การศึกษาสมบัติเชิงกลของแอสฟัลต์คอนกรีตปรับปรุงด้วยเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ที่ผ่านกระบวนการเชื่อมขวาง

A study on mechanical properties of asphaltic concrete improved with crosslinked thermoplastic elastomer

ปวริศ ธรรมประสม[1] ชนา พุทธนานนท์[2,*] พรเกษม จงประดิษฐ์[3] วีรชาติ ตั้งจิรภัทร[4] และ เยี่ยมพล นัครามนตรี[5]

[1,2] *ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร*
[3] *ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร*
Corresponding author; E mail address *af l ,nfs ik srr, a,rf*

บทคัดย่อ

,

, , , ,

Abstract

This research focuses on enhancing the mechanical properties of asphalt concrete using thermoplastic elastomers made from plastic waste and natural rubber through a crosslinking process. As previous studies have identified limitations in material compatibility during the binder mixing process, this research proposes a method to improve the compatibility between these two polymeric materials through crosslinking, creating thermoplastic elastomers that can blend effectively with asphalt cement for use as a binding material. Performance was evaluated through laboratory testing of stability, flow, and indirect tensile strength of asphalt concrete samples prepared using the Marshall method. This study examined asphalt cement replacement rates with thermoplastic elastomers at 3%, 5%, and 7%, while maintaining a constant binder-to-aggregate ratio of 5%. Results indicate that asphalt cement modified with crosslinked thermoplastic elastomers significantly improves the mechanical properties of asphalt concrete and meets the standards established by the Department of Highways.

Keywords: Asphaltic concrete, Asphalt cement, Thermoplastic Elastomer, Crosslinking, Compatibility

1. คำนำ

[ ]

[ ]

[ ]

[3]

(Vulcanization)

(Thermoplastic Elastomer, TPE) (Crosslinking)

[ ]

[,]

,

(Marshall)

2. วัสดุตั้งต้นและวิธีการเตรียมวัสดุ

0,/ วัสดุตั้งต้น

2,/,/ วัสดุแอสฟัลต์ซีเมนต์ชนิด A4. 5.

AC

]

Polymer Modified Asphaltic Concrete, PMAC

2,/,2 วัสดุยางธรรมชาติและขยะพลาสติก

Standard Thai Rubber, STR L) 1 Polypropylene, PP)

2

1

0,/,1 วัสดุมวลรวม

. 209 [ ] . 236

[ ] 3

0,0 วิธีการเตรียมวัสดุ

2,2,/ การเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเชื่อมขวาง

Intermix Internal Mixer)

1 2

Pre-Vulcanize Rubber) MBTS (S)

(Crosslinking)

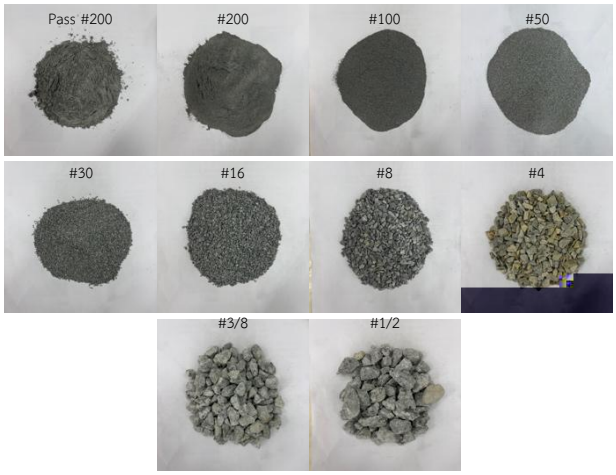
Uncrosslinking)



รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3

1 1

1

Residual Zone

4

“

”

“

”

2,2,3 การเตรียมวัสดุโพลิเมอร์โมดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์

±5℃

–

3. การเตรียมตัวอย่างทดสอบและการทดสอบสมบัติเชิงกล

1,/ การเตรียมตัวอย่างทดสอบด้วยวิธีมาร์แชล

Mold

4 2.5 (( )) (( )

90–150℃

160±5℃

( )

75

1,0 การทดสอบสมบัติเชิงกล

1,/,/ การทดสอบเสถียรภาพและการไหล

2.5

ตารางที่ 1

	500	
	75	
	50	℃
	60	
	15	

ตารางที่ 2

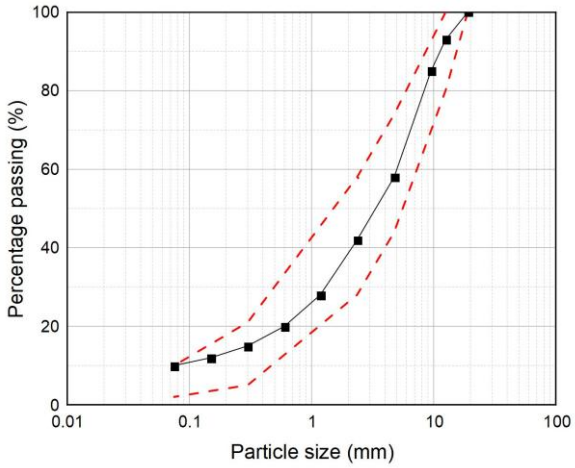
			( )
1	STR5L	90.50	2
2	ZnO	4.54	1
3	Steric acid	0.90	1
4	TMQ	0.90	1
5	6PPD	0.90	1
6	MBTS	1.81	1
7	S	0.45	2

: MBTS = Mercaptobenzothiazole Disulfide

ตารางที่ 3 [9]

( )	12,010
(1 = 0.25 or 0.01)	8-16

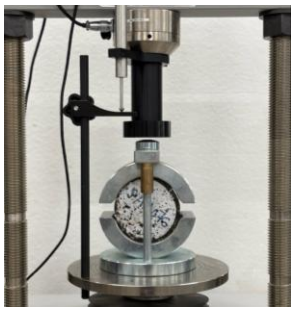
31.7



[9] 3

10

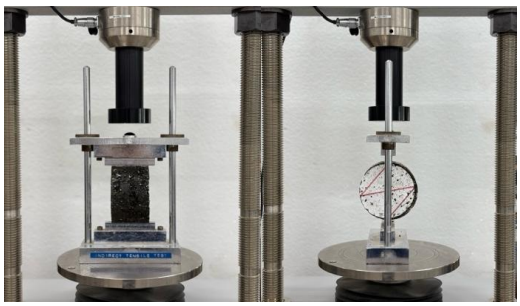
รูปที่ 7



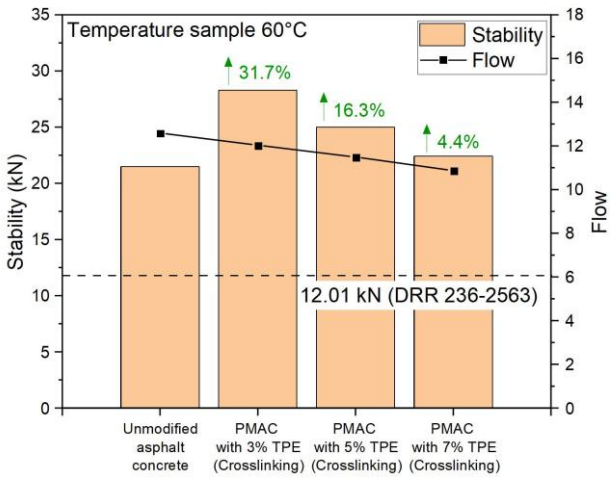
3

รูปที่ 8

(11)



รูปที่ 9



รูปที่ 10

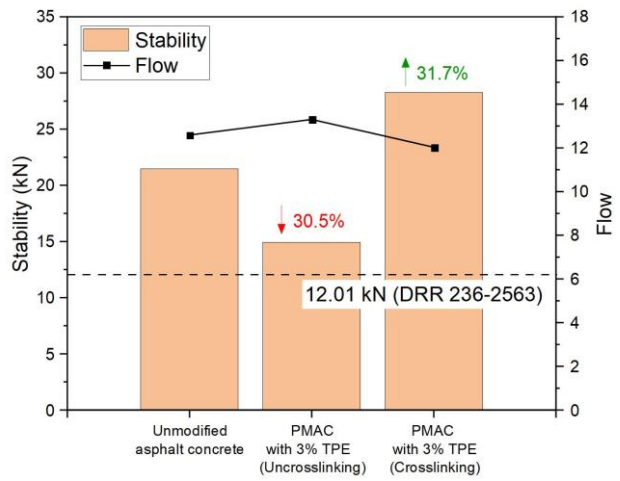
4. ผลการทดสอบ

2,/ ค่าเสถียรภาพและการไหล

, 3, 5 7

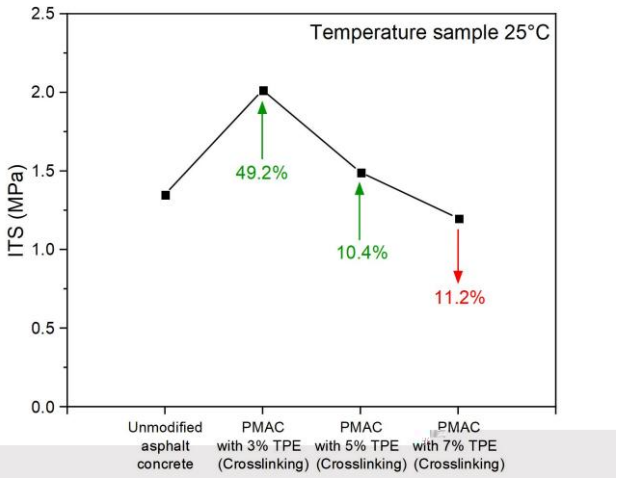
60°C

25°C 12



รูปที่ 11

3



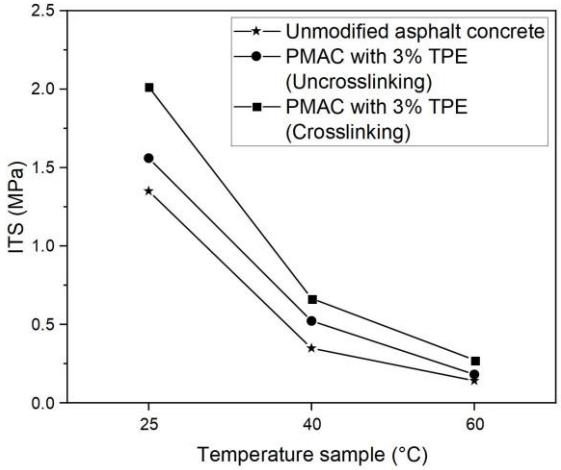
25°C 40°C 60°C 13

รูปที่ 12

3, 5 7

30.5

2,0 ค่ากำลังรับแรงดึงทางอ้อม



รูปที่ 13

3

,

5. บทสรุป

,

[9]

Resilient Modulus

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

[1] Enieb, M., Eltwati, A.S. and Al-Jumaili, M.A. (2021). Temperature sensitivity and performance evaluation of asphalt cement incorporating different types of waste polymers. *Hmspd jnd llmt rgtc plnmpr rgmi*, 2. pp. 984159.

[2] Grady, P.D. (2021). Waste plastics in asphalt concrete: A review. *C mjwk cp*, 2, pp. 4-18.

[3] (2021) PET) 21, 1 96-110

[4] Harper, C.A. (1992). *F lb mmi nd j rga Cj mk cp lb Amk nmslb*. 2nd ed. McGraw Hill: New York.

[5] Magioli, M., Sirqueira, A.S. and Soares, B.G. (2010). The effect of dynamic vulcanization on the mechanical, dynamic mechanical and fatigue properties of TPV based on polypropylene and ground tire rubber. *mjwk cp c rgte*, 29, pp. 840-848.

[6] Akiba M. and Hashim A.S. (1997). Vulcanization and crosslinking in elastomers. *pmepc gt mjwk cp agcl ac*, 22, pp. 475-521.

[7] . (2561). . 851

[8] . (2545). . 209

[9] . (2563). . 236

[10] ASTM (2022). *r lb ptb c r crfmtbdmp pf jj r gjgw lb Djmu nd nf jr gyrspc*. ASTM D6927. West Conshohocken, PA: ASTM.

[11] ASTM (2012) *r lb ptb c r crfmtbdmp lb gpcar cl gjc B rpclerf nd @grsk gtms gyrspc*. ASTM D6931. West Conshohocken, PA: ASTM.

[12] Wang, S., Yuan, C. and Jiaxi, D. (2014). Crumb tire rubber and polyethylene mutually stabilized in asphalt by screw extrusion. *Hmspd jnd nnjgcb mjwk cp agcl ac*. 131. pp. 41189

[13] Sani, A., Mohd Hasan, M.R., Shariff, K.A., Jamshidi, A., Poovaneshvaran and Shahid, K.A. (2021). Physico-mechanical and morphological properties of wax latex-modified asphalt binder. *plgl Hmspd jnd agcl ac lb cafl mjnew pl argni nd agtgjcl egtccpgte*. 45, pp. 865–656,