

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	(3)
ABSTRACT.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการตาราง.....	(9)
รายการรูป.....	(10)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ยางมะตอย.....	3
2.1.1 แหล่งกำเนิดของยางมะตอย.....	4
2.1.2 ส่วนประกอบของยางมะตอย.....	4
2.1.3 กระบวนการผลิตยางมะตอย.....	6
2.1.4 ประเภทของยางมะตอย.....	8
2.1.5 สมบัติของยางมะตอยที่จะใช้ในการทำผิวจราจร.....	12
2.1.6 สมบัติทั่วไปของยางมะตอยที่จะนำไปใช้งาน.....	13
2.1.7 สมบัติที่ต้องคำนึงในการออกแบบส่วนผสมยางมะตอยคอนกรีต.....	13
2.1.8 องค์ประกอบต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของยางมะตอยคอนกรีต.....	15
2.1.9 ส่วนประกอบโดยทั่วไปของถนนยางมะตอย.....	16
2.1.10 ขั้นตอนการสร้างถนน.....	17
2.1.11 ปัญหาของถนนยางมะตอย.....	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 มาตรฐานและข้อกำหนด.....	18
2.2.1 กรมทางหลวง.....	18
2.2.2 กรมทางหลวงชนบท.....	19
2.2.3 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	19
2.2.4 กรมโยธาธิการและผังเมือง.....	19
2.3 สารปรับปรุงคุณภาพจำพวกพอลิเมอร์.....	20
2.4 ยางมะตอยปรับปรุงด้วยพอลิเมอร์.....	20
2.5 ยางธรรมชาติ.....	23
2.5.1 โครงสร้างหลักที่มีผลกระทบต่อสมบัติของยาง.....	24
2.6 วัสดุผสมรวม.....	24
2.7 พอลิเมอร์เบส.....	25
2.8 สมบัติเชิงฟิสิกส์และรีโอโลยี.....	27
2.8.1 สมบัติการเปลี่ยนรูปตามยาวแบบกด.....	27
2.8.2 สมบัติเชิงรีโอโลยี.....	30
2.8.3 พฤติกรรมวิสโคอิลาสติกแบบเชิงเส้นและแบบไม่เชิงเส้น.....	32
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
2.9.1 เหตุผลที่ทำให้ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพยางมะตอย.....	32
2.9.2 การปรับปรุงคุณภาพยางมะตอยด้วยยาง.....	32
2.9.3 การศึกษาถึงความเข้ากันได้และการเกาะติดของพอลิเมอร์ในยางมะตอย.....	34
2.9.4 ผลที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพยางมะตอย.....	34
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย.....	37
3.1 วัสดุ.....	37
3.2 อุปกรณ์.....	38
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	40
3.4 วิธีการทดสอบ.....	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....	43
4.1 การศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปของพอลิเมอร์.....	44
4.2 การศึกษาอิทธิพลของขนาดวัสดุรวม.....	48
4.3 การศึกษาอิทธิพลของน้ำหนักโมเลกุลทางธรรมชาติ.....	49
4.4 การศึกษาอิทธิพลของปริมาณทางธรรมชาติ.....	51
4.5 การศึกษาอิทธิพลของความเร็วการกด.....	52
5. สรุปผลการวิจัย.....	54
5.1 สรุป.....	54
5.1.1 พฤติกรรมเปลี่ยนรูป.....	54
5.1.2 อิทธิพลของขนาดวัสดุรวม.....	54
5.1.3 อิทธิพลของน้ำหนักโมเลกุลทางธรรมชาติ.....	54
5.1.4 อิทธิพลของปริมาณทางธรรมชาติ.....	54
5.1.5 อิทธิพลของความเร็วการกด.....	55
5.1.6 การประยุกต์ใช้งาน.....	55
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	55
บรรณานุกรม.....	56
ภาคผนวก.....	59
ประวัติผู้เขียน.....	160

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การแบ่งกลุ่มและชนิดของพอลิเมอร์สำหรับการปรับปรุงยางมะตอย.....	21
2.2	ตัวอย่างพอลิเมอร์ที่ใช้ในการปรับปรุงสมบัติยางมะตอย.....	21
3.1	สมบัติของยางมะตอยชนิดเพนนีเทชัน เกรด 60/70.....	37

Prince of Songkla University
Pattani Campus

รายการรูป

รูปที่		หน้า
2.1	โครงสร้างของยางมะตอย.....	5
2.2	ตัวอย่างโครงสร้างโมเลกุล (ก) สารอิมัลชัน และ (ข) สารอะโรมาติก.....	5
2.3	ภาพตัวอย่างโครงสร้างของโมเลกุลของแอสฟัลต์ทีน.....	6
2.4	โครงสร้างแบบไมเซลล์ของยางมะตอย.....	6
2.5	กระบวนการผลิตยางมะตอย.....	7
2.6	ส่วนประกอบน้ำมันดิบในกระบวนการผลิตยางมะตอย.....	8
2.7	เกรดของความหนืดของยางมะตอยเหลว.....	10
2.8	ส่วนประกอบของยางมะตอยอิมัลชัน.....	11
2.9	แสดงคอลลอยด์ของยางมะตอยอิมัลชัน (ก) อิมัลชันชนิดประจุลบ (ข) ภาพถ่ายลักษณะการกระจายตัวของยางมะตอยอิมัลชัน.....	11
2.10	การผสมยางมะตอยอิมัลชัน.....	12
2.11	แสดงลักษณะของยางมะตอยกับวัสดุมวลรวม ยังไม่ได้รับน้ำหนักบรรทุก (Non-Loaded)	15
2.12	แสดงการรับน้ำหนักบรรทุก (Loaded) เกิดการยืดหยุ่นตัวของยางมะตอย.....	15
2.13	ส่วนประกอบทั่วไปของถนนยางมะตอย.....	17
2.14	โครงสร้างโมเลกุลของยางธรรมชาติ.....	24
2.15	ตัวอย่างทดสอบมีรูปร่างทรงกระบอกถูกกดอยู่ระหว่างจานระนาบแบนและบรรจุไม่เต็ม.....	27
2.16	การเปลี่ยนแปลง h ระหว่างถูกกด.....	29
2.17	การเปลี่ยนรูปของวัตถุใน 3 มิติ.....	31
3.1	ยางมะตอยชนิดเพนนิเทชัน เกรด 60/70.....	37
3.2	ยางแท่งเกรด STR 5L.....	38
3.3	วัสดุมวลรวม.....	38
3.4	ชุดกวน.....	39
3.5	เครื่องทดสอบสมบัติการกด.....	39
3.6	เครื่องผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง.....	39

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.7	ตะแกรงร่อน.....	40
4.1	ความเค้นกับการเปลี่ยนรูปของโกซี ภายใต้อิทธิพลของขนาดวัสดุรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.75 - 9.50 มิลลิเมตร, 9.50 - 12.50 มิลลิเมตร และ 12.50 - 19.00 มิลลิเมตร ที่ปริมาณยางธรรมชาติ 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความเร็วการกด 50 มิลลิเมตรต่อนาที บดเป็นเวลา 0 นาที.....	44
4.2	ความเค้นกับการเปลี่ยนรูปของโกซี ภายใต้อิทธิพลของปริมาณยางธรรมชาติ 0, 5, 8 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่น้ำหนักโมเลกุลยางธรรมชาติที่ผ่านการบด 30 นาที ความเร็วการกด 250 มิลลิเมตรต่อนาที และขนาดวัสดุรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.50 - 12.50 มิลลิเมตร.....	45
4.3	ความเค้นกับการเปลี่ยนรูปของโกซี ภายใต้อิทธิพลของน้ำหนักโมเลกุลยางธรรมชาติที่ผ่านการบด 0 นาที, 10 นาที, 30 นาที ที่ปริมาณยางธรรมชาติ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความเร็วการกด 50 มิลลิเมตรต่อนาที และขนาดวัสดุรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.50 - 12.50 มิลลิเมตร.....	46
4.4	มอดูลัสการกด (D(t)) กับ เวลาที่ใช้ในการกด (t) ภายใต้อิทธิพลของขนาดวัสดุรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.75 - 9.50 มิลลิเมตร, 9.50 - 12.50 มิลลิเมตร และ 12.50 - 19.00 มิลลิเมตร ที่ปริมาณยางธรรมชาติ 0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความเร็วการกด 250 มิลลิเมตรต่อนาที บดเป็นเวลา 0 นาที.....	47
4.5	ความเค้นกับการเปลี่ยนรูปโกซีที่ 0.15 ภายใต้อิทธิพลของขนาดวัสดุรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.75 - 9.50 มิลลิเมตร, 9.50 - 12.50 มิลลิเมตร และ 12.50 - 19.00 มิลลิเมตร ที่ปริมาณยางธรรมชาติ 0, 5, 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความเร็วการกด 50, 250 มิลลิเมตรต่อนาที บดเป็นเวลา 10 นาที.....	48
4.6	ภาพประกอบการอธิบายอิทธิพลของขนาดวัสดุรวม.....	48

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.7	ความเค้นกับการเปลี่ยนรูปของโกซีที่ 0.15 ภายใต้อิทธิพลของน้ำหนักโมเลกุลยางธรรมชาติที่ผ่านการบด 0 นาที, 10 นาที, 30 นาที ที่ปริมาณยางธรรมชาติ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความเร็วการกด 50 มิลลิเมตรต่อนาที และขนาดวัสดุรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.50 - 19.00 มิลลิเมตร, 9.50 - 12.50 มิลลิเมตร, 4.75 - 9.50 มิลลิเมตร.....	49
4.8	ภาพประกอบการอธิบายอิทธิพลของของน้ำหนักโมเลกุลยางธรรมชาติ.....	50
4.9	ความเค้นกับการเปลี่ยนรูปของโกซีที่ 0.15 ภายใต้อิทธิพลของปริมาณยางธรรมชาติ 0, 5, 8 และ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่น้ำหนักโมเลกุลยางธรรมชาติที่ผ่านการบด 10 นาที ความเร็วการกด 50, 250 มิลลิเมตรต่อนาที และขนาดวัสดุรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.50 - 19.00 มิลลิเมตร, 9.50 - 12.50 มิลลิเมตร, 4.75 - 9.50 มิลลิเมตร....	51
4.10	ภาพประกอบการอธิบายอิทธิพลของปริมาณยางธรรมชาติ.....	52
4.11	ความเค้นกับการเปลี่ยนรูปของโกซีที่ 0.15 ภายใต้อิทธิพลของความเร็วการกด 50, 150 และ 250 มิลลิเมตรต่อนาที ที่ปริมาณยางธรรมชาติ 0, 5, 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก น้ำหนักโมเลกุลยางธรรมชาติที่ผ่านการบด 0 นาที 30 นาที และขนาดวัสดุรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.75 - 9.50 มิลลิเมตร.....	52
4.12	ภาพประกอบการอธิบายอิทธิพลของความเร็วการกด.....	53