กรมทางหลวง
กองวิเคราะห์และวิจัย
วิธีการทดลองแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธี Marshall
(เทียบเท่า ASTM. D-1559)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เพื่อหาคุณภาพของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้เป็นผิวทางหรือพื้นทางแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ทำการทดลองประกอบด้วย

2.1.1 กะละมังเคลือบ หรือภาชนะโลหะที่มีขอบสูงประมาณ 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างขอบประมาณ 25 เซนติเมตร สำหรับใส่วัสดุ Aggregate

2.1.2 ภาชนะโลหะมีขอบสูงประมาณ 15 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของขอบประมาณ 30 เซนติเมตร สำหรับใช้ผสมวัสดุ Aggregate กับแอสฟัลต์

2.1.3 เตาอบที่สามารถให้อุณหภูมิสูงถึง 250° ซ. สำหรับอบ Aggregate

2.1.4 เตาแบบ Hot plate ที่สามารถให้อุณหภูมิได้สูงถึง 200° ซ. สำหรับให้ความร้อนแอสฟัลต์และเครื่องมือที่ใช้ในการบดทับ

2.1.5 หม้อโลหะสำหรับใส่แอสฟัลต์เพื่อให้ความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร

2.1.6 เกรียงใช้ผสมวัสดุ Aggregate กับยางแอสฟัลต์

2.1.7 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีก้านเป็นโลหะ สามารถวัดอุณหภูมิได้ถึง 250° ซ.

2.1.8 เครื่องชั่งสามารถชั่งน้ำหนักได้ถึง 5 กิโลกรัม มีความละเอียดถึง 1 กรัม สำหรับชั่งวัสดุ Aggregate และยางแอสฟัลต์

2.1.9 เครื่องชั่งสามารถชั่งน้ำหนักได้ถึง 2 กิโลกรัม มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม สำหรับชั่งวัสดุแอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่บดทับแล้ว

2.1.10 อ่างต้มน้ำ (Boiling water bath) มีตะแกรงลวดสำหรับวางวัสดุแอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่บดทับแล้ว สามารถควบคุมอุณหภูมิตามต้องการได้

2.1.11 แท่นรอง (Compaction Pedestal) ประกอบด้วยฐานไม้ขนาดประมาณ 20 x 20 x 45 เซนติเมตร (8 x 8 x 18 นิ้ว) มีแผ่นโลหะขนาดประมาณ 30 x 30 x 2.5 เซนติเมตร (12 x 12 x 1 นิ้ว) ติดอยู่ที่ขอบบนของฐานไม้ ฐานไม้ควรเป็นไม้ที่มีความแน่นแห้ง 0.65-0.80 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 42-48 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต) แผ่นเหล็กจะต้องยึดแน่นกับฐานไม้ ดังรูปที่ 1

2.1.12 แบบสำหรับบดทับ (Compaction mold) ประกอบด้วยแผ่นฐาน (Base Plate) แบบ (Mold) และปลอก (collar extension mold) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10.16 เซนติเมตร (4 นิ้ว) สูง 7.62 เซนติเมตร (3 นิ้ว) ดังรูปที่ 1

2.1.13 ค้อน (Compaction rammer) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กกลมหนา 1.27 เซนติเมตร (0.5 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.842 เซนติเมตร (3.875 นิ้ว) ติดกับก้านเหล็กซึ่งมีแท่งเหล็กหนัก 4.54 กิโลกรัม (10 ปอนด์) สำหรับทิ้งน้ำหนักลงบนแผ่นเหล็กกลม ในขณะทำการบดทับให้มีระยะตกของแท่งเหล็กเท่ากับ 45.72 เซนติเมตร (18 นิ้ว) ดังรูปที่ 1

2.1.14 ที่จับแบบ (Mold holder) ใช้บังคับให้แบบสำหรับบดทับอยู่กับที่ในขณะทำการบดทับ ดังรูปที่ 1

2.1.15 เครื่องดันตัวอย่าง (Sample extruder)

2.1.16 ถุงมือกันความร้อนชนิดใยหิน (Asbestos)

2.1.17 ถุงมือกันความร้อนชนิดหนังหรือยาง สำหรับหยิบตัวอย่างที่แช่ในน้ำ

2.1.18 เครื่องทดลอง Marshall (Marshall Testing Machine) ใช้สำหรับทดสอบหาค่า Stability เป็นเครื่องกดที่สามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่า 3,000 กิโลกรัม (6,000 ปอนด์) เป็นแบบฉุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า อัตราเร็วของมอเตอร์ที่หมุนฉุดต้องทำให้ฐานหรือท่อนกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เซนติเมตรต่อนาที (ประมาณ 2 นิ้วต่อนาที) เครื่องกดนี้จะต้องมี Proving ring อ่านค่าแรงกดหรือเครื่องกดอื่นใดที่มีคุณสมบัติเท่า ดังรูปที่ 2

2.1.19 แบบทดลอง Stability (Stability mold) สำหรับใส่ตัวอย่างทดลองหาค่า Stability ดังรูปที่ 2

2.1.20 เครื่องวัด Flow (Flow meter) สำหรับทดลองหาค่า flow ของตัวอย่างระหว่างกดอ่านค่าได้เป็น 1/10 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง -

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว. 8-03

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

นำวัสดุ Aggregate มาดำเนินการดังนี้

2.4.1 ทดลองหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดหยาบโดย "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง" ตามการทดลองที่ ทล.-ท. 204/2516

2.4.2 ทดลองหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดละเอียดโดย "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง" ตามการทดลองที่ ทล.-ท. 205/2517

2.4.3 ทดลองหาความถ่วงจำเพาะของวัสดุเม็ดหยาบโดย "วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ" ตามการทดลองที่ ทล.-ท. 207/2517

2.4.4 ทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุเม็ดละเอียดโดย "วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดเม็ดละเอียด" ตามการทดลองที่ ทล.-ท. 208/2518

2.4.5 หาอัตราส่วนผสมของวัสดุ Aggregate เมื่อรวมกันแล้วได้ขนาดตามที่ต้องการ (Blending)

2.4.6 นำวัสดุ Aggregate ตามอัตราส่วนที่หาได้จากข้อ 2.4.5 หนัก 1,200 กรัม (เมื่อบดทับแล้วตัวอย่างจะหนาประมาณ 6.35 เซนติเมตร (2.5 นิ้ว)) ใส่ในกะละมังเคลือบ ไปอบในเตาอบให้ได้อุณหภูมิสูงถึง 160±5° ซ.

2.4.7 นำแบบสำหรับบดทับและค้อนไปวางบน Hot plate ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 90-150° ซ.

2.4.8 นำวัสดุแอสฟัลต์ที่จะใช้ผสมไปให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิที่ทำให้แอสฟัลต์มีค่า Viscosity เท่ากับ 85±10 second saybolt furol (สำหรับแอสฟัลต์ AC.80-100 ต้องให้ความร้อนถึง 145±5° ซ.)

2.5 การทดลอง

2.5.1 นำกะละมังใส่ตัวอย่างวัสดุ Aggregate จากข้อ 2.4.6 ออกจากเตาอบ แล้วเทวัสดุลงในภาชนะโลหะสำหรับผสมวัสดุ Aggregate กับแอสฟัลต์ ใช้เกรียงผสมให้วัสดุ Aggregate แต่ละขนาดคละกันให้ทั่วทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของ Aggregate ลดลงถึง 145±5° ซ.

2.5.2 นำภาชนะโลหะที่ได้จากข้อ 2.5.1 ขึ้นตั้งบน Hot plate ใช้เกรียงผสมวัสดุ Aggregate และแอสฟัลต์ให้เข้ากันโดยเร็วที่สุด โดยปกติประมาณ 1 นาที พยายามให้แอสฟัลต์เคลือบวัสดุทุกเม็ด

2.5.3 นำแบบสำหรับบดทับจากข้อ 2.4.7 มาประกอบเข้าที่

2.5.4 เทตัวอย่างวัสดุผสมลงในแบบที่ประกอบแล้ว ใช้เกรียงแซะรอบๆ ตัวอย่างข้างในแบบประมาณ 15 ครั้ง และแซะเข้าในตัวอย่างอีก 10 ครั้ง ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของตัวอย่างลดลงที่อุณหภูมิเมื่อแอสฟัลต์มี Viscosity เท่ากับ 140±15 Second Saybolt Furol (สำหรับแอสฟัลต์ Ac. 80-100 ให้ทิ้งตัวอย่างไว้จนอุณหภูมิลดลงถึง 140±5° ซ.

2.5.5 วางค้อนลงบนตัวอย่างในแบบ ทำการบดทับตัวอย่างโดยการยกน้ำหนักและปล่อยให้น้ำหนักลดลงบนแผ่นเหล็ก จำนวนครั้งขึ้นอยู่กับการออกแบบซึ่งแบ่งออกเป็น

ก. แอสฟัลต์ติกคอนกรีต สำหรับถนนที่มีการจราจรชั้น light traffic และ medium traffic จำนวนครั้งใช้ 50 ครั้ง

ข. แอสฟัลต์ติกคอนกรีต สำหรับถนนที่มีการจราจรชั้น Heavy traffic และ Very heavy traffic จำนวนครั้งใช้ 75 ครั้ง

2.5.6 เมื่อครบจำนวนการบดทับแล้ว ทำการกลับตัวอย่างโดยการกลับแบบ เอาด้านล่างขึ้นด้านบน แล้วทำการบดทับเช่นเดียวกับข้อ 2.5.5

2.5.7 ทิ้งตัวอย่างที่บดทับเรียบร้อยแล้วไว้ในแบบ จนกระทั่งอุณหภูมิของตัวอย่างลดลงมากกว่า 60° ซ. จึงนำตัวอย่างออกจากแบบ โดยการใช้เครื่องดันตัวอย่าง ทิ้งตัวอย่างไว้ในอากาศธรรมดาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง จึงนำไปทดลองขั้นต่อไป

2.5.8 ในปริมาณของการผสมโดยใช้แอสฟัลต์เปอร์เซ็นต์อันหนึ่งอันใด ให้เตรียมตัวอย่างอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง สำหรับการออกแบบให้ใช้ตัวอย่างแต่ละเปอร์เซ็นต์ของแอสฟัลต์อย่างน้อย 5 ค่า และค่าต่างกัน 0.5 %

2.5.9 ทำการทดลองหาความแน่นของตัวอย่างโดย

ก. นำตัวอย่างไปชั่งหาน้ำหนักในอากาศ (d)

ข. นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำธรรมดาประมาณ 5 นาที แล้วนำตัวอย่างขึ้น เช็ดตัวอย่างให้ผิวแห้ง ชั่งหาน้ำหนักในอากาศ (d_1)

ค. นำตัวอย่างจากข้อ ข. ไปชั่งหาน้ำหนักในน้ำ (e)

2.5.10 ทำการทดลองหาค่า Stability และ Flow

ก. นำตัวอย่างที่เสร็จจากการทดลองตามข้อ 2.5.9 แล้วไปแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 60±1° ซ. เป็นเวลา 30 นาที ในอ่างต้มน้ำ

ข. เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างขึ้นจากอ่างต้มน้ำ เช็ดให้ผิวตัวอย่างแห้งแล้วนำไปใส่ในแบบทดลอง Stability เพื่อไปกดหาค่า Stability และค่า Flow

ค. นำแบบทดลอง Stability ที่ได้จากข้อ ข. ไปวางบนเครื่องทดลอง Marshall ให้แบบทดลอง Stability อยู่ใต้ท่อนกด (Piston) ซึ่งติดกับ proving ring สำหรับอ่านน้ำหนักกด

ง. เดินเครื่องให้แบบทดลอง Stability เคลื่อนไปสัมผัสกับท่อนกดจนกระทั่งเข็มของ dial gauge ที่ติดกับ proving ring ขยับตัว หยุดเครื่องทำการตั้งเข็มของ dial gauge ที่เลข 0

จ. นำเครื่องวัด Flow ไปวางบนแกนที่ใช้สำหรับทดลองหาค่า Flow ซึ่งติดกับแบบทดลอง Stability ตั้งเข็ม dial guage ของเครื่องวัด Flow ให้อยู่ที่เลข 0 ใช้มือจับเครื่องวัด Flow ให้นิ่งอยู่กับที่

ฉ. เดินเครื่องให้กดเพื่อทดลองหาค่า Stability โดยอ่านค่าน้ำหนักสูงสุดที่กดจาก Proving ring เป็นค่าที่อ่านได้ (measured) ซึ่งต้องแก้ไข (adjust) สำหรับตัวอย่างมาตรฐานที่หนา 6.35 เซนติเมตร (2.5 นิ้ว) ตามตารางที่ 1

ช. ขณะที่ทำการทดลองหาค่า Stability เข็ม Dial guage ของเครื่องวัด Flow จะเคลื่อนที่ อ่านค่า Flow จาก Dial guage ที่น้ำหนักกดสูงสุด

3. การคำนวณ

คำนวณหาค่า Bulk Specific gravity, V.M.A. (Voids in mineral aggregate) Air Void และ V.F.B. (Voids filled with bitumen) ดังนี้

3.1 คำนวณหา Effective asphalt cement by weight of mix (b)

สูตร $b_1 = b - \frac{x\,(100-b)}{100}$

เมื่อ b = % asphalt cement by weight of mix

x = asphalt lost by absorption

(1 kg. of AC/100 kg. of Agg.)

3.2 คำนวณหา Bulk Specific Gravity of Specimen (g)

สูตร $g = \frac{d}{d-e}$

เมื่อ d = weight of specimen in air (gm)

d_1 = weight of specimen at saturated surface dry condition (gm.)

e = weight of saturated Specimen immersed in water

3.3 คำนวณหา Percent total volume of effective asphalt cement ในตัวอย่างที่บดทับแล้ว (i)

สูตร $i = \frac{b_1 g}{G_{ag}}$

เมื่อ G_{ag} = Bulk Specific Gravity of Asphalt Cement

3.4 คำนวณหา Percent total value of aggregate ในตัวอย่างที่บดทับแล้ว (j)

สูตร $j = \frac{(100-b)}{G_{ac}}\ g$

เมื่อ G_{ac} = Bulk Specifig Gravity of Blended Agg.

3.5 คำนวณหา Percent air voids ในตัวอย่างที่บดทับแล้ว

สูตร Air Voids = 100- i-j

3.6 คำนวณหา V.M.A. (Voids in mineral aggregate)

สูตร V.M.A. = 100-j

3.7 คำนวณหา V.F.B. (Voids filled with bitumen)

สูตร $\text{V.F.B.} = 100\ \frac{i}{j}$

3.8 นำค่าต่างๆ ที่คำนวณได้ไปเขียน curves แสดงความสัมพันธ์ดังนี้

3.8.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Stability กับ % Asphalt Cement by weight of aggregate

3.8.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Flow กับ % Asphalt cement by weight of aggregate

3.8.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Bulk Density of total mix กับ % Asphalt cement by weight of aggregate

3.8.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง % Air Voids กับ % Asphalt Cement by weight of aggregate

3.8.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง % V.M.A. กับ % Asphalt cement by weight of aggregate

3.8.6 ความสัมพันธ์ % V.F.B. กับ % Asphalt cement by weight of aggregate

4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์ม ว. 8-03 และ curve แสดงความสัมพันธ์ตามข้อ 3.8

5. ข้อควรระวัง

5.1 อุณหภูมิของวัสดุผสมตามข้อ 2.5.8 ต้องถูกต้องดังนี้

5.1.1 ถ้าต่ำกว่าให้เพิ่มความร้อนให้ได้ตามที่กำหนด

5.1.2 ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าให้ทิ้งไว้ให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด

5.2 เวลาที่ทำการทดลองตามข้อ 2.5.10 ต้องไม่เกิน 40 วินาที เพื่อกันมิให้อุณหภูมิของตัวอย่างต่ำกว่าที่ต้องการ

6. หนังสืออ้างอิง

6.1 American Society of Testing Materials ASTM. Standard D-1559

6.2 The Asphalt Institute "Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types" Manual Series No. 2 (MS-2)

* * * * * * * * * *

ตารางที่ 1

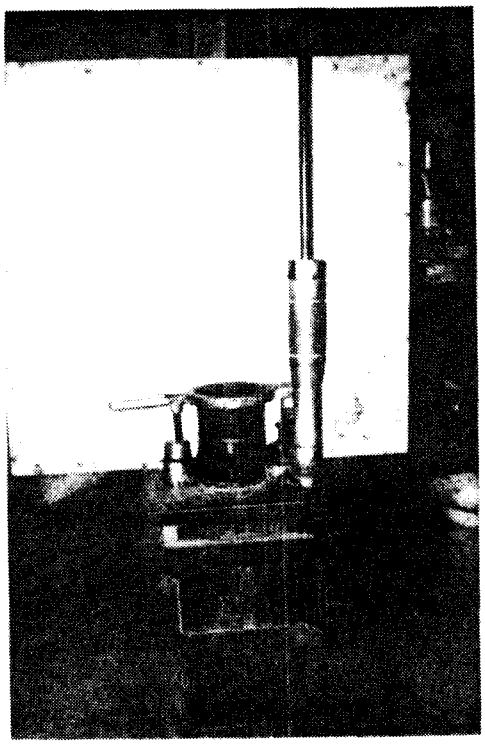
Stability Correlation Ratios

ปริมาตรของตัวอย่าง	ความหนาของตัวอย่าง (ประมาณ)	Correlation Ratios
200 - 213	2.54	5.56
214 - 225	2.70	5.00
226 - 237	2.85	4.55
238 - 250	3.01	4.17
251 - 264	3.18	3.85
265 - 276	3.33	3.57
277 - 289	3.49	3.33
290 - 301	3.65	3.03
302 - 316	3.81	2.78
307 - 328	3.97	2.50
329 - 340	4.13	2.27
341 - 353	4.29	2.08
354 - 367	4.45	1.92
354 - 379	4.60	1.79
380 - 392	4.76	1.67
393 - 405	4.92	1.56
406 - 420	5.08	1.47
421 - 431	5.24	1.39
432 - 443	5.40	1.32
444 - 456	5.56	1.25
457 - 470	5.71	1.19
471 - 482	5.87	1.14
483 - 495	6.03	1.09
496 - 508	6.19	1.04
509 - 522	6.35	1.00
523 - 535	6.51	0.96
536 - 546	6.67	0.93
547 - 559	6.83	0.89
560 - 573	6.98	0.86
574 - 585	7.14	0.83
586 - 598	7.30	0.81
599 - 610	7.46	0.78
611 - 625	7.62	0.76

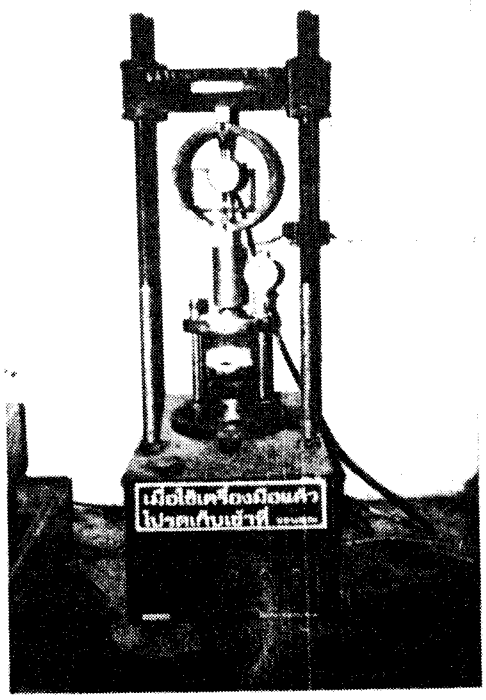
หมายเหตุ

1. ค่า Stability ที่อ่านได้ตามข้อ 2.5.9 - ฉ. คูณด้วย Correlation ratio สำหรับความหนาหรือปริมาตรของตัวอย่าง คือ ค่าที่ได้แก้ไขสำหรับตัวอย่างมาตรฐานหนา 6.35 เซนติเมตร (2 1/2 นิ้ว) (Adjust Stability)

2. ความเกี่ยวข้องระหว่างความหนาและปริมาตรตามตารางข้างบนนี้ ใช้สำหรับตัวอย่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.16 เซนติเมตร (4 นิ้ว)



รูปที่ 1 แท่นรอง, แบบสำหรับบดทับ, ที่จับแบบและค้อนที่ใช้บดทับ



รูปที่ 2 เครื่องทดลองวิธี Marshall, แบบทดลอง, และเครื่องวัด Flow

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง

HOT MIX DESIGN DATA BY THE MARSHALL METHOD

TEST NO. AC-65/1/42 PROJECT สาย อ.ตากใบ-อ.สุไหงโก-ลก LAYER Binder Course

STA ..... DATE 17 ธ.ค. 42 INSPECTOR อบเชย นิ่มบริบูรณ์พร

Mix Proportion Hot Bin 1:2:3:4 = 46:20:17:17 (By Weight) Pen. Grade AC 60-70

Avg. Sp. Gr. Agg. and Filler (Gac) = 2.586 Sp. Gr. AC (Gac) = 1.02

Compaction, number of blows each end = 75 Bitumen Absorption (x) = 0.29 %

No. of Sample	1	2	3	1	2	3	1	2	3
% AC by Wgt. of Agg (a)	5.00			5.50			6.00		
% AC by Wgt. of Mix. (b)	4.76			5.21			5.66		
% Eff. AC by Wgt. of Mix (c) : b-x(100-b)/100	4.48			4.94			5.39		
Spec. Hgt. in. (D)	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8
DENSITY									
Wt. in air gm. (e)	1,248.5	1,247.6	1,249.6	1,254.2	1,249.1	1,253.5	1,255.4	1,257.3	1,259.1
Wt. Sat. surface dry gm. (f)	1,250.0	1,249.5	1,252.0	1,255.3	1,250.0	1,254.7	1,256.5	1,258.4	1,260.5
Wt. in water gm. (g)	706.3	706.1	707.0	712.5	709.6	712.6	715.9	716.7	718.3
Bulk Volume ml. (h) : f-g	543.7	543.4	545.0	542.8	540.4	542.1	540.6	541.7	542.2
Bulk Density gm./ml. (i) : e/h	2.296	2.296	2.293	2.311	2.311	2.312	2.322	2.321	2.322
Average Density	2.295			2.311			2.322		
VOIDS ANALYSIS									
Volume AC % Total (j) : c* i/Gac	10.1			11.2			12.3		
Volume Agg. % Total (k) : (100-b) i/Gag	84.5			84.7			84.7		
VMA % Total (l) : 100-k	15.5			15.3			15.3		
Air Voids % Total (m) : l-j	5.4			4.1			3.0		
VFB % Total (n) : 100*j/l	65.2			73.2			80.4		
STABILITY									
Meas. Lbs	2,180	2,130	2,140	2,260	2,250	2,270	2,370	2,350	2,390
Adjust Lbs	2,030	1,980	1,990	2,100	2,000	2,110	2,200	2,190	2,220
Average Stability	2,000			2,100			2,200		
FLOWS									
Meas. 1/100"	11	10	11	12	12	12	13	12	13
Average Flows	11			12			13		

REMARKS .....

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง

HOT MIX DESIGN DATA BY THE MARSHALL METHOD

TEST NO. AC-65/1/42 PROJECT สาย อ.ตากใบ-อ.สุไหงโก-ลก LAYER Binder Course

STA ..... DATE 17 ธ.ค. 42 INSPECTOR อบเชย นิมบริบูรณ์พร

Mix Proportion Hot Bin 1:2:3:4 = 46:20:17:17 (By Weight) Pen. Grade AC 60-70

Avg. Sp. Gr. Agg. and Filler (Gac) = 2.586 Sp. Gr. AC (Gac) = 1.02

Compaction, number of blows each end = 75 Bitumen Absorption (x) = 0.29 %

No. of Sample	1	2	3	1	2	3			
% AC by Wgt. of Agg (a)	6.50			7.00					
% AC by Wgt. of Mix. (b)	6.10			6.54					
% Eff. AC by Wgt. of Mix (c) : b-x(100-b)/100	5.83			6.27					
Spec. Hgt. in. (D)	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8			
Pq. OSTTY									
Wt. in air gm. (e)	1,264.3	1,260.5	1,259.1	1,264.7	1,261.7	1,268.6			
Wt. Sat. surface dry gm. (f)	1,265.4	1,261.3	1,261.3	1,265.7	1,262.5	1,269.3			
Wt. in water gm. (g)	723.6	720.3	721.1	722.1	719.8	723.3			
Bulk Volume ml. (h) : f-g	541.8	541.0	540.2	543.6	542.7	546.0			
Bulk Density gm./ml. (i) : e/h	2.334	2.330	2.331	2.327	2.325	2.323			
Average Density	2.332			2.325					
VOIDS ANALYSIS									
Volume AC % Total (j) : c* i/Gac	13.3			14.3					
Volume Agg. % Total (k) : (100-b) i/Gag	84.7			84.0					
VMA % Total (l) : 100-k	15.3			16.0					
Air Voids % Total (m) : l-j	2.0			1.7					
VFB % Total (n) : 100*j/l	86.9			89.4					
STABILITY									
Meas. Lbs	2,450	2,400	2,420	2,360	2,310	2,340			
Adjust Lbs	2,280	2,230	2,250	2,190	2,150	2,180			
Average Stability	2,250			2,170					
FLOWS									
Meas. 1/100"	15	14	14	15	14	15			
Average Flows	14			15					

REMARKS .....

MARSHALL METHOD TEST

โครงการฯ.....สาย อ.ตากใบ-อ.สุไหงโก-ลก.....

อันดับทดลองที่.....AC-65/1/42.....ชั้น BINDER COURSE.....