

การ เปรียบเทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอกคอนกรีต ในการนำไปใช้งาน โดย
ใช้ยางแอสฟัลท์ซีเมนต์กับยางแอสฟัลท์สปีดขึ้น โดยวิธีมาร์แชล



นายสุทธิศักดิ์ วิบูลย์ศิริกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

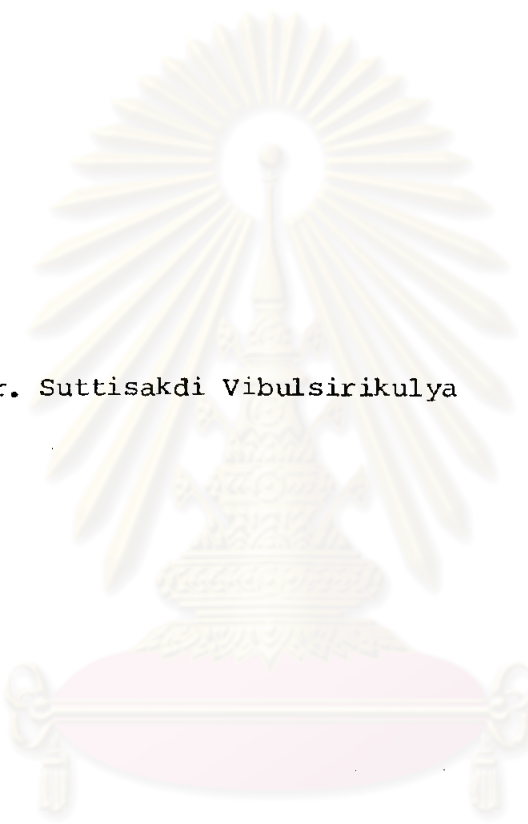
พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-676-7

013125

17950263

The Comparision of Asphaltic Concrete Properties Using
Asphalt Cement and Asphalt Emulsion in Practice by
Marshall Method



Mr. Suttisakdi Vibulsirikulya

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

Graduate School

Chulalongkorn University

1983

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การ เปรียบ เที่ยบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ในการนำไปใช้งาน
 โดย นายสุทธิศักดิ์ วิบูลย์ศิริกุล
 ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
 อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณพิภักดิ์ คูหิรัญ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้แก่นักวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของ
 การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

[Signature]

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
 (รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

[Signature]

..... ประธานกรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ศุภรี กัมปนานนท์)

[Signature]

..... กรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

[Signature]

..... กรรมการ
 (คุณพิภักดิ์ คูหิรัญ)

[Signature]

..... กรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ อนุภักดิ์ อิศร เสนา ณ อยุธยา)

[Signature]

..... กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การ เปรียบเทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ในการนำไปใช้ งาน โดยใช้อย่างแอสฟัลท์ซี เมนต์กับยางแอสฟัลท์อีมีลชั่น โดยวิธีมาร์แชล
ชื่อนิสิต	นายสุทธิศักดิ์ วิบูลย์ศิริกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	คุณพิภพท์ คูศิริณู
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2526



บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาและ เปรียบ เทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ติกคอนกรีตระหว่าง วิธีผสมร้อน (Hot Mix) โดยใช้อย่างแอสฟัลท์ซี เมนต์ กับวิธีผสมเย็น (Cold Mix) โดยใช้ ยางแอสฟัลท์อีมีลชั่น (เกรด SS-K) โดยวิธีมาร์แชล วัสดุผสมรวมจะใช้หินปูนที่มีการเรียง ขนาดแน่น (Dense Grade) จำนวน 6 แหล่งมาจากเกือบทุกภาคของประเทศ

คุณสมบัติต่าง ๆ ของแอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่ได้จากวิธีผสมร้อนจะอยู่ในขีดกำหนดที่ตั้ง ไว้ทุกอย่าง ส่วนชนิดผสม เย็นคุณสมบัติที่ได้จะมีปัญหา เฉพาะช่องว่าง เกินจากขีดกำหนดทุกแหล่ง หิน จากการ เปรียบ เทียบระหว่างสองวิธี วิธีผสม เย็นจะให้ความหนาแน่นต่ำกว่าวิธีผสมร้อน 6-10 เปอร์เซ็นต์ ช่องว่างของวิธีผสมร้อนจะใช้ที่ 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีผสม เย็นช่องว่างที่ ได้จะอยู่ระหว่าง 8.85-12.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง เกิดจากขีดกำหนดทุกแหล่งหิน เสถียรภาพ ของทั้งสองวิธีจะใกล้เคียงกัน ค่ายุบตัวของทั้งสองวิธีจะใช้ที่ 12 หน่วย (1 หน่วย = $\frac{1}{100}$ นิ้ว) เท่ากัน วิธีผสมร้อนช่องว่างที่ถูกแทนที่โดยยางมะตอยจะใช้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ การดูดซึมน้ำ ของวิธีผสม เย็นจะใช้ที่ 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณยางแอสฟัลท์ที่ใช้ของวิธีผสมร้อนจะอยู่ระหว่าง 5.32-5.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของวัสดุผสมรวมแห้ง ส่วนวิธีผสม เย็นจะอยู่ระหว่าง 3.77-4.39 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของวัสดุผสมรวมแห้ง

แอสฟัลต์ติกคอนกรีตชนิดผสมร้อน เป็นวิธีที่นิยม ใช้กันกว้างขวาง ในปัจจุบัน ส่วนวิธีผสม เย็นจากการทดลองจะ เห็นว่าคุณสมบัติต่าง ๆ อยู่ในขีดกำหนดยก เว้นที่ช่องว่างที่สูง เกินขีดกำหนด

ช่องว่างที่สูงทำให้ถูกกระทำจากสภาพดินฟ้าอากาศได้ง่ายทำให้อายุการใช้งานสั้นลง ดังนั้นวิธีผสมเย็บจึงเหมาะสำหรับทำชั้นพื้นทางหรือถ้าจะใช้ทำผิวทางควรใช้บริ เวณที่มีปริมาณการจราจรต่ำและควรทำซีลโค้ต (Seal Coat) ปิดทับผิวหน้าเพื่อป้องกันจากการกระทำของสภาพดินฟ้าอากาศ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Thesis Title : The Comparison of Asphaltic Concrete Properties using Asphalt Cement and Asphalt Emulsion in Practice by Marshall Method

Name : Mr. Suttisakdi Vibulsirikulya

Thesis Advisor : Associate Professor Direk Lavansiri, Ph.D.

Thesis Coadvisor : Mr. Pipan Khuhiran

Department : Civil Engineering

Academic Year : 1983

ABSTRACT

This thesis study attempted to compare the different in physical properties of asphaltic concrete one using asphaltic concrete hot mix method with asphaltic cement as binder, and the other, cold mix method using asphalt emulsion as binder. Marshall Test Method was employed in the testing. Aggregate used in the mix came from various sources throughout the country.

All the physical properties obtained from hot mix method were within the specification limit. As for cold mix, only the void was outside the specification for all sources of aggregate used. The results obtained from the comparison of the properties of the two mixes revealed that the density of the cold mix was 6-10 percent lower than that of the hot mix. The void of hot mix is 4 percent while the void of cold mix ranging from 8.85-12.9 percent which was outside the specified limit. The stability of the two were close together and for the flow, (by 12 unit testing and one unit is equal to 1/100 inch) were the same. For hot mix the value of 75 percent was used for void filled with bitumen and cold mix 2 percent for absorption. The percentage of asphalt by weight was between 5.32 to 5.5 percent and 3.77 to 4.39 percent for cold mix.

Presently, hot mix method is widely used, as for cold mix, the results of the study reveal that all the properties are within the specification limit except for void. This indicate that the pavement using cold mix method is likely to be susceptible to weathering effect. Therefore, it is suitable for light traffic and seal coat is recommended for additional protection from weathering.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ล้ำวิทย์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งกรุณาให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิจัย รองศาสตราจารย์ ศุภรี กัมปนาทนต์ ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ อนุภักดิ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศศิริวงษ์ศรี กรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ที่ร่วมพิจารณาตรวจสอบ แก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดร. อีรชาติ รื่นไกรฤกษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ คุณพิภพท์ คูศิริยู อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาให้ใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือในการทำวิจัย พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำวิจัย ท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ เป็นอย่างยิ่งที่ได้ทำการช่วยเหลือทุกวิถีทางทั้งในด้านกำลังใจและทุนการศึกษาจนกระทั่งการวิจัยนี้สำเร็จครบบริบูรณ์

สุทธิศักดิ์ วิบูลย์ศิริกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
2. วัสดุ	7
- วัสดุมวลรวม	7
- ยางแอสฟัลท์ซีเมนต์	18
- ยางแอสฟัลท์ชนิดเหลว	19
3. คุณสมบัติที่ต้องการจากส่วนผสม	39
4. ลำดับขั้นตอนการออกแบบ	42
- ทดสอบคุณสมบัติของวัสดุมวลรวม	42
- ทดสอบคุณสมบัติของยางแอสฟัลท์อีมีลชนิด	43
- ทดสอบคุณสมบัติของยางแอสฟัลท์ซีเมนต์	44
- ออกแบบส่วนผสมโดยวิธีมาร์แชล	45
5. ผลการทดลอง	47
6. สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะ	92
เอกสารอ้างอิง	96
ภาคผนวก	98
ประวัติ	129

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. โครงสร้างของแอสฟัลท์	13
2. องค์ประกอบใหญ่ของ Asphalt Base Crude	14
3. Petroleum Asphalt Flow Chart	16
4. แสดงโมเลกุลของ Sodium Palmitate	21
5. แสดงโมเลกุลของ Lauryl trimethylammanium chloride-cationic	21
6. แสดงโมเลกุลของ Polyoxyethylene laurylether-nonionic	21
7. Interfacial orientation and film formation	22
8. Emulsified droplets	23
9. Emulsified asphalt-anionic emulsion	26
10. Emulsified asphalt droplet-cationic emulsion	26
11. Relative sizes and distribution of asphalt particles in an emulsion	28
12. Diagram of an asphalt emulsion manufacturing plant	29
13. A Schematic diagram of the surface characteristics of two diverse types of aggregates	31
14. Action of anionic asphalt emulsion upon calcereous (limestone) aggregate	31
15. Action of cationic asphalt emulsions upon silica aggregates	31
16. Classification of aggregates	32
17. Approximate effective range of cationic and anionic emulsions on various types of aggregates	32
18. การเรียงขนาดของวัสดุรวมโรงไม้ศิลาจำเรียง จ. ตาก	54
19. ผลการทดลองวิธีผสมร้อนโรงไม้ศิลาจำเรียง จ. ตาก	55
20. ผลการทดลองวิธีผสมเย็นโรงไม้ศิลาจำเรียง จ. ตาก	56

21.	การเรียงขนาดของวัสดุมวลรวม จ. ราชบุรี	59
22.	ผลการทดลองวิธีผสมร้อน วัสดุมวลรวม จ. ราชบุรี	60
23.	ผลการทดลองวิธีผสม เย็น วัสดุมวลรวม จ. ราชบุรี	61
24.	การเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมโรงไม้ ส. พรศิลาภัณฑ์ สาย เชียงใหม่-ฝาง กม. 135 800 ซ้ายทาง 9 กม.	64
25.	ผลการทดลองวิธีผสมร้อนโรงไม้ ส. พรศิลาภัณฑ์ สาย เชียงใหม่-ฝาง	65
26.	ผลการทดลองวิธีผสม เย็นโรงไม้ ส. พรศิลาภัณฑ์ สาย เชียงใหม่-ฝาง	66
27.	การเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมโรงไม้เขาพระ. ขวาทาง กม. 28 000 สนามบิน-วังทา	69
28.	ผลการทดลองวิธีผสมร้อนโรงไม้เขาพระ สนามบิน-วังทา	70
29.	ผลการทดลองวิธีผสม เย็นโรงไม้เขาพระ สนามบิน-วังทา	71
30.	การเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมโรงไม้ศิลาปราบ จ. ประจวบคีรีขันธ์	74
31.	ผลการทดลองวิธีผสมร้อนโรงไม้ศิลาปราบ จ. ประจวบคีรีขันธ์	75
32.	ผลการทดลองวิธีผสม เย็นโรงไม้ศิลาปราบ จ. ประจวบคีรีขันธ์	76
33.	การเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมโรงไม้หน้าพระลาน จ. สระบุรี	79
34.	ผลการทดลองวิธีผสมร้อนโรงไม้หน้าพระลาน จ. สระบุรี	80
35.	ผลการทดลองวิธีผสม เย็นโรงไม้หน้าพระลาน จ. สระบุรี	81
36.	เปรียบเทียบความหนาแน่นระหว่างวิธีผสมร้อนกับผสม เย็นของวัสดุมวลรวม แหล่งต่าง ๆ	85
37.	เปรียบเทียบช่องว่างระหว่างวิธีผสมร้อนกับผสม เย็นของวัสดุมวลรวม แหล่งต่าง ๆ	86
38.	เปรียบเทียบเสถียรภาพระหว่างวิธีผสมร้อนและผสม เย็นของวัสดุมวลรวม แหล่งต่าง ๆ	87
39.	เปรียบเทียบค่ามุมตัวระหว่างวิธีผสมร้อนกับผสม เย็นของวัสดุมวลรวม แหล่งต่าง ๆ	88

40.	ช่องว่างที่ถูกแทนที่โดยยางมะตอยจากการทดสอบแบบวิธีผสมร้อนของวัสดุ มวลรวมแห้งต่าง ๆ	89
41.	ผลการดูดซึมน้ำจากการทดสอบแบบวิธีผสมเย็นของวัสดุมวลรวมแห้งต่าง ๆ	90
42.	Graphical method of determining aggregate blends	101
43.	เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบโดยวิธีมาร์แชล	111
44.	เครื่องมือหาเสถียรภาพและค่ายุบตัวโดยวิธีมาร์แชล	111
45.	Emulsified asphalt-aggregate soak test equipment	112
46.	Emulsified asphalt-aggregate mixture data sheet	119

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงอุณหภูมิใช้งานของแอสฟัลท์ซีเมนต์ ⁰ F	19
2. แนะนำการเลือกใช้อย่างแอสฟัลท์อิมัลชันที่เหมาะสมกับงานลักษณะต่าง ๆ	36
3. คุณสมบัติของหินที่ต้องทำการทดสอบ	42
4. Specifications for Anionic Emulsified Asphalts	43
5. Specifications for Cationic Emulsified Asphalts	43
6. คุณสมบัติของยางแอสฟัลท์ซีเมนต์ที่ต้องการ	44
7. เกณฑ์การออกแบบส่วนผสมมวลรวมคละกับยางแอสฟัลท์อิมัลชัน โดยวิธีมาร์แชล	45
8. Marshall Design Criteria for Hot Mix	46
9. Minimum Percent Voids in Mineral Aggregate	46
10. ผลการทดสอบยางแอสฟัลท์อิมัลชัน	51
11. ผลการทดลองยางแอสฟัลท์ซีเมนต์	52
12. ผลการทดสอบคุณสมบัติหินปูนที่นำมาทดลอง	53
13. แสดงผลการทดลองแอสฟัลท์ติกคอนกรีตวิธีผสมร้อนและวิธีผสมเย็น	84
14. Trial-and-error Blending of Aggregate	98
15. Aggregate Gradation after Grouping	100
16. เปอร์เซนต์ผ่านตะแกรง	101
17. Stability Correlation Ratios	128