นายดนุเดช เรืองรัมย์ นายศิริชัย อาญาเมือง

การศึกษาคุณสมบัติวัสดุหินฝุ่นผสมซีเมนต์และเถ้าชีวมวล

MATERIAL PROPERTY STUDY OF DUST STONE MIXED WITH CEMENT AND BIOMASS ASHอาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรวัฒน์ วิมุตติสุขวิริยา

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติหินฝุ่นผสมกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และเถ้าชีวมวล ซึ่งเถ้าชีวมวลเป็นวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าและหินฝุ่นเป็นผลพลอยได้จากโรงโม่หิน เมื่อพิจารณาเถ้าชีวมวลแล้วพบว่ามีคุณสมบัติที่ดี เพราะเถ้าชีวมวลสามารถช่วยเพิ่มกำลังให้กับคอนกรีตได้และป้องกันความชื้นได้ดี เป็นต้น ดังนั้นนงานวิจัยนี้จึงสนใจนำเถ้าชีวมวลมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยมุ่งเน้นการศึกษาคุณสมบัติด้านความหนาแน่น ด้านการดูดซึมน้ำ ด้านการพองตัว ด้านกำลังอัด อ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.58-2530 ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างที่ผสมเถ้าชีวมวลมีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างทดสอบที่ไม่ผสมเถ้าชีวมวล การทดสอบการดูดซึมน้ำของก้อนตัวอย่างที่ผสมเถ้าชีวมวลมีแนวโน้มต่ำกว่าตัวอย่างทดสอบที่ไม่ผสมเถ้าชีวมวล การทดสอบการพองตัวของทุกก้อนตัวอย่างมีค่ามากกว่าร้อยละ 0.045 ที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปีของจังหวัดบุรีรัมย์เท่ากับร้อยละ 74.16 แสดงว่าการดูดซึมน้ำของทุกตัวอย่างทดสอบน้อยกว่าร้อยละ 30 จึงผ่านมาตรฐาน มอก.58-2530 และการทดสอบกำลังอัดของก้อนตัวอย่างที่ผสมเถ้าชีวมวลมีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างทดสอบที่ไม่ผสมเถ้าชีวมวล มาตรฐานอิฐบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530 กำหนดให้กำลังอัดของก้อนตัวอย่างทดสอบที่ 28 วัน ต้องมีค่ากำลังอัดมากกว่า 25 ksc ซึ่งกำลังอัดของทุกตัวอย่างทดสอบมีค่ามากกว่า 25 ksc จึงผ่านมาตรฐาน มอก.58-2530 และใช้เป็นแนวทางสำหรับงานวิจัยอื่นอีกต่อไป

สาขาวิชาเทคโนโลยีก่อสร้าง

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

**กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยเรื่องการศึกษาคุณสมบัติวัสดุหินฝุ่นผสมซีเมนต์และเถ้าชีวมวลสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความรู้ คำแนะนำและทุนการวิจัยจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรวัฒน์ วิมุตติสุขวิริยา รวมทั้งอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยครั้งนี้

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีก่อสร้างที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอน แนะนำและให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุปรีชา นามประเสริฐ อาจารย์ ดร.ธวัชระพงษ์ วงศ์สกุล อาจารย์สุดารัตน์ ปีนะภาอาจารย์ ดร.ธเนศ เฮ่ประโคน และอาจารย์ณรงค์เดช ยังสุขเกษม ตลอดจนสาขาเทคโนโลยีก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีอุสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือทดลองงานวิจัย

นอกจากนั้นผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ อาทิ บริษัทสตึกไบโอแมส บริษัทศรีเจริญไบโอเพาเวอร์ ที่ให้การสนับสนุนเถ้าชีวมวล และบริษัทโรงโม่หินบุรีรัมย์ บริษัทโรงโม่หินสระบุรี ที่ให้การสนับสนุนหินฝุ่นในการวิจัยครั้งนี้

ตลอดจนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้ที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่มีส่วนร่วมช่วยเหลือในการทำวิจัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อสังคมและการศึกษาต่อไป

นายดนุเดช เรืองรัมย์

นายศิริชัย อาญาเมือง

**สารบัญ**

**เนื้อหา หน้า**

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ข

สารบัญ ค

สารบัญตาราง จ

สารบัญรูป ฉ

**1. บทนำ**

1.1 ความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

**2. งานวิจัยและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง**

2.1 บทนำ 3

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

**3. วิธีดำเนินงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

3.1 บทนำ 19

3.2 ขั้นตอนการวิจัย 19

3.3 การเตรียมวัสดุทดลอง 20

3.3.1 ปูนซีเมนต์ 20

3.3.2 เถ้าชีวมวลชนิด A 20

3.3.3 เถ้าชีวมวลชนิด B 21

3.3.4 หินฝุ่นชนิด A 22

3.3.5 หินฝุ่นชนิด B 23

3.3.6 น้ำ 23

3.4 อัตราส่วนผสม 23

3.5 การผสมซีเมนต์เถ้าชีวมวลและหินฝุ่น 25

3.6 การหล่อขึ้นรูปซีเมนต์ผสมเถ้าชีวมวลและหินฝุ่น 27

**สารบัญ(ต่อ)**

**เนื้อหา** **หน้า**

3.7 *การบ่มตัวอย่างทดลอง* 29

3.8 ขั้นตอนการทดสอบ 30

3.8.1 ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบ 30

3.8.2 การดูดซึมน้ำ 32

3.8.3 การพองตัว 35

3.8.4 กำลังอัด 38

**4. ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล**

4.1 บทนำ42

4.2 ผลการทดสอบความหนาแน่น 42

4.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ 46

4.4 ผลการทดสอบการพองตัว 49

4.5 ผลการทดสอบกำลังอัด 51

**5. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ**

5.1 บทนำ55

5.2 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 55

5.3 ข้อเสนอแนะ57

**เอกสารอ้างอิง** 58

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง 60

ภาคผนวก ข ภาพกิจกรรม73

**สารบัญตาราง**

**ตารางที่ หน้า**

3.1 อัตราส่วนผสม 24

ก.1 ผลการทดสอบความหนาแน่นระหว่างซีเมนต์และหินฝุ่นโดยไม่ผสมเถ้าชีวมวล 61

ก.2 ผลการทดสอบความหนาแน่นระหว่างซีเมนต์หินฝุ่นและเถ้าชีวมวล A 62

ก.3 ผลการทดสอบความหนาแน่นระหว่างซีเมนต์หินฝุ่นและเถ้าชีวมวล B 63

ก.4 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำระหว่างซีเมนต์และหินฝุ่นโดยไม่ผสมเถ้าชีวมวล 64

ก.5 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำระหว่างซีเมนต์หินฝุ่นและเถ้าชีวมวล A 65

ก.6 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำระหว่างซีเมนต์หินฝุ่นและเถ้าชีวมวล B 66

ก.7 ผลการทดสอบการพองตัวระหว่างซีเมนต์และหินฝุ่นโดยไม่ผสมเถ้าชีวมวล 67

ก.8 ผลการทดสอบการพองตัวระหว่างซีเมนต์และหินฝุ่นและเถ้าชีวมวล A 68

ก.9 ผลการทดสอบการพองตัวระหว่างซีเมนต์และหินฝุ่นและเถ้าชีวมวล B 69

ก.10 ผลการทดสอบกำลังอัดระหว่างซีเมนต์และหินฝุ่นโดยไม่ผสมเถ้าชีวมวล 70

ก.11 ผลการทดสอบกำลังอัดระหว่างซีเมนต์และหินฝุ่นและเถ้าชีวมวล A 71

ก.12 ผลการทดสอบกำลังอัดระหว่างซีเมนต์และหินฝุ่น และเถ้าชีวมวล B 72

**สารบัญรูป**

**รูปที่ หน้า**

3.1 ขั้นตอนการวิจัย 19

3.2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 20

3.3 โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าบริษัทสตึก ไบโอแมส จำกัด 20

3.4 เถ้าชีวมวล A 21

3.5โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าบริษัทศรีเจริญ ไบโอเพาเวอร์ 21

3.6 เถ้าชีวมวล B 22

3.7 หินฝุ่น A 22

3.8 หินฝุ่น B 23

3.9 ตากเถ้าชีวมวลไห้แห้งสนิท 25

3.10 นำเถ้าชีวมวลเข้าเครื่องบด 25

3.11 นำเถ้าชีวมวลร่อนผ่านตะแกรง 26

3.12 นำหินไปตากแดดเพื่อลดความชื้น 26

3.13 ชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนผสม 26

3.14 แบบหล่อก้อนตัวอย่างทรงลูกบาศก์ 27

3.15 ผสมซีเมนต์กับเถ้าชีวมวล หินฝุ่นและน้ำโดยใช้สว่านไฟฟ้า 27

3.16 นำซีเมนต์ที่ผสมหล่อใส่แบบ 28

3.17 แกะแบบหล่อ 28

3.18 นำก้อนตัวอย่างไปบ่มชื้น 28

3.19 ก้อนตัวอย่างหลังจากที่ถอดแบบออก 29

3.20 นำก้อนตัวอย่างบ่มชื้น 29

3.21 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ 30

3.22 เครื่องชั่งน้ำหนัก 31

3.23 การวัดขนาดก้อนตัวอย่าง 31

3.24 ชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่าง 32

3.25 เครื่องชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่าง 33

3.26 ตู้อบ UNE – Memmert 33

3.27 นำก้อนตัวอย่างเข้าตู้อบ 34

**สารบัญรูป(ต่อ)**

**รูปที่ หน้า**

3.28 ชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่างก่อนการแช่น้ำ 34

3.29 แช่ก้อนตัวอย่าง 24 ชั่วโมง 35

3.30 ชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่างหลังจากแช่น้ำ 24 ชั่วโมง 35

3.31 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ 36

3.32 ตู้อบ UNE – Memmert 36

3.33 นำก้อนตัวอย่างไปแช่น้ำ 37

3.34 วัดขนาดก้อนตัวอย่าง 37

3.35 นำก้อนตัวอย่างเข้าตู้อบ 38

3.36 วัดขนาดหลังอบ 38

3.37 เครื่องมือทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต 39

3.38 เกจวัดแรง 39

3.39 เครื่องชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่าง 40

4.1 ความหนาแน่นตัวอย่างทดสอบไม่ผสมเถ้า 42

4.2 ความหนาแน่นตัวอย่างทดสอบผสมเถ้าชีวมวล A 43

4.3 ความหนาแน่นตัวอย่างทดสอบผสมเถ้าชีวมวล B 44

4.4 การเปรียบเทียบความหนาแน่นทุกอัตราส่วน 45

4.5 การดูดซึมน้ำตัวอย่างทดสอบไม่ผสมเถ้า 46

4.6 การดูดซึมน้ำตัวอย่างทดสอบผสมเถ้าชีวมวล A 47

4.7 การดูดซึมน้ำตัวอย่างทดสอบผสมเถ้า B 48

4.8 การเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำทุกอัตราส่วน 49

4.9 การเปรียบเทียบการพองตัวทุกอัตราส่วน 50

4.10 กำลังอัดของตัวอย่างทดสอบไม่ผสมเถ้า 51

4.11 กำลังอัดของตัวอย่างทดสอบผสมเถ้าชีวมวล A 52

4.12 กำลังอัดของตัวอย่างทดสอบผสมเถ้าชีวมวล B 53

4.13 การเปรียบเทียบกำลังอัดทุกอัตราส่วน 54