

<b>บทที่ 1</b>	<b>บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1	ที่มาของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3	ขอบเขตของการศึกษา	4
<b>บทที่ 2</b>	<b>เครื่องมือทดสอบ เครื่องมือวัด วิธีการทดสอบ และวิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบ</b>	<b>5</b>
2.1	บทนำ	5
2.2	วัสดุที่ใช้ในการจำลองผิวทาง	5
2.2.1	ทรายรองพื้นทาง	5
2.2.2	แผ่นใยสังเคราะห์	8
2.2.3	แผ่นแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	9
2.3	โครงน้ำหนักกดและรูปแบบของแรงกระทำ	11
2.4	เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ	16
2.5	โปรแกรมการทดสอบ	18
<b>บทที่ 3</b>	<b>ผลการทดสอบและการอภิปรายผลการทดสอบ</b>	<b>20</b>
3.1	การเปรียบเทียบผลกรณผิวทางใหม่ระหว่างตัวอย่างที่มีและไม่มีเสริมแรงด้วยวัสดุเสริมแรงสังเคราะห์	20
3.1.1	การเสีรูปของผิวทางกรณผิวทางใหม่	20
3.1.2	การกระจายตัวของค่าความเครียดเฉือนสูงสุดของชั้นรองพื้นทางกรณผิวทางใหม่	27
3.1.3	ประสิทธิภาพของแผ่นใยสังเคราะห์กรณผิวทางใหม่	29
3.2	การเปรียบเทียบผลกรณผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมเสียหายปานกลาง (moderate) ระหว่างตัวอย่างที่มีและไม่มีเสริมแรงด้วยวัสดุเสริมแรงสังเคราะห์	30
3.2.1	การเสีรูปของผิวทางกรณผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมเสียหายปานกลาง	30
3.2.2	การกระจายตัวของค่าความเครียดเฉือนสูงสุดของชั้นรองพื้นทางกรณผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมเสียหายปานกลาง (moderate)	39
3.2.3	ประสิทธิภาพของแผ่นใยสังเคราะห์กรณผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมเสียหายปานกลาง (moderate)	40
3.3	การเปรียบเทียบผลกรณผิวทางใหม่ผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมเสียหายมาก (severe) ระหว่างตัวอย่างที่มีและไม่มีเสริมแรงด้วยวัสดุเสริมแรงสังเคราะห์	41

3.3.1 การเสีัรูปของผิวทางกรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมเสียหายมาก (severe)	41
3.3.2 การกระจายตัวของค่าความเครียดเฉือนสูงสุดของชั้นรองพื้นทาง กรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมเสียหายมาก (severe)	50
3.3.3 ประสิทธิภาพของแผ่นใยสังเคราะห์กรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิม ที่ผิวทางเดิมเสียหายมาก (severe)	51
<b>บทที่ 4 บทสรุป</b>	<b>53</b>
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>55</b>

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1	คุณสมบัติดัชนีของทรายแม่น้ำที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว	8
ตารางที่ 2-2	ค่าคุณสมบัติทางกายภาพของ Geogrid PGG - 50	9
ตารางที่ 2-3	ค่าคุณสมบัติทางกายภาพของ Geotextile PGM-G 50/50	9
ตารางที่ 2-4	ค่าความหนาแน่นของแอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่เงื่อนไขความเสียหายแตกต่างกัน	11
ตารางที่ 2-5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Stress factor กับค่าระดับความลึกต่อ 1 หน่วยรัศมีของล้อ	15
ตารางที่ 2-6	กรณีศึกษาทั้งหมดในงานวิจัยนี้	19
ตารางที่ 3-1	ค่าประสิทธิภาพของวัสดุเสริมแรงสังเคราะห์กรณีผิวทางใหม่ที่ค่าการทรุดตัวต่างๆ	17
ตารางที่ 3-2	ค่าประสิทธิภาพของวัสดุเสริมแรงสังเคราะห์กรณีผิวทางใหม่ที่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิม มีความเสียหายปานกลาง (moderate) ที่ค่าการทรุดตัวต่างๆ	29
ตารางที่ 3-3	ค่าประสิทธิภาพของวัสดุเสริมแรงสังเคราะห์กรณีผิวทางใหม่ที่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิม มีความเสียหายมาก (severe) ที่ค่าการทรุดตัวต่างๆ	32

สารบัญญภาพ

รูปที่ 1-1	การทดสอบในสนามด้วยการใช้วัสดุเสริมแรงสังเคราะห์ในงาน โอเวอร์เลย์ผิวทางในประเทศอินเดีย (Kulkarni et al., 1998)	2
รูปที่ 1-2	ผลการทดสอบการเสริมผิวทางแอสฟัลต์ด้วย Geogrid (Ling and Liu, 2001)	3
รูปที่ 2-1	ทรายรองพื้น	5
รูปที่ 2-2	การกระจายตัวของขนาดอนุภาคทรายแม่น้ำหลังทำการปรับปรุง	5
รูปที่ 2-3	a) air-pluviator และ b) รายละเอียดภายในของ air-pluviator	6
รูปที่ 2-2	ประเภทแผ่นใยสังเคราะห์ที่จะใช้ในงานวิจัยนี้: a) Geogrid และ b) Geotextile	6
รูปที่ 2-3	การเตรียมแผ่นแอสฟัลต์ติกคอนกรีต: a) การผสมร้อนหินคลุกเข้ากับแอสฟัลต์ติกซีเมนต์	7
รูปที่ 2-4	a) ภาพวาดกล่องบรรจุจำลอง โครงสร้างดินย่อยส่วน และ b) กล่องบรรจุจำลอง โครงสร้างดินย่อยส่วนภายหลังการบรรจุทรายรองพื้น	7
รูปที่ 2-5	ประเภทแผ่นใยสังเคราะห์ที่จะใช้ในงานวิจัยนี้: a) Geogrid และ b) Geotextile	8
รูปที่ 2-6	การเตรียมแผ่นแอสฟัลต์ติกคอนกรีต: a) การผสมร้อนหินคลุกเข้ากับแอสฟัลต์ติกซีเมนต์, b) การบดอัดแอสฟัลต์ติกคอนกรีต, c) แอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่ทา Tack coat แล้วปูวัสดุเสริมแรงสังเคราะห์และ d) แอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่บดอัดเรียบร้อยแล้ว	11
รูปที่ 2-7	โครงให้น้ำหนัก	13
รูปที่ 2-8	ลักษณะของการกระจายน้ำหนักของล้อสำหรับกรณีศึกษา	14
รูปที่ 2-9	ลักษณะการแปลงค่าน้ำหนักจากล้อคู่เป็นล้อเดี่ยว	14
รูปที่ 2-10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึก กับ stress factor	15
รูปที่ 2-11	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อตัวอย่างกับระยะเวลาการทดสอบ	15
รูปที่ 2-12	a) การติดแผ่นยางพาราที่กล่องบรรจุทราย สำหรับวิเคราะห์ภาพถ่าย และ b) รายละเอียดของ marker บนแผ่นยางพารา	17
รูปที่ 2-13	ชุดคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทดสอบแบบอัตโนมัติ	17
รูปที่ 2-14	การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัด	18
รูปที่ 3-1	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่เกิดขึ้นที่ฐานรากกรณีผิวทางใหม่ และค่าการทรุดตัวของฐานราก	21
รูปที่ 3-2	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการทรุดตัวของฐานรากและระยะเวลาที่ผ่านไปกรณีผิวทางใหม่	21
รูปที่ 3-3	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทรุดตัวถาวรของฐานรากและจำนวนรอบ	22

	ของแรงที่กระทำกรณีผิวทางใหม่	
รูปที่ 3-4	ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวในแนวตั้งของผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและระยะห่างจากกึ่งกลางของฐานรากที่จำนวนรอบต่างๆกันของกรณีผิวทางใหม่	24
รูปที่ 3-5	การเสีรูปบริเวณพื้นผิวของชั้นทรายของผิวทางสร้างใหม่ จำนวนรอบกระทำซ้ำต่าง ๆ กรณีที่ a) ตัวอย่างที่ไม่มีการเสริมแรง, b) ตัวอย่างที่มีการเสริมแรงด้วย Geogrid และ c) ตัวอย่างที่มีการเสริมแรงด้วย Geotextile	27
รูปที่ 3-6	การกระจายตัวของค่าความเครียดเฉือนสูงสุด (maximum shear strain) พื้นทางสร้างใหม่ที่จำนวนรอบกระทำซ้ำ 200 รอบกรณี a) ไม่มีการใช้วัสดุเสริมแรง; b) มีการใช้วัสดุเสริมแรง Geogrid และ c) มีการใช้วัสดุเสริมแรง Geotextile	28
รูปที่ 3-7	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ฐานรากและการทรุดตัวของฐานรากกรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายปานกลาง (moderate)	31
รูปที่ 3-8	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการทรุดตัวของฐานรากและระยะเวลาที่ผ่านไป กรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายปานกลาง (moderate)	31
รูปที่ 3-9	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทรุดตัวถาวรของฐานรากและจำนวนรอบของแรงที่กระทำกรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายปานกลาง (moderate)	32
รูปที่ 3-10	ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและระยะห่างจากกึ่งกลางของฐานรากที่จำนวนรอบต่างๆกันกรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายปานกลาง (moderate)	34
รูปที่ 3-11	การเสีรูปบริเวณพื้นผิวของชั้นทรายของผิวทางสร้างใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายปานกลาง (moderate) จำนวนรอบกระทำซ้ำต่าง ๆ กรณีที่ a) ตัวอย่างที่ไม่มีการเสริมแรง, c) ตัวอย่างที่มีการเสริมแรงด้วย Geogrid, c) ตัวอย่างที่มีการเสริมแรงด้วย Geotextile และ d) ตัวอย่างที่มีการเสริมแรงทั้ง Geogrid และ Geotextile	38
รูปที่ 3-12	การกระจายตัวของค่าความเครียดเฉือนสูงสุด (maximum shear strain) ผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายปานกลาง (moderate) ที่จำนวนรอบกระทำซ้ำ 200 รอบกรณี a) ไม่มีการเสริมแรง; b) มีการเสริมแรงด้วย Geogrid; c) มีการเสริมแรงด้วย Geotextile และ c) มีการเสริมแรงทั้ง Geogrid และ Geotextile	40
รูปที่ 3-13	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ฐานรากและการทรุดตัวของฐานรากกรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายมาก (severe)	42
รูปที่ 3-14	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการทรุดตัวของฐานรากและระยะเวลาที่ผ่านไป กรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายมาก (severe)	43
รูปที่ 3-15	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทรุดตัวถาวรของฐานรากและจำนวนรอบ	43

รูปที่ 3-16	ของแรงที่กระทำซ้ำกรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายมาก (severe) ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีตและระยะห่างจากกึ่งกลางของฐานรากที่จำนวนรอบต่างๆกันกรณีผิวทางใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายมาก (severe)	45
รูปที่ 3-17	การเสียรูปบริเวณพื้นผิวของชั้นทรายของผิวทางสร้างใหม่ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายมาก (severe) จำนวนรอบกระทำซ้ำต่าง ๆ กรณีที่ a) ตัวอย่างที่ไม่มี การเสริมแรง, b) ตัวอย่างที่มีการเสริมแรงด้วย Geogrid, c) ตัวอย่างที่มีการ เสริมแรงด้วย Geotextile และ d) ตัวอย่างที่มีการเสริมแรงทั้ง Geogrid และ Geotextile	49
รูปที่ 3-18	การกระจายตัวของค่าแรงเฉือนสูงสุด (maximum shear strain) ผิวทางใหม่ ทับผิวทางเดิมที่ผิวทางเดิมมีความเสียหายมาก (severe) ที่จำนวนรอบกระทำซ้ำ 200 รอบ กรณี a) ไม่มีการเสริมแรง; b) มีการเสริมแรงด้วย Geogrid; c) มีการเสริมแรง ด้วย Geotextile และ d) มีการเสริมแรงทั้ง Geogrid และ Geotextile	51

## ประมวลศัพท์และคำย่อ

TAI	=	The Asphalt Institute
IDT	=	Initial Daily Traffic
ITN	=	Initial Traffic Number
DTN	=	Design Traffic Number
TI	=	Traffic index
$T_A$	=	ความหนารวม ของโครงสร้างทางแบบ Full Depth Asphalt Pavement เหนือชั้นดิน
$\epsilon_t$	=	Strain ในแนวราบ
$\epsilon_c$	=	Strain ในแนวตั้ง
TF	=	Truck Factor
Mr	=	Resilience Modulus
GEP	=	Geogrid Effectiveness Factor
SGC	=	Superpave Gyrotory Compactor
$G_s$	=	Specific Gravity
$C_u$	=	Coefficient of Uniformity
$C_c$	=	Coefficient of Gradation
LVDT	=	Linear Variable Differential Transducer
e	=	อัตราส่วนช่องว่าง (Void ratio)
FEF	=	Fabric Effective Factor
NAPTE	=	National Airport Pavement Test Facility
M-E	=	Mechanistic-Empirical
$T_c$	=	Critical Temperature
$T_{eff}$	=	Effective Temperature
SST	=	Superpave Shear Tester