

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตารางประกอบ	ญ
สารบัญภาพประกอบ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและเชิงประยุกต์	3
1.4 สมมุติฐานการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตของการศึกษา	4
บทที่ 2 สรุปทฤษฎีและสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 อีฐคินซีเมนต์	5
2.2 เถ้าลอย	6
2.2.1 เถ้าลอยในฐานะสารเชื่อมประสาน	8
2.2.2 ประโยชน์ของเถ้าลอยเมื่อใช้ผสมคอนกรีตแทนปูนซีเมนต์บางส่วน	8
2.2.3 เทคนิคการผสมเถ้าลอยในคอนกรีต	9
2.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	10
2.3.1 อีฐคินซีเมนต์	10
2.3.2 คุณสมบัติพื้นฐานของเถ้าลอยแม่เมาะ	12
2.3.3 คอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะ	13

บทที่ 3 วิธีการวิจัย	16
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย	16
3.2 การทดลอง	18
3.2.1(ก) การวิเคราะห์ขนาดคละของวัสดุมวลรวมโดยวิธีร่อนผ่านตะแกรง	18
3.2.1(ข) การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุมวลรวมที่ได้	19
3.2.1(ค) การทดสอบการบดอัด	19
3.2.2(ก) การทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่าง	19
3.2.2(ข) การทดสอบความคงทนต่อการสึกกร่อนของอิฐตัวอย่าง	19
3.3 ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม	21
3.4 ขั้นตอนการผสมอิฐดินซีเมนต์	21
3.5 การตั้งชื่อตัวอย่างอิฐ	22
บทที่ 4 ผลการทดลอง	23
4.1 ขนาดคละของวัสดุมวลรวมโดยวิธีร่อนผ่านตะแกรง	23
4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุมวลรวมที่ได้	24
4.3 การทดสอบการบดอัด	24
4.4 การทดสอบกำลังรับแรงอัด	25
4.5 การทดสอบความคงทนต่อการสึกกร่อนของอิฐตัวอย่าง	27
บทที่ 5 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการวิจัย	28
5.1 การวิเคราะห์หาส่วนผสมที่เหมาะสมของวัสดุมวลรวม	28
5.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมวัสดุมวลรวมที่เลือก	30
5.3 การวิเคราะห์ผลของปริมาณปูนซีเมนต์ที่มีต่อปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัด	30
5.4 การวิเคราะห์ผลกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่าง	31
5.4.1 ผลของปริมาณปูนซีเมนต์ที่มีต่อกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่าง	31
5.4.2 ผลของปริมาณเถ้าลอยที่มีต่อกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่าง	36
5.4.3 ผลของสภาพการทดสอบที่มีต่อกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่าง	42
5.5 การวิเคราะห์ความคงทนต่อการสึกกร่อนของอิฐตัวอย่าง	43
5.6 การเลือกส่วนผสมของอิฐดินซีเมนต์ผสมเถ้าลอยเหมาะสมเพื่อนำไปใช้งาน	44

บทที่ 6 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ	47
6.1 สรุปผลงานวิจัย	47
6.2 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก ก. ข้อมูลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ	53
ภาคผนวก ข. ข้อมูลการทดลองหาส่วนผสมที่เหมาะสมของวัสดุมวลรวม	59
ภาคผนวก ค. ข้อมูลแสดงส่วนผสมของอิฐดินซีเมนต์ผสมเถ้าลอยแม่เมาะ	66
ภาคผนวก ง. ข้อมูลการทดสอบการบดอัด	69
ภาคผนวก จ. ข้อมูลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่าง	75
ภาคผนวก ฉ. ข้อมูลการทดสอบความคงทนต่อการสึกกร่อนของอิฐตัวอย่าง	106
ภาคผนวก ช. ราคาของอิฐดินซีเมนต์ผสมเถ้าลอยแม่เมาะ	117
ประวัติผู้เขียน	119

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยจากอำเภอแม่มาะ	2
2.1 การแบ่งชั้นคุณภาพของเถ้าลอยตามมาตรฐาน ASTM C618-94a	7
3.1 คุณสมบัติของปูนซีเมนต์และเถ้าลอย	17
3.2 อัตราส่วนของปูนซีเมนต์แต่ละส่วนผสม	20
3.3 จำนวนตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองส่วนที่ 2	21
4.1 ปริมาณเม็ดดินในส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200	23
4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุมวลรวมที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ	24
4.3 กำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของอิฐตัวอย่างในสภาพแห้ง	25
4.4 กำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของอิฐตัวอย่างในสภาพชุ่มน้ำ	26
4.5 การสึกกร่อนเฉลี่ยของอิฐตัวอย่าง	27
5.1 ขนาดคละของวัสดุมวลรวม	30
5.2 ปริมาณน้ำที่ให้ความหนาแน่นสูงสุดของแต่ละส่วนผสมปูนซีเมนต์	31
5.3 กำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่างในการทดสอบสภาพชุ่มน้ำเปรียบเทียบกับร้อยละ ของกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่างในการทดสอบสภาพแห้ง	42
5.4 เงื่อนไขสำหรับอิฐดินซีเมนต์	45
5.5 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักและราคาของวัสดุก่อ(อิฐและบล็อก)	46
ก-1 การทดสอบขนาดคละของดินมวลรวม(ลูกรัง)	54
ก-2 การทดสอบขนาดคละของทราย	55
ก-3 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินมวลรวม(ลูกรัง)	56
ก-4 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุมวลรวม	57
ข-1 ผลการทดสอบขนาดคละของอัตราส่วนผสม ดินมวลรวมส่วนที่ 1:ดินมวลรวมส่วนที่ 2: ทราย เท่ากับ 7.5 : 42.5 : 50	60
ข-2 ผลการทดสอบขนาดคละของอัตราส่วนผสม ดินมวลรวมส่วนที่ 1:ดินมวลรวมส่วนที่ 2: ทราย เท่ากับ 9 : 51 : 40	61

ตาราง	หน้า
ข-3 ผลการทดสอบขนาดคละของอัตราส่วนผสม ดินมวลรวมส่วนที่ 1:ดินมวลรวมส่วนที่ 2: ทราย เท่ากับ 10.5 : 59.5 : 30	62
ข-4 ผลการทดสอบขนาดคละของอัตราส่วนผสม ดินมวลรวมส่วนที่ 1:ดินมวลรวมส่วนที่ 2: ทราย เท่ากับ 12 : 68 : 20	63
ค-1 ส่วนผสมของอิฐดินซีเมนต์ผสมถ้ำลอย	67
ง-1 ผลการทดสอบการบดอัดของส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 9	70
ง-2 ผลการทดสอบการบดอัดของส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 12	71
ง-3 ผลการทดสอบการบดอัดของส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 15	72
ง-4 ผลการทดสอบการบดอัดของส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 18	73
ง-5 ผลการทดสอบการบดอัดของส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 21	74
จ-1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่างที่มีส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 9	76
จ-2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่างที่มีส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 12	82
จ-3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่างที่มีส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 15	88
จ-4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่างที่มีส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 18	94
จ-5 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐตัวอย่างที่มีส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 21	100
ฉ-1 ผลการทดสอบความคงทนต่อการสึกกร่อนของอิฐตัวอย่าง	107

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 อิฐดินซีเมนต์ตัวอย่าง	4
3.1 เครื่องอัดหินวาม	16
3.2 เครื่องผสมคอนกรีตแบบกะทะ	17
4.1 การกระจายขนาดผลของเม็ดดิน	23
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและปริมาณน้ำของแต่ละส่วนผสมปูนซีเมนต์	24
5.1 การกระจายขนาดผลของวัสดุมวลรวมที่เลือก	29
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างโดยการแทนที่เถ้าลอย ในปูนซีเมนต์ร้อยละ 0 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	32
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างโดยการแทนที่เถ้าลอย ในปูนซีเมนต์ร้อยละ 0 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	32
5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างโดยการแทนที่เถ้าลอย ในปูนซีเมนต์ร้อยละ 15 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	33
5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างโดยการแทนที่เถ้าลอย ในปูนซีเมนต์ร้อยละ 15 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	33
5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างโดยการแทนที่เถ้าลอย ในปูนซีเมนต์ร้อยละ 25 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	34
5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างโดยการแทนที่เถ้าลอย ในปูนซีเมนต์ร้อยละ 25 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	34
5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างโดยการแทนที่เถ้าลอย ในปูนซีเมนต์ร้อยละ 35 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	35
5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างโดยการแทนที่เถ้าลอย ในปูนซีเมนต์ร้อยละ 35 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	35
5.10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสม ปูนซีเมนต์ร้อยละ 9 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	37

รูป	หน้า
5.11 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 9 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	37
5.12 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 12 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	38
5.13 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 12 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	38
5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 15 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	39
5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 15 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	39
5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 18 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	40
5.17 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 18 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	40
5.18 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 21 โดยน้ำหนักในสภาพแห้ง	41
5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของอิฐตัวอย่างสำหรับส่วนผสมปูนซีเมนต์ร้อยละ 21 โดยน้ำหนักในสภาพชุ่มน้ำ	41
5.20 ปริมาณการสึกกร่อนของอิฐตัวอย่าง	43
ก-1 การกระจายขนาดผละของดินมวลรวม(ถูกรัง)	58
ก-2 การกระจายขนาดผละของทราย	58
ข-1 การกระจายขนาดผละของอัตราส่วนผสม ดินมวลรวมส่วนที่ 1:ดินมวลรวมส่วนที่ 2: ทราย เท่ากับ 7.5 : 42.5 : 50	64
ข-2 การกระจายขนาดผละของอัตราส่วนผสม ดินมวลรวมส่วนที่ 1:ดินมวลรวมส่วนที่ 2: ทราย เท่ากับ 9 : 51 : 40	64
ข-3 การกระจายขนาดผละของอัตราส่วนผสม ดินมวลรวมส่วนที่ 1:ดินมวลรวมส่วนที่ 2: ทราย เท่ากับ 10.5 : 59.5 : 30	65
ข-4 การกระจายขนาดผละของอัตราส่วนผสม ดินมวลรวมส่วนที่ 1:ดินมวลรวมส่วนที่ 2: ทราย เท่ากับ 12 : 68 : 20	65