

การประเมินคุณสมบัติของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทย
โดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟ



นายณรงค์ชัย นุ่มกรรณ

ศูนย์วิทยพัทยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

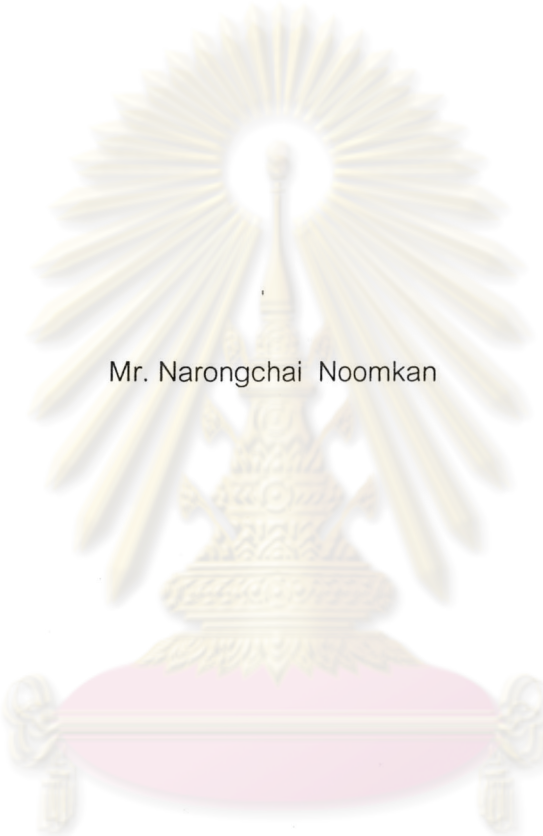
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-171-682-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

120823๖63

EVALUATION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURE PROPERTIES UTILIZED IN THAILAND
BY USING SUPERPAVE CRITERIA



Mr. Narongchai Noomkan

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

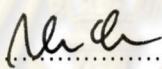
Chulalongkorn University

Academic Year 2002


ISBN 974-171-682-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประเมินคุณสมบัติของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้งานอยู่ใน
ประเทศไทยโดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพพ
โดย นายณรงค์ชัย นุ่มกรรณ์
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. ชยธันว์ พรหมศร


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. ชยธันว์ พรหมศร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรวิศ นฤปิติ)

ณรงค์ชัย นุ่มกรรณ์ : การประเมินคุณสมบัติของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทยโดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟ. (EVALUATION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURE PROPERTIES UTILIZED IN THAILAND BY USING SUPERPAVE CRITERIA) อ.ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร. ชยธันวี พรหมศร 194 หน้า. ISBN 974-171-682-6.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณสมบัติของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผ่านการออกแบบโดยวิธีมาร์แชลและใช้งานจริงอยู่ในปัจจุบันของประเทศไทย โดยทำการประเมินคุณสมบัติของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตทั้งเชิงปริมาณและเชิงวิศวกรรม

การศึกษานำตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผ่านการออกแบบโดยวิธีมาร์แชลทั้งสิ้น 34 ส่วนผสมจากโครงการก่อสร้างทางหลวงสายต่างๆ จำนวน 23 โครงการ กระจายอยู่ใน 4 ภาคของประเทศไทย ครอบคลุมชนิดหินทั้ง 3 ชนิด คือ หินแกรนิต หินบะซอลท์ และหินปูน โดยนำมาประเมินคุณสมบัติเชิงปริมาณของส่วนผสมจะใช้เครื่อง Superpave Gyrotory Compactor (SGC) มาทำการบดอัดส่วนผสม จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาตรวจสอบกับข้อกำหนดของวิธีซูเปอร์เพฟ ส่วนการประเมินคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของส่วนผสมจะพิจารณาจากค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของส่วนผสมเมื่อรับน้ำหนักกระทำซ้ำ จากการศึกษาพบว่าส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแต่ละสายทางที่นำมาใช้ในการศึกษานี้มีคุณสมบัติทั้งเชิงปริมาณและเชิงวิศวกรรมใกล้เคียงกัน และเหมาะสมแก่การใช้งานที่ระดับปริมาณการจราจรหนาแน่น เมื่อพิจารณาจากข้อกำหนดของวิธีมาร์แชล แต่หากพิจารณาจากข้อกำหนดของวิธีซูเปอร์เพฟจะพบว่าส่วนผสมมีคุณสมบัติเชิงปริมาณแตกต่างกันมาก ส่วนผสมร้อยละ 26 เหมาะสมแก่การใช้งานที่ระดับปริมาณการจราจรหนาแน่น ส่วนผสมร้อยละ 24 และ 50 เหมาะสมแก่การใช้งานที่ระดับปริมาณการจราจรปานกลางและเบาบางตามลำดับ ผลการทดสอบคุณสมบัติโดยวิธีซูเปอร์เพฟสอดคล้องกับความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของส่วนผสม

ดังนั้นผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผ่านการออกแบบโดยวิธีมาร์แชล และมีคุณสมบัติผ่านข้อกำหนดของมาร์แชลทุกประการยังมีความแปรปรวนในเรื่องคุณภาพในการใช้งานอยู่มาก จึงสมควรนำเอาวิธีการออกแบบของซูเปอร์เพฟมาใช้ต่อไป

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา. 2545

ลายมือชื่อผู้นิสิต.....ณรงค์ชัย นุ่มกรรณ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4370283121 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD : MARSHALL / SUPERPAVE / MIX DESIGN / ASPHALT CONCRETE / PROPERTIES

NARONGCHAI NOOMKAN : EVALUATION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURE PROPERTIES UTILIZED IN THAILAND BY USING SUPERPAVE CRITERIA.

THESIS ADVISOR : PROF. DIREK LAVANSIRI, Ph.D., THESIS COADVISOR : CHAYATAN PHROMSORN, Ph.D., 194 pp. ISBN 974-171-682-6.

The objective of this thesis is to evaluate the asphalt concrete mixtures designed by Marshall mix design method in Thailand, as indicated by volumetric and engineering properties.

In this study, the samples of 34 asphalt concrete mixtures were collected from 23 highway construction projects that had been designed by Marshall method. These projects are located in 4 regions of Thailand, covering three different types of aggregate: Granite, Basalt and Limestone. The volumetric properties of these specimens were prepared using the Superpave Gyratory Compactor (SGC). Then the results were compared with the Superpave specifications. The determination of the performance based engineering properties was accomplished by repeated uniaxial loading strain test method. The results of permanent deformation reveal that the properties of all asphalt concrete mixtures, including volumetric and engineering properties, consistently satisfy Marshall consideration and meet the serviceability at the heavy traffic level. However, considering the same samples using Superpave criteria, the results reveal that the volumetric properties considerably vary and the level of traffic that the sample can accommodate can be classified in many levels, i.e. 26, 24, and 50 percent of samples fall into heavy, medium and low traffic level category respectively. The results from Superpave method are correlated with the results from permanent deformation tests.

It is concluded that the asphalt concrete mixture designed by Marshall mix design method has great variation in quality. So, the findings supports that Superpave mix design method should be used for improving asphalt concrete mixture quality.

Department Civil Engineering
Field of study Civil Engineering
Academic year 2002

Student's signature..... *Narongchai Nomborn*
Advisor's signature..... *Direk Lavansiri*
Co-advisor's signature..... *Chayatan Phromsorn*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ เพราะได้รับการสนับสนุน การให้ความรู้และคำแนะนำ จากอาจารย์และบุคคลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงดังนี้

- ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งสำเร็จลงได้
- รองศาสตราจารย์ อนุกัณฑ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา ที่กรุณาได้รับเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งตรวจสอบวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์
- ดร. ชยฉันทน์ พรหมศร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการทำงาน และช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือทดสอบ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งสำเร็จลงได้
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรวิศ นฤปิติ ที่กรุณาได้รับเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งตรวจสอบวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์
- คุณสมัคร สนทอง ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตจากสนามมาใช้ในการศึกษา
- คุณพรชัย ศิลารมย์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการใช้เครื่องมือทดสอบ

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่อบรมเลี้ยงดู และสนับสนุน ให้การศึกษาตลอดมา จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิจัยทรัพยากรชีวภาพและนิเวศวิทยา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและผลงานการศึกษาในอดีต.....	8
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1.1 วิธีการבודัดวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในวิธีมาร์แชล.....	8
2.1.2 เกณฑ์การออกแบบของวิธีมาร์แชล.....	9
2.1.3 วิธีการבודัดวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในวิธีซูเปอร์เพฟ.....	10
2.1.4 เกณฑ์การออกแบบของวิธีซูเปอร์เพฟ.....	16
2.1.5 คุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	17
2.1.6 คุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	19
2.2 ผลงานการศึกษาในอดีต.....	21
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	33
3.1 การเก็บตัวอย่างและการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	33
3.1.1 การเก็บตัวอย่างวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	33
3.1.2 การรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	34

3.2 การประเมินคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	35
โดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟ	
3.2.1 การบดอัดตัวอย่างวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเครื่อง SGC.....	35
3.2.2 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสม.....	38
แอสฟัลต์คอนกรีต	
3.2.3 การตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	39
โดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟ	
3.3 การประเมินคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	39
3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง.....	39
3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบหาค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	40
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต	
3.3.3 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	44
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต	
3.4 สรุปและวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการศึกษา.....	47
3.4.1 สรุปผลการศึกษา.....	47
3.4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการศึกษา.....	47
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชล.....	52
4.2 ผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์.....	53
คอนกรีต	
4.2.1 ผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสม.....	53
แอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course	
4.2.2 ผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสม.....	74
แอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course	
4.3 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	99
โดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟ	
4.3.1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	100
ชั้น Binder Course	

4.3.2 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	110
ชั้น Wearing Course	
4.4 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	124
4.5 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมกับค่าความต้านทานต่อ.....	127
การยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต	
4.6 การเปรียบเทียบผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรโดยใช้ข้อกำหนด.....	130
ของซูเปอร์เพ็พกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์	
คอนกรีต	
4.7 การเปรียบเทียบผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวิธีมาร์แชลกับ.....	133
ค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต	
4.8 ผลการตรวจสอบลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	144
4.8.1 ผลการตรวจสอบลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์.....	144
คอนกรีตชั้น Binder Course	
4.8.2 ผลการตรวจสอบลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์.....	157
คอนกรีตชั้น Wearing Course	
4.9 การเปรียบเทียบลักษณะขนาดคละของมวลรวมกับค่าความต้านทาน.....	172
ต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต	
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	175
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	175
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	176
รายการอ้างอิง.....	178
ภาคผนวก.....	180
ผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	181
ชั้น Binder Course และ ชั้น Wearing Course	
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	194

สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

2.1	เกณฑ์การออกแบบของวิธีมาร์แชล.....	9
2.2	จำนวนรอบการบดอัด $N_{initial}$, N_{design} และ $N_{maximum}$ ที่แนะนำโดยซูเปอร์เพพ โดยแปรตามปริมาณจราจรตลอดอายุการใช้งานกับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดที่ เฉลี่ยจาก 7 วันที่ติดกันของอุณหภูมิอากาศบริเวณที่จะทำการก่อสร้างถนน	14
2.3	แสดงค่าระดับการควบคุมความหนาแน่นของวัสดุผสมที่จำนวนรอบบดอัดที่ควบคุม.....	14
2.4	ข้อกำหนดสำหรับปริมาณช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวม(VMA).....	16
2.5	ข้อกำหนดสำหรับปริมาณช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์(VFA).....	17
4.1	การแบ่งระดับปริมาณการจราจรและระดับอุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการวิจัยนี้.....	99
4.2	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวง สาย แยกทางหลวงหมายเลข 32 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 347 ตอน 1	100
4.3	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 359 สาย แยกทางหลวง หมายเลข 304 – สระแก้ว ตอน 2	101
4.4	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น..... Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 314 สาย แยกทางหลวง หมายเลข 314 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 304	102
4.5	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น..... Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 37 สาย อ.พระประแดง – อ.บางขุนเทียน ตอน 1A	102
4.6	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น..... Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 304 สาย อ.พนมสารคาม – อ.กบินทร์บุรี ตอน 1	103
4.7	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น..... Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 21 สาย สระบุรี – เพชรบูรณ์ ตอน อ.ชัยบาดาล – อ.ศรีเทพ ตอน 1	103

4.8 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	104
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241 สาย อ.ศรีราชา	
– บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 1	
4.9 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	105
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241 สาย อ.ศรีราชา	
– บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 2	
4.10 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	106
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3 สาย ชลบุรี - พัทยา	
ตอน 1 (ส่วนที่ 1)	
4.11 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	106
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 219 สาย บุรีรัมย์	
– อ.สตึก ตอน 1	
4.12 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	107
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 226 สาย	
ปรับปรุงทางรอบตัวเมืองศรีสะเกษ	
4.13 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	108
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย กระบี่	
– อ.ขนอม ตอน 2	
4.14 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	108
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย กระบี่	
– อ.ขนอม ตอน 4	
4.15 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	109
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย กระบี่	
– อ.ขนอม ตอน 7	
4.16 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาณของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	110
Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 4 สาย กระบี่	
– แยกเข้าอ.ลำทับ ตอน 1	

4.17 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	111
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวง สาย แยกทางหลวงหมายเลข	
32 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 347 ตอน 1	
4.18 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	111
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 359 สาย	
แยกทางหลวงหมายเลข 304 – สระแก้ว ตอน 2	
4.19 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	112
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35 สาย ธนบุรี	
– ปากท่อ ตอน 1 (ทางคู่ขนาน)	
4.20 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	113
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35 สาย ธนบุรี	
– ปากท่อ ตอน 2 (ทางคู่ขนาน)	
4.21 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	113
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35 สาย ธนบุรี	
– ปากท่อ ตอน 3 (รวมทางคู่ขนานสองข้าง)	
4.22 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	114
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 37 สาย	
อ.พระประแดง – อ.บางขุนเทียน ตอน 1B	
4.23 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	115
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 304 สาย	
อ.พนมสารคาม – อ.กบินทร์บุรี ตอน 1	
4.24 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	115
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 21 สาย	
สระบุรี – เพชรบูรณ์ ตอน อ.ชัยบาดาล – อ.ศรีเทพ ตอน 2	
4.25 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	116
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241 สาย	
อ.ศรีราชา – บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 1	

4.26 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	117
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241 สาย	
อ.ศรีราชา – บรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 2	
4.27 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	117
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 36 สาย	
พัทยา – ระยอง ตอน 2	
4.28 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	118
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3349 สาย	
แยกทางหลวงหมายเลข 3 (บ.หนองขอน) – บรจบทางหลวงหมายเลข 3154	
4.29 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	119
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 219 สาย	
บุรีรัมย์ – อ.สตึก ตอน 1	
4.30 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	119
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 212 สาย	
อ.ธาตุพนม – นครพนม ตอน 1	
4.31 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	120
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 226 สาย	
ปรับปรุงทางรอบตัวเมืองศรีสะเกษ	
4.32 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	121
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ขนอม ตอน 2	
4.33 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	121
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ขนอม ตอน 4	
4.34 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	122
Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ขนอม ตอน 7	

4.35 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 4 สาย กระบี่ – แยกเข้าอ.ลำทับ ตอน 1	123
4.36 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course	125
4.37 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course	126
4.38 ผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course	128
4.39 ผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course	129
4.40 ผลการเปรียบเทียบผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรโดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพพกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course	131
4.41 ผลการเปรียบเทียบผลการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรโดยใช้ข้อกำหนดของซูเปอร์เพพกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course	132
4.42 ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course	134
4.43 ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course	135
4.44 ผลการเปรียบเทียบลักษณะขนาดคละของมวลรวมกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course	173
4.45 ผลการเปรียบเทียบลักษณะขนาดคละของมวลรวมกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course	174
1ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวง สาย แยกทางหลวง หมายเลข 32 – บรรจบทางหลวง หมายเลข 347 ตอน 1	182

2ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 359 สายแยกทางหลวงหมายเลข 304 – สระแก้ว ตอน 2	182
3ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 314 สายแยกทางหลวงหมายเลข 314 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 304	182
4ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 37 สาย อ.พระประแดง – อ.บางขุนเทียน ตอน 1A	183
5ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 304 สาย อ.พนมสารคาม – อ.กบินทร์บุรี ตอน 1	183
6ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 21 สาย สระบุรี – เพชรบูรณ์ ตอน อ.ชัยบาดาล – อ.ศรีเทพ ตอน 1	183
7ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241 สาย อ.ศรีราชา – บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 1	184
8ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241 สาย อ.ศรีราชา – บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 2	184
9ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3 สาย ชลบุรี - พัทยา ตอน 1 (ส่วนที่ 1)	184
10ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 219 สาย บุรีรัมย์ – อ.สตึก ตอน 1	185

11ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	185
Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 226 สาย	
ปรับปรุงทางรอบตัวเมืองศรีสะเกษ	
12ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	185
Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ชนอม ตอน 2	
13ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	186
Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ชนอม ตอน 4	
14ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	186
Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ชนอม ตอน 7	
15ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	186
Binder Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 4 สาย	
กระบี่ – แยกเข้าอ.ลำทับ ตอน 1	
16ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	187
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวง สาย แยกทางหลวง	
หมายเลข 32 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 347 ตอน 1	
17ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	187
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 359 สาย	
แยกทางหลวงหมายเลข 304 – สระแก้ว ตอน 2	
18ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	187
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35 สาย	
ธนบุรี – ปากท่อ ตอน 1 (ทางคู่ขนาน)	
19ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	188
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35 สาย	
ธนบุรี – ปากท่อ ตอน 2 (ทางคู่ขนาน)	

20ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	188
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35 สาย ธนบุรี – ปากท่อ ตอน 3 (รวมทางคู่ขนานสองข้าง)	
21ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	188
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 37 สาย อ.พระประแดง – อ.บางขุนเทียน ตอน 1B	
22ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	189
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 304 สาย อ.พนมสารคาม – อ.กบินทร์บุรี ตอน 1	
23ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	189
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 21 สาย สระบุรี – เพชรบูรณ์ ตอน อ.ชัยบาดาล – อ.ศรีเทพ ตอน 2	
24ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	189
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241 สาย อ.ศรีราชา – บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 1	
25ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	190
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241 สาย อ.ศรีราชา – บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 2	
26ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	190
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 36 สาย พัทยา–ระยอง ตอน 2	
27ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	190
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3349 สาย แยกทางหลวงหมายเลข 3 (บ.หนองขอน) – บรรจบทางหลวงหมายเลข 3154	
28ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	191
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 219 สาย บุรีรัมย์ – อ.สตึก ตอน 1	

29ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	191
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 212 สาย	
อ.ธาตุพนม – นครพนม ตอน 1	
30ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	191
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 226 สาย	
ปรับปรุงทางรอบตัวเมืองศรีสะเกษ	
31ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	192
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ชนอม ตอน 2	
32ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	192
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ชนอม ตอน 4	
33ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	192
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44 สาย	
กระบี่ – อ.ชนอม ตอน 7	
34ก. แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น.....	193
Wearing Course โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 4 สาย	
กระบี่ – แยกเข้าอ.ลำทับ ตอน 1	

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 ปริมาณช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมที่น้อยที่สุด.....	10
2.2 ลักษณะและองค์ประกอบของเครื่องมือ SGC.....	11
2.3 ตำแหน่งที่ควบคุมในการบดอัดด้วยเครื่อง SGC.....	12
2.4 ลักษณะทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่าง Max Density ของก้อนตัวอย่าง.....	12
ต่อจำนวนรอบการบดอัด	
2.5 ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ที่แสดงความแตกต่างระหว่างวัสดุผสมที่มีโครงสร้าง Aggregate ที่แข็งแรงกับวัสดุผสมที่มีโครงสร้าง Aggregate ไม่แข็งแรง ซึ่งสามารถทราบได้ขณะทำการบดอัด	13
2.6 แสดงลักษณะของกราฟผลการบดอัดของวัสดุผสมที่เหมาะสมถูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟ	16
3.1 บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม.....	34
3.2 การเก็บตัวอย่างวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบรรจุลงในภาชนะ.....	34
3.3 เครื่อง Servopac Gyrotory Compactor และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน	36
3.4 การเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการบดอัดด้วยเครื่อง Servopac Gyrotory Compactor.....	37
3.5 การกดปุ่ม "Mould Lower" และปุ่ม "Mould Lock".....	38
3.6 การดันก้อนตัวอย่างออกจาก Mold และทำสัญลักษณ์บนก้อนตัวอย่าง.....	38
3.7 เครื่อง UTM – 5P.....	40
3.8 Reaction Loading Frame.....	41
3.9 สมรรถนะในการให้น้ำหนักสูงสุดของ Actuator เมื่อความถี่ในการทดสอบเปลี่ยนไป	42
3.10 ห้องควบคุมอุณหภูมิ.....	42
3.11 ชุดอุปกรณ์ประกอบการทดสอบแบบให้แรงในแนวแกน.....	43
3.12 Control and Data Acquisition System (CDAS).....	43
3.13 การทำ Silicone Heat Transfer Compound ที่ด้านบนและล่างของก้อนตัวอย่าง	45
3.14 การจัดวางก้อนตัวอย่างในชุดทดสอบแบบให้แรงในแนวแกน.....	45

	หน้า
ภาพประกอบ	หน้า
3.15 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	48
4.1 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	53
ชั้น Binder Course ทั้ง 4 ภาค	
4.2 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	67
ชั้น Binder Course ในเขตภาคกลาง	
4.3 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	69
ชั้น Binder Course ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
4.4 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	71
ชั้น Binder Course ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
4.5 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	72
ชั้น Binder Course ในเขตพื้นที่ภาคใต้	
4.6 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์.....	74
คอนกรีตชั้น Wearing Course ทั้ง 4 ภาค	
4.7 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์.....	92
คอนกรีตชั้น Wearing Course ในเขตพื้นที่ภาคกลาง	
4.8 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์.....	95
คอนกรีตชั้น Wearing Course ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
4.9 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์.....	96
คอนกรีตชั้น Wearing Course ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
4.10 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์.....	98
คอนกรีตชั้น Wearing Course ในเขตพื้นที่ภาคใต้	
4.11 การเปรียบเทียบค่าเสถียรภาพกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	136
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course ที่อุณหภูมิ 40°C	
4.12 การเปรียบเทียบค่าเสถียรภาพกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	137
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course ที่อุณหภูมิ 60°C	
4.13 การเปรียบเทียบค่าเสถียรภาพกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	138
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course ที่อุณหภูมิ 40°C	
4.14 การเปรียบเทียบค่าเสถียรภาพกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	139

ภาพประกอบ	หน้า
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course ที่อุณหภูมิ 60°C	
4.15 การเปรียบเทียบค่าการไหลกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	140
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course ที่อุณหภูมิ 40°C	
4.16 การเปรียบเทียบค่าการไหลกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	141
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Binder Course ที่อุณหภูมิ 60°C	
4.17 การเปรียบเทียบค่าการไหลกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	142
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course ที่อุณหภูมิ 40°C	
4.18 การเปรียบเทียบค่าการไหลกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวร.....	143
ของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชั้น Wearing Course ที่อุณหภูมิ 60°C	
4.19 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	145
ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข	
359 สาย แยกทางหลวงหมายเลข 304 - สระแก้ว ตอน 2	
4.20 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	145
ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 304	
สาย อ.พนมสารคาม – อ.กบินทร์บุรี ตอน 1	
4.21 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	146
ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 21	
สาย สระบุรี – เพชรบูรณ์ ตอน อ.ชัยบาดาล – อ.ศรีเทพ ตอน 1	
4.22 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	147
ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 37	
สาย อ.พระประแดง – อ.บางขุนเทียน ตอน 1A	
4.23 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	148
ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 314	
สาย แยกทางหลวงหมายเลข 314 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 304	
4.24 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	149
ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวง สาย แยกทางหลวงหมายเลข	
32 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 347 ตอน 1	

ภาพประกอบ

หน้า

- 4.25 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....150
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241
 สาย อ.ศรีราชา – บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 1
- 4.26 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....150
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241
 สาย อ.ศรีราชา – บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 2
- 4.27 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....151
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3
 สาย ชลบุรี - พัทยา ตอน 1 (ส่วนที่ 1)
- 4.28 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....152
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 219
 สาย บุรีรัมย์ – อ.สตึก ตอน 1
- 4.29 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....153
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 226
 สาย ปรับปรุงทางรอบตัวเมืองศรีสะเกษ
- 4.30 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....154
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44
 สาย กระบี่ – อ.ขนอม ตอน 2
- 4.31 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....154
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44
 สาย กระบี่ – อ.ขนอม ตอน 4
- 4.32 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....155
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 4
 สาย กระบี่ – แยกเข้าอ.ลำทับ ตอน 1
- 4.33 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....156
 ชั้น Binder Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44
 สาย กระบี่ – อ.ขนอม ตอน 7

4.34 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	157
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 359	
สาย แยกทางหลวงหมายเลข 304 - สระแก้ว ตอน 2	
4.35 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	158
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35	
สาย ธนบุรี – ปากท่อ ตอน 2	
4.36 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	159
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 304	
สาย อ.พนมสารคาม – อ.กบินทร์บุรี ตอน 1	
4.37 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	160
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวง	
สาย แยกทางหลวงหมายเลข 32 – บรรจบทางหลวงหมายเลข 347 ตอน 1	
4.38 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	160
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 21	
สาย สระบุรี – เพชรบูรณ์ ตอน อ.ชัยบาดาล – อ.ศรีเทพ ตอน 2	
4.39 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	161
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35	
สาย ธนบุรี – ปากท่อ ตอน 3 (รวมทางคู่ขนานสองข้าง)	
4.40 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	162
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 37	
สาย อ.พระประแดง – อ.บางขุนเทียน ตอน 1B	
4.41 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	163
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 35	
สาย ธนบุรี – ปากท่อ ตอน 1 (ทางคู่ขนาน)	
4.42 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....	163
ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3349	
สาย แยกทางหลวงหมายเลข 3 (บ.หนองซอน) – บรรจบทางหลวงหมายเลข 3154	

- 4.43 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....164
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241
 สาย อ.ศรีราชา – บรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 1
- 4.44 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....165
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 36
 สาย พัทยา – ระยอง ตอน 2
- 4.45 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....166
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 3241
 สาย อ.ศรีราชา – บรจบทางหลวงหมายเลข 331 ตอน 2
- 4.46 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....166
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 212
 สาย อ.ธาตุพนม – นครพนม ตอน 1
- 4.47 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....167
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 219
 สาย บุรีรัมย์ – อ.สตึก ตอน 1
- 4.48 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....168
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 226
 สายปรับปรุงทางรอบตัวเมืองศรีสะเกษ
- 4.49 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....169
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 4
 สาย กระบี่ – แยกเข้าอ.ลำทับ ตอน 1
- 4.50 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....169
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44
 สาย กระบี่ – อ.ขนอม ตอน 7
- 4.51 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....170
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44
 สาย กระบี่ – อ.ขนอม ตอน 4

ภาพประกอบ

หน้า

4.52 ลักษณะขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต.....170
 ชั้น Wearing Course ของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 44
 สาย กระบี่ – อ.ชนอม ตอน 2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย