

โพลิเมอร์โมดิไฟด์แอสฟัลต์คอนกรีต ในโครงการนำร่องสำหรับพื้นผิวทางหลวง Polymer Modified Asphalt Concrete for Pilot Project on Highway Pavement

วัชรินทร์ วิทยกุล¹

Watcharin Witayakul

ABSTRACT

Poor quality of asphalt binder is one of the causes for early deterioration of asphalt concrete surface, especially with high traffic volume roads. During the past 30 years, rutting in conventional asphalt concrete highway due to the substantial increase in traffic volume has become major problem facing motorists. Engineers have tried to attack the problem by using 60-70 penetration grade asphalt instead of the usual 80-100. This, however, resulted in fatigue cracking and fretting and hence became a serious problem. Polymer modified asphalt has then been used to improve the asphalt cement properties. Asphalt concrete has more resistance to deformation, more stiffness and elasticity after the application of polymer modified asphalt. The mixture demonstrates high resistance to rutting, fatigue cracking and fretting. From the first modified asphalt concrete highway pavement in Thailand as a pilot project, it was found that the durability, stability, strength index and bond between aggregates and binder of the polymer modified asphalt were improved.

Key words : polymer modified asphalt concrete

บทคัดย่อ

วัสดุเชื่อมประสานที่คุณภาพไม่ดีพอเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ถนนซึ่งมีผิวทางเป็นแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดความเสียหายก่อนถึงอายุการใช้งาน โดย

เฉพาะอย่างยิ่งกับถนนที่มีปริมาณการจราจรสูง ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาทางหลวงส่วนใหญ่มีการจราจรสูงมากขึ้นทำให้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตทั่วไปเกิดร่องล้อเป็นปัญหาต่อผู้ขับขี่รถยนต์ วิศวกรจึงแก้ปัญหาโดยใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่แข็งแรงขึ้นจากเพนิเทรชั่น เกรด 80-

¹ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

100 เป็น 60-70 แต่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการแตกร้าว ทำให้ถนนเสียรูป ซึ่งถือว่าเป็นปัญหารุนแรง วิศวกรจึงพยายามปรับปรุงโดยนำโพลิเมอร์โมดิไฟด์-แอสฟัลต์มาใช้แก้ปัญหา ทำให้แอสฟัลต์มีความต้านทานต่อการเสียรูป และทำให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมีความแข็งแรงมากขึ้น มีความยืดหยุ่นตัวดีขึ้น ซึ่งช่วยให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีความต้านทานต่อการเกิดร่องล้อและรอยแตกร้าว ประเทศไทยได้เริ่มทำการก่อสร้างผิวทางโดยใช้โพลิเมอร์โมดิไฟด์แอสฟัลต์สายแรกในลักษณะเป็นโครงการนำร่อง ปรากฏว่าคุณภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตดีขึ้นในแง่ของความคงทน เสถียรภาพ ดัชนีความแข็งแรงและค่าการยืดเกาะของมวลรวมกับวัสดุเชื่อมประสาน

คำนำ

ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ปริมาณการจราจรได้สูงขึ้นมาก ทำให้ผิวถนนที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตทั่วไปเกิดร่องล้อขึ้นมากมาย เป็นปัญหาใหญ่ของผู้ขับขี่รถยนต์ ดังนั้นวิศวกรจึงแก้ปัญหาด้วยการใช้แอสฟัลต์ให้แข็งแรงขึ้น คือ เปลี่ยนชนิดของยาง AC

จากเพนิเทรชันเกรด 80-100 เป็น 60-70 แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาใหญ่ต่อมาคือเกิดการแตกร้าว (สุทธิ, 2532)

ปัจจุบันการเสียรูปของถนนแอสฟัลต์คอนกรีตเป็นปัญหามาก ดังนั้นวิศวกรจึงได้พยายามปรับปรุงโพลิเมอร์โมดิไฟด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้สาร Styrene-Butadiene-Styrene Triblock Copolymer (SBS) และ Ethylene-Acetate Thermoplastic Copolymer (EVA) ผสมเข้าไป (วัชรินทร์ และสุรชัย, 2538)

จุดประสงค์ที่สำคัญในการใช้โพลิเมอร์โมดิไฟด์แอสฟัลต์คือ จะทำให้ตัวยางแอสฟัลต์มีความต้านทานต่อการเสียรูป คือทำให้สตีเฟนของส่วนผสมมากขึ้น และเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านการยืดหยุ่นตัว ดังนั้นจะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีความต้านทานต่อการเกิดร่องล้อและรอยแตกร้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์

รายละเอียดการทดสอบแอสฟัลต์มีดังต่อไปนี้ (Table 1)

Table 1 Polymer modified asphaltic characteristics.

Properties	Units	Standard	Minimum	Maximum
Penetration at 25°C (100g, 5 sec)	0.1 mm	ASTM D 5-73	55	65
Softening point R&B	°C	ASTM D 36-76	60	-
Penetration index	-	NLT	+1.3	-
Ductility (5 cm/min) at 5°C	°C	ASTM D113-79	4	-
Float test at 60°C	SG	ASTM D139-83	700	-
Elastic recovery at 25°C	%	NLT-329	20	-
Test after thin film oven :				
Weight changed	%	ASTM D1754-78	-	0.5
Retained penetration 25°C	%	ASTM D 5-73	65	-
Variation in softening point	°C	ASTM D 36-76	-2	+6
Ductility (5 cm/min) at 5°C	cm	ASTM D133-79	2	-

การออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต โดยใช้ยางโพลิเมอร์ โมดิไฟด์แอสฟัลต์

ผล

การออกแบบผิวทาง (wearing course) และ
รองผิวทาง (binder course) ที่เป็นแอสฟัลต์ คอนกรีต
โดยใช้ยางชนิดโพลิเมอร์โมดิไฟด์แอสฟัลต์

องค์ประกอบของส่วนผสม

วัสดุผสมรวม ประกอบด้วย mineral aggregate
ในบางกรณีต้องใช้ filler ตัว filler จะเป็น lime 1-2%
หรือ Cement 2-4% ก็ได้ในกรณีที่จำเป็นต้องนำ Filler
มาใช้

ในการออกแบบ Job-Mix Formula จะดำเนินการ
การตาม marshall method of mixes design (AASHTO
T245-78) โดยใช้จำนวนครั้งการบดอัด 75 ครั้งต่อด้าน
ส่วนการทดสอบด้วย Strength Index จะดำเนินการ
ตามวิธีการ Ontario Vacuum Immersion Marshall
Test หรือ U.S. Army Corps of Engineers-Asphalt
Institute Immersion Marshall Test

Job-Mix Formula ของ hot mix design
สำหรับชั้น binder course มีคุณสมบัติทั่วไป ดังนี้
(Table 2,3)

1. ใช้ปริมาณยาง modified asphalt cement =
4.9% (tolerance $\pm 0.3\%$) โดยน้ำหนัก ของมวลรวม

2. ความแน่นของการบดทับ asphalt concrete
ไม่น้อยกว่า 98% ของความแน่นเฉลี่ยประจำวันของ
Marshall compaction ที่ทดลองในห้อง Lab. สนาม

3. ค่า Marshall stability ที่ทดลองประจำวัน
ไม่น้อยกว่า 2,700 lb

4. ค่า Marshall flow $\left(\frac{1''}{100}\right)$ ที่ทดลอง
ประจำวันอยู่ระหว่าง 12-14

Job-Mix Formula ของ Hot Mix Design
สำหรับชั้น Wearing Course มีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้
(Table 4,5)

Table 2 Properties of aggregate from Prasoplab Rock Mill at Ratchaburi used in binder course for Pilot Project.

Description	Lime or cement	Hot Bin 1		Hot Bin 2 retained	Hot Bin 3	Hot Bin 4	Total
		Passing	Retained				
Mix proportion (%)				39	28	13	20
Specific gravity							
Bulk	-	-	2.639	2.647	2.656	2.658	2.677
Apparent	-	2.712	2.758	2.753	2.753	2.747	2.729
Effective	-	-	-	-	-	-	-
Water absorption (%)	-	-	1.62	1.44	1.32	1.22	0.71
Flakiness index (%)					66	11	13
Elongation index (%)					4	33	32
Asphalt absorption (%)							
Los Angeles abrasion (%) coarse aggregate $\frac{3''}{4}$							0.22
Soundness (% Wt. Loss)coarse aggregate $\frac{3''}{4}$							= 27.6%
							= 0.5%
Sand equivalent (%)fine aggregate cold bin							= 2.1%
Sand equivalent (%)fine aggregate cold bin							= 76%, fine aggregate hot bin 1 = 75%

Table 3 Properties of polymer modified asphalt concrete for binder course.

Items	Results	
Design asphalt content by weight of aggregate	4.9	%
Marshall density	2.379	g/ml
Marshall stability	2,800	lb
Marshall flow	13	0.01 in.
Marshall stability/Marshall flow	215	lb/0.01 in.
Air voids	4.3	%
Void filled with asphalt	72	%
Void in mineral aggregate	14.6	%
Strength index	85.9	%
% aggregate passing no.200 sieve/% asphalt	-	

Table 4 Properties of aggregate from Prasoplab Rock Mill at Ratchaburi used in Wearing course for Pilot Project.

Description	Lime or cement	Hot Bin 1			Hot Bin 2	Hot Bin 3	Hot Bin 4	Total
		Passing	Retained	Passing& Retained				
Mix proportion (%)					20	12	15	100
Specific gravity								
Bulk	-	-	2.639	2.647	2.654	2.654	2.675	2.653
Apparent	-	2.712	2.758	2.753	2.749	2.737	2.727	2.746
Effective	-	-	-	-	-	-	-	2.666
Water absorption (%)	-	-	1.62	1.44	1.30	1.14	0.71	1.27
Flakiness index (%)					71	23	17	33
Elongation index (%)					4	34	32	25
Asphalt absorption (%)								0.19
Los Angeles abrasion(%)coarse aggregate				$\frac{3''}{4} = 27.6\%$				
Soundness (% Wt. Loss)coarse aggregate				$\frac{3''}{4} = 0.5\%$				Fine aggregate = 2.1%
Sand equivalent (%)fine aggregate cold bin								= 76%, Fine aggregate hot bin 1 = 73%

Table 5 Properties of Polymer Modified Asphalt Concrete for Wearing Course.

Items	Results	
Design Asphalt Content by Weight of Aggregate	5.0	%
Marshall Density	2.390	g/ml
Marshall Stability	2,980	lb
Marshall Flow	14.0	0.01 in.
Marshall Stability/Marshall Flow	213	lb/0.01 in.
Air Voids 3.5	3.5	
Void Filled with Asphalt	75	%
Void in Mineral Aggregate	14.3	%
Strength Index	81.1	%
% Aggregate Passing No.200 Sieve/% Asphalt	-	

1. ใช้ปริมาณยาง Modified Asphalt Cement = 5.0% (tolerance $\pm 0.3\%$) โดยน้ำหนักของมวลรวม

2. ความแน่นของการบดทับ Asphalt Concrete ไม่น้อยกว่า 98% ของความแน่นเฉลี่ย

ประจำวันของ Marshall Compaction ที่ทดลองในห้อง Lab. สนาม

3. ค่า Marshall Stability ที่ทดลองประจำวัน ไม่น้อยกว่า 2,700 lb

4. ค่า Marshall flow $\left(\frac{1}{100}\right)$ ที่ทดลองประจำวันอยู่ระหว่าง 13-15

Butadiene-Styrene Triblock Copolymer และ Ethylene-Vinyl-Acetate Thermoplastic Copolymer ผสมเข้าไปจะทำให้พฤติกรรมของก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่เตรียมด้วยวิธีมาร์แชลล์นั้นมีความแข็งแรงและมีความหยุ่นตัวดีขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาต่อไปอีกเพื่อสรุปผลในเชิงวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียในด้านราคาความเหมาะสมตามสภาพพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

- กองวิเคราะห์และวิจัย. 2536. ข้อกำหนดที่ ทล.-ก.408/2536 Specification for Polymer Modified Asphalt Cement for Asphalt Concrete. กรมทางหลวง.
- สุทธิ ธรรมอานวยสุข. 2532. Asphaltic Concrete, วัสดุแอสฟัลต์และผิวทาง, น.261-273. ในบทความทางวิชาการ กองวิเคราะห์และวิจัย เล่ม 1, กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.
- วัชรินทร์ วิทย์กุล และสุรัชย์ สุนันทพงศ์ศักดิ์. 2538. โพลีเมอร์โมดิไฟด์แอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับทางหลวงสายปากท่อ-ราชบุรี. วิศวกรรมสาร มก. 26 : 116-141

สรุป

การทดสอบตัวอย่างโพลิเมอร์ไฟด์แอสฟัลต์คอนกรีตที่เตรียมด้วยวิธีมาร์แชลล์มีค่าเสถียรภาพ (stability) สูงกว่ามาตรฐาน ค่าดัชนีความแข็งแรง (strength index) มีค่าสูงพอสำหรับใช้งานชั้น Binder Course มีค่า Strength Index เท่ากับ 85.9% ชั้น Wearing Course มีค่า Strength Index เท่ากับ 81.1% (ซึ่งโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ประมาณ 75% - 83%)

จากการวิจัยผลของการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการทำผิวแอสฟัลต์คอนกรีตโดยใช้วัสดุเชื่อมประสานชนิดโพลิเมอร์ไฟด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้สาร Styrene-