

การศึกษาการใช้เมล็ดดินเผาสำหรับนิเวศทางแอสฟัลต์ติก



นายเจน บุญซื่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทางหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

000474

A STUDY ~~OF~~ CALCINED CLAY AS AGGREGATE FOR ASPHALTIC PAVEMENT

Mr. Jain Boonsue

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการใช้เม็ททินเนาส์สำหรับผิวทางแอสฟัลท์ติก
โดย นายเจน บุญซื่อ
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุญนาค

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้พิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็น
ส่วนหนึ่งของวารสารวิชาการแก่นักศึกษามหาวิทยาลัย

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เค็งปานวย)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุญนาค)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อนุศักดิ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา)

.....
(อาจารย์ ดร. ประถม เลิศนิมิตวงศ์)

.....
(นายวิชาญ สุขะวรรค)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อวิชา : การศึกษาการใช้เม็ดดินเผาสำหรับผิวทางแอสฟัลท์ติก
 ผู้ศึกษา : นายเจน บุญซื่อ
 สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา
 ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา
 ปีการศึกษา : 2522



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษามวลรวมระหิฐ คือ ทรายดินเผา เป็นน้ำที่ใช้
 เป็นผิวทางจราจรภายในงานค้ำผิวทางแอสฟัลท์ติกกอนกรีต โดยคัดเลือกดินเผาเป็นผิวจาก
 บริเวณที่ระกอบไปค้ำขึ้นดินเหนียวเป็นจำนวนมาก คือ แหล่งดิน
 เผาในบางเขน บางพลี และหนองุพะอ น้ำตัวอย่างของแต่ละแหล่งเผาด้วยเตาเผา
 Rotary Kilm ที่อุณหภูมิการเผา 800, 900, 1000, 1100 และ 1200° C. จากนั้นนำดิน
 เผาที่ระกอบไปค้ำขึ้นดินเหนียวในห่อถุงโปลีเอท คือ ความระกอบ
 จำนวนรวม Stripping Value การค้ำขึ้นของยางแอสฟัลท์ การบีบอัดของ
 มวลรวม, การทดสอบ Marshall Stability และการทดสอบ Polished Stone Value
 (PSV) เป็นการทดลองถือความก้าวหน้ามาตรฐานของ AASHO, ASTM และกรมทาง
 หลวงของไทย

พบว่า ที่อุณหภูมิการเผาสูงกว่า 1000° C. ของทรายดินเผาส่ง 3 แหล่ง มี
 คุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะระกอบเข้าผิวได้ จึงนำดินเผาผิวทางจราจรที่วิจัยมาใช้ ได้
 ในอุณหภูมิการเผา 1000° C. จะให้คุณสมบัติการค้ำขึ้นดินเหนียว
 การบีบอัด และความคงแรง (Stability) ของผิวทางจราจรสูงและมีค่า PSV
 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมที่สุด ที่จะนำไปใช้งานค้ำผิวทางได้

Thesis Title A Study of Calcined Clay as Aggregate for Asphaltic Pavement

Name Mr. Jain Boonsue

Thesis Advisor Associate Prof. Supradit Bunnag, Ph.D.

Department Civil Engineering.

Academic Year 1979.

ABSTRACT

This research study was attempted to determine the feasibility of using clay aggregate as a coarse aggregate for asphaltic pavement. The clay in upper layer of central plane were selected from Bang-Khaeif, Bang-Mod and Wang-Nga-Hao. The sample from each source calcined at 800, 900, 1000, 1100 and 1200° C., respectively. The engineering properties of these calcined aggregate were investigated in laboratory to serve the objective. The testing of specific gravity, stripping value, asphalt absorption, abrasion, Marshall stability and polished stone value were base on AASHO, ASTM and Royal Thai Highway Department standard of tests.

The clay aggregates from each sources when calcined above 1000° C gave as good engineering properties to be used as pavement aggregates. However, the clay aggregate from Bang-Khaen calcined at 1000° C has given the most suitable stability and polished stone value for asphaltic pavement.

กิติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูง ต่อท่านที่ได้ช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ดังรายนามต่อไปนี้

รศ.ดร.สุระสิงห์ อนุภาค ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการในวิทยานิพนธ์
ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

รศ. วิเชียร เก่งฉ่ำนาย ผศ. อนุศักดิ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา
อรรถพร อ.บุญถม เดิศวิจิตรวงศ์ และศุภชวลิต สุขะวรรณ จากกองวิเคราะห์กรมทางหลวง
ที่เสียสละเวลาเพื่อตรวจวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

คุณบุญเสริม รุ่งเรืองธรรม ที่ได้ให้คำแนะนำ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในการ
ใช้เครื่องมือของ กรมทางหลวง

คุณทวีนันท์ หาดูเจริญกิจ คุณวิชัย สัจจพรพาทกุล ได้ช่วยนำตัวร่างพิมพ์เขียว
มาจากต่างประเทศ และช่วยแก้ไขในการทดลอง

คุณพี่เปี่ยมดี ไสภจรรย์ ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ เครื่อง
ใช้และสถานที่

พี่วิจิตรวิทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้ทุนในการทำวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่องนี้
ที่รัฐอเมริกัน ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือและค่าเดินทาง เป็นค่าใช้จ่ายในการทำวิจัย
ระดับวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ส่งผู้พิมพ์และพิมพ์งาน
ฉบับนี้

พี่สังข์นางงานฉิม จากวิเคราะห์วิจัย กรมทางหลวง
ผู้เป็นแม่เลี้ยงของครอบครัวเป็นอย่างดีก่อนอื่น ๆ และท่านผู้พิมพ์พิมพ์งาน
ฉบับนี้ ได้พิมพ์และพิมพ์งานวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

หน้าปก	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
วิธีกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ซ
สัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 คุณสมบัติผิวทางแอสฟัลต์คิกคอนกรีตและการศึกษาความต้านทานการลื่นไถล	4
2.1 แอสฟัลต์คิกคอนกรีต แบบ Hot - Mix	4
2.2 คุณสมบัติที่ใช้พิจารณาออกแบบตัวอย่างแอสฟัลต์คิกคอนกรีต	4
2.3 ข้อกำหนดการออกแบบ Marshall Method of Mix-Design.	6
2.4 การวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง Marshall Stability Test	9
2.5 คุณสมบัติความต้านทานการลื่นไถลของวัสดุที่นำมาใช้เป็นผิวทาง	10
2.6 ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อความต้านทานการลื่นไถล	10



	2.7	องค์ประกอบของแรงเสียดทานระหว่างหน้ายางรถและผิวทาง	12
	2.8	คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อความต้านทานการลื่นไถล	12
	2.9	ผลการทดลองความต้านทานการลื่นไถลที่ได้กระทำมา	14
	2.10	การศึกษามผลการทดลองใช้ British Portable Tester.	14
	2.11	การพิจารณาค่าความต้านทานการลื่นไถลเพื่อใช้งาน	14
บทที่ 3	วัสดุ	เครื่องมือ และ วิธีการทดลอง	17
	3.1	วัสดุที่ใช้ทดลอง	17
	3.2	เครื่องมือที่ใช้ทดลอง ความตวงจำเพาะมวลรวม, Stripping Value , การकु้ริมยางแอสฟัลท์ และความสึกหรอของมวลรวมกรวดหินเผา	18
	3.3	เครื่องมือที่ใช้ทดลอง Marshall Stability Test	22
	3.4	เครื่องมือที่ใช้ทดลอง Polished Stone Value (PSV)	24
	3.5	การทดลองความตวงจำเพาะของมวลรวม	27
	3.6	การทดลอง Stripping Value	28
	3.7	การทดลองการकु้ริมของยางแอสฟัลท์	29
	3.8	การทดลองความสึกหรอของมวลรวม (AAV)	31
	3.9	การทดลอง Marshall Stability Test	32
	3.10	การทดลอง Polished Stone Value (PSV)	36
บทที่ 4		ผลการทดลอง และ วิเคราะห์	39
	4.1	ผลการทดลองความตวงจำเพาะของมวลรวม.	39
	4.2	ความตวงจำเพาะของมวลรวมกรวดหินเผาผสมกับทราย.	42
	4.3	ผลการทดลอง Stripping Value	43
	4.4	ผลการทดลองการकु้ริมของยางแอสฟัลท์	44
	4.5	ผลการทดลองความสึกหรอของมวลรวม (AAV)	46

	4.6 ผลการทดลอง Marshall Stability Test	48
	4.7 ผลการทดลอง Polished Stone Value (PSV)	52
บทที่ 5	สรุปการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ	55
	5.1 สรุปการวิจัย	55
	5.2 ข้อเสนอแนะ	57
	เอกสารอ้างอิง	58
	ภาคผนวก ก.	60
	ภาคผนวก ข.	72
	ประวัติผู้เขียน	106

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	วัสดุหิน (Mineral filler)	8
2.2	อัตราส่วนมวลรวมคละที่ใช้ออกแบบ Marshall Stability Test	8
2.3	มาตรฐานกำหนดค่าวัดความต้านทานการสิ้นไกล	15
2.4	ค่ากำหนดมาตรฐานของความต้านทานการสิ้นไกลในประเทศไทย	16
3.1	อัตราส่วนมวลรวมคละที่ใช้ออกแบบตัวอย่างการทดลอง	18
3.2	ขนาดและน้ำหนักของตัวอย่างแต่ละเกรกที่ใช้ทดลองความสึกหรอ	21
3.3	จำนวนลูกเหล็กที่ใช้กับตัวอย่างแต่ละเกรก	21
3.4	คุณสมบัติของแผ่นยางใช้ทดลองกับ Britist Portable Tester	26
4.1	ผลการทดลอง Stripping Value ของกรวดหินเผาและอนุกรมมีเผา	43
5.1	สรุปผลการทดลองกรวดหินเผาเพื่อใช้เป็นผิวทางแอสฟัลท์ติกคอนกรีต	55

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงจำนวน % ของปัจจัยต่าง ๆ โดยคิดจากน้ำหนักทั้งหมดของตัวอย่าง เป็น 100 %	6
2.2	แสดงจำนวน % ของปัจจัยต่าง ๆ โดยคิดจากน้ำหนักของอิศราส่วนมวล รวมคิดเป็น 100%	6
2.3	องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการสัมผัสของหน้ายางรถยนต์	11
2.4	องค์ประกอบของแรงเสียดทานระหว่างหน้ายางลอร์ด และผิวทาง	13
2.5	ภาพแสดงความแตกต่างของลักษณะผิวทาง	13
3.1	เครื่องวัด การสึกหรอของวัสดุ (Los Angeles Machine)	20
3.2	เครื่องมือ Marshall Stability Test	23
3.3	เครื่องขัด (Accelerated Polishing Test)	25
3.4	เครื่องมือ British portable tester	25
3.5	แสดงอิศราส่วนมวลรวมคิดของกรวดหินเผาผสมทรายธรรมชาติที่ใช้ออกแบบการทดลอง Marshall Stability Test	32
3.6	ตัวอย่างของอิศราที่สึกค่อนกรวดที่บดทับแล้ว	34
3.7	แผ่นเตรียมตัวอย่างทดลอง PSV ก่อนเข้าเครื่องขัด	37
3.8	แผ่นตัวอย่างทดลอง PSV หลังเข้าเครื่องขัด	37
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะของมวลรวม กรวดหินเผา และ อุณหภูมิการเผา	39
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะของมวลรวม กรวดหินเผา กับ ทรายธรรมชาติ และ อุณหภูมิการเผา	42

รูปที่	รายการรูปประกอบ	หน้า
4.3	ผลการทดลองการดูดซึมของยางแอสฟัลท์ ต่อมวลรวมกรวดหินเผา และ อนุภูมิภาค เเผา	44
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการสึกหรอของมวลรวมกรวดหินเผา และอนุภูมิภาค เเผา	46
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Bulk Density และอนุภูมิภาค เผาของกรวดหินเผา	48
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Max. Marshall Stability และอนุภูมิภาค การเผาของกรวดหินเผา	50
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า % Air voids และอนุภูมิภาคเผาของกรวด หินเผา	50
4.8	ผลการทดลอง PSV ของกรวดหินเผา และอนุภูมิภาค เเผา (ก่อนซัด)	52
4.9	ผลการทดลอง PSV ของกรวดหินเผา และอนุภูมิภาค เเผา (หลังซัด)	52

สัญลักษณ์

- AAV = ความต้านทานการสึกหรอของวัสดุ
 ag = มวลรวมวัสดุ
 ca = วัสดุมวลรวมหยาบ
 ° C = องศาเซลเซียส
 du = มวลรวมวัสดุฝุ่น
 eac = ปริมาณแอสฟัลท์ ซีเมนต์ สุทธิ
 F = แรงเสียดทาน
 Fa = แรงยึดเกาะ
 Fh = แรงฮิสเทอรีซิส
 fa = วัสดุมวลรวมละเอียด
 PSV = ค่าความต้านทานการลื่นไถลของมวลรวมวัสดุตั้งซัก
 Sp.gr. = ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม
 V = ปริมาตร
 V.M.A. = ปริมาณโพรงอากาศในมวลรวมวัสดุ
 W = น้ำหนักมวลรวมวัสดุ

