

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมทางหลวง กองวิเคราะห์และวิจัย. วิธีการทดลองวัสดุก่อสร้าง เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : 2530.
- กรมทางหลวง กองวิเคราะห์และวิจัย. วิธีการทดลองวัสดุก่อสร้าง เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ : 2519.
- ชยธรรพ์ พรหมศร. การวิเคราะห์หาคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของวัสดุงานทางโดยวิธี INDIRECT TENSILE TEST เพื่อใช้ออกแบบโครงสร้างถนนเชิงวิเคราะห์. รายงานฉบับที่ วพ.167. ศูนย์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง. กรุงเทพฯ : 2541.
- ชยธรรพ์ พรหมศร. Superpave Gyrotory Compactor : ทางเลือกใหม่ในการออกแบบส่วนผสมและควบคุมคุณภาพในระหว่างการก่อสร้างผิวถนนแอสฟัลต์คอนกรีตที่ต้องการคุณภาพในการใช้งาน. ในบทความทางวิชาการการสัมมนาเจ้าหน้าที่วิเคราะห์และวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2543. ศูนย์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง. กรุงเทพฯ : 2542.
- ธีระชาติ รื่นไกรฤกษ์, พิภรณ์ คูหิรัญ และชยธรรพ์ พรหมศร. ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการออกแบบวัสดุผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับถนนที่มีปริมาณจราจรสูง. รายงานการสัมมนาวิศวกรรมกรรมทาง ครั้งที่ 1, (16-17 กรกฎาคม). กรมทางหลวง. กรุงเทพฯ : 2544, หน้า 329-357.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. มอก. 851-2542 แอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง. กรุงเทพฯ : 2544.
- วัชรินทร์ วิทยกุล. วัสดุการทางชั้นสูง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 2537.
- วัชรินทร์ วิทยกุล. แอสฟัลต์เทคโนโลยีสำหรับถนนลาดยาง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 2543.
- วัชรินทร์ วิทยกุล. การออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดผสมร้อนวิธีมาร์แชล. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 2544.
- วัชรินทร์ วิทยกุล. แอสฟัลต์ระบบซูเปอร์เพฟ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 2545.

ภาษาอังกฤษ

- Atkins, N.H. 1997. Highway Materials. Soils and Concretes. 3rd ed. Prentice-Hall. U.S.A. : 2545.
- Australian Standard. **Determination of the Permanent Compressive Strain Characteristics of Asphalt : Dynamic Creep Test**. AS 2891.12.1. ,1995.
- Camomilla, G., Malgarini, M., and Gervasio, S., **Sound Absorption and Winter Performance of Porous Asphalt Pavement**. Transportation Research Record 1265, 1990, pp. 1-8
- Colwill, D.M., and other, **Porous Asphalt Trails in the United Kingdom**. Transportation Research Record 1427, 1993, pp. 13-21
- Department of Highways. UTM-5P Universal Testing Machine : General Manual Ministry of Transportation and Communications. Thailand : 2000.
- Dunn, K.D., Hicks, R.G., and Gower, J., **Performance Factors and Quality Control/ Quality Assurance for Porous Pavement**. Transportation Research Record 1575, 1990, pp. 10-17
- Heystraeten, G.V., and Moaux, C. **Ten Years'Experience of Porous Asphalt in Belgium**. Transportation Research Record 1265, 1990, pp. 33-40.
- Huang, Y. H. Pavement Analysis and Design. Prentice-Hall. U.S.A. : 1993.
- Huet, M., and other, **Experiments with Porous Asphalt on the Nantes Fatigue Test Track**. Transportation Research Record 1265, 1990, pp. 54-58
- Isenring, T., Koster, H., and Scazziga, I., **Experiences with Porous Asphalt in Switzerland**. Transportation Research Record 1265, 1990, pp. 41-58
- Kawanaka, and Nakanishi, Asphalt Modifier for Porous Asphalt Pavements : TAFPACK-SUPER. Japan.
- Kennedy, W.T., Kandhal, P.S., Roberts, F.L., Brown, E.R. and Lee, D.Y. Hot Mix Asphalt Materials. Mixture Design and Construction. 2nd ed. NAPA Research and Education Foundation. U.S.A. : 1996.
- Tan, S.A., Fwa, T.F, and Chai, K.C., **Drainage Consideration for Porous Asphalt Surface Course Design**. Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board 1868, 2004, pp. 142-149



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 คุณลักษณะของแอสฟัลต์ซีเมนต์ประเภท Penetration ตาม มอก. 851 - 2542

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบ
1	เพนิเทรชัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 วินาที)	60 ถึง 70	มอก.1201
2	จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส	ไม่น้อยกว่า 232	มอก.1182 เล่ม 2
3	จุดอ่อนตัว องศาเซลเซียส	45 - 55	มอก.1216
4	ความยืดดึง (Ductility) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตรต่อนาที)	ไม่น้อยกว่า 100	มอก.1202
5	การละลายในไตรคลอโรเอทิลีน ร้อยละ โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 99	มอก.1203

ภาคที่เหลือจากการอบ

6	น้ำหนักที่สูญเสียไปเมื่อให้ความร้อน ร้อยละ	ไม่เกิน 0.8	มอก.1223
7	เพนิเทรชัน ร้อยละของเพนิเทรชันเดิม	ไม่น้อยกว่า 54	มอก.1223 และ มอก.1201
8	ความยืดดึง (Ductility) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตรต่อนาที)	ไม่น้อยกว่า 50	มอก.1223 และ มอก.1202

ตารางที่ ก 2 ผลการทดสอบค่า Penetration ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Binder Type	Sample No.	Before Thin Film Oven Test					After Thin Film Oven Test					% Retain Penetration
		1st	2nd	3rd	Avg.	All Avg.	1st	2nd	3rd	Avg.	All Avg.	
AC 60/70	1	68	69	69	69	68	49	48	48	48	48	70.59
	2	67	68	67	67		47	48	49	48		
	3	67	68	69	68		47	49	47	48		

ตารางที่ ก 3 ผลการทดสอบจุดวาบไฟ และจุดติดไฟด้วย Cleveland Open Cup

Binder Type	Sample No.	Flash Point (°C)	Avg. (°C)	Fire Point (°C)	Avg. (°C)
AC 60/70	1	310	310	371	368
	2	311		364	
	3	310		370	

ตารางที่ ก 4 ผลการทดสอบค่าจุดอ่อนตัว วิธี Ring and Ball

Binder Type	Sample No.	Before TFOT		After TFOT		Variation of Softening Point (°C)
		Softening Point (°C)	Avg. (°C)	Softening Point (°C)	Avg. (°C)	
AC 60/70	1	48.0	48.0	52.5	52.5	4.5
	2	48.0		52.5		

ตารางที่ ก 5 ผลการทดสอบค่ายืดดึงที่อุณหภูมิ 13 และ 25 องศาเซลเซียส

Binder Type	Sample No.	Before TFOT				After TFOT			
		13°C Ductility (cm.)	Avg (cm.)	25°C Ductility (cm.)	Avg (cm.)	13°C Ductility (cm.)	Avg (cm.)	25°C Ductility (cm.)	Avg (cm.)
AC 60/70	1.0	> 150	> 150	> 150	> 150	14.3	15.1	> 150	> 150
	2.0	> 150		> 150		15.0		> 150	
	3.0	> 150		> 150		16.1		> 150	

ตารางที่ ก 6 ผลการทดสอบการละลายในไตรคลอโรเอทิลีน

Binder Type	Sample No.	Weight of Erlenmeyer Flask (g.)	Weight of Erlenmeyer Flask + Binder (g.)	Weight of Binder (g.)	Weight of Gooch Crucible + Filter Pad (g.)	Weight of Gooch Crucible + Filter Pad + Insoluble Matter (g.)	Weight of Insoluble Matter (g.)	Weight of Binder Solution in Solvent (g.)	% of Binder Soluble in Solvent	Avg.
AC 60/70	1	99.1285	102.7659	3.6374	18.8797	18.8835	0.0038	3.6336	99.90	99.93
	2	99.5475	103.0840	3.5365	19.0501	19.0514	0.0013	3.5352	99.96	

ตารางที่ ก 7 ผลการทดสอบน้ำหนักที่สูญเสียจากความร้อนวิธี Thin Film Oven Test (TFOT)

Binder Type	Sample No.	Weight of Container (g.)	Before TFOT		After TFOT		% Loss	Avg.
			Weight of Container + Binder (g.)	Weight of Binder (g.)	Weight of Container + Binder (g.)	Weight of Binder (g.)		
AC 60/70	1	112.9576	162.7538	49.7962	162.7257	49.7681	0.06	0.05
	2	109.9242	160.4765	50.5523	160.4554	50.5312	0.04	
	3	139.0913	189.2702	50.1789	189.2439	50.1526	0.05	

ตารางที่ ก 8 สรุปผลการทดสอบคุณลักษณะของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ในการศึกษา ตาม มอก.

851 - 2542

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	ค่าที่ได้	วิธีทดสอบ
1	เพนิเทรชัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 วินาที)	60 ถึง 70	68	มอก.1201
2	จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส	ไม่น้อยกว่า 232	310	มอก.1182 เล่ม 2
3	จุดอ่อนตัว องศาเซลเซียส	45 - 55	48	มอก.1216
4	ความยืดดึง (Ductility) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตรต่อนาที)	ไม่น้อยกว่า 100	> 150	มอก.1202
5	การละลายในไตรคลอโรเอทิลีน ร้อยละ โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 99	99.93	มอก.1203
ภาคที่เหลือจากการอบ				
6	น้ำหนักที่สูญเสียไปเมื่อให้ความร้อน ร้อยละ	ไม่เกิน 0.8	0.05	มอก.1223
7	เพนิเทรชัน ร้อยละของเพนิเทรชันเดิม	ไม่น้อยกว่า 54	72.59	มอก.1223 และ มอก.1201
8	ความยืดดึง (Ductility) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตรต่อนาที)	ไม่น้อยกว่า 50	> 150	มอก.1223 และ มอก.1202



ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข 1 ผลการทดสอบ Marshall ของ G5

Test for Hot Mix Asphaltic Concrete by Marshall Test Method

Specific Gravity AC (G_{AC}) : 1.024
 Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg. (G_{AB}) : 2.588
 Avg Effective Sp. Gr. Total Agg. (G_{SE}) : 2.652
 Max. Sp. Gr. Of Mix @ 5.50% AC (G_{MM}) : 2.452

Materials Type : AC 60-70
 Design Traffic : Heavy (75 Blows Compact for each side)
 Gradation : Nominal Size 12.5 mm. (1/2 in.)
 % Asphalt absorption (x) : 0.90

No.	% AC by wgt of Agg.	% AC by wgt of Mix	% Eff AC by wgt of Mix	Diameter (mm.)	Spec Height (mm.)	Mass (g)			Bulk Vol. CC	Bulk Density (g/ml)	Unit Weight (Mg/m ³)	% Vol. AC	% Vol. Agg.	% Air Void	% VMA	% VFA	Stability (N)			Flow	
						In air	Sat. Surface Dry in air	In water									Measured	Factor	Adjusted	Measured	mm (0.25 mm.)
1	3.00	2.91	2.04	102.20	72.51	1237.50	1293.00	668.00	625.00	1.980	1.980	3.94	74.28	21.78	25.72	15.33	5.16	0.89	4.59	3.33	13.32
2	3.00	2.91	2.04	102.07	72.84	1237.50	1293.50	669.00	624.50	1.981	1.981	3.94	74.31	21.75	25.69	15.35	4.98	0.89	4.43	3.23	12.92
3	3.00	2.91	2.04	102.30	71.98	1238.00	1295.00	667.50	627.50	1.973	1.973	3.93	74.01	22.06	25.99	15.11	5.34	0.86	4.59	3.18	12.72
Avg 3.00	2.91	2.04	102.19	72.44	1237.50	1293.83	668.17	625.67	1.978	1.978	3.94	74.20	21.86	25.80	15.26	5.16	0.88	4.54	3.25	12.99	
4	3.50	3.38	2.51	102.90	72.41	1246.00	1294.00	670.50	623.50	1.998	1.998	4.90	74.60	20.49	25.40	19.30	5.97	0.89	5.31	3.00	12.00
5	3.50	3.38	2.51	102.47	71.99	1243.00	1293.50	675.50	618.00	2.011	2.011	4.93	75.09	19.98	24.91	19.81	6.23	0.89	5.54	3.23	12.92
6	3.50	3.38	2.51	101.83	72.08	1247.00	1292.00	672.50	619.50	2.013	2.013	4.94	75.15	19.92	24.85	19.67	6.25	0.89	5.56	3.74	14.96
Avg 3.50	3.38	2.51	102.40	72.16	1245.33	1293.17	672.83	620.33	2.008	2.008	4.92	74.95	20.13	25.06	19.66	6.15	0.88	5.47	3.32	13.29	
7	4.00	3.85	2.98	102.93	71.95	1249.50	1297.00	679.00	618.00	2.022	2.022	5.89	75.12	19.00	24.88	23.65	6.25	0.89	5.56	3.45	13.80
8	4.00	3.85	2.98	102.00	72.34	1251.00	1300.00	678.50	621.50	2.013	2.013	5.86	74.78	19.36	25.22	23.24	6.39	0.89	5.69	3.71	14.84
9	4.00	3.85	2.98	102.93	71.84	1250.50	1301.50	681.00	620.50	2.015	2.015	5.87	74.87	19.26	25.13	23.35	6.14	0.93	5.71	3.17	12.68
Avg 4.00	3.85	2.98	102.62	72.04	1250.33	1299.60	679.60	619.60	2.017	2.017	5.87	74.82	19.21	25.08	23.41	6.26	0.90	5.85	3.44	13.77	
10	4.50	4.31	3.44	102.77	70.56	1257.00	1303.00	684.00	620.00	2.026	2.026	6.82	74.90	18.28	25.10	27.16	5.55	0.93	5.16	3.44	13.76
11	4.50	4.31	3.44	102.13	70.89	1259.00	1304.00	684.00	620.00	2.031	2.031	6.83	75.08	18.09	24.92	27.42	5.50	0.89	4.90	3.75	15.00
12	4.50	4.31	3.44	102.63	71.23	1258.50	1303.50	683.50	620.00	2.030	2.030	6.83	75.05	18.12	24.95	27.37	5.65	0.93	5.25	3.38	13.52
Avg 4.50	4.31	3.44	102.51	70.89	1258.17	1303.60	683.33	620.17	2.029	2.029	6.83	75.01	18.16	24.99	27.32	5.67	0.92	5.10	3.52	14.09	
13	5.00	4.76	3.90	102.47	72.32	1263.00	1309.00	685.00	623.50	2.026	2.026	7.72	74.54	17.73	25.46	30.34	5.10	0.93	4.74	3.58	14.32
14	5.00	4.76	3.90	102.17	71.86	1266.00	1310.00	685.50	624.50	2.027	2.027	7.73	74.60	17.67	25.40	30.43	4.89	0.93	4.55	3.69	14.76
15	5.00	4.76	3.90	102.10	71.78	1266.00	1311.00	686.00	625.00	2.026	2.026	7.72	74.54	17.74	25.46	30.34	5.19	0.89	4.62	3.52	14.08
Avg 5.00	4.76	3.90	102.25	71.99	1265.00	1310.00	685.67	624.33	2.026	2.026	7.73	74.56	17.71	25.44	30.37	5.06	0.92	4.84	3.60	14.39	
16	5.50	5.21	4.36	102.90	72.54	1268.50	1314.00	687.50	626.50	2.025	2.025	8.62	74.15	17.22	25.85	33.36	4.64	0.93	4.32	3.64	14.56
17	5.50	5.21	4.36	102.83	71.69	1269.00	1314.50	688.00	626.50	2.026	2.026	8.62	74.18	17.19	25.82	33.41	4.57	0.89	4.07	3.68	14.72
18	5.50	5.21	4.36	102.40	72.41	1271.00	1314.50	688.50	626.00	2.030	2.030	8.62	74.36	16.99	25.64	33.72	4.49	0.89	4.00	3.71	14.84
Avg 5.50	5.21	4.36	102.71	72.21	1269.50	1314.33	688.00	626.33	2.027	2.027	8.63	74.23	17.14	25.77	33.49	4.57	0.90	4.13	3.65	14.71	
19	6.00	5.66	4.81	102.93	71.48	1274.50	1319.50	688.50	631.00	2.020	2.020	9.49	73.63	16.88	26.37	35.98	4.27	0.93	3.97	3.99	15.96
20	6.00	5.66	4.81	101.43	71.68	1277.00	1321.00	689.50	631.50	2.022	2.022	9.50	73.71	16.79	26.29	36.14	4.39	0.89	3.91	4.02	16.08
21	6.00	5.66	4.81	102.17	72.03	1276.00	1320.50	689.00	631.50	2.021	2.021	9.49	73.65	16.85	26.35	36.03	4.53	0.93	4.21	3.95	15.80
Avg 6.00	5.66	4.81	102.16	71.73	1275.83	1320.33	689.00	631.333	2.021	2.021	9.50	73.663	16.84	26.34	36.05	4.40	0.92	4.03	3.99	15.95	
22	6.50	6.10	5.26	101.41	71.56	1278.00	1325.00	690.00	635.00	2.013	2.013	10.34	73.04	16.62	26.96	38.35	4.27	0.93	3.97	4.29	17.16
23	6.50	6.10	5.26	102.22	71.35	1283.93	1326.00	690.50	635.50	2.019	2.019	10.37	73.24	16.39	26.76	38.74	4.20	0.89	3.74	4.33	17.32
24	6.50	6.10	5.26	101.76	72.15	1283.36	1327.00	692.00	635.00	2.021	2.021	10.38	73.32	16.30	26.68	38.90	4.03	0.89	3.59	4.25	17.00
Avg 6.50	6.10	5.26	101.80	71.88	1281.56	1326.00	690.83	635.17	2.018	2.018	10.36	73.202	16.44	26.80	38.66	4.17	0.90	3.77	4.28	17.18	

ตาราง ข 2 ผลการทดสอบ Marshall ของ G4

Test for Hot Mix Asphaltic Concrete by Marshall Test Method

Specific Gravity AC (G_{AC}) : 1.021
 Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg. (G_{AB}) : 2.588
 Avg Effective Sp. Gr. Total Agg. (G_{SE}) : 2.652
 Max. Sp. Gr. Of Mix @ 5.50% AC (G_{MM}) : 2.452

Materials Type : AC 60-70
 Design Traffic : Heavy (75 Blows Compact for each side)
 Gradation : Nominal Size 12.5 mm. (1/2 in.)
 % Asphalt absorption (x) : 0.90

No.	% AC by wgt of Agg.	% AC by wgt of Mix	% Eff AC by wgt of Mix	Diameter (mm.)	Spec Height (mm.)	Mass (g)			Bulk Vol. CC	Bulk Density (g/ml)	Unit Weight (Mg/m ³)	% Vol. AC	% Vol. Agg.	% Air Void	% VMA	% VFA	Stability (N)			Flow	
						In air	Sat. Surface Dry in air	In water									Measured	Factor	Adjusted	Measured	mm (0.25 mm.)
1	3.00	2.91	2.04	102.20	72.51	1238.00	1292.00	668.50	623.50	1.986	1.986	3.96	74.48	21.55	25.52	15.54	5.96	0.89	5.30	3.48	13.92
2	3.00	2.91	2.04	102.07	72.84	1237.50	1292.50	669.50	623.00	1.986	1.986	3.97	74.51	21.52	25.49	15.56	5.78	0.89	5.14	3.38	13.52
3	3.00	2.91	2.04	102.30	71.98	1238.50	1294.00	668.00	626.00	1.978	1.978	3.95	74.22	21.83	25.78	15.32	6.14	0.86	5.28	3.33	13.32
Avg 3.00	2.91	2.04	102.19	72.44	1238.00	1292.83	668.67	624.17	1.983	1.983	3.96	74.41	21.63	25.69	15.48	5.96	0.88	5.24	3.40	13.59	
4	3.50	3.38	2.51	102.90	72.41	1246.50	1293.00	671.00	622.00	2.004	2.004	4.93	74.81	20.26	25.19	19.58	6.67	0.89	5.94	3.15	12.60
5	3.50	3.38	2.51	102.47	71.99	1243.00	1292.50	676.00	616.50	2.017	2.017	4.96	75.30	19.74	24.70	20.09	6.93	0.89	6.17	3.38	13.52
6	3.50	3.38	2.51	101.83	72.08	1247.50	1291.00	673.00	618.00	2.019	2.019	4.97	75.36	19.67	24.64	20.16	6.95	0.89	6.19	3.89	15.56
Avg 3.50	3.38	2.51	102.40	72.16	1245.83	1292.17	673.83	618.83	2.013	2.013	4.96	75.16	19.89	24.84	19.94	6.85	0.89	6.10	3.47	13.89	
7	4.00	3.85	2.98	102.93	71.95	1250.00	1296.00	679.50	616.50	2.028	2.028	5.92	75.33	18.75	24.67	23.99	7.20	0.89	6.41	3.60	14.40
8	4.00	3.85	2.98	102.00	72.34	1251.00	1299.00	679.00	620.00	2.019	2.019	5.89	74.99	19.11	25.01	23.57	7.34	0.89	6.53	3.86	15.44
9	4.00	3.85	2.98	102.93	71.84	1251.00	1300.50	681.50	619.00	2.021	2.021	5.90	75.09	19.01	24.91	23.68	7.09	0.93	6.59	3.32	13.28
Avg 4.00	3.85	2.98	102.62	72.04	1250.33	1298.60	680.00	618.60	2.022	2.022	5.90	75.14	18.96	24.80	23.75	7.21	0.90	6.61	3.60	14.37	
10	4.50	4.31	3.44	102.77	70.56	1257.00	1302.00	683.00	619.00	2.032	2.032	6.85	75.11	18.03	24.89	27.54	6.25	0.93	5.81	3.59	14.36
11	4.50	4.31	3.44	102.13	70.89	1259.00	1303.00	684.50	618.50	2.036	2.036	6.87	75.29	17.83	24.71	27.81	6.20	0.89	5.52	3.90	15.60
12	4.50	4.31	3.44	102.63	71.23	1258.50	1302.50	684.00	618.50	2.036	2.036	6.87	75.26	17.87	24.74	27.77	6.35	0.93	5.91	3.53	14.12
Avg 4.50	4.31	3.44	102.51	70.89	1258.67	1302.90	683.83	618.67	2.034	2.034	6.86	75.22	17.91	24.78	27.71	6.27	0.92	5.75	3.67	14.69	
13	5.00	4.76	3.90	102.47	72.32	1263.00	1308.00	686.00	622.00	2.031	2.031	7.77	74.75	17.48	25.25	30.77	5.80	0.93	5.39	3.73	14.92
14	5.00	4.76	3.90	102.17	71.86	1266.00	1309.00	686.00	623.00	2.033	2.033	7.77	74.81	17.42	25.19						

ตาราง ข 3 ผลการทดสอบ Marshall ของ G3

Test for Hot Mix Asphaltic Concrete by Marshall Test Method

Specific Gravity AC (G_{AC}) : 1.018
 Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg. (G_{AB}) : 2.588
 Avg Effective Sp. Gr. Total Agg. (G_{AE}) : 2.652
 Max. Sp. Gr. Of Mix @ 5.50% AC (G_{UM}) : 2.452

Materials Type : AC 60-70
 Design Traffic : Heavy (75 Blows Compact for each side)
 Gradation : Nominal Size 12.5 mm. (1/2 in.)
 % Asphalt absorption (α) : 0.90

No.	% AC by wgt. of Agg.	% AC by wgt. of Mix.	% Eff AC by wgt. of Mix.	Diameter (mm.)	Spec. Height (mm.)	Mass (g)			Bulk Vol. CC	Bulk Density (g/m ³)	Unit Weight (Mg/m ³)	% Vol. AC	% Vol. Agg.	% Air Void	% VMA	% VFA	Stability (N)			Flow	
						In air	Sat. Surface Dry in air	In water									Measured	Factor	Adjusted	Measured	at 25 mm.
1	3.00	2.91	2.04	102.20	72.51	1238.50	1291.50	669.00	622.50	1.989	1.989	3.98	74.60	21.41	25.40	15.68	6.46	0.89	5.75	3.58	14.32
2	3.00	2.91	2.04	102.07	72.84	1237.50	1292.00	670.00	622.00	1.990	1.990	3.98	74.63	21.38	25.37	15.71	6.28	0.89	5.59	3.48	13.92
3	3.00	2.91	2.04	102.30	71.98	1238.50	1293.50	668.50	625.00	1.982	1.982	3.97	74.34	21.70	25.66	15.46	6.64	0.86	5.71	3.43	13.72
Avg 3.00	2.91	2.04	102.19	72.44	1238.00	1292.33	669.17	623.17	1.987	1.987	3.98	74.52	21.50	25.48	15.62	6.46	0.88	5.68	3.50	13.99	
4	3.50	3.38	2.51	102.90	72.41	1246.50	1292.50	671.50	621.00	2.007	2.007	4.95	74.93	20.11	25.07	19.76	7.17	0.89	6.38	3.25	13.00
5	3.50	3.38	2.51	102.47	71.99	1243.50	1292.00	676.50	615.50	2.020	2.020	4.99	75.42	19.59	24.58	20.28	7.43	0.89	6.61	3.48	13.92
6	3.50	3.38	2.51	101.83	72.08	1247.50	1290.50	673.50	617.00	2.022	2.022	4.99	75.48	19.53	24.52	20.35	7.45	0.89	6.63	3.99	15.96
Avg 3.50	3.38	2.51	102.40	72.16	1245.83	1291.67	673.83	617.83	2.016	2.016	4.98	75.28	19.74	24.72	20.13	7.35	0.89	6.54	3.57	14.29	
7	4.00	3.85	2.98	102.93	71.95	1250.00	1295.00	680.00	615.50	2.031	2.031	5.95	75.45	18.60	24.55	24.22	8.25	0.89	7.34	3.70	14.80
8	4.00	3.85	2.98	102.00	72.34	1251.50	1298.50	679.50	619.00	2.022	2.022	5.92	75.12	18.96	24.88	23.79	8.39	0.89	7.47	3.96	15.84
9	4.00	3.85	2.98	102.93	71.84	1251.00	1300.00	682.00	618.00	2.024	2.024	5.93	75.21	18.87	24.79	23.91	8.14	0.93	7.57	3.42	13.68
Avg 4.00	3.85	2.98	102.62	72.04	1250.83	1298.00	680.50	617.50	2.026	2.026	5.93	75.28	18.81	24.74	23.97	8.28	0.90	7.48	3.69	14.77	
10	4.50	4.31	3.44	102.77	70.56	1257.50	1301.50	683.50	618.00	2.035	2.035	6.89	75.24	17.88	24.76	27.81	6.75	0.93	6.28	3.69	14.76
11	4.50	4.31	3.44	102.13	70.89	1259.50	1302.50	685.00	617.50	2.040	2.040	6.90	75.42	17.68	24.58	28.08	6.70	0.89	5.96	4.00	16.00
12	4.50	4.31	3.44	102.63	71.23	1259.00	1302.00	684.50	617.50	2.039	2.039	6.90	75.39	17.71	24.61	28.03	6.85	0.93	6.37	3.63	14.52
Avg 4.50	4.31	3.44	102.51	70.89	1258.67	1302.00	684.33	617.67	2.038	2.038	6.90	75.35	17.76	24.65	27.97	6.77	0.92	6.20	3.77	15.09	
13	5.00	4.76	3.90	102.47	72.32	1263.50	1307.50	686.50	621.00	2.035	2.035	7.80	74.87	17.32	25.13	31.06	6.30	0.93	5.86	3.83	15.32
14	5.00	4.76	3.90	102.17	71.86	1266.50	1308.50	686.50	622.00	2.036	2.036	7.81	74.93	17.26	25.07	31.15	6.09	0.93	5.66	3.94	15.76
15	5.00	4.76	3.90	102.10	71.78	1266.50	1309.50	687.00	622.50	2.035	2.035	7.80	74.87	17.33	25.13	31.05	6.39	0.89	5.69	3.77	15.08
Avg 5.00	4.76	3.90	102.25	71.99	1265.50	1308.50	686.67	621.83	2.035	2.035	7.81	74.89	17.30	25.11	31.09	6.28	0.92	5.74	3.85	15.39	
16	5.50	5.21	4.36	102.90	72.54	1269.00	1312.50	688.50	624.00	2.034	2.034	8.71	74.48	16.81	25.52	34.13	5.84	0.93	5.43	3.89	15.56
17	5.50	5.21	4.36	102.83	71.69	1269.50	1313.00	689.00	624.00	2.034	2.034	8.71	74.51	16.78	25.49	34.19	5.77	0.89	5.14	3.93	15.72
18	5.50	5.21	4.36	102.40	72.41	1271.50	1313.00	689.50	623.50	2.039	2.039	8.73	74.69	16.58	25.31	34.51	5.69	0.89	5.06	3.96	15.84
Avg 5.50	5.21	4.36	102.71	72.21	1270.00	1312.83	689.00	623.83	2.036	2.036	8.72	74.86	16.72	25.44	34.28	5.77	0.90	5.21	3.93	15.71	
19	6.00	5.66	4.81	102.93	71.48	1275.00	1318.00	689.50	626.50	2.029	2.029	9.59	73.95	16.47	26.05	36.80	5.47	0.93	5.09	4.24	16.96
20	6.00	5.66	4.81	101.43	71.68	1277.50	1319.50	690.50	629.00	2.031	2.031	9.60	74.03	16.37	25.97	36.97	5.59	0.89	4.98	4.27	17.08
21	6.00	5.66	4.81	102.17	72.03	1276.50	1319.00	690.00	629.00	2.029	2.029	9.59	73.98	16.43	26.02	36.86	5.73	0.93	5.33	4.20	16.80
Avg 6.00	5.66	4.81	102.18	71.73	1276.33	1318.83	690.00	628.83	2.030	2.030	9.59	73.95	16.42	26.02	36.87	5.60	0.92	5.13	4.24	16.86	
22	6.50	6.10	5.26	101.41	71.56	1278.90	1323.50	691.00	632.50	2.022	2.022	10.44	73.36	16.20	26.64	39.20	5.57	0.93	5.18	4.54	18.16
23	6.50	6.10	5.26	102.22	71.35	1283.43	1324.50	691.50	633.00	2.028	2.028	10.47	73.56	15.97	26.44	39.61	5.50	0.89	4.90	4.58	18.32
24	6.50	6.10	5.26	101.76	72.15	1283.86	1325.50	693.00	632.50	2.030	2.030	10.48	73.64	15.87	26.36	39.78	5.33	0.89	4.74	4.50	18.00
Avg 6.50	6.10	5.26	101.80	71.89	1282.06	1324.90	691.83	632.67	2.026	2.026	10.47	73.52	16.01	26.48	39.53	5.47	0.90	4.94	4.64	18.16	

ตาราง ข 4 ผลการทดสอบ Marshall ของ G2

Test for Hot Mix Asphaltic Concrete by Marshall Test Method

Specific Gravity AC (G_{AC}) : 1.014
 Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg. (G_{AB}) : 2.588
 Avg Effective Sp. Gr. Total Agg. (G_{AE}) : 2.652
 Max. Sp. Gr. Of Mix @ 5.50% AC (G_{UM}) : 2.452

Materials Type : AC 60-70
 Design Traffic : Heavy (75 Blows Compact for each side)
 Gradation : Nominal Size 12.5 mm. (1/2 in.)
 % Asphalt absorption (α) : 0.90

No.	% AC by wgt. of Agg.	% AC by wgt. of Mix.	% Eff AC by wgt. of Mix.	Diameter (mm.)	Spec. Height (mm.)	Mass (g)			Bulk Vol. CC	Bulk Density (g/m ³)	Unit Weight (Mg/m ³)	% Vol. AC	% Vol. Agg.	% Air Void	% VMA	% VFA	Stability (N)			Flow	
						In air	Sat. Surface Dry in air	In water									Measured	Factor	Adjusted	Measured	at 25 mm.
1	3.00	2.91	2.04	102.20	72.51	1238.50	1291.00	669.00	621.00	1.993	1.993	4.01	74.75	21.24	25.25	15.87	6.82	0.89	6.07	4.65	18.60
2	3.00	2.91	2.04	102.07	72.84	1238.00	1291.50	670.50	621.00	1.994	1.994	4.01	74.78	21.21	25.22	15.90	6.64	0.89	5.91	4.55	18.20
3	3.00	2.91	2.04	102.30	71.98	1239.00	1293.00	669.00	624.00	1.986	1.986	3.99	74.49	21.52	25.51	15.65	7.00	0.86	6.02	4.50	18.00
Avg 3.00	2.91	2.04	102.19	72.44	1238.50	1291.83	669.67	622.17	1.991	1.991	4.00	74.67	21.32	25.33	15.81	6.82	0.88	6.00	4.57	18.27	
4	3.50	3.38	2.51	102.90	72.41	1247.00	1292.00	672.00	620.00	2.011	2.011	4.98	75.09	19.93	24.91	20.00	7.53	0.89	6.70	4.32	17.28
5	3.50	3.38	2.51	102.47	71.99	1244.00	1291.50	677.00	614.50	2.024	2.024	5.02	75.58	19.41	24.42	20.53	7.79	0.89	6.93	4.55	18.20
6	3.50	3.38	2.51	101.83	72.08	1248.00	1290.00	674.00	616.00	2.026	2.026	5.02	75.63	19.35	24.37	20.60	7.81	0.89	6.95	5.06	20.24
Avg 3.50	3.38	2.51	102.40	72.16	1246.33	1291.17	674.33	618.83	2.021	2.021	5.01	75.43	19.58	24.57	20.38	7.71	0.89	6.86	4.84	18.67	
7	4.00	3.85	2.98	102.93	71.95	1250.00	1295.00	680.00	614.50	2.035	2.035	5.98	75.60	18.41	24.40	24.52	9.19	0.89	8.18	4.77	19.08
8	4.00	3.85	2.98	102.00	72.34	1252.00	1298.00	680.00	618.00	2.026	2.026	5.96	75.27	18.78	24.73	24.08	9.33	0.89	8.30	5.03	20.12
9	4.00	3.85	2.98	102.93	71.84	1251.00	1299.50	682.50	617.00	2.028	2.028	5.96	75.36	18.68	24.64	24.20	9.08	0.93	8.44	4.49	17.96
Avg 4.00	3.85	2.98	102.62	72.04	1251.33	1297.60	681.00	618.60	2.030	2.030	5.97	75.41	18.62	24.59	24.27	9.20	0.90	8.31	4.76	19.05	
10	4.50	4.31	3.44	102.77	70.56	1258.00	1301.00	684.00	617.00	2.039	2.039	6.93	75.39	17.69	24.61	28.14	8.52	0.93	7.92	4.76	19.04
11	4.50	4.31	3.44	102.13	70.89	1260.00	1302.00	685.50	616.50	2.044	2.044	6.94	75.57	17.49	24.43	28.42	8.47	0.89	7.54	5.07	20.28
12	4.50	4.31	3.44	102.63	71.23	1259.50	1301.50	685.00	616.50	2.043	2.043	6.94	75.54	17.52	24.46	28.37	8.62	0.93	8.02	4.70	18.80
Avg 4.50	4.31	3.44	102.51	70.89	1258.17	1301.80	684.83	616.67	2.042	2.042	6.94	75.80	17.66	24.60	28.31	8.64	0.92	7.83	4.84	19.37	
13	5.00	4.76	3.90	102.47	72.32	1264.00	1307.00	687.00	620.00	2.039	2.039	7.85	75.02	17.13	24.98	31.43	8.07	0.93	7.51	4.90	19.60
14	5.00	4.76	3.90	102.17	71.86	1267.00	1308.00	687.00	621.00	2.040	2.040	7.86	75.08	17.06	24.92	31.53	7.86	0.93	7.31	5.01	20.04
15	5.00	4.76	3.90	102.10	71.78	1267.00	1309.0														

ตาราง ข 5 ผลการทดสอบ Marshall ของ G1

Test for Hot Mix Asphalt Concrete by Marshall Test Method

Specific Gravity AC (G_{AC}) : 1.009Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg. (G_{AD}) : 2.588Avg Effective Sp. Gr. Total Agg. (G_{se}) : 2.652Max. Sp. Gr. Of Mix @ 5.50% AC (G_{mm}) : 2.452

Materials Type : AC 60-70

Design Traffic : Heavy (75 Blows Compact for each side)

Gradation : Nominal Size 12.5 mm. (1/2 in.)

% Asphalt absorption (x) : 0.90

No.	% AC by wgt. of Agg.	% AC by wgt. of Mix	% Eff. AC by wgt. of Mix	Diameter (mm.)	Spec. Height (mm.)	Mass (g)			Bulk Vol. CC	Bulk Density (g/cm ³)	Unit Weight (Mg/m ³)	% Vol. AC	% Vol. Agg.	% Air Void	% VMA	% VFA	Stability (N)			Flow	
						In air	Sat. Surface Dry in air	In water									Measured	Factor	Adjusted	Measured	at 100 (0.25 mm.)
1	3.00	2.91	2.04	102.20	72.51	1239.00	1290.50	670.00	620.50	1.997	1.997	4.03	74.91	21.06	25.09	16.08	6.90	0.89	6.14	4.69	18.76
2	3.00	2.91	2.04	102.07	72.84	1238.50	1291.00	671.00	620.00	1.998	1.998	4.04	74.94	21.03	25.06	16.10	6.72	0.89	5.98	4.59	18.36
3	3.00	2.91	2.04	102.30	71.98	1239.50	1292.50	669.50	623.00	1.990	1.990	4.02	74.63	21.34	25.37	15.85	7.08	0.86	6.09	4.54	18.16
Avg.	3.00	2.91	2.04	102.19	72.44	1239.00	1291.33	670.17	621.17	1.996	1.996	4.03	74.83	21.14	25.17	16.01	6.90	0.88	6.07	4.61	18.43
4	3.50	3.38	2.51	102.90	72.41	1247.50	1291.50	672.50	619.00	2.015	2.015	5.02	75.24	19.75	24.76	20.26	7.61	0.89	6.77	4.36	17.44
5	3.50	3.38	2.51	102.47	71.99	1244.50	1291.00	677.50	613.50	2.029	2.029	5.06	75.73	19.22	24.27	20.81	7.87	0.89	7.00	4.59	18.36
6	3.50	3.38	2.51	101.83	72.08	1248.50	1289.50	674.50	615.00	2.030	2.030	5.05	75.79	19.16	24.21	20.87	7.89	0.89	7.02	5.10	20.40
Avg.	3.50	3.38	2.51	102.40	72.16	1246.83	1290.67	674.83	615.83	2.025	2.025	5.04	75.68	19.38	24.42	20.65	7.78	0.89	6.93	4.68	18.73
7	4.00	3.85	2.98	102.93	71.95	1251.00	1294.50	681.00	613.50	2.039	2.039	6.02	75.76	18.22	24.24	24.85	9.27	0.89	8.25	4.81	19.24
8	4.00	3.85	2.98	102.00	72.34	1252.50	1297.50	680.50	617.00	2.030	2.030	6.00	75.42	18.58	24.58	24.40	9.41	0.89	8.37	5.07	20.28
9	4.00	3.85	2.98	102.93	71.84	1252.00	1299.00	683.00	616.00	2.032	2.032	6.00	75.51	18.48	24.49	24.52	9.16	0.93	8.52	4.53	18.12
Avg.	4.00	3.85	2.98	102.82	72.04	1251.83	1297.00	681.50	615.50	2.034	2.034	6.01	75.66	18.43	24.44	24.69	9.28	0.90	8.38	4.80	19.21
10	4.50	4.31	3.44	102.77	70.56	1258.50	1300.50	684.50	616.00	2.043	2.043	6.98	75.54	17.48	24.46	28.52	9.33	0.93	8.68	4.80	19.20
11	4.50	4.31	3.44	102.13	70.89	1260.50	1301.50	686.00	615.50	2.048	2.048	6.99	75.72	17.29	24.28	28.80	9.28	0.89	8.26	5.11	20.44
12	4.50	4.31	3.44	102.63	71.23	1260.00	1301.00	685.50	615.50	2.047	2.047	6.99	75.69	17.32	24.31	28.75	9.43	0.93	8.77	4.74	18.96
Avg.	4.50	4.31	3.44	102.51	70.89	1259.67	1301.00	685.33	615.67	2.046	2.046	6.99	75.65	17.36	24.35	28.69	9.35	0.92	8.57	4.68	19.53
13	5.00	4.76	3.90	102.47	72.32	1264.50	1306.50	687.50	619.00	2.043	2.043	7.91	75.17	16.92	24.83	31.84	8.68	0.93	8.26	4.94	19.76
14	5.00	4.76	3.90	102.17	71.86	1267.50	1307.50	687.50	620.00	2.044	2.044	7.91	75.23	16.86	24.77	31.94	8.67	0.93	8.06	5.05	20.20
15	5.00	4.76	3.90	102.10	71.78	1267.50	1308.50	688.00	620.50	2.043	2.043	7.91	75.17	16.93	24.83	31.84	8.97	0.89	7.98	4.88	19.52
Avg.	5.00	4.76	3.90	102.25	71.99	1266.50	1307.50	687.67	619.83	2.043	2.043	7.91	75.19	16.90	24.81	31.87	8.84	0.92	8.10	4.96	19.83
16	5.50	5.21	4.36	102.90	72.54	1270.00	1311.50	689.50	622.00	2.042	2.042	8.82	74.78	16.40	25.22	34.98	8.42	0.93	7.83	5.00	20.00
17	5.50	5.21	4.36	102.83	71.69	1270.50	1312.00	690.00	622.00	2.043	2.043	8.83	74.81	16.36	25.19	35.04	8.35	0.89	7.43	5.04	20.16
18	5.50	5.21	4.36	102.40	72.41	1272.50	1312.00	690.50	621.50	2.047	2.047	8.85	74.99	16.17	25.01	35.37	8.27	0.89	7.36	5.07	20.28
Avg.	5.50	5.21	4.36	102.71	72.21	1271.00	1311.83	690.00	621.83	2.044	2.044	8.83	74.86	16.31	25.14	35.13	8.35	0.90	7.54	5.04	20.15
19	6.00	5.66	4.81	102.93	71.48	1276.00	1317.00	690.50	626.50	2.037	2.037	9.71	74.24	16.05	25.76	37.70	8.05	0.93	7.49	5.35	21.4
20	6.00	5.66	4.81	101.43	71.68	1278.50	1318.50	691.50	627.00	2.039	2.039	9.72	74.33	15.95	25.67	37.87	8.17	0.89	7.27	5.38	21.52
21	6.00	5.66	4.81	102.17	72.03	1277.50	1318.00	691.00	627.00	2.037	2.037	9.72	74.27	16.02	25.73	37.76	8.31	0.93	7.73	5.31	21.24
Avg.	6.00	5.66	4.81	102.18	71.73	1277.83	1317.83	691.00	626.83	2.038	2.038	9.72	74.279	16.00	25.72	37.78	8.18	0.92	7.60	5.36	21.39
22	6.50	6.10	5.26	101.41	71.56	1279.90	1322.50	692.00	630.50	2.030	2.030	10.58	73.65	15.77	26.35	40.14	7.72	0.93	7.18	5.65	22.6
23	6.50	6.10	5.26	102.22	71.35	1284.43	1323.50	692.50	631.00	2.036	2.036	10.61	73.85	15.54	26.15	40.57	7.65	0.89	6.81	5.69	22.76
24	6.50	6.10	5.26	101.78	72.15	1284.86	1324.50	694.00	630.50	2.038	2.038	10.62	73.93	15.45	26.07	40.74	7.48	0.89	6.66	5.61	22.44
Avg.	6.50	6.10	5.26	101.80	71.89	1283.00	1323.50	692.83	630.87	2.034	2.034	10.60	73.811	15.59	26.19	40.48	7.62	0.90	6.86	5.65	22.80

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ๖ ผลการทดสอบ Cantabro ของ G5

Binder Content	Specimen No.	Weight of Specimen		Cantabro Scattering Loss (%)	Avg. (%)
		Before Test	After Test		
3.0%	1	1237.5	970.2	21.6	21.2
	2	1237.0	972.3	21.4	
	3	1238.0	981.7	20.7	
3.5%	1	1246.0	1029.2	17.4	17.2
	2	1243.0	1024.2	17.6	
	3	1247.0	1041.2	16.5	
4.0%	1	1249.5	1078.3	13.7	13.2
	2	1251.0	1080.9	13.6	
	3	1250.5	1095.4	12.4	
4.5%	1	1257.0	1107.4	11.9	12.1
	2	1259.0	1104.1	12.3	
	3	1258.5	1107.5	12.0	
5.0%	1	1263.0	1131.6	10.4	10.6
	2	1266.0	1129.3	10.8	
	3	1266.0	1131.8	10.6	
5.5%	1	1268.5	1160.7	8.5	8.7
	2	1269.0	1158.6	8.7	
	3	1271.0	1159.2	8.8	
6.0%	1	1274.5	1175.1	7.8	7.6
	2	1277.0	1179.9	7.6	
	3	1276.0	1182.9	7.3	
6.5%	1	1278.4	1190.2	6.9	7.0
	2	1282.9	1195.7	6.8	
	3	1283.4	1188.4	7.4	

ตาราง ข 7 ผลการทดสอบ Cantabro ของ G4

Binder Content	Specimen No.	Weight of Specimen		Cantabro Scattering Loss (%)	Avg (%)
		Before Test	After Test		
3.0%	1	1238.3	998.1	19.4	19.1
	2	1237.5	999.9	19.2	
	3	1238.4	1006.8	18.7	
3.5%	1	1246.2	1038.1	16.7	16.3
	2	1243.8	1039.8	16.4	
	3	1247.9	1049.5	15.9	
4.0%	1	1250.6	1090.5	12.8	12.5
	2	1251.4	1102.5	11.9	
	3	1251.3	1089.9	12.9	
4.5%	1	1257.7	1125.6	10.5	10.6
	2	1259.4	1125.9	10.6	
	3	1259.3	1125.8	10.6	
5.0%	1	1263.4	1140.9	9.7	9.9
	2	1264.2	1139.0	9.9	
	3	1266.8	1137.6	10.2	
5.5%	1	1269.4	1167.8	8.0	8.1
	2	1269.7	1169.4	7.9	
	3	1271.4	1165.9	8.3	
6.0%	1	1275.0	1187.0	6.9	6.8
	2	1277.6	1186.9	7.1	
	3	1276.3	1193.3	6.5	
6.5%	1	1278.9	1204.7	5.8	6.1
	2	1283.4	1205.1	6.1	
	3	1283.9	1203.0	6.3	

ตาราง ๑๘ ผลการทดสอบ Cantabro ของ G3

Binder Content	Specimen No.	Weight of Specimen		Cantabro Scattering Loss (%)	Avg. (%)
		Before Test	After Test		
3.0%	1	1238.6	1020.6	17.6	17.1
	2	1237.5	1034.6	16.4	
	3	1235.4	1022.9	17.2	
3.5%	1	1245.3	1077.2	13.5	13.1
	2	1244.6	1080.3	13.2	
	3	1248.2	1089.7	12.7	
4.0%	1	1250.3	1122.8	10.2	10.2
	2	1251.6	1122.7	10.3	
	3	1251.3	1126.2	10.0	
4.5%	1	1257.7	1148.3	8.7	8.5
	2	1259.4	1151.1	8.6	
	3	1259.3	1156.0	8.2	
5.0%	1	1260.4	1165.9	7.5	7.5
	2	1264.3	1172.0	7.3	
	3	1265.3	1167.9	7.7	
5.5%	1	1270.6	1182.9	6.9	6.8
	2	1269.4	1181.8	6.9	
	3	1270.3	1185.2	6.7	
6.0%	1	1272.3	1203.6	5.4	5.4
	2	1276.0	1203.3	5.7	
	3	1275.6	1209.3	5.2	
6.5%	1	1278.2	1216.8	4.8	5.1
	2	1282.0	1219.2	4.9	
	3	1283.6	1213.0	5.5	

ตาราง ๒ 9 ผลการทดสอบ Cantabro ของ G2

Binder Content	Specimen No.	Weight of Specimen		Cantabro Scattering Loss (%)	Avg. (%)
		Before Test	After Test		
3.0%	1	1235.7	1055.3	14.6	14.3
	2	1236.8	1059.9	14.3	
	3	1235.4	1061.2	14.1	
3.5%	1	1243.6	1099.3	11.6	11.4
	2	1244.5	1102.6	11.4	
	3	1247.2	1107.5	11.2	
4.0%	1	1249.7	1162.2	7.0	7.0
	2	1251.6	1166.5	6.8	
	3	1251.8	1160.4	7.3	
4.5%	1	1257.6	1184.7	5.8	6.0
	2	1258.4	1180.4	6.2	
	3	1259.3	1182.5	6.1	
5.0%	1	1261.3	1195.7	5.2	5.1
	2	1263.5	1196.5	5.3	
	3	1262.7	1203.4	4.7	
5.5%	1	1269.4	1212.3	4.5	4.6
	2	1269.1	1206.9	4.9	
	3	1270.3	1215.7	4.3	
6.0%	1	1273.5	1216.2	4.5	4.5
	2	1274.9	1220.1	4.3	
	3	1275.8	1217.1	4.6	
6.5%	1	1279.5	1224.5	4.3	4.4
	2	1280.1	1222.5	4.5	
	3	1284.2	1226.4	4.5	

ตาราง ข 10 ผลการทดสอบ Cantabro ของ G1

Binder Content	Specimen No.	Weight of Specimen		Cantabro Scattering Loss (%)	Avg. (%)
		Before Test	After Test		
3.0%	1	1235.7	1081.2	12.5	12.2
	2	1235.6	1089.8	11.8	
	3	1236.8	1085.9	12.2	
3.5%	1	1243.6	1125.5	9.5	9.0
	2	1244.2	1136.0	8.7	
	3	1246.3	1135.4	8.9	
4.0%	1	1249.6	1159.6	7.2	7.3
	2	1251.3	1162.5	7.1	
	3	1251.4	1157.5	7.5	
4.5%	1	1257.4	1184.5	5.8	6.0
	2	1258.3	1184.1	5.9	
	3	1258.4	1180.4	6.2	
5.0%	1	1261.3	1194.5	5.3	5.1
	2	1262.3	1199.2	5.0	
	3	1265.1	1203.1	4.9	
5.5%	1	1269.4	1211.0	4.6	4.5
	2	1268.7	1211.6	4.5	
	3	1270.4	1213.2	4.5	
6.0%	1	1274.6	1222.3	4.1	4.1
	2	1273.5	1220.0	4.2	
	3	1275.9	1224.9	4.0	
6.5%	1	1279.4	1230.8	3.8	4.0
	2	1280.6	1230.7	3.9	
	3	1285.7	1231.7	4.2	

ตาราง ข 11 ผลการทดสอบ Running Off ของ G5

Binder Content	Specimen No.	Weight of Container (g)	Weight of Container + Specimen (g)	Weight of Specimen (g)	Weight of Container + Adhering Asphalt (g)	Weight of Adhering Asphalt (g)	Loss of Running Off (%)	Avg. (%)
3.0%	1	197.2	2202.1	2004.9	201.2	40	0.2	0.3
	2	186.3	2187.6	2001.3	192.3	60	0.3	
	3	197.7	2201.3	2003.6	203.7	60	0.3	
3.5%	1	187.5	2189.4	2001.9	197.5	10.0	0.5	0.5
	2	186.7	2189.4	2002.7	196.7	10.0	0.5	
	3	194.1	2198.6	2004.5	204.1	10.0	0.5	
4.0%	1	197.2	2204.6	2007.4	211.3	14.1	0.7	0.8
	2	186.3	2194.3	2008.0	202.4	16.1	0.8	
	3	197.7	2200.6	2002.9	215.7	18.0	0.9	
4.5%	1	187.5	2197.4	2009.9	213.6	26.1	1.3	1.3
	2	186.7	2197.4	2010.7	210.8	24.1	1.2	
	3	194.1	2201.8	2007.7	220.2	26.1	1.3	
5.0%	1	197.2	2200.4	2003.2	243.3	46.1	2.3	2.0
	2	186.3	2194.7	2008.4	222.5	36.2	1.8	
	3	197.7	2203.4	2005.7	235.8	38.1	1.9	
5.5%	1	187.5	2193.2	2005.7	239.6	52.1	2.6	2.8
	2	186.7	2192.4	2005.7	246.9	60.2	3.0	
	3	194.1	2202.1	2008.0	248.3	54.2	2.7	
6.0%	1	197.2	2201.6	2004.4	273.4	76.2	3.8	3.7
	2	186.3	2194.6	2008.3	258.6	72.3	3.6	
	3	197.7	2205.1	2007.4	272.0	74.3	3.7	
6.5%	1	187.5	2189.7	2002.2	293.6	106.1	5.3	5.0
	2	186.7	2198.1	2011.4	281.2	94.5	4.7	
	3	194.1	2203.4	2009.3	292.6	98.5	4.9	

ตาราง ๗ 12 ผลการทดสอบ Running Off ของ G4

Binder Content	Specimen No	Weight of Container (g)	Weight of Container + Specimen (g)	Weight of Specimen (g)	Weight of Container + Adhering Asphalt (g)	Weight of Adhering Asphalt (g)	Loss of Running Off (%)	Avg (%)
30%	1	197.2	2204.4	2007.2	201.2	40	0.2	0.2
	2	186.3	2198.9	2012.6	190.3	40	0.2	
	3	197.7	2205.6	2007.9	201.7	40	0.2	
35%	1	187.5	2202.9	2015.4	195.6	81	0.4	0.4
	2	186.7	2198.7	2012.0	194.7	80	0.4	
	3	194.1	2206.9	2012.8	200.1	60	0.3	
40%	1	197.2	2208.4	2011.2	213.3	161	0.8	0.8
	2	186.3	2198.7	2012.4	200.4	141	0.7	
	3	197.7	2202.7	2005.0	215.7	180	0.9	
45%	1	187.5	2193.6	2006.1	209.6	221	1.1	1.2
	2	186.7	2198	2011.3	210.8	241	1.2	
	3	194.1	2205.6	2011.5	222.3	282	1.4	
50%	1	197.2	2203	2005.8	231.3	341	1.7	1.8
	2	186.3	2204.9	2018.6	226.7	404	2.0	
	3	197.7	2207.1	2009.4	229.9	322	1.6	
55%	1	187.5	2195.6	2008.1	235.7	482	2.4	2.6
	2	186.7	2190.6	2008.9	242.8	561	2.8	
	3	194.1	2205.9	2011.8	248.4	543	2.7	
60%	1	197.2	2207	2009.8	265.5	683	3.4	3.5
	2	186.3	2198.7	2012.4	260.8	74.5	3.7	
	3	197.7	2206	2008.3	266.0	68.3	3.4	
65%	1	187.5	2195.8	2008.3	265.9	98.4	4.9	4.8
	2	186.7	2197.6	2010.9	287.2	100.5	5.0	
	3	194.1	2208.7	2014.6	286.8	92.7	4.6	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ๑ 13 ผลการทดสอบ Running Off ของ G3

Binder Content	Specimen No.	Weight of Container (g)	Weight of Container + Specimen (g)	Weight of Specimen (g)	Weight of Container + Adhering Asphalt (g)	Weight of Adhering Asphalt (g)	Loss of Running Off (%)	Avg (%)
30%	1	197.2	2206.1	2008.9	199.2	20	0.1	0.2
	2	186.3	2200.6	2014.3	190.3	40	0.2	
	3	197.7	2207.3	2008.6	201.7	40	0.2	
35%	1	187.5	2204.6	2017.1	195.6	81	0.4	0.4
	2	186.7	2200.4	2013.7	192.7	60	0.3	
	3	194.1	2208.6	2014.5	202.2	81	0.4	
40%	1	197.2	2210.1	2012.9	211.3	14.1	0.7	0.7
	2	186.3	2200.4	2014.1	200.4	14.1	0.7	
	3	197.7	2204.4	2006.7	209.7	120	0.6	
45%	1	187.5	2195.3	2007.8	211.6	24.1	1.2	1.0
	2	186.7	2199.7	2013.0	204.8	18.1	0.9	
	3	194.1	2207.3	2013.2	212.2	18.1	0.9	
50%	1	197.2	2204.7	2007.5	231.3	34.1	1.7	1.5
	2	186.3	2206.6	2020.3	214.6	28.3	1.4	
	3	197.7	2208.8	2011.1	225.9	28.2	1.4	
55%	1	187.5	2197.3	2009.8	229.7	42.2	2.1	2.1
	2	186.7	2192.3	2005.6	234.8	48.1	2.4	
	3	194.1	2207.6	2013.5	230.3	36.2	1.8	
60%	1	197.2	2208.7	2011.5	251.5	54.3	2.7	2.8
	2	186.3	2200.4	2014.1	248.7	62.4	3.1	
	3	197.7	2207.7	2010.0	252.0	54.3	2.7	
65%	1	187.5	2197.5	2010.0	271.9	84.4	4.2	3.9
	2	186.7	2199.3	2012.6	263.2	76.5	3.8	
	3	194.1	2210.4	2016.3	268.7	74.6	3.7	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ๗ 14 ผลการทดสอบ Running Off ของ G2

Binder Content	Specimen No	Weight of Container (g)	Weight of Container + Specimen (g)	Weight of Specimen (g)	Weight of Container + Adhering Asphalt (g)	Weight of Adhering Asphalt (g)	Loss of Running Off (%)	Avg (%)
30%	1	197.2	2201.8	2004.6	201.2	40	02	02
	2	186.3	2196.3	2010.0	190.3	40	02	
	3	197.7	2208	2005.3	203.7	60	03	
35%	1	187.5	2200.3	2012.8	193.5	60	03	03
	2	186.7	2196.1	2009.4	192.7	60	03	
	3	194.1	2204.3	2010.2	202.1	80	04	
40%	1	197.2	2205.8	2008.6	207.2	100	05	05
	2	186.3	2196.1	2009.8	196.3	100	05	
	3	197.7	2200.1	2002.4	207.7	100	05	
45%	1	187.5	2191	2003.5	201.5	140	07	07
	2	186.7	2195.4	2008.7	198.8	121	06	
	3	194.1	2203	2008.9	210.2	161	08	
50%	1	197.2	2200.4	2003.2	219.2	220	1.1	1.1
	2	186.3	2202.3	2016.0	208.5	222	1.1	
	3	197.7	2204.5	2006.8	221.8	241	1.2	
55%	1	187.5	2193	2005.5	219.6	32.1	1.6	1.5
	2	186.7	2188	2001.3	212.7	26.0	1.3	
	3	194.1	2203.3	2009.2	224.2	30.1	1.5	
60%	1	197.2	2204.4	2007.2	231.3	34.1	1.7	2.0
	2	186.3	2196.1	2009.8	232.5	46.2	2.3	
	3	197.7	2203.4	2005.7	239.8	42.1	2.1	
65%	1	187.5	2193.2	2005.7	255.7	68.2	3.4	3.0
	2	186.7	2195	2008.3	240.9	54.2	2.7	
	3	194.1	2206.1	2012.0	254.5	60.4	3.0	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ๑ 15 ผลการทดสอบ Running Off ของ G1

Binder Content	Specimen No	Weight of Container (g)	Weight of Container + Specimen (g)	Weight of Specimen (g)	Weight of Container + Adhering Asphalt (g)	Weight of Adhering Asphalt (g)	Loss of Running Off (%)	Avg (%)
30%	1	197.2	2201.0	2003.8	1992	20	0.1	0.1
	2	186.3	2195.5	2009.2	1883	20	0.1	
	3	197.7	2202.2	2004.5	201.7	40	0.2	
35%	1	187.5	2199.5	2012.0	191.5	40	0.2	0.2
	2	186.7	2195.3	2008.6	190.7	40	0.2	
	3	194.1	2203.5	2009.4	200.1	60	0.3	
40%	1	197.2	2205.0	2007.8	201.2	40	0.2	0.3
	2	186.3	2195.3	2009.0	194.3	80	0.4	
	3	197.7	2199.3	2001.6	203.7	60	0.3	
45%	1	187.5	2190.2	2002.7	197.5	100	0.5	0.5
	2	186.7	2194.6	2007.9	196.7	100	0.5	
	3	194.1	2202.2	2008.1	204.1	100	0.5	
50%	1	197.2	2199.6	2002.4	213.2	160	0.8	0.8
	2	186.3	2201.5	2015.2	202.4	16.1	0.8	
	3	197.7	2203.7	2006.0	211.7	14.0	0.7	
55%	1	187.5	2192.2	2004.7	211.6	24.1	1.2	1.3
	2	186.7	2187.2	2000.5	212.7	26.0	1.3	
	3	194.1	2202.5	2008.4	222.2	28.1	1.4	
60%	1	197.2	2203.6	2006.4	229.3	32.1	1.6	1.7
	2	186.3	2195.3	2009.0	222.5	36.2	1.8	
	3	197.7	2202.6	2004.9	231.8	34.1	1.7	
65%	1	187.5	2192.4	2004.9	229.6	42.1	2.1	2.3
	2	186.7	2194.2	2007.5	234.9	48.2	2.4	
	3	194.1	2205.3	2011.2	240.4	46.3	2.3	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข 16 ผลการทดสอบ Dynamic Creep ของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ เพื่อหาปริมาณ
วัสดุเชื่อมประสานที่เหมาะสมของมวลรวมแต่ละรูปแบบ

Binder Content	Specimen No.	G5	G4	G3	G2	G1
3.50%	1	392	621	1239	2187	2580
	2	380	627	1307	2157	2476
	3	400	630	1280	2226	2524
	average	391	626	1275	2190	2527
4.00%	1	348	720	1640	2487	2647
	2	322	778	1700	2682	2678
	3	350	707	1780	2030	2547
	average	340	735	1707	2400	2624
4.50%	1	270	594	1320	2258	2614
	2	320	583	1506	2297	2761
	3	311	576	1220	2276	2743
	average	300	584	1349	2277	2706

ตาราง ข 17 ผลการทดสอบ Dynamic Creep ของแอสฟัลต์คอนกรีตระบาย

Specimen No.	G5	G4	G3	G2	G1
1	392	720	1640	2487	2614
2	380	778	1700	2682	2761
3	400	707	1780	2030	2743
average	391	735	1707	2400	2706

ตาราง ๑ 18 ค่า Splitting strength ratio จากการทดสอบการหลุดลอกด้วยวิธี Splitting test
ของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ

Gradation	Specimen No.	30 min				24 hr.				strength ratio
		diameter (cm.)	high (cm.)	stability (kN)	splitting strength (kg/cm ²)	diameter (cm.)	high (cm.)	stability (kN)	splitting strength (kg/cm ²)	
G5	1	9.98	7.62	4.51	3.85	9.98	7.54	3.87	3.34	84.51
	2	9.99	7.41	4.44	3.89	9.98	7.46	3.59	3.13	
	3	9.98	7.62	4.78	4.08	9.99	7.34	3.98	3.52	
	average				3.94	average			3.33	
G4	1	9.99	7.56	5.07	4.35	9.98	7.34	4.07	3.60	85.50
	2	10.00	7.72	4.97	4.18	10.01	7.54	4.42	3.80	
	3	9.99	7.64	5.12	4.35	9.98	7.45	4.14	3.61	
	average				4.29	average			3.67	
G3	1	9.97	7.42	5.23	4.59	9.97	7.64	4.55	3.87	82.65
	2	9.98	7.51	5.17	4.47	9.98	7.56	4.31	3.71	
	3	9.98	7.61	5.27	4.50	9.98	7.63	4.26	3.63	
	average				4.52	average			3.74	
G2	1	9.99	7.68	5.89	4.98	9.98	7.43	4.78	4.18	86.21
	2	9.98	7.48	5.78	5.02	9.99	7.35	4.68	4.13	
	3	9.98	7.53	5.47	4.72	9.99	7.58	5.11	4.36	
	average				4.91	average			4.23	
G1	1	9.98	7.63	5.77	4.92	9.98	7.51	5.11	4.42	87.48
	2	9.99	7.65	5.98	5.08	9.97	7.62	5.40	4.61	
	3	9.99	7.59	6.23	5.33	9.99	7.49	5.04	4.37	
	average				5.11	average			4.47	

ตาราง ข 19 ค่าแรงเสียดทานของก้อนทดสอบทั้งในสภาพแห้ง และสภาพเปียก

	Gradation	Test No.	Dry Condition				Wet Condition			
			1	2	3	Ave.	1	2	3	Ave.
		Specimen No.								
Drainaged Asphalt Concrete	G5	1	95	95	95	95	94	93	94	94
		2	96	97	96	96	95	96	95	95
		3	92	92	93	92	90	91	90	90
		Average				95	Average			
	G4	1	95	96	96	96	95	95	96	95
		2	93	93	93	93	92	93	93	93
		3	94	95	95	95	93	94	94	94
		Average				94	Average			
	G3	1	93	93	94	93	91	91	92	91
		2	96	97	97	97	95	95	95	95
		3	95	94	95	95	94	93	93	93
		Average				95	Average			
G2	1	91	92	92	92	90	91	91	91	
	2	95	94	94	94	94	93	93	93	
	3	95	96	95	95	94	94	95	94	
	Average				94	Average				93
G1	1	93	94	96	94	91	94	94	93	
	2	97	95	95	96	91	94	93	93	
	3	92	92	93	92	89	90	91	90	
	Average				94	Average				92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข 20 ความสามารถในการระบายน้ำของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ
ตามขนาดคละมวลรวมรูปแบบต่างๆ

Gradation	Test No. Specimen No.	เวลาในการระบายน้ำ (วินาที)			
		1	2	3	Average
G5	1	102	103	103	103
	2	103	103	103	103
	3	102	101	103	102
	Average				103
G4	1	107	107	107	107
	2	105	106	106	106
	3	105	106	107	106
	Average				106
G3	1	108	108	109	108
	2	109	109	109	109
	3	110	110	110	110
	Average				109
G2	1	113	113	114	113
	2	112	113	113	113
	3	112	112	112	112
	Average				113
G1	1	115	115	115	115
	2	114	116	116	115
	3	115	115	115	115
	Average				115

ตาราง ข 21 ความสามารถในการระบายน้ำของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ 2cm 4cm และ 6cm ปูทับบนแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาแน่นสูง

Gradation	Test No. Specimen No.	ความหนาของชั้นระบายน้ำ											
		2 cm.				4 cm.				6 cm.			
		1	2	3	Average	1	2	3	Average	1	2	3	Average
G5	1	150	151	152	151	127	127	128	127	105	105	105	105
	2	151	151	151	151	127	127	127	127	105	106	105	105
	3	152	152	151	152	125	125	127	126	105	106	106	106
		Average			151	Average			127	Average			105
G4	1	156	156	156	156	132	132	132	132	108	108	109	108
	2	155	154	154	154	129	130	130	130	108	108	108	108
	3	157	156	156	156	130	130	131	130	107	108	109	108
		Average			156	Average			131	Average			108
G3	1	159	160	160	160	135	135	136	135	112	113	112	112
	2	157	158	159	158	136	136	136	136	113	113	113	113
	3	159	159	158	159	132	133	133	133	112	111	112	112
		Average			159	Average			135	Average			112
G2	1	163	164	164	164	140	141	141	141	116	116	117	116
	2	163	163	162	163	139	139	139	139	115	116	117	116
	3	162	162	162	162	138	139	139	139	117	118	118	118
		Average			163	Average			139	Average			117
G1	1	165	166	165	165	140	141	141	141	118	118	118	118
	2	167	168	169	168	139	139	139	139	119	120	120	120
	3	163	163	163	163	141	141	141	141	118	119	119	119
		Average			165	Average			140	Average			119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข 22 ผลการทดสอบ Dynamic creep ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
ของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ
2cm, 4cm. และ 6cm. ปูทับบนแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาแน่นสูง

Gradation	Specimen No.	ความหนาของชั้นระบายน้ำ		
		2 cm.	4 cm.	6 cm.
G5	1	1297	746	424
	2	1278	727	446
	3	1315	758	407
	average	1297	744	426
G4	4	1790	1037	640
	5	1758	1050	665
	6	1725	997	671
	average	1758	1028	659
G3	4	2142	1380	975
	5	2198	1399	968
	6	2118	1376	954
	average	2153	1385	966
G2	7	2998	1694	1248
	8	2940	1712	1229
	9	2952	1686	1234
	average	2963	1697	1237
G1	4	3239	1831	1407
	5	3278	1874	1429
	6	3207	1856	1382
	average	3241	1854	1406

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย วิทวัส อัครกุล เกิดวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2524 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปีการศึกษา 2540 จาก โรงเรียนสวนกุหลาบ วิทยาลัย จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา เมื่อปีการศึกษา 2544 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา เมื่อปีการศึกษา 2547 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย