สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 สถานที่เก็บข้อมูล	1
1.2 ความสำคัญและที่มาของการศึกษาเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์	1
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาโครงงาน	2
1.5 ขอบเขตการศึกษา	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	3
1.8 งบประมาณ	3
บทที่ 2. หลักการและทฤษฎี	4
2.1 พฤติกรรมในการรับถ่ายน้ำหนักของถนนลาดยาง (Bituminous Pavement)	4
2.2 ส่วนประกอบวัสดุของชั้นพื้นทางใหม่	5
2.3 คุณสมบัติของวัสดุส่วนประกอบของชั้นพื้นทางใหม่	5
2.3.1 วัสดุชั้นทางเดิม	5
2.3.2 วัสดุผสมเพิ่ม	6
2.3.2.1 วัสดุผสมเพิ่มปรับปรุงขนาดคละและปริมาณ	6
2.3.2.2 วัสดุผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงคุณภาพ	6
2.4 ปูนซีเมนต์	7
2.4.1 หน้าที่ของปูนซีเมนต์	7
2.4.2 คุณสมบัติของปูนซีเมนต์	7
2.5 น้ำ	7

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 การออกแบบโครงสร้างถนนที่มี ASPHALT RECYCLED BASE เป็นพื้นทาง	8
2.6.1 หลักการออกแบบโครงสร้างถนนลาดยาง	8
2.6.2 การสำรวจเพื่อออกแบบ CEMENT/ASPHALT RECYCYLED BASE PAVEMENT	8
2.6.3 การออกแบบส่วนผสม	9
2.6.4 การออกแบบและข้อกำหนดในการก่อสร้าง	9
2.6.5 ข้อแนะนำต่าง ๆทั่วไปสำหรับงานปรับปรุงชั้นทางเดิม	10
2.7 การออกแบบหาเปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการปรับปรุงชั้นทางเดิม	10
2.8 ข้อกำหนดของเครื่องจักร และเครื่องมือในการก่อสร้าง	11
2.8.1 ข้อกำหนดทั่วไป	11
2.8.2 ข้อกำหนดสำหรับชุดเครื่องจักรวัสดุผสมในที่	12
บทที่ 3. วิธีการทดลอง	13
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	14
3.2 วัสดุที่ใช้	15
3.3 การเตรียมวัสดุ	16
3.4 วิธีการทดลอง	17
บทที่ 4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล	18
4.1 การทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง	18
4.2 การทดลอง Compaction test แบบสูงกว่ามาตรฐาน	21
4.3 การทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน	24
4.4 การพอร์ดกราฟเปรียบเทียบค่า Uitmate Compressive Strength (UCS)	25
บทที่ 5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	29
5.1. ค่าความชื้นหรือ Water content	29
5.2.ขนาดเม็ด (Particle Size Distribution)	29
5.3.ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของดินกับปริมาณน้ำ	29
5.4.ค่ากำลังรับแรงอัดในแนวดิ่ง Unconfined Compressive Strength (UCS.)	30

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.5.เปอร์เซ็นต์ปูนที่ใช้ในความต้องการกำลัง Unconfined Compressive Strength (USC.)	
ข้อเสนอแนะ	30
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	33
ภาคผนวก ข	53
ประวัติผู้เขียน	67

สารบัญ ตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 4.1.1 แสดงร้อยละของขนาดคละตัวอย่างชุดที่1 19

ตารางที่ 4.1.2 แสดงร้อยละของขนาดคละของตัวอย่างชุดที่2 20

ตารางที่ 4.3.1 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 24

ตารางที่ 4.3.2 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของ ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 24

ตารางที่ 4.4.1 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทางเพื่อพอร์ดกราฟ 26

ตารางที่ 4.4.2 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของ ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) เพื่อพอร์ดกราฟ 27

ตารางที่ 4.4.3 แสดงค่าระหว่าง Cement และ Strength ของ ชุดตัวอย่างทั้งสองชุดเพื่อพอร์ดกราฟ 28

ตารางที่ ก.1 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้างของตัวอย่างชุดที่1 33

ตารางที่ ก.2 แสดงผลการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้างของตัวอย่างชุดที่2 34

ตารางที่ ก 3. Sieve Analysis % Passing ของตัวอย่างชุดที่1 35

ตารางที่ ก 4. Sieve Analysis % Passing ของตัวอย่างชุดที่2 36

ตารางที่ ก.5 แสดงค่า Water Contentและ Dry Density ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 37

ตารางที่ ก.6 แสดงค่า Water Contentและ Dry Density ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น(Cold Recycler) 38

ตารางที่ ก.7 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่1 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 39

ตารางที่ ก.8 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่1 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 39

ตารางที่ ก.9 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่2 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 40

สารบัญ ตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ ก.10 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 2 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 40

ตารางที่ ก.11 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่3 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 41

ตารางที่ ก.12 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 3 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 41

ตารางที่ ก.13 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่4 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 42

ตารางที่ ก.14 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 4 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 42

ตารางที่ ก.15 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่5 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 43

ตารางที่ ก.16 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 5 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 43

ตารางที่ ก.17 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่6 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 44

ตารางที่ ก.18 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 6 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 44

ตารางที่ ก.19 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่7 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 45

ตารางที่ ก.20 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 7 %ของตัวอย่างชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง 45

ตารางที่ ก.21 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่1 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 46

ตารางที่ ก.22 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 1 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 46

ตารางที่ ก.23 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่2 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 47

ตารางที่ ก.24 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่

สารบัญ ตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

2 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 47

ตารางที่ ก.25 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่3 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่าง จากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 48

ตารางที่ ก.26 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 3 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 48

ตารางที่ ก.27 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่4 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่าง จากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 49

ตารางที่ ก.28 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 4 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 49

ตารางที่ ก.29 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่5 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่าง จากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 50

ตารางที่ ก.30 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 5 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 50

ตารางที่ ก.31 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่6 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่าง จากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 51

ตารางที่ ก.32 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 6 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 51

ตารางที่ ก.33 แสดงค่าปริมาตรน้ำที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่7 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่าง จากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 52

ตารางที่ ก.34 แสดงค่าผลการกำลัง Uitmate Compressive Strength ที่เปอร์เซ็นต์ปูนซีเมนต์ที่ 7 %ของตัวอย่าง ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler) 52

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงพฤติกรรมการถ่ายน้ำหนัก	4
รูปที่ 4.1.1แผนภูมิแสดงขนาดคละของตัวอย่างชุดที่1	19
รูปที่ 4.1.2แผนภูมิแสดงขนาดคละของตัวอย่างชุดที่2	20
รูปที่ 4.2.1 แผนภูมิแสดงค่าระหว่างค่า Water Contentและ Dry Density เพื่อหา Optimum Moisture Contentชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง	22
รูปที่ 4.2.2 แผนภูมิแสดงค่าระหว่างค่า Water Contentและ Dry Density เพื่อหา Optimum Moisture Content ของชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler)	23
รูปที่ 4.4.1 แผนภูมิแสดงการพัฒนาค่า Strength เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ Cement ของชุดที่1 ตัวอย่างจากการขุดเจาะจากสายทาง	26
รูปที่ 4.4.2 แผนภูมิแสดงการพัฒนาค่า Strength เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ Cement ของ ชุดที่2 ตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น (Cold Recycler)	27
รูปที่ 4.4.3 แผนภูมิแสดงการพัฒนาค่า Strength เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ Cement ของตัวอย่างทั้งสองชุด	28
รูปที่ ข.1 การเตรียมเจาะถนนเพื่อนำตัวอย่างไปทดลอง	53
รูปที่ ข.2 การวางแนวเพื่อเจาะถนนสำหรับเป็นตัวอย่าง	53
รูปที่ ข.3 ลักษณะการเจาะถนน	54
รูปที่ ข.4 การเจาะถนนกว้าง20ซม.ยาว20ซม.	54
รูปที่ ข.5 การดักผิวทางและชั้นทางลึก30 ซม.	54
รูปที่ ข.6 การเจาะเอาผิวทาง AC.ออก	55
รูปที่ ข.7 ผิวทางบางส่วนที่หลุดออกมา	55
รูปที่ ข.8สภาพถนนที่ถูกเจาะและกำลังเก็บตัวอย่าง	55
รูปที่ ข.9 สภาพถนนที่ถูกเจาะและเก็บตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว	56
รูปที่ ข.10 คนงานนำดินมากลบหลุมเพื่อความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ถนน	56
รูปที่ ข.11 ทำการCompacดินที่ใช้กลบหลุม	56
รูปที่ ข.12 การทำความสะอาดและทำการ Prime Coat	57
รูปที่ ข.13 สภาพถนนหลังจากกลบและ Prime Coat แล้ว	57
รูปที่ ข.14 ใช่รถบรรทุกทำการอัดบดอีกครั้ง	57

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.15 รถรีไซคลิ่งแบบเย็น(Cold Recycler)	58
รูปที่ ข.16 ตัวอย่างดินชั้นพื้นทาง Baseบางส่วน	58
รูปที่ ข.17 ผิวทาง AC.มีความหนา10 ซม.	58
รูปที่ ข.18 ตัวอย่างชุดที่1 ที่ได้จากการขุดเจาะถนนโดยแรงงานคน	59
รูปที่ ข.19 ตัวอย่างชุดที่2 ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจากรถรีไซคลิ่งแบบเย็น(Cold Recycler)	59
รูปที่ ข.20 ดินตัวอย่างสำหรับทำการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่าน ตะแกรงแบบล้าง	59
รูปที่ ข.21 การแยกดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ต่างๆ	60
รูปที่ ข.22 การดินที่ค้างตะแกรงเบอร์4	60
รูปที่ ข.23 DATA ต่างๆของกรมทางหลวง	60
รูปที่ ข.24 การร่อนดินเพื่อทำCompaction Test	61
รูปที่ ข.25 บริเวณห้อง LAB กรมทางหลวงที่4	61
รูปที่ ข.26 การผสม ดินกับน้ำ	61
รูปที่ ข.27 การ Proctor ดิน	62
รูปที่ ข.28 การผสมดินตัวอย่างกับปูนซีเมนต์	62
รูปที่ ข.29 การ Proctor ดินที่ผสมกับปูนซีเมนต์แล้ว	62
รูปที่ ข.30 การCheck Proctor ขณะอัดดิน	63
รูปที่ ข.31 ตัวอย่างดินชุดที่2เมื่อผสมกับซีเมนต์	63
รูปที่ ข.32 การหาค่า Density และ Moisture Content	63
รูปที่ ข.33 ตัวอย่างดินชุดที่2เมื่อผสมกับซีเมนต์	64
รูปที่ ข.34 บริเวณที่เก็บตัวอย่าง	64
รูปที่ ข.35 อุปกรณ์ต่างๆของLABกรมทางฯ	65
รูปที่ ข.36 ตัวของดินทั้งสองชุด ซ้ายชุดที่1 ขวาชุดที่2	65
รูปที่ ข.37 การjack ตัวอย่างออกจาก Mold	65
รูปที่ ข.38 ลักษณะการบ่มฝนของแท่งตัวอย่าง	66
รูปที่ ข.39 สภาพถนนก่อนถูกปรับปรุงโดยวิธีการปรับปรุงชั้นทางเดิมในที่ (Pavement In-Place Recycling)	66
รูปที่ ข.40 สภาพถนนหลังจากถูกปรับปรุงโดยวิธีการปรับปรุงชั้นทางเดิมในที่ (Pavement In-Place Recycling)	66