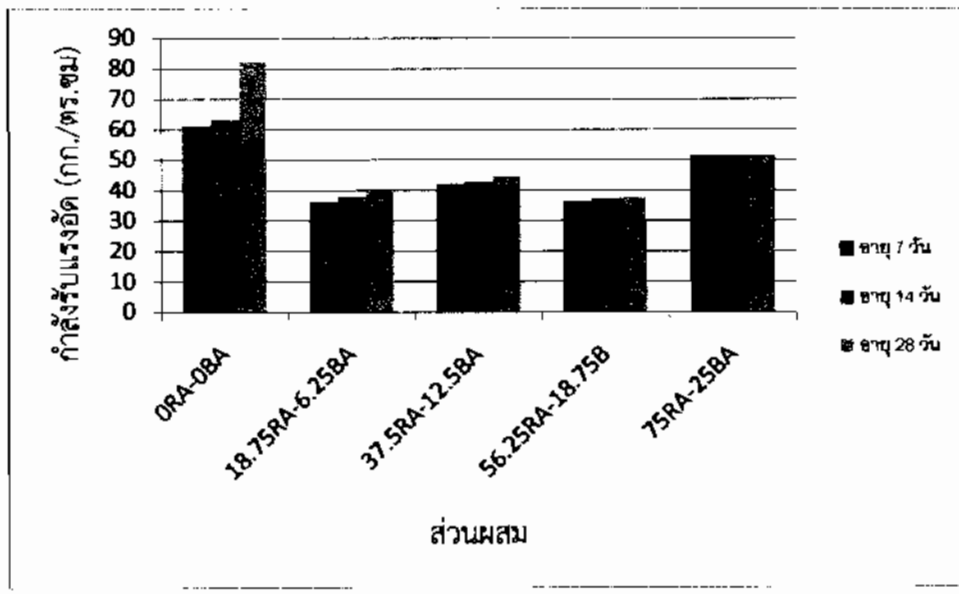


ภาพประกอบ 15 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าซานอ้อยร้อยละ 50:50

Mahasarakham University

ตาราง 20 กำลังสับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 75:25

ส่วนผสม	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	61.39	63.31	82.47
18.75RA-6.25BA	36.15	37.95	39.97
37.5RA-12.5BA	42.18	43.11	44.83
56.25RA-18.758	36.28	37.28	37.87
75RA-25BA	51.39	51.58	51.97



ภาพประกอบ 16 แผนภูมิแสดงกำลังรับแรงอัดที่มีอัตราส่วนเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยร้อยละ 25:75

Mahasarakham University

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ได้กล่าวถึง สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ ของการใช้เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อน ในงานคอนกรีตบล็อก ซึ่งได้ลำดับดังต่อไปนี้

1.สรุปผล

2.ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการทดลองการใช้เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยในงานคอนกรีตบล็อกที่ใช้เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยเป็นมวลรวมละเอียด โดยนำเถ้าแกลบ หรือ เถ้าชานอ้อย หรือ เถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อยมาแทนที่ทราย ในอัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 โดยปริมาตรและใช้อัตราส่วนผสมของเถ้าแกลบกับเถ้าชานอ้อยคือ (25:75) (50:50) และ (75:25) จากนั้นทำการทดสอบ หน่วยน้ำหนัก กำลังรับแรงอัด ร้อยละการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกที่อายุ 7 14 และ 28 วัน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1.ความสามารถในความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกจะลดตามอัตราส่วนการใช้เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย หรือเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อยมาแทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อกที่เพิ่มขึ้น

5.1.2.ความต้านทานแรงอัดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มที่ยาวขึ้น

5.1.3.การใช้ เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย หรือเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อยมาแทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อกจะทำให้หน่วยน้ำนักของคอนกรีตบล็อกลดลง และลดลงตามอัตราส่วนการแทนที่ทรายด้วย เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย และเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อยที่เพิ่มขึ้น

5.1.4.การใช้เถ้าชานอ้อยในการแทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อก จะทำให้ความสามารถในการต้านทานแรงอัดมากกว่าการใช้ เถ้าแกลบ และเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย มาแทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อกในอัตราส่วนการแทนที่ทรายเดียวกัน

5.1.5.การใช้เถ้าแกลบแทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อกจะทำให้มีหน่วยน้ำหนักที่น้อยกว่าการใช้เถ้าชานอ้อย และเถ้าแกลบผสมเถ้าชานอ้อย แทนที่ทรายในงานคอนกรีตบล็อก ในอัตราส่วนการแทนที่ทรายเดียวกัน

Mahasarakham University

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรเลือก เถ้าแกลบ และเถ้าชานอ้อย สะอาดปราศจากสิ่งเจือปน

5.2.2 ควรใช้ภาชนะ ที่เหมาะสมต่อการบรรจุเถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อย เนื่องจากเถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยมีอนุภาคที่เล็กสามารถลอยไปในอากาศได้ ซึ่งทำให้เป็นมลพิษทางอากาศ

5.2.3 เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยที่นำมาแทนที่ทรายต้องแห้งก่อน เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมปริมาตรน้ำในการผสมและขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก

5.2.3 ควรปล่อยให้คอนกรีตบล็อกมีอายุ 24 ชั่งโมง ก่อนจึงเคลื่อนย้ายเพราะคอนกรีตบล็อกอาจแตกเสียหาย หรือเสียรูปได้

5.2.4 ควรแยกก้อนคอนกรีตบล็อกออกจากกันทันทีที่นำออกจากเครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก เพราะหากปล่อยไว้นานจะทำให้การแยกก้อนคอนกรีตบล็อกออกจากกันยากขึ้น หรืออาจทำให้ก้อนคอนกรีตบล็อกแตกเสียหายได้

5.2.5 หากพบว่าก้อนคอนกรีตบล็อกมีการเสียรูป หรือบิดเบี้ยว ควรแต่งรูปคอนกรีตบล็อกทันทีที่นำก้อนคอนกรีตบล็อกออกจากเครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก เพราะหากคอนกรีตบล็อกแข็งตัวแล้วจะไม่สามารถทำการแต่งรูปคอนกรีตบล็อกได้

Mahasarakham University

บรรณานุกรม

กฤษดา นุ่มนวล. *การใช้ตะกอนจากระบบประปาทดแทนดินเหนียวในการผลิตอิฐมอญ.* ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2540.

ชาติเกียรติ พลเสนา และคณะ. *การใช้ตะกอนน้ำประปาเป็นส่วนผสมในอิฐบล็อกประสาน.* ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2549

ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตรุพิทักษ์กุล. *ปูนซีเมนต์ปอซโซลานและคอนกรีต.*กรุงเทพฯ : สมาคมคอนกรีตไทย(ส.ค.ท.), 2547.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,สำนักงาน. *อิฐก่อสร้างสามัญ,มอก.77-2545* : เล่มที่ 120 กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. *สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.* 2545, สถิติการเกษตรแห่งประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2544/45

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. *มาตรฐานอิฐบล็อกประสาน.* ปทุมธานี : ฝ่ายงานวิจัยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโยลีแห่งประเทศไทย, 2540.

สมเกียรติ รอดดียิ่ง. *การพัฒนาคุณภาพอิฐมอญที่ผลิตจากตะกอนน้ำประปา.* ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2541

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. *เอกสารการประชุมวิชาการคอนกรีต.* กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2540.

อภิสิทธิ์ วันนา, ชาตรี ศรีเนตร และยุทธนา คันทะพรม. *อิฐบล็อกมวลเบาที่ทำจากซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ.* ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.

Mahasarakham University

ภาคผนวก

Mahasarakham University

ภาคผนวก ก
ตารางการกระจายตัวของวัสดุ

Mahasarakham University

ตาราง 20 การกระจายขนาดของทราย

SIEVE NO.	SIEVE OPENING mm.	WEIGHT OF SEIVE+ SOIL g	WEIGHT OF SOILRE-TAINED g	COMULATIVE RETAINED g	COMULATIVE RETAINED %	PERCENT FINER %
4	4.750	-	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	-	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.425	141.12	25.62	25.62	21.35	78.65
60	0.250	118.35	3.35	28.97	24.14	75.86
100	0.150	182.21	70.21	99.18	82.65	17.53
200	0.075	131.82	20.82	120.00	-	-
ถาด	-	-	0.00	120.00	-	-
รวม			120.0		128.14	-

Mahasarakham University

ตาราง 21 การกระจายขนาดของเถ้าแกลบ

SIEVE NO.	SIEVE OPENING mm.	WEIGHT OF SEIVE+ SOIL g	WEIGHT OF SOILRE - TAINED g	COMULATIVE RETAINED g	COMULATIVE RETAINED %	PERCENT FINER %
4	4.750	-	-	-	-	100.000
10	2.000	132.0	9.0	9.0	8.867	91.133
40	0.425	134.5	19.0	28.0	27.586	72.414
60	0.250	138.0	23.0	51.0	50.246	49.754
100	0.150	138.5	26.5	77.5	76.355	23.645
200	0.075	124.5	14.5	92.0	90.640	9.36
ถาด	0.000	94.5	9.5	101.5	100.000	-
รวม			101.5			

Mahasarakham University

ตาราง 22 การกระจายขนาดของเถ้าชานอ้อย

SIEVE NO.	SIEVE OPENING mm.	WEIGHT OF SEIVE+ SOIL g	WEIGHT OF SOILRE - TAINED g	COMULATIVE RETAINED g	COMULATIVE RETAINED %	PERCENT FINER %
4	4.750	124.5	2.0	2.0	1.620	98.380
10	2.000	125.5	2.5	4.5	3.644	96.356
40	0.425	122.0	6.5	11.0	8.907	91.093
60	0.250	124.0	9.0	20.0	16.194	83.806
100	0.150	151.5	39.5	59.5	48.178	51.822
200	0.075	157.5	47.5	107.0	86.640	13.360
ถาด	0.000	101.5	16.5	123.5	100.000	-
รวม			123.5			

Mahasarakham University

ตาราง 23 การกระจายขนาดของหินฝุ่น

SIEVE NO.	SIEVE OPENING mm.	WEIGHT OF SEIVE+ SOIL g	WEIGHT OF SOILRE - TAINED g	COMULATIVE RETAINED g	COMULATIVE RETAINED %	PERCENT FINER %
4	4.750	139.0	16.5	16.5	9.375	90.625
10	2.000	242.5	119.5	136.0	77.273	22.727
40	0.425	149.0	33.5	169.5	96.307	3.693
60	0.250	121.5	6.5	176.0	100.000	0.000
100	0.150	-	-	176.0	100.000	0.000
200	0.075	-	-	176.0	100.000	0.000
ถาด	-	-	-	176.0	100.000	0.000
รวม			176.0			

Mahasarakham University

ภาคผนวก ข

ตารางผลการทดสอบกำลังอัด

Mahasarakham University

ตาราง 24 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

RA-BA (ร้อยละ)	กำลังรับแรงอัด (ตัน)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	10.22	10.36	13.50
25RA-0BA	7.71	8.24	10.80
50RA-0BA	6.50	8.15	8.29
75RA-0BA	6.23	6.75	8.90
100RA-0BA	6.54	7.00	8.72
0RA-25BA	10.10	14.98	8.90
0RA-50BA	8.51	15.26	10.47
0RA-75BA	9.52	8.77	10.60
0RA-100BA	9.70	9.82	10.00
6.25RA-18.75BA	6.29	10.00	9.10
12.5RA-37.5BA	6.08	6.24	6.66
18.75RA-56.25BA	9.0	7.00	9.05
25RA-75BA	9.07	9.19	9.38
12.5RA-12.5BA	9.52	9.64	9.65
25RA-25BA	6.54	6.59	7.18
37.5RA-37.5BA	6.17	6.27	6.80
50RA-508A	6.23	6.40	6.77
18.75RA-6.25BA	6.11	6.21	6.54
37.5RA-12.5BA	6.89	7.05	7.34
56.25RA-18.75B	6.22	6.10	6.20
75RA-25BA	8.40	8.44	8.50

Mahasarakham University

ภาคผนวก ค
ตารางแสดงหน่วยน้ำหนัก

Mahasarakham University

ตาราง 24 ผลการทดสอบหน่วยน้ำหนักของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

RA-BA (ร้อยละ)	น้ำหนักคอนกรีตบล็อก (กิโลกรัม)		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
0RA-0BA	7.03	7.00	6.52
25RA-0BA	7.01	6.91	6.66
50RA-0BA	6.67	5.81	5.80
75RA-0BA	6.53	6.40	6.33
100RA-0BA	6.46	6.26	6.09
0RA-25BA	7.00	6.91	6.90
0RA-50BA	6.85	6.34	6.27
0RA-75BA	6.68	6.50	6.00
0RA-1008A	6.46	6.44	6.32
6.25RA-18.75BA	6.82	6.82	6.30
12.5RA-37.5BA	6.77	6.70	6.45
18.75RA-56.25BA	6.74	5.99	5.79
25RA-75BA	6.53	5.80	5.50
12.5RA-12.5BA	6.90	6.82	6.52
25RA-25BA	6.65	6.53	6.45
37.5RA-37.5BA	6.39	6.03	5.30
50RA-50BA	6.56	5.7B	5.69
18.75RA-6.25BA	6.71	6.71	5.94
37.5RA-12.5BA	6.72	6.69	6.32
56.25RA-18.758	6.56	5.98	5.52
75RA-25BA	6.49	5.94	5.B0

Mahasarakham University

ภาคผนวก ง
ตารางอัตราการดูดซึมน้ำ

Mahasarakham University

ตาราง 25 ตารางข้อมูลอัตราการดูดซึมน้ำของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

RA-BA (ร้อยละ)	น้ำหนักก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก (กิโลกรัม)					
	อายุ 7 วัน		อายุ 14 วัน		อายุ 28 วัน	
	แห้ง	อิ่มตัวผิวแห้ง	แห้ง	อิ่มตัวผิวแห้ง	แห้ง	อิ่มตัวผิวแห้ง
0RA-0BA	7.03	7.62	7.00	7.59	6.52	7.07
25RA-0BA	7.01	7.52	6.91	7.42	6.66	7.15
50RA-0BA	6.67	7.34	5.81	7.44	5.80	6.43
75RA-0BA	6.53	7.16	6.40	7.01	6.33	6.94
100RA-0BA	6.46	7.12	6.26	6.90	6.09	6.71
0RA-25BA	7.00	7.49	6.91	7.39	6.90	7.38
0RA-50BA	6.85	7.39	6.34	6.85	6.27	6.77
0RA-75BA	6.68	7.28	6.37	7.08	6.00	6.53
0RA-100BA	6.46	7.05	6.44	7.03	6.32	6.90
6.25RA-18.75BA	6.82	7.44	6.82	7.50	6.30	6.87
12.5RA-37.5BA	6.77	7.36	6.70	7.29	6.45	7.01
18.75RA-56.25BA	6.74	7.33	5.99	6.51	5.79	6.30
25RA-75BA	6.53	7.21	5.80	6.40	5.50	6.07
12.5RA-12.5BA	6.90	7.50	6.82	7.42	6.52	7.09
25RA-25BA	6.65	7.18	6.53	7.05	6.45	6.97
37.5RA-37.5BA	6.39	7.14	6.03	6.74	5.30	5.92
50RA-50BA	6.56	7.29	5.78	6.43	5.69	6.32
18.75RA-6.25BA	6.71	7.45	6.71	7.45	5.94	6.60
37.5RA-12.5BA	6.72	7.35	6.69	7.32	6.32	6.91
56.25RA-18.75B	6.56	7.31	5.98	6.66	5.52	6.51
75RA-25BA	6.49	7.18	5.94	6.57	5.80	6.42

Mahasarakham University

ภาคผนวก จ
ภาพประกอบ

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 17 การผสมส่วนผสม

ภาพประกอบ 18 การลำเรียงส่วนผสมเข้าเครื่องอัดรูป

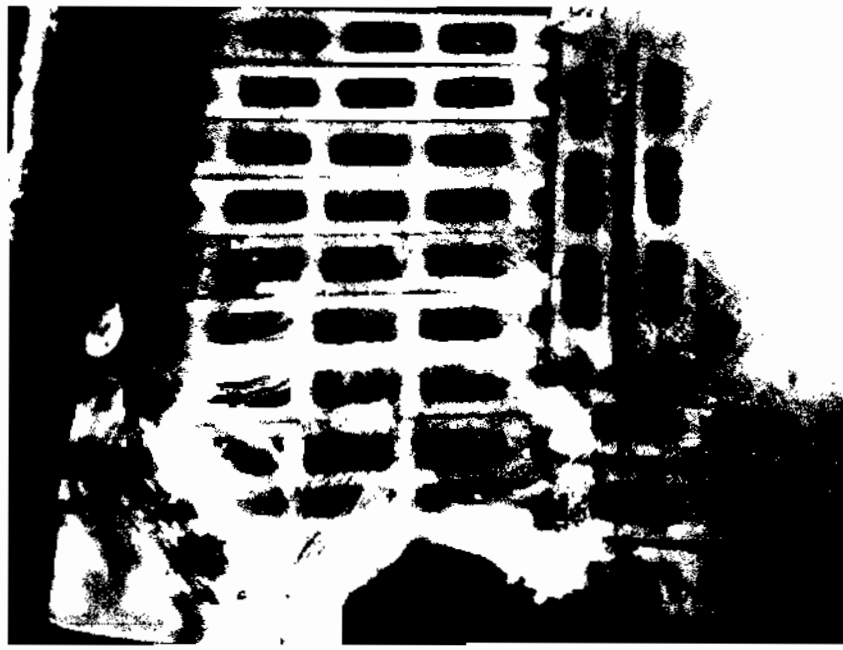
ภาพประกอบ 19 ก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 20 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

ภาพประกอบ 21 การแตกร้าวของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 22 การทดสอบหาอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อก

Mahasarakham University

ประวัติย่อของผู้วิจัย

Mahasarakham University

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นาย คมกริช มีดวง
วันเกิด วันที่ 25 ตุลาคม 2534
สถานที่เกิด บ้านเลขที่ 94 หมู่ที่ 14 ตำบลหวาย อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 4412
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 94 หมู่ที่ 14 ตำบลหวาย อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44120

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2549 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

พ.ศ.2552 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

พ.ศ.2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นาย ลัทธพล ศรีสมยา

วันเกิด วันที่ 18 ธันวาคม 2533

สถานที่เกิด บ้านเลขที่ 138 หมู่ที่ 9 ตำบลหนองสระปลา อำเภอหนองหาร จังหวัดอุดรธานี รหัสไปรษณีย์ 41320

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 138 หมู่ที่ 9 ตำบลหนองสระปลา อำเภอหนองหาร จังหวัดอุดรธานี รหัสไปรษณีย์ 41320

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2548 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสว่างดินแดง อำเภอสว่างดินแดง จังหวัดสกลนคร

พ.ศ.2551 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสว่างดินแดง อำเภอสว่างดินแดง จังหวัดสกลนคร

พ.ศ.2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University