

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ค
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตารางประกอบ	ฅ
สารบัญรูปประกอบ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการทดลอง	3
บทที่ 2 วรรณคดีวิจารณ์	
2.1 ผีจราจรแบบคอนกรีตแอสฟัลท์	4
2.2 การทดสอบเพื่อการออกแบบ	6
2.3 การออกแบบส่วนผสม โดยวิธีมาร์แชลล์	7
2.4 การปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตแอสฟัลท์ โดยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	8
2.5 การใช้มวลรวมและเเย็คในงานคอนกรีตแอสฟัลท์	12
2.6 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเถ้าลอย	15
บทที่ 3 การทดลอง	
3.1 แผนการทดลอง	27
3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ	27
3.3 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ	29
3.4 การทดสอบคุณสมบัติของมวลรวมหยาบและเเย็คที่ถูกเคลือบผิว	36
บทที่ 4 ผลการทดสอบและการอภิปรายผล	
4.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ	38
4.2 คุณสมบัติของมวลรวมหยาบและเเย็คที่ถูกเคลือบผิวด้วยสารซีเมนต์	39
4.3 การหาอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบผิว	41
4.4 การเคลือบผิวด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเถ้าลอยสำหรับ คอนกรีตแอสฟัลท์	55

บทที่ 5	สรุปผลการทดสอบและข้อ เสนอแนะ	
5.1	สรุปผลการทดสอบ	77
5.2	ข้อ เสนอแนะ	79
บรรณานุกรม		80
ภาคผนวก		83
ประวัติผู้เขียน		105

สารบัญตารางประกอบ

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์และซีเมนต์ลอย	28
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของยางแอสฟัลท์ที่ใช้ในการทดสอบ	28
ตารางที่ 3.3 แสดงสัดส่วนขนาดผละของมวลรวม	30
ตารางที่ 3.4 แสดงสัดส่วนขนาดผลมวลรวมที่ถูกเคลือบผิว	31
ตารางที่ 3.5 แสดงสัดส่วนขนาดผละมวลรวมหยาบ	32
ตารางที่ 3.6 แสดงสัดส่วนขนาดผละมวลรวมละเอียดยและล้สคูอัคแทรก	32
ตารางที่ 4.1 ความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซีเมนต์ลอย ยางแอสฟัลท์ และมวลรวม	40
ตารางที่ 4.2 ความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบและละเอียดยที่เปลี่ยนแปลงเมื่อถูกเคลือบ	40
ตารางที่ 4.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมวลรวมหยาบและละเอียดยที่ถูกเคลือบผิว ด้วยสารซีเมนต์	42
ตารางที่ 4.4 น้ำหนักของมวลรวมหยาบและละเอียดยที่เพิ่มขึ้นหลังการเคลือบด้วยสารซีเมนต์ที่ขนาดตะแกรงต่าง ๆ โดยใช้อัตราส่วนน้ำตอปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.3 และ 0.4 ที่อายุการบ่ม 3 วัน	44
ตารางที่ 4.5 สรุปผลการทดสอบมาร์แชลล์ในการเคลือบมวลรวมหยาบและละเอียดย โดยใช้ปูนซีเมนต์ตอปูนซีเมนต์ลอย 100:0 ที่อัตราส่วนน้ำตอปูนซีเมนต์ 0.3 และ 0.4 ที่การบ่มคงที่ 3 วัน และปราศจากการเคลือบ	51
ตารางที่ 4.6 น้ำหนักของมวลรวมหยาบที่เปลี่ยนไปหลังการเคลือบผิว ที่ขนาดตะแกรงต่าง ๆ	56
ตารางที่ 4.7 น้ำหนักของมวลรวมละเอียดย ที่เปลี่ยนไปหลังการเคลือบผิวที่ขนาดตะแกรงต่าง ๆ	57
ตารางที่ 4.8 ก ผลการทดสอบมาร์แชลล์ในการเคลือบผิวมวลรวมหยาบและละเอียดย โดยใช้ปูนซีเมนต์ตอปูนซีเมนต์ลอย 100 : 0	68
ตารางที่ 4.8 ข ผลการทดสอบมาร์แชลล์ในการเคลือบผิวมวลรวมหยาบและละเอียดย โดยใช้ปูนซีเมนต์ตอปูนซีเมนต์ลอย 80 : 20	68

ตารางที่ 4.8 ค ผลการทดสอบมาร์แชลล์ในการเคลือบผิวมวลรวมหยาบและละเอียด โดยใช้ปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 60 : 40	69
ตารางผนวก ก ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะยางแอสฟัลท์	84
ตารางผนวก ข ผลการทดสอบค่าเพนเทรชันของยางแอสฟัลท์	84
ตารางผนวก ค.1 แสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมหยาบที่ปราศจากการเคลือบและ เคลือบด้วยสารซีเมนต์ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของส่วนผสม บ่มคงที่ 3 วัน	85
ตารางผนวก ค.2 แสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมหยาบ ซึ่งถูกเคลือบด้วยสาร ซีเมนต์ โดยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 100 : 0 และที่การบ่ม 1,3,7,28 วัน	86
ตารางผนวก ค.3 แสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมหยาบ ซึ่งถูกเคลือบด้วยสาร ซีเมนต์ โดยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 80 : 20 และที่การบ่ม 1,3,7 28 วัน	87
ตารางผนวก ค.4 แสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมหยาบ ซึ่งถูกเคลือบด้วยสาร ซีเมนต์ โดยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 60 : 40 และที่การบ่ม 1,3,7 28 วัน	88
ตารางผนวก ค.5 แสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมละเอียด ที่ปราศจากการ เคลือบและเคลือบด้วยสารซีเมนต์ 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ของส่วนผสม บ่มคงที่ 3 วัน	89
ตารางผนวก ค.6 แสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมละเอียด ซึ่งถูกเคลือบด้วยสาร ซีเมนต์ โดยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 100 : 0 และที่การบ่ม 1,3,7 28 วัน	90
ตารางผนวก ค.7 แสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมละเอียด ซึ่งถูกเคลือบด้วยสาร ซีเมนต์ โดยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 80 : 20 และที่การบ่ม 1,3,7 28 วัน	91
ตารางผนวก ค.8 แสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมละเอียด ซึ่งถูกเคลือบด้วยสาร ซีเมนต์ โดยมีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 60 : 20 และที่การบ่ม 1,3,7 28 วัน	92

ตารางผนวก ง.1	แสดงความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบที่ปราศจากการเคลือบผิว	93
ตารางผนวก ง.2	แสดงความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียดที่ปราศจากการเคลือบผิว	94
ตารางผนวก ง.3	ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดที่เคลือบผิวด้วยสารซีเมนต์ 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของส่วนผสมและการบ่มคงที่ 3 วัน	95
ตารางผนวก ง.4	ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดที่ถูกเคลือบผิวด้วยสารซีเมนต์ ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ต่อซีเมนต์ลอย 100 : 0	96
ตารางผนวก ง.5	ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดที่ถูกเคลือบผิวด้วยสารซีเมนต์ ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ต่อซีเมนต์ลอย 80 : 20	97
ตารางผนวก ง.6	ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดที่ถูกเคลือบผิวด้วยสารซีเมนต์ ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ต่อซีเมนต์ลอย 60 : 40	98
ตารางผนวก จ.	ผลทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดที่ถูกเคลือบผิว	99
ตารางผนวก ฉ	ความถ่วงจำเพาะสูงสุดของสัดส่วนผสมความถ่วงจำเพาะประสิทธิผลมวลรวมและการดูดซึมแอสฟัลท์ของมวลรวม	100
ตารางผนวก ข.1	ผลการทดสอบก้อนตัวอย่างคอนกรีตแอสฟัลท์ โดยวิธีมาร์แชลล์	101
ตารางผนวก ข.2	ผลการทดสอบก้อนตัวอย่างคอนกรีตแอสฟัลท์ โดยวิธีมาร์แชลล์มีอัตราส่วน 100 : 0 ที่การบ่มต่าง ๆ กัน	102
ตารางผนวก ข.3	ผลการทดสอบก้อนตัวอย่างคอนกรีตแอสฟัลท์ โดยวิธีมาร์แชลล์มีอัตราส่วน 80 : 20 ที่การบ่มต่าง ๆ กัน	103
ตารางผนวก ข.4	ผลการทดสอบก้อนตัวอย่างคอนกรีตแอสฟัลท์ โดยวิธีมาร์แชลล์มีอัตราส่วน 60 : 40 ที่การบ่มต่าง ๆ กัน	104

สารบัญรูปประกอบ

		หน้า
รูปที่ 2.1	สัดส่วนขนาดกะของทรายประดิษฐ์และทรายธรรมชาติ	11
รูปที่ 2.2	สัดส่วนขนาดกะของมวลรวม	13
รูปที่ 2.3	ค่าเสถียรภาพเมื่อทดสอบโดยวิธีมาร์แชลล์	13
รูปที่ 2.4	ค่าโพรงอากาศต่ำสุดของมวลรวมเมื่อทดสอบโดยวิธีมาร์แชลล์	14
รูปที่ 2.5	ผลการทดสอบมาร์แชลล์ของมวลรวม เคลือบด้วยปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ธรรมดา	22
รูปที่ 2.6	ผลการทดสอบมาร์แชลล์ที่ใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ลอย 100 : 0	23
รูปที่ 2.7	ผลการทดสอบมาร์แชลล์ที่ใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ลอย 80 : 20	24
รูปที่ 2.8	ผลการทดสอบมาร์แชลล์ที่ใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ลอย 60 : 40	25
รูปที่ 2.9	ค่าเสถียรภาพสูงสุดที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ลอย 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40 ที่การบ่ม 1, 3, 7, 28 วัน	26
รูปที่ 3.1	รูปภาพแสดงสัดส่วนมวลรวมหยาบ	33
รูปที่ 3.2	รูปภาพแสดงสัดส่วนมวลรวมละเอียด	34
รูปที่ 4.1	รูปภาพแสดงสัดส่วนขนาดกะของมวลรวมหยาบที่ปราศจาก การเคลือบและสัดส่วนขนาดกะของมวลรวมหยาบ ซึ่งถูก เคลือบผิวที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.3 และ 0.4 ที่อายุการบ่ม 3 วัน	45
รูปที่ 4.2	รูปภาพแสดงสัดส่วนขนาดกะของมวลรวมละเอียดที่ปราศจาก การเคลือบและสัดส่วนขนาดกะของมวลรวมละเอียด ซึ่งถูก เคลือบผิวที่อัตราส่วนน้ำ ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.3 และ 0.4 ที่อายุการบ่ม 3 วัน	46
รูปที่ 4.3	ผลการทดสอบมาร์แชลล์ของมวลรวมหยาบและละเอียด ที่ปราศจาก การเคลือบและมวลรวม ซึ่งถูกเคลือบผิวด้วยสารซีเมนต์ที่อัตราส่วน น้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.3 และ 0.4 บ่มคงที่ 3 วัน	52

รูปที่ 4.4.ก	รูปกราฟแสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมหยาบซึ่งถูกเคลือบผิวด้วยปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอยเท่ากับ 100 : 0	58
รูปที่ 4.4.ข	รูปกราฟแสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมหยาบซึ่งถูกเคลือบผิวด้วยปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอยเท่ากับ 80 : 20 ที่การบ่ม 1,3,7, 28 วัน	59
รูปที่ 4.4.ค	รูปกราฟแสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมหยาบซึ่งถูกเคลือบผิวด้วยปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอยเท่ากับ 60 : 40 ที่การบ่ม 1, 3,7, 28 วัน	60
รูปที่ 4.5.ก	รูปกราฟแสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมละเอียด ซึ่งถูกเคลือบผิวด้วยปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอย เท่ากับ 100 : 0 ที่การบ่ม 1,3,7, 28 วัน	61
รูปที่ 4.5.ข	รูปกราฟแสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมละเอียด ซึ่งถูกเคลือบผิวด้วยปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอย เท่ากับ 80 :20 ที่การบ่ม 1,3,7, 28 วัน	62
รูปที่ 4.5.ค	รูปกราฟแสดงสัดส่วนขนาดผลของมวลรวมละเอียด ซึ่งถูกเคลือบผิวด้วยปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอย เท่ากับ 60 : 40 ที่การบ่ม 1,3,7, 28 วัน	63
รูปที่ 4.6	ค่าเสถียรภาพจากการทดสอบ โดยวิธีมาร์แชลล์ในการเคลือบผิวมวลรวมหยาบและละเอียดโดยใช้ปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอย 100 : 0 , 80 : 20, 60 : 40 และปราศจากการเคลือบผิว	70
รูปที่ 4.7	ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ โดยวิธีมาร์แชลล์ในการเคลือบผิวมวลรวมหยาบและละเอียดโดยใช้ปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอย 100 : 0 , 80 : 20, 60 : 40 และปราศจากการเคลือบผิว	71
รูปที่ 4.8	ค่าโพรงอากาศจากการทดสอบโดยวิธีมาร์แชลล์ในการเคลือบผิวมวลรวมหยาบและละเอียดโดยใช้ปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอย 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40 และปราศจากการเคลือบผิว	72
รูปที่ 4.9	ค่าช่องว่างระหว่างมวลรวมจากการทดสอบ โดยวิธีมาร์แชลล์ในการเคลือบผิวมวลรวมหยาบและละเอียดโดยใช้ปูนซีเมนต์ต่อซี่เถ้าลอย 100 : 0 ,80 :20,60 : 40 และปราศจากการเคลือบผิว	73

- รูปที่ 4.10 ค่าช่องว่างที่มียางแอสฟัลท์บรรจุอยู่จากการทดสอบ โดยวิธีมาร์แชลล์
ในการเคลือบผิวมวลรวมหยาบและละเอียดโดยใช้ปูนซีเมนต์ ต่อ
ซีเมนต์ 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40 และปราศจากการ
เคลือบผิว 74
- รูปที่ 4.11 ค่าหน่วยน้ำหนักจากการทดสอบ โดยวิธีมาร์แชลล์ในการเคลือบผิวมวล
รวมหยาบและละเอียดโดยใช้ปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 100 : 0 ,
80 : 20, 60 : 40 และปราศจากการเคลือบผิว 75
- รูปที่ 4.12 ค่าเสถียรภาพสูงสุด ที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ 100 : 0,
80 : 20, 60 : 40 ที่อายุการบ่ม 1, 3, 7, 28 วัน 76