

รายงานสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัยก่อสร้างและทดสอบ
แอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา



โดย
กรมทางหลวง



ทางหลวงหมายเลข 305
สายองครักษ์ – นครนายก
กม. 51+750 – กม. 53+750 RT.





หัวข้อ

หน้า

บทคัดย่อ

1

1. ที่มาของโครงการ	3
2. วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
3. ประโยชน์ของโครงการ	3
4. ผลการศึกษาการนำยางพารามาใช้ในงานทาง	4
5. รายละเอียดทดลอง	4
6. กระบวนการผลิตแอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพาราแบบ Pre-blend	6
7. ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติแอสฟัลต์ซีเมนต์ในห้องปฏิบัติการ	7
8. ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต	10
9. ขั้นตอนการก่อสร้าง	13
10. การตรวจสอบและประเมินสภาพทาง	14
11. ผลการสำรวจและประเมินสภาพทาง	15
12. ผลการทดสอบเปรียบเทียบการเกิดร่องล้อของตัวอย่าง ที่ตัดจากผิวทางของทดลอง	20
13. สรุปผลโครงการวิจัยก่อสร้างทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา	21



จากการประชุมแนวทางการเพิ่มอุปสงค์ของยางพาราในประเทศ เมื่อวันที่ 19 กันยายน 2555 ณ ห้องประชุมสีเขียว ตึกไทยคู่ฟ้า ทำเนียบรัฐบาล โดยนางสาวยิ่งลักษณ์ ชินวัตร นายกรัฐมนตรี เป็นประธานเห็นชอบในหลักการให้กระทรวงคมนาคม และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้อง และกระทรวงคมนาคมได้แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อพิจารณาแนวทางการนำยางธรรมชาติ (ยางพารา) มาใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้าง และบำรุงรักษาทางหลวง ทางพิเศษ และทางรถไฟ ตามคำสั่ง ที่ 322/2555 ลงวันที่ 12 ตุลาคม 2555

ต่อมากรมทางหลวงได้แต่งตั้งคณะทำงานศึกษาการนำยางพารามาใช้ในงานผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2555 โดยมีอำนาจหน้าที่ศึกษาคุณสมบัติของยาง AC 60/70 ผสมยางพารา ศึกษาส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา กำหนดหลักเกณฑ์ และข้อกำหนดพิเศษ ในการออกแบบและนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพาราไปใช้ในงานก่อสร้างแปลงทดสอบให้คำปรึกษาแนะนำ ในการจัดทำโครงการนำร่องผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา และติดตาม ประเมินผล เปรียบเทียบคุณสมบัติส่วนผสมในท้องปฏิบัติการและในภาคสนาม คณะทำงานฯ ได้ศึกษาผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า แอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพารามีคุณสมบัติดีกว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ปกติ แต่ด้อยกว่า Polymer Modified Asphalt คณะทำงานมีความเห็นว่าควรศึกษาผลจากแปลงทดสอบในสนาม เพื่อดูพฤติกรรมหรือ Performance ของแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพาราว่าเป็นอย่างไร และที่สำคัญเพื่อให้สามารถก่อสร้างได้จริง ในสนามควรที่จะใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพาราในรูป Pre-Blend ซึ่งเป็นแอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพาราลำเร็จรูป จะเป็นวิธีที่สะดวก ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Plant) แต่อย่างใด

โดยมีสถานที่ก่อสร้างแปลงทดสอบ คือ ทางหลวงหมายเลข 305 ช่วงกม. 51+750 - กม. 53+750 RT. ในพื้นที่ของสำนักงานบำรุงทางนครนายก โดยมี บริษัท ถนนมวงศ์บริการ จำกัด เป็นผู้รับจ้างก่อสร้าง แปลงทดสอบดังกล่าว ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็น แอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางธรรมชาติ (ยางพารา) ระยะทาง 1 กิโลเมตร ช่วงกม. 52+750 - 53+750 RT. ส่วนที่ 2 เป็นแอสฟัลต์คอนกรีตปกติ ระยะทาง 1 กิโลเมตร ช่วงกม. 51+750 - 52+750 RT. ก่อนการก่อสร้างแปลงทดสอบได้ทำการสำรวจสภาพทาง เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบกับสภาพทางหลังการก่อสร้าง และได้ทำการก่อสร้างแปลงทดสอบ เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2556 ซึ่งมีนายชัชวาลย์ บุญเจริญกิจ อธิบดีกรมทางหลวงเป็นประธาน หลังจากนั้นจะทำการติดตามและประเมินผลหลังการก่อสร้างที่ระยะ 3 เดือน 2 ครั้ง และ 6 เดือน 2 ครั้ง โดยใช้เครื่องมือของกรมทางหลวง อาทิเช่น เครื่อง Falling Weight Deectometer เครื่อง Laser Prolometer เครื่อง Skid Resistance Tester และเครื่อง Pavement Rutting Tester เพื่อตรวจสอบค่าความแข็งแรง ความเรียบ ความต้านทานการลื่นไถล และการเกิดร่องล้อ และเปรียบเทียบระหว่าง แอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางธรรมชาติ (ยางพารา) และแอสฟัลต์คอนกรีตปกติ



จากผลการตรวจสอบและประเมินผลก่อนการก่อสร้าง 1 ครั้ง และหลังการก่อสร้างแล้ว 2 ครั้ง หรือที่อายุการใช้งาน 85 วัน ปรากฏว่า ช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา มีค่า Skid Resistance Value (SRV) ≥ 45 จำนวน 2 จุด ทดสอบ ส่วนช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติ ไม่มีจุดทดสอบใดเลยที่มีค่า ≥ 45 สามารถกล่าวได้ว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา มีความฝืดสามารถต้านทานการลื่นไถลได้ดีกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติ ในด้านความต้านทาน



การเกิดร่องล้อ พบว่าช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา มีพื้นที่ที่เกิดร่องล้อลึกเกิน 1.00 ซม. คิดเป็น 53.5% ของพื้นที่ ส่วนช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติมีพื้นที่ที่เกิดร่องล้อลึกเกิน 1.00 ซม. คิดเป็น 85.5% ของพื้นที่ จึงกล่าวได้ว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา มีความสามารถต้านทานน้ำหนักรถบรรทุกจากการจราจรได้ดีกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติ นอกจากนี้ยังพบว่า ช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา มีค่า Mean Texture Depth (MTD) ลดลงจากตอนที่เริ่มเปิดใช้งาน 0.32 มม. (ลดลง 61.5%) ในเลนรถบรรทุก (เลนซ้าย) และ 0.16 มม. (ลดลง 26.7%) ในเลนรถเบา (เลนขวา) ส่วนช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติ มีค่า Mean Texture Depth (MTD) ลดลงจากตอนที่เริ่มเปิดใช้งาน 0.43 มม. (ลดลง 67.2%) ในเลนรถบรรทุก (เลนซ้าย) และ 0.30 มม. (ลดลง 50.0%) ในเลนรถเบา (เลนขวา) แสดงว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารายังคงมีความลึกของพื้นผิวจราจรมากกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติ ซึ่งจะช่วยในการขับขี่ของผู้ใช้รถใช้ถนนให้มีความมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น



สภาพปัจจุบันของแปลงทดสอบผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา (เมื่อปี พ.ศ.๒๕๕๕) ทางสาย อ.สนามชัยเขต - ท่าตะโกชัย



โครงการวิจัยก่อสร้าง||แปลงทดสอบ แอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา



ที่มาของโครงการ

การประชุมแนวทางการเพิ่มอุปสงค์ของยางพาราในประเทศ เมื่อวันที่ 19 กันยายน 2555 ณ ห้องประชุมสีเขียว ตึกไทยคู่ฟ้า ทำเนียบรัฐบาล โดยนางสาวยิ่งลักษณ์ ชินวัตร นายกรัฐมนตรี เป็นประธาน เห็นชอบในหลักการให้กระทรวงคมนาคมและกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้อง กระทรวงคมนาคมได้แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อพิจารณาแนวทางการนำยางธรรมชาติ (ยางพารา) มาใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางหลวง ทางพิเศษ และทางรถไฟ ตามคำสั่งที่ 322/2555 ลงวันที่ 12 ตุลาคม 2555



นายชัชวาลย์ บุญเจริญกิจ
อธิบดีกรมทางหลวง



วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของการก่อสร้างแปลงทดสอบดังกล่าวเพื่อติดตามและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรม ทั้งในท้องปฏิบัติการ และพฤติกรรมการใช้งานจริงของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา กับผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ นอกจากนี้จะทำการตรวจสอบพฤติกรรมเชิงสมรรถนะของผิวทางแอสฟัลต์ผสมยางพาราในสนามเมื่อมีการจราจรวิ่งผ่าน และเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จจะมีการติดตามประเมินผล โดยใช้เครื่องมือสำรวจและประเมินสภาพทางของกรมทางหลวง ได้แก่ Falling Weight Deflectometer, Laser Profilometer และหาค่า Mean Texture Depth และ Skid Resistance Value เป็นต้น



ประโยชน์ของโครงการ

ประโยชน์ของการก่อสร้างแปลงทดสอบดังกล่าว จะสามารถทราบถึงคุณสมบัติและพฤติกรรมของผิวทางแอสฟัลต์ผสมยางพารา เมื่อมีรถบรรทุกวิ่งผ่านในสภาพอากาศร้อน หรือมีฝนตก เป็นทางเลือกหนึ่งในการกำหนดผิวทางให้เหมาะสมกับปริมาณการจราจร สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศ ที่สำคัญช่วยเพิ่มอุปสงค์การใช้ยางธรรมชาติ (ยางพารา) สนองตอบนโยบายของรัฐบาล



ผลการศึกษานำยางพารามาใช้ในงานทาง

การใช้ยางธรรมชาติในงานทางโดยการผสมยางพารากับยางมะตอยเพื่อใช้ในการลาดถนนเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถใช้ปรับปรุงสมบัติของยางมะตอยให้ดีขึ้นโดยอาศัยสมบัติบางประการที่เป็นข้อดีของยางธรรมชาติ เช่น ความคงตัวสูง (Stability), ความยืดหยุ่นดี (Elasticity) และทนความล้าดี (Fatigue Resistance) มาเป็นตัวเสริมสมบัติของยางมะตอยทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของถนน และจากรายงานของ INRO (1999) พบว่ามีการใช้ยางธรรมชาติในงานทางอย่างกว้างขวางทั้งในเนเธอร์แลนด์, สหรัฐอเมริกา, อังกฤษ และออสเตรเลีย ซึ่งมีผลทำให้ถนนมีความทนทานมากขึ้น (ฉวีรัตน์ วิชิตชลชัย)

กรมทางหลวงได้แต่งตั้งคณะทำงานศึกษานำยางพารามาใช้ในงานผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2555 โดยมีอำนาจหน้าที่

- 1) ศึกษาคุณสมบัติของยาง - AC 60/70 ผสมยางพารา
- 2) ศึกษาส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา
- 3) กำหนดหลักเกณฑ์พร้อมทั้งจัดทำข้อกำหนดพิเศษ สำหรับการออกแบบส่วนผสมและการก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพาราในแปลงทดสอบ
- 4) ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการจัดทำโครงการนำร่องผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา
- 5) ติดตาม ประเมินผล เปรียบเทียบ คุณสมบัติส่วนผสมในท้องปฏิบัติการและในภาคสนาม

คณะทำงานฯ มีความเห็นว่าข้อมูลผลการทดสอบในท้องปฏิบัติการ แอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพารามีคุณสมบัติดีกว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ปกติ แต่ด้อยกว่า Polymer Modified Asphalt และควรศึกษาผลจากแปลงทดสอบในสนาม เพื่อดูพฤติกรรมหรือ Performance ของแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา และเพื่อให้สามารถก่อสร้างได้จริงในสนาม ควรที่จะใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพาราในรูป Pre-Blend ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก ไม่จำเป็นต้องปรับปรุง Plant แต่อย่างใด



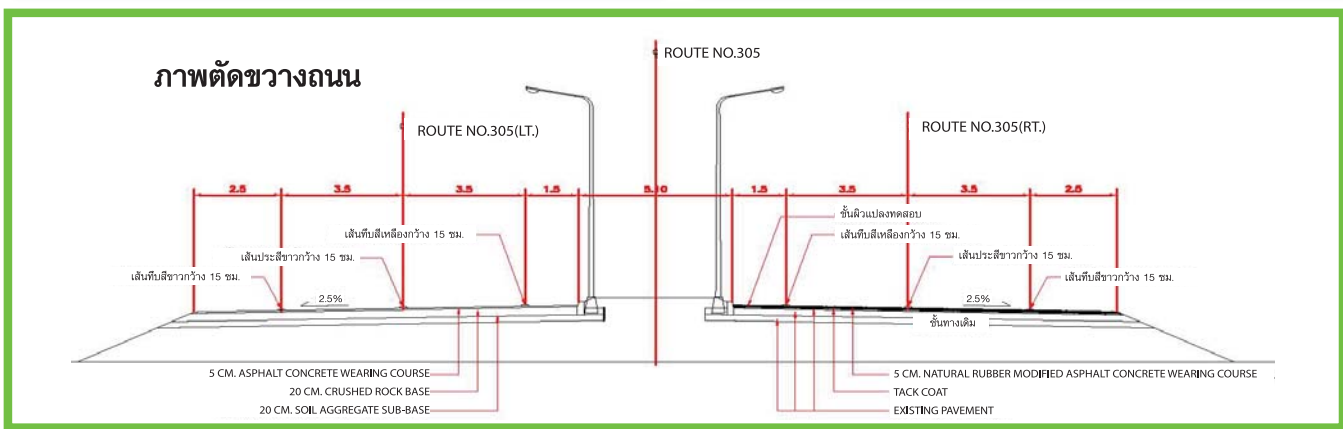
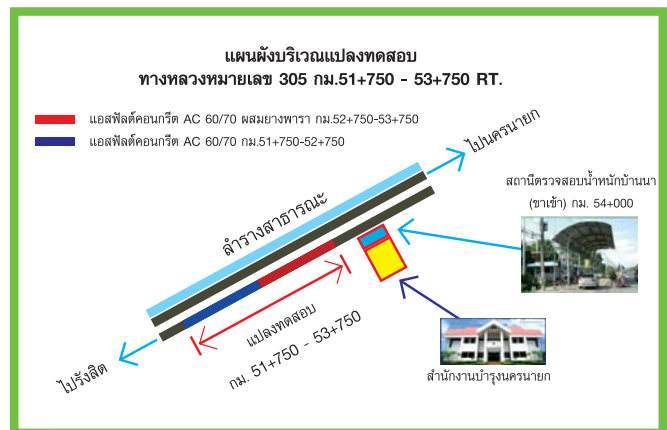
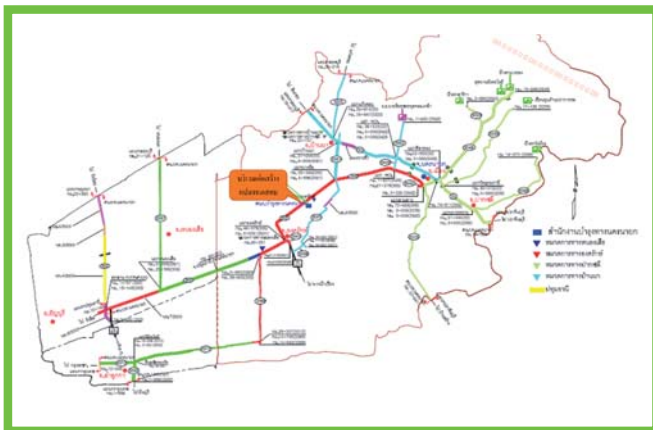


รายละเอียดแปลงทดสอบ

คณะทำงานฯ ได้กำหนดหลักเกณฑ์การจัดทำแปลงทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) เป็นโครงการวิจัยก่อสร้างแปลงทดสอบ
- 2) เป็นทางหลวงที่มีการจราจรและมีรถบรรทุกหนักวิ่งผ่านพอสมควร พื้นที่ดำเนินการอยู่ในความรับผิดชอบของแขวงทางหลวง/สำนักบำรุงทาง
- 3) แบ่ง section ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ แอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางธรรมชาติ (ยางพารา) ระยะทาง 1 กิโลเมตร ส่วนที่ 2 คือ แอสฟัลต์คอนกรีตปกติ ระยะทาง 1 กิโลเมตร

แผนที่โครงการ และภาพตัดขวางถนน



การสำรวจปริมาณจราจร

ทางหลวงหมายเลข 305 จุดสำรวจบริเวณ หลัก กม.ที่ 54+100

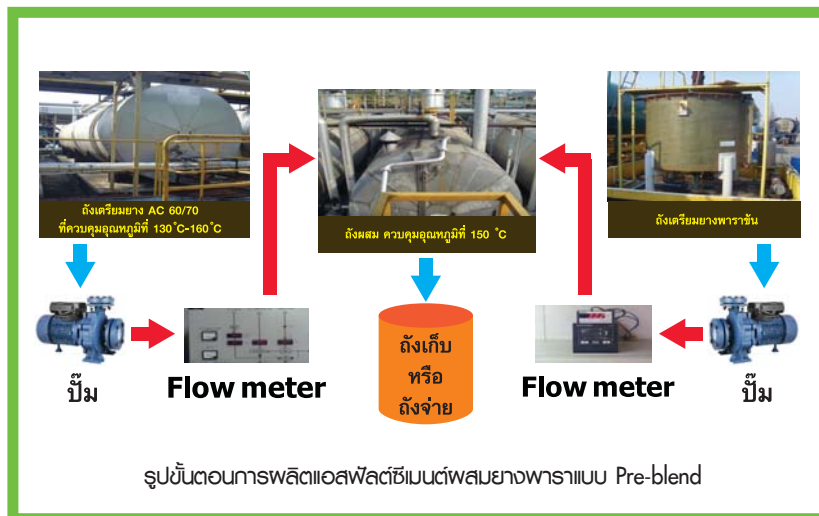
ปริมาณ จราจร (คัน/วัน)	ขาเข้า	ขาออก	รวม
	11,384	7,570	18,954
เปอร์เซ็นต์ รถบรรทุก	ขาเข้า	ขาออก	เฉลี่ย
	31.62	33.96	32.56

ข้อมูลจากสำนักอำนวยความปลอดภัย





กระบวนการผลิตแอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพาราแบบ Pre-blend



1. เตรียม AC 60/70 ตามปริมาณที่ต้องการ โดยควบคุมความร้อนให้อยู่ระหว่าง 130-160 °C
2. สูบถ่าย AC 60/70 ที่จัดเตรียมไว้ไปที่ถังผสมที่มีใบกวน
3. ตรวจสอบปริมาณ AC 60/70 ที่สูบไปถึงผสมตามสัดส่วนที่ต้องการโดยอ่านค่าจาก Flow meter
4. เตรียมน้ำยางพาราชั้น ในถังที่ติดตั้งใบกวนให้มีความสม่ำเสมอ
5. สูบถ่ายน้ำยางพาราชั้น จากถังเตรียม ผ่าน Flow meter เข้าถังผสมตามสัดส่วนการผสม

หมายเหตุ

- ควบคุมอุณหภูมิของยางในถังผสมที่ 150 °C
- เปิดใบกวนให้ทำงานต่อเนื่องจนกว่ายาง AC60/70 และน้ำยางพาราชั้นจะผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน
- เก็บตัวอย่างในถังผสมไปทดสอบคุณสมบัติตามข้อกำหนด



ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติแอสฟัลต์ซีเมนต์ ในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติแอสฟัลต์ซีเมนต์

ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ของยางแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70, AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% และพอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ พบว่า ค่า Penetration ของ AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% มีค่าน้อยกว่า AC 60/70 ปกติ และค่า Softening Point มีค่าสูงกว่า AC 60/70 ปกติ แต่ต่ำกว่าพอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ แสดงว่า AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% มีความแข็งแรง จะสามารถต้านทานการเกิดร่องล้อได้มากกว่า AC 60/70 ปกติ แต่น้อยกว่า พอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์

ส่วนค่า Elastic Recovery พบว่า ค่า Elastic Recovery ของ AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% มีค่ามากกว่า AC 60/70 ปกติ แต่ต่ำกว่าพอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ แสดงว่า AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% มีความยืดหยุ่นดีกว่า AC 60/70 ปกติ แต่น้อยกว่า พอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์

ส่วนค่า Toughness/Tenacity พบว่าพบว่า ค่า Toughness/Tenacity ของ AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% มีค่ามากกว่า AC 60/70 ปกติ แต่ต่ำกว่าพอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ แสดงว่า AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% มีความสามารถยึดเกาะกับมวลรวม (หิน) ได้ดีกว่า AC 60/70 ปกติ แต่น้อยกว่า พอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ ซึ่งจะมีผลทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา 5.0% มีความทนทานมากกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติ แต่น้อยกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ พอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์

ตารางผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติยางแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70, AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% และ พอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์

ลำดับที่	คุณลักษณะ	AC 60/70	AC + Natural Rubber	PMA	ข้อกำหนดพิเศษ	Specication	วิธีทดสอบ
					Rubber Modied Asphalt Cement	TIS 2156-2547	
1	เพนิทรชัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 วินาที (0.1 มิลลิเมตร)	67	54	63	50-70 (ASTM D 5)	55-70	มอก.1201
2	จุดอ่อนตัว ไม่น้อยกว่า (องศาเซลเซียส)	51.2	55.6	79.2	50 Min. (ASTM D 36)	70	มอก.1216
3	ความยืดดึง ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตรต่อนาที ไม่น้อยกว่า (เซนติเมตร)	89	80	92	50 Min. (ASTM D 113)	55	มอก.1202
4	ความยืดหยุ่นกลับ (elastic recovery) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะ 10 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า (ร้อยละ)	25	65	93	50 Min. (ASTM D 6084)	70	มอก.6084



ตารางผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติยางแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70,
AC 60/70 พสมยางพารา 5.0% และ พอลิเมอร์มอดิฟายด์แอสฟัลต์ซีเมนต์

ลำดับที่	คุณลักษณะ	AC 60/70	AC + Natural Rubber	PMA	ข้อกำหนดพิเศษ	Specification	วิธีทดสอบ
					Rubber Modied Asphalt Cement	TIS 2156-2547	
5	ความเหนียวและทนฉีก (Toughness/Tenacity) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเหนียว ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม.เซนติเมตร) ทนฉีก ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม.เซนติเมตร)	55 6	158 84	304 229	- -	170 100	ASTM D 5801
6	ความหนืด บรูคฟิลด์ อัตราเร็ว 18.6 วินาที-1 แกน (spindle) 21 ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส ไม่เกิน (มิลลิพาสคัล.วินาที)* ที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส ไม่เกิน (มิลลิพาสคัล.วินาที)*	650 185	1060 265	1430 400	Viscosity at 150 C 200 - 600 cP (ASTM D 4402) *(1Cp=1 Mp.S)	3000 1000	ASTM D 4402
7	เสถียรภาพต่อการเก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 163 องศาเซลเซียส ค่าความแตกต่างของจุดอ่อนตัว ระหว่างบนและล่างของหลอดทดสอบ ไม่เกิน (องศาเซลเซียส)	0.5	0.5	1.0	4 Max. (ASTM D 5892)	2	ASTM D 5892 มอก.1216
8	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	1.03	1.01	1.00	-	1.00-1.05	ASTM D 70
9	จุดวาบไฟ ไม่น้อยกว่า (องศาเซลเซียส)	272	315	332	220 Min. (ASTM D 92)	220	มอก.1182 เล่ม 2
10	การละลายในทอลูอีน ไม่น้อยกว่า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	99.95	99.90	99.80	-	99.0	ASTM D 5546
11	ความต้านแรงเฉือนไดนามิก จี*/ชานน์ 6 ที่อุณหภูมิ 76 องศาเซลเซียส 10 rad/s ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัมฟาสคัล)	1.2	1.7	2.6	-	1.0	AASHT O TP5
12	น้ำหนักที่สูญเสียไปเมื่อให้ความร้อน ไม่เกิน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.4	0.2	0.1	1.0 Max. (ASTM D 1754)	0.5	ASTM D 28721
	กากที่เหลือจากการอบ						
13	เพนิทรีชัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 วินาที ไม่น้อยกว่า (ร้อยละของเพนิทรีชันเดิม)	63.0	70.9	75.9	60 Min. (ASTM D 5)	70	มอก.1201
14	จุดอ่อนตัวแตกต่างจากเดิม (องศาเซลเซียส)	+8.0	+2.9	-1.4	+6 Max. (ASTM D 36)	-4 ถึง +6	มอก.1216
15	ความยืดดึง ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตร ต่อ นาที ไม่น้อยกว่า (เซนติเมตร)	8	14	76		40	มอก.1202
16	ความยืดหยุ่นกลับที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า (%)	40	45	90	35 Min. (ASTM D 6084)	60	ASTM D 6084

หมายเหตุ

1. อาจใช้วิธีทดสอบตาม มอก.1223 ได้ แต่ในการนี้ตัดสินใจให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 2872
2. การทดสอบลำดับที่ 13 ถึง 16 ให้ใช้กากที่เหลือจากการอบ ตามวิธีที่กำหนดใน ASTM D 2872

ผลการทดสอบแอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพารา 5.0 % ที่ใช้ในการออกแบบ Job Mix Formula

ลำดับที่	คุณลักษณะ	AC + Natural Rubber 5.0%	ข้อกำหนดพิเศษ
1	เพนิทรีน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 วินาที (0.1 มิลลิเมตร)	60	50-70 (ASTM D 5)
2	จุดอ่อนตัว ไม่น้อยกว่า (องศาเซลเซียส)	53.1	50 Min.
3	ความยืดดึงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตรต่อวินาที ไม่น้อยกว่า (เซนติเมตร)	53.1	50 Min.
4	จุดควบไฟ ไม่น้อยกว่า (องศาเซลเซียส)	305	220 Min. (ASTM D 113)
5	ความยืดหยุ่นกลับ (elastic recovery) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะ 10 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า (ร้อยละ)	66.2	50 Min. (ASTM D 6084)
6	เสถียรภาพต่อการเก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 163 องศาเซลเซียส ค่าความแตกต่างของจุดอ่อนตัวระหว่างบนและล่างของหลอดทดสอบ ไมเกิน (องศาเซลเซียส)	3.9	4 Max. (ASTM D 5892)
7	ความหนืด บรูคฟิลด์ อัตราเร็ว 18.6 วินาที-1 แกน (spindle) 21 ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส (centiPoise)	500	Viscosity at 150 C 200 - 600 cP (ASTM D 4402)
กากที่เหลือจากการอบ			
8	น้ำหนักที่สูญเสียไปเมื่อให้ความร้อน ไมเกิน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.06	1.0 Max. (ASTM D 1754)
9	เพนิทรีน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 วินาที ไม่น้อยกว่า (ร้อยละของเพนิทรีนเดิม)	86.7	60 Min. (ASTM D 5)
10	จุดอ่อนตัวแตกต่างจากเดิม (องศาเซลเซียส)	+1.7	+6 Max. (ASTM D 36)
11	ความยืดหยุ่นกลับที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า (%)	36.2	35 Min. (ASTM D 6084)

ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตาม Job Mix Formula

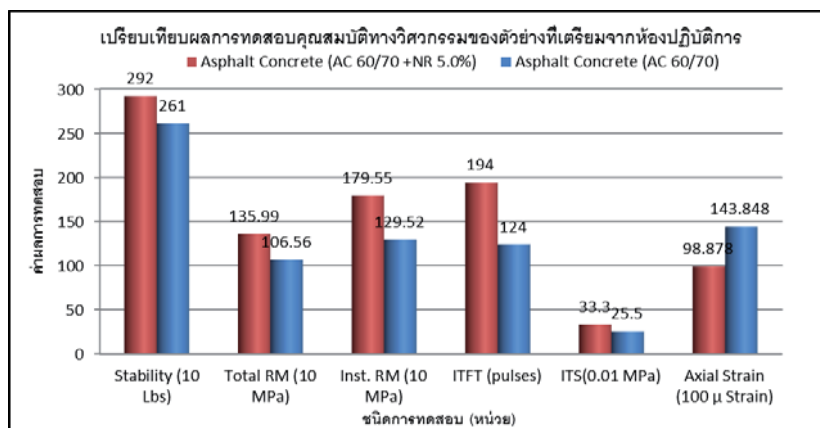
ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70, AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% พบว่า ค่าเสถียรภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% มีค่าสูงกว่า AC 60/70 ปกติเล็กน้อย แต่ต่ำกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้พอลิเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์ซีเมนต์ แสดงว่า AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0% มีความแข็งแรงกว่า จะสามารถต้านทานการเกิดร่องล้อได้มากกว่า AC 60/70 ปกติ แต่น้อยกว่า พอลิเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์ซีเมนต์

ตารางผลการออกแบบ Job Mix Formula

คุณสมบัติของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต	แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70	แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0%
	ค่า (Tolerant Limit)	ค่า (Tolerant Limit)
Asphalt Content (% by Mass of Aggregate)	5.0 ±(0.3)	5.0 ±(0.3)
Marshall density (gm./ml.)	2.415 (2.403 – 2.424)	2.416 (2.408 – 2.422)
Marshall Air Voids (%)	4.0 (3.2 – 4.8)	4.0 (3.4 – 4.7)
Voids in Mineral Aggregate (%)	14.6 (>14)	14.5 (>14)
Voids Filled with Bitumen (%)	72.6 (67 – 77)	72.4 (67 – 77)
Marshall Stability (lbs.)	2610 (>2300)	2920 (>2600)
Marshall Flow (0.01")	11.0 (10 – 12)	11.0 (10 – 12)
Marshall Stability/Marshall Flow (lbs./0.01")	237 (>160)	265 (>200)
Strength Index (%)	87.9 (>75)	88.5 (>75)

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของตัวอย่างที่เตรียมจากห้องปฏิบัติการ

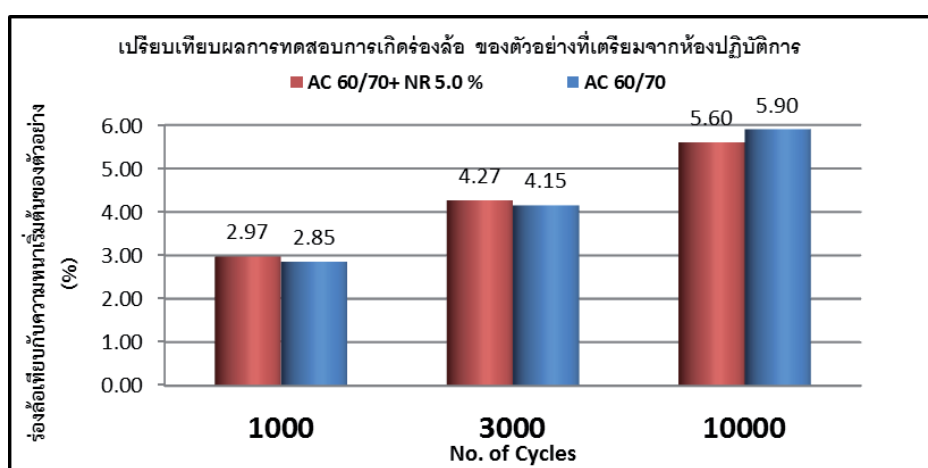
ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ยาง AC 60/70 กับแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0 % โดยน้ำหนักของยาง AC 60/70 พบว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0% มีค่า Stability ค่า Resilient Modulus จำนวน Pulses จากการทดสอบ ความล้า แบบ Indirect Tensile Fatigue และ ค่า Indirect Tensile Strength สูงกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ ส่วนผลการทดสอบ Dynamic Creep พบว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0% มีแนวโน้มของการเสียรูปแบบถาวรน้อยกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ ตามกราฟเปรียบเทียบดังต่อไปนี้



ผลการทดสอบการเกิดร่องล้อของตัวอย่างที่เตรียมจากห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบเปรียบเทียบการเกิดร่องล้อระหว่างแผ่นตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ยาง AC 60/70 กับ แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0% โดยน้ำหนักของยาง AC 60/70 ด้วยเครื่อง Pavement Rutting Tester พบว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0% มีแนวโน้มของการเกิดร่องล้อน้อยกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ ดังตารางผลการทดลอง และกราฟเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

รายการ	AC 60/70			AC 60/70 + NR 5.0%		
No. of cycle	1000	3000	1000	1000	3000	1000
ตัวอย่างที่ 1 (LT)	2.73	4.00	6.04	2.50	4.00	4.91
ตัวอย่างที่ 2 (RT)	2.92	4.07	5.37	2.91	4.23	5.37
ตัวอย่างที่ 3 (LT)	3.06	4.51	6.40	3.65	4.89	6.49
ตัวอย่างที่ 4 (RT)	2.70	4.03	5.80	2.81	3.95	5.64
Average	2.85	4.15	5.90	2.97	4.27	5.60





ขั้นตอนการก่อสร้าง

หลังจากที่ได้ทำการผลิตแอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพารา 5.0 % แบบ Pre-blend แล้วนำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตแอสฟัลต์คอนกรีต (Hot Mix) ที่โรงงานผสมซึ่งตั้งอยู่ที่ กม.22+000 ด้านขวาทาง 3 กิโลเมตร ทางหลวงหมายเลข 305 สาย รั้งสิต – นครนายก และขนส่งแอสฟัลต์คอนกรีตมาทำการก่อสร้างแปลงทดสอบที่ กม.51+750 – 53+750 RT. โดยดำเนินการก่อสร้างตามข้อกำหนดพิเศษที่ สว.พิเศษ 1/2555



รูปการก่อสร้างแปลงทดสอบ





การตรวจสอบและประเมินสภาพทาง



การติดตามประเมินผลสภาพผิวทางและโครงสร้างทางก่อนการก่อสร้าง และการทดสอบคุณสมบัติส่วนผสมในห้องปฏิบัติการ จะดำเนินการโดยใช้เครื่องมือต่างๆ ของกรมทางหลวง ดังต่อไปนี้



เครื่อง Falling Weight Deflectometer
สำหรับใช้ในงานตรวจสอบประเมินความแข็งแรง
ของโครงสร้างชั้นทาง เพื่อให้ถนนมีความแข็งแรง



เครื่อง Skid Resistance Tester
สำหรับใช้ในงานตรวจสอบประเมินความต้านทาน
การลื่นไถลของถนน เพื่อให้ผู้ใช้นั้นมีความปลอดภัย
ในการเดินทาง



รถสำรวจสภาพทาง
สำหรับใช้ในงานตรวจสอบและประเมินสภาพความ
เรียบของถนน , ค่าความลึกของผิวถนน , ความเสียหาย
จากรอยแตก และร่องล้อ รวมถึงการสำรวจความหนา
ของชั้นโครงสร้างทาง และสภาพภายในเขตทางด้วย



เครื่อง Pavement Rutting Tester
เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเกิดร่องล้อของผิวทางแอสฟัลต์
คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติ และ AC 60/70
ผสมยางพารา 5.0 %

ติดตามประเมินผลก่อน
การก่อสร้างและหลัง
การก่อสร้าง 3 เดือน
และ 6 เดือน

เปรียบเทียบคุณสมบัติ
ส่วนผสม
ทั้งจากในห้องทดลอง

การติดตามประเมินผลหลังการก่อสร้าง

หลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จจะมีการติดตามและประเมินผลหลังการก่อสร้างในสนาม ที่ระยะเวลา 3 เดือน 2 ครั้ง และ 6 เดือน ของกรมทางหลวง ได้แก่ เครื่อง Falling Weight Deflectometer เครื่อง Laser Profilometer เครื่อง Skid Resistance Tester เพื่อตรวจสอบค่าความแข็งแรง ความเรียบ ความต้านทานการลื่นไถล การเกิดร่องล้อ ตลอดจนสภาพความเสียหายต่างที่เกิดขึ้น นอกจากนี้จะทำการตัดแผ่นตัวอย่างผิวทางในแปลงทดสอบมาทำการทดสอบการเกิดร่องล้อด้วยเครื่อง Pavement Rutting Tester เปรียบเทียบระหว่างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางธรรมชาติ (ยางพารา) กับผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตปกติต่อไป



ผลการสำรวจและประเมินสภาพทาง

ผลการสำรวจและประเมินสภาพทางก่อนการก่อสร้างแปลงทดสอบ

ROUTE NO.	Control Section	Route Name	Sta.- Sta.	Type of Test	Average		Unit	Remarks
					เลขรถบรรทุก (เลนซ้าย)	เลขรถเบา (เลนขวา)		
305	0200	องค์รักษ์-นครนายก	51+700 - 53+700 RT.	IRI	2.33	1.80	m/km	
				Texture Depth	0.66	0.67	cm	
				Skid-Resistance	36	42	BPN.	
				Rutting	0.95	0.84	cm	
ROUTE NO.	Control Section	Route Name	Sta.- Sta.	Condition Survey	Sum		Unit	Remarks
					เลขรถบรรทุก (เลนซ้าย)	เลขรถเบา (เลนขวา)		
305	0200	องค์รักษ์-นครนายก	51+700 - 53+700 RT.	Patching	2.86	-	m ²	
				Alligator Crack	4.67	-	m ²	
				Transverse Crack	3.95	-	m	





ผลการสำรวจและประเมินสภาพทางหลังการก่อสร้างแปลงทดสอบ ครั้งที่ 1

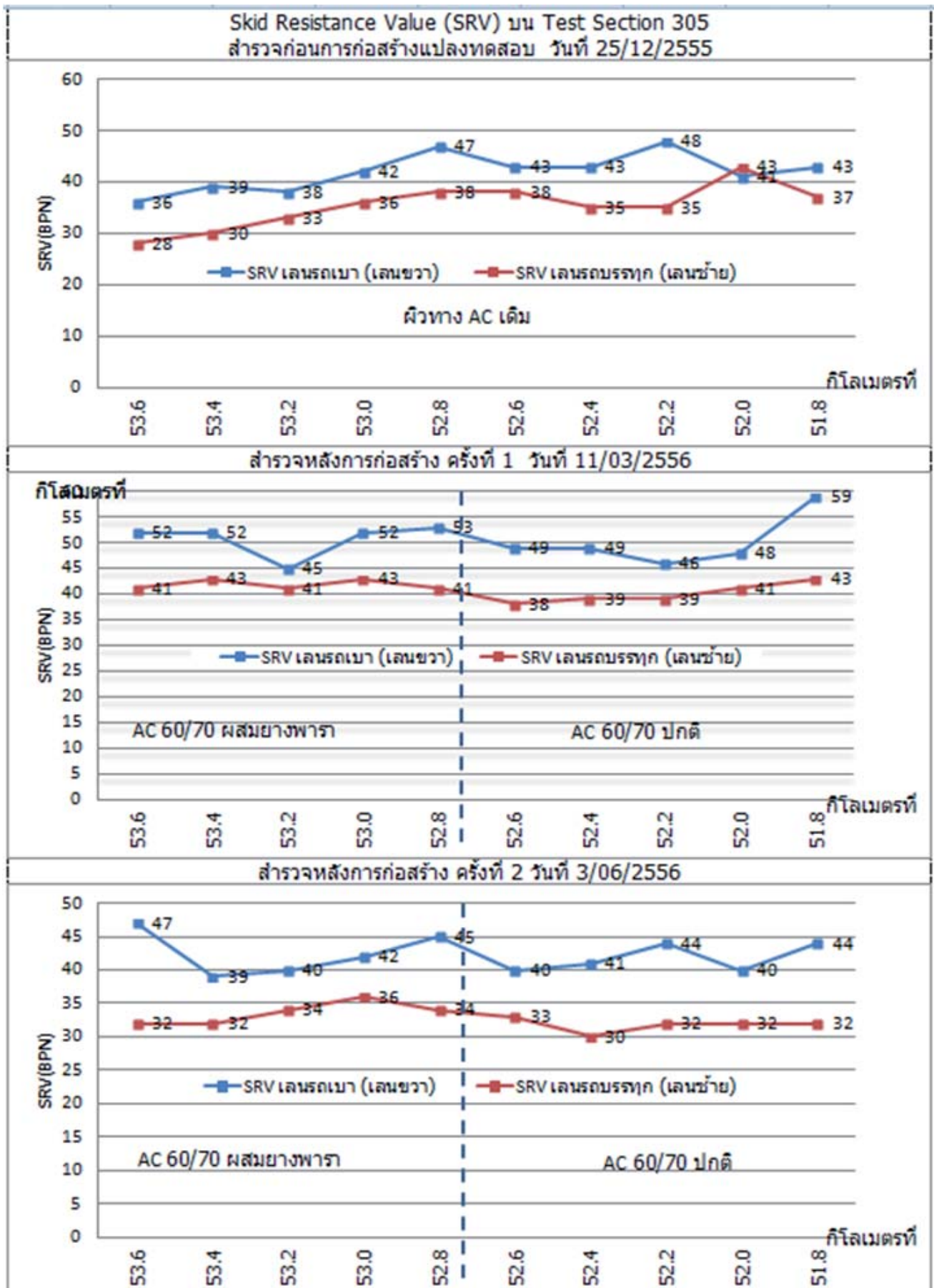
ROUTE NO.	Control Section	Route Name	Sta.- Sta.	Type of Test	Average		Unit	Remarks
					เลนรถบรรทุก (เลนซ้าย)	เลนรถเบา (เลนขวา)		
305	0200	องค์กรักษ์-นครนายก	51+700 - 53+700 RT.	IRI	1.87	1.71	m/km	
				Texture Depth	0.64	0.60	cm	
				Skid-Resistance	40	50	BPN.	
				Rutting	1.15	1.04	cm	
305	0200	องค์กรักษ์-นครนายก	51+700 - 53+700 RT.	IRI	1.98	1.42	m/km	
				Texture Depth	0.52	0.60	cm	
				Skid-Resistance	42	51	BPN.	
				Rutting	0.80	0.78	cm	

ผลการสำรวจและประเมินสภาพทางหลังการก่อสร้างแปลงทดสอบ ครั้งที่ 2

ROUTE NO.	Control Section	Route Name	Sta.- Sta.	Type of Test	Average		Unit	Remarks
					เลนรถบรรทุก (เลนซ้าย)	เลนรถเบา (เลนขวา)		
305	0200	องค์กรักษ์-นครนายก	51+700 - 53+700 RT.	IRI	1.92	1.73	m/km	
				Texture Depth	0.21	0.30	cm	
				Skid-Resistance	32	42	BPN.	
				Rutting	2.42	1.41	cm	
305	0200	องค์กรักษ์-นครนายก	51+700 - 53+700 RT.	IRI	1.95	1.41	m/km	
				Texture Depth	0.20	0.44	cm	
				Skid-Resistance	34	43	BPN.	
				Rutting	2.04	0.84	cm	
ROUTE NO.	Control Section	Route Name	Sta.- Sta.	Condition Survey	Sum		Unit	Remarks
					เลนรถบรรทุก (เลนซ้าย)	เลนรถเบา (เลนขวา)		
305	0200	องค์กรักษ์-นครนายก	51+700 - 53+700 RT.	Patching	1.40	-	m ²	
				Alligator Crack	-	-	m ²	
				Transverse Crack	-	-	m	



กราฟแสดงค่าผลการสำรวจประเมินสภาพทาง
ผลการทดสอบค่า Skid Resistance Value ในสนามของแปลงทดสอบ

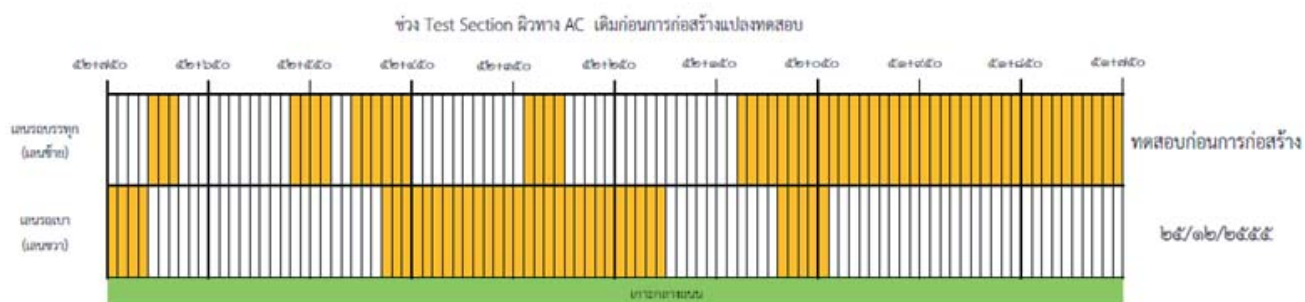
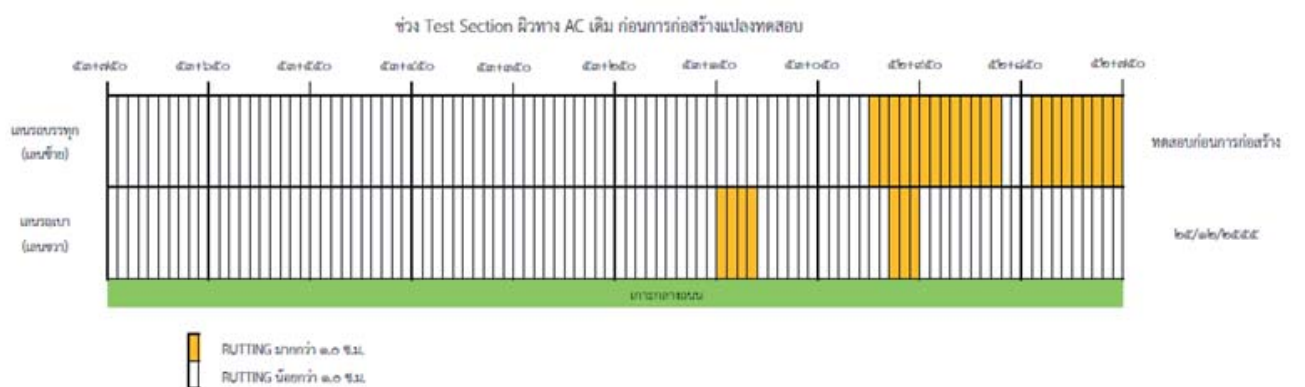




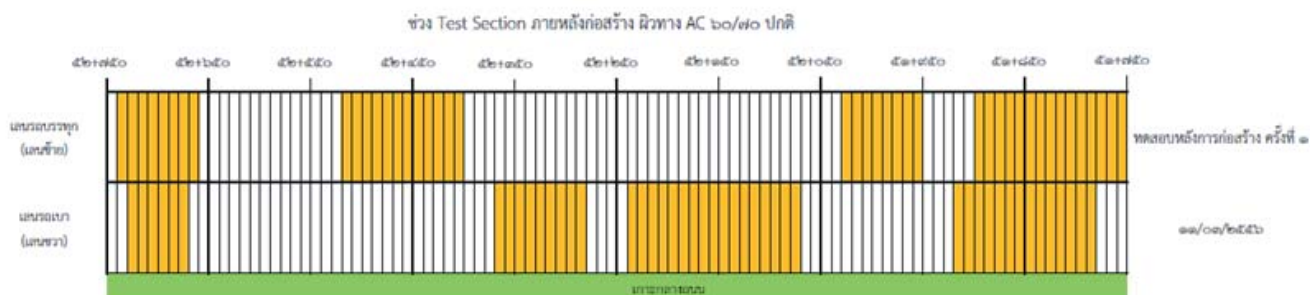
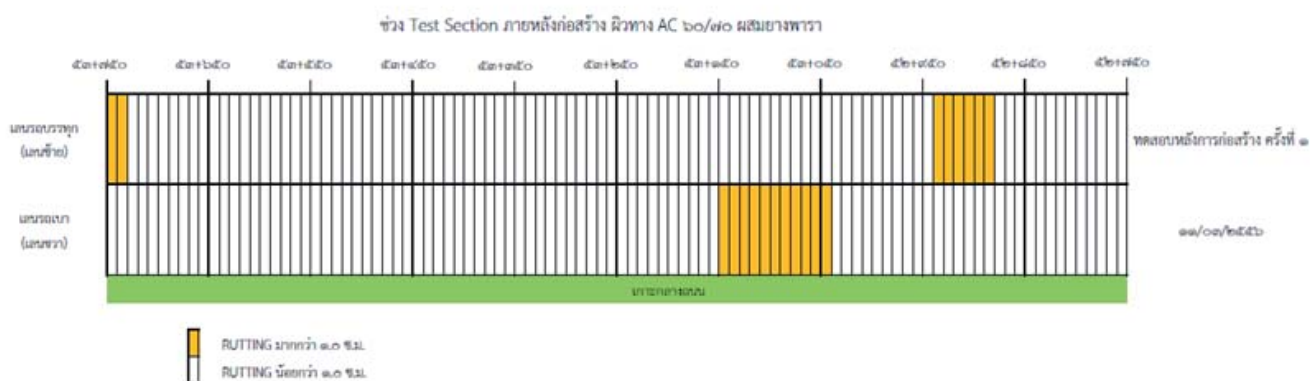
ผลการทดสอบการเกิดร่องล้อในสนามของแปลงทดสอบ

จากการประเมินผลการเกิดร่องล้อ พบว่าช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา มีพื้นที่ที่เกิดร่องล้อลึกเกิน 1.00 ซม. คิดเป็น 53.5% ของพื้นที่ ส่วนช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติมีพื้นที่ที่เกิดร่องล้อลึกเกิน 1.00 ซม. คิดเป็น 85.5% ของพื้นที่

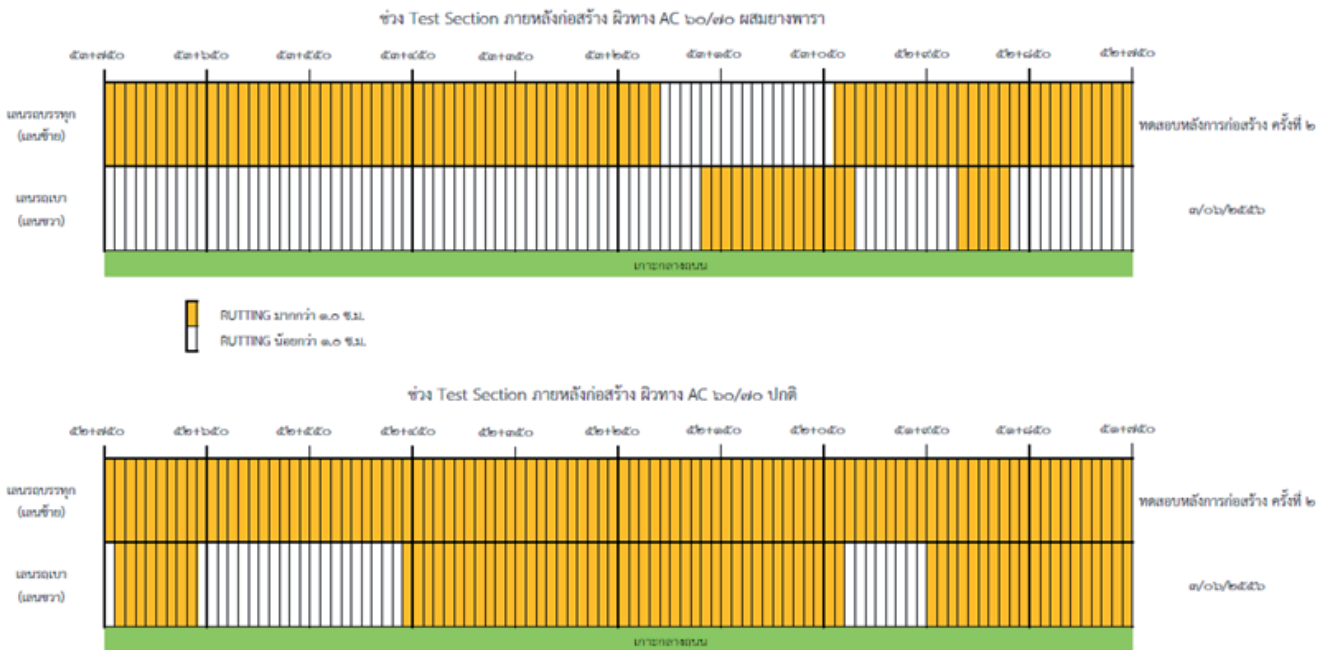
แผนภูมิแสดงค่า RUTTING ที่ตำแหน่งต่างๆ บน Test Section



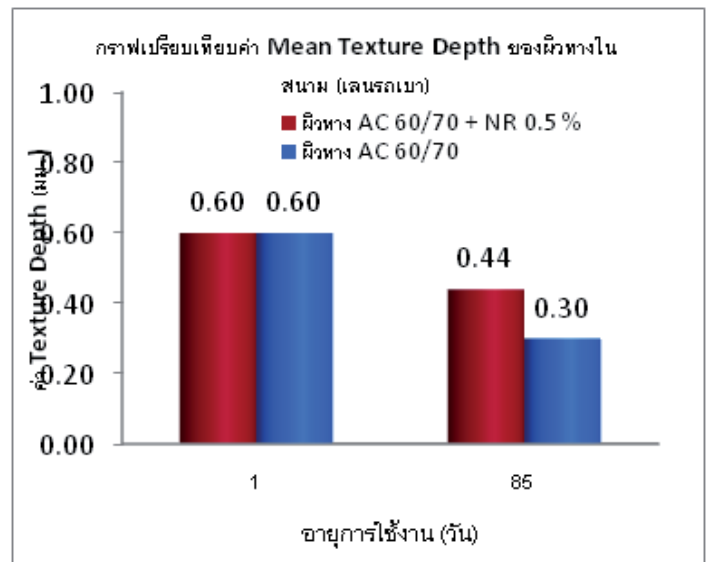
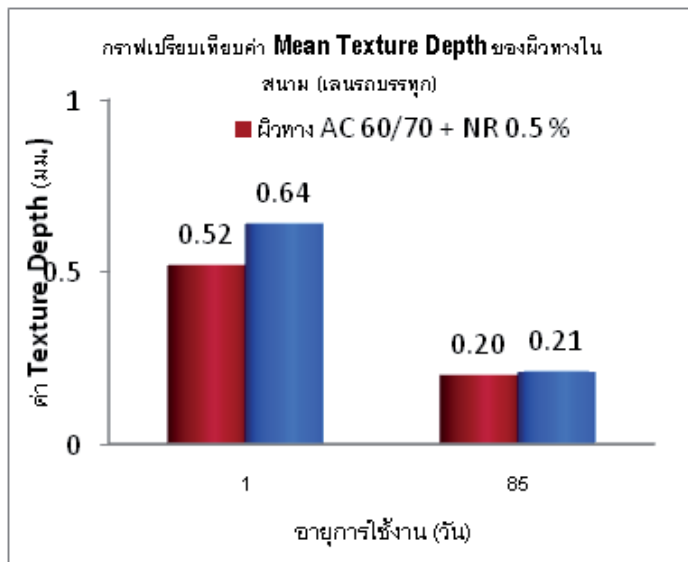
แผนภูมิแสดงค่า RUTTING ที่ตำแหน่งต่างๆ บน Test Section



แผนภูมิแสดงค่า RUTTING ที่ตำแหน่งต่างๆ บน Test Section



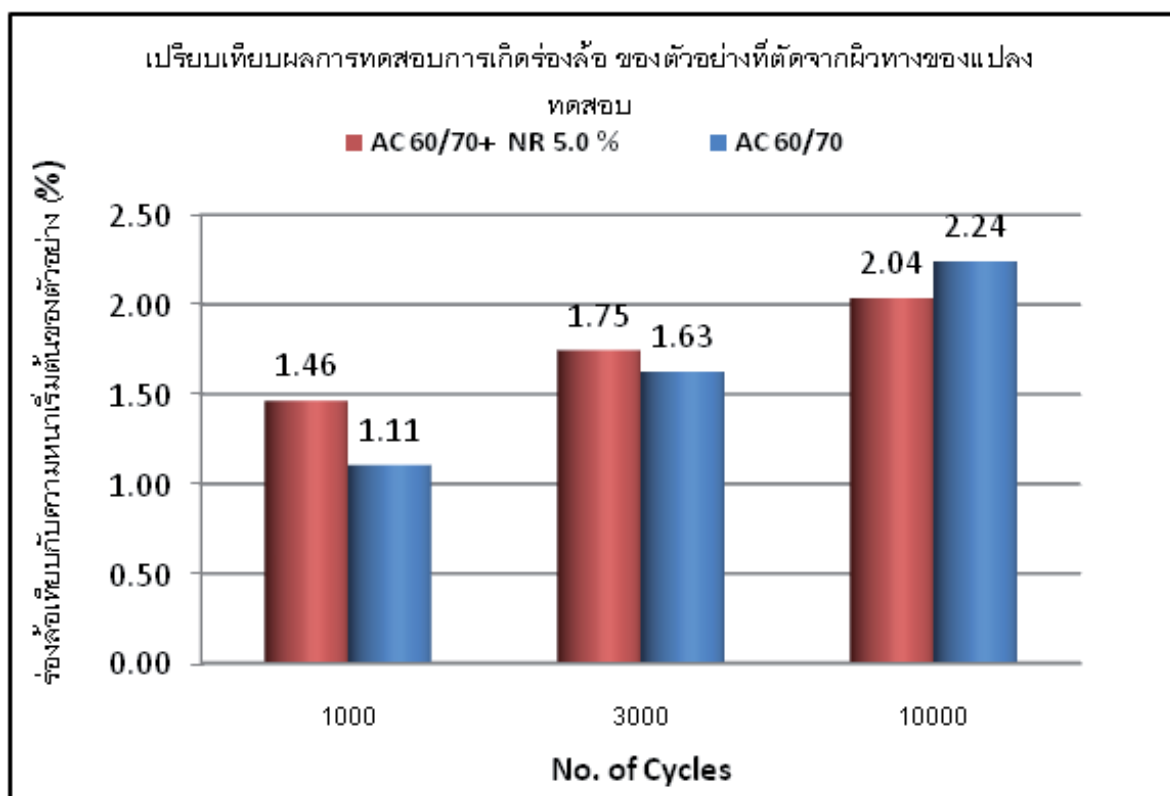
ผลการทดสอบการเกิดร่องล้อในสนามของแปลงทดสอบ



ผลการทดสอบเปรียบเทียบการเกิดร่องล้อของตัวอย่างที่ตัดจากผิวทางของแปลงทดสอบ

ผลการทดสอบเปรียบเทียบการเกิดร่องล้อระหว่างแผ่นตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ตัดจากผิวทางของแปลงทดสอบทางหลวงหมายเลข 305 สายองค์รักษ์ – นครนายก กม. 51+750- กม. 53+750 ขวาทาง ที่ใช้ยาง AC 60/70 กับ แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0% โดยน้ำหนักของยาง AC 60/70 ด้วยเครื่อง Pavement Rutting Tester พบว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0% มีแนวโน้มของการเกิดร่องล้อน้อยกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ ดังตารางผลการทดลอง และกราฟเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

รายการ	AC 60/70			AC 60/70 + NR 5.0%		
No. of cycle	1000	3000	10000	1000	3000	10000
ตัวอย่างที่ 1 (LT)	1.19	1.83	2.23	1.37	1.58	1.82
ตัวอย่างที่ 2 (RT)	1.02	1.42	2.25	1.56	1.91	2.25
Average	1.11	1.63	2.24	1.46	1.75	2.04





เครื่อง Pavement Rutting Tester (ซ้าย)
และตัวอย่างทดสอบ (ขวามือ: ตัวอย่างพสลมยางพารา
ขวาล่าง: ตัวอย่างไม่พสลมยางพารา)





สรุปผลการวิจัยก่อสร้างแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา



จากการก่อสร้างแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตผสมยางพารา ในทางหลวงหมายเลข 305 สายองค์รักษ์ – นครนายก กม. 51+750 - กม. 53+750 ด้านขวาทาง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ กับ ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0 % โดยน้ำหนักของยาง AC 60/70 พบสรุปผลทั้งในด้านเศรษฐกิจ ด้านวิศวกรรม และ ด้านสมรรถนะการใช้งานจริงในสนามได้ดังนี้

ผลทางด้านเศรษฐกิจ

การประเมินผลทางด้านราคาของผลิตภัณฑ์แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ผสมยางพารา 5.0 % โดยน้ำหนักของแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70 โดยการใช้ยางชันมาทำการผสมแบบ Pre-blend มีราคาสูงขึ้นจากแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70 ปกติ ประมาณ 14-15 % เนื่องจาก ค่าเครื่องจักร ค่าอุปกรณ์ในการดำเนินการ และค่าสารผสมเพิ่ม แต่จะถูกกว่า PMA ซึ่งมีราคาสูงกว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70 ปกติ ประมาณ 20-22 %

ในด้านราคาของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมยางพารา 5.0 % ที่ได้จากการผลิตแบบ Pre-blend พบว่า มีราคาสูงขึ้นจากแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70 ปกติ ประมาณ 18-19 % เนื่องจากแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ผสมยางพารา 5.0 % มีความหนืดสูงขึ้น ต้องใช้อุณหภูมิในการผสมและการบดทับสูงขึ้น แต่ราคาจะถูกกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ PMA ซึ่งมีราคาสูงกว่าแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70 ปกติ ประมาณ 28-29 %

นอกจากนี้ การนำยางพารามาใช้ในงานก่อสร้างทางหลวง จะเป็นการเพิ่มอุปสงค์ของยางพาราในประเทศให้สูงขึ้น มีผลดีในการช่วยการรักษาเสถียรภาพของราคายางพาราในประเทศ จึงเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยาง ซึ่งมีอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ อีกทางหนึ่ง

ผลทางด้านวิศวกรรม

จากผลการทดสอบทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการ และการประเมินผลทางสมรรถนะการใช้งานจริงในแปลงทดสอบ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ผลการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้ยาง AC 60/70 กับ แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0% โดยน้ำหนักของยาง AC 60/70 พบว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0%

ค่าเสถียรภาพ (Stability)	พบว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0 % มีค่าเสถียรภาพสูงกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ
ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus)	พบว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0 % มีค่าโมดูลัสคืนตัวสูงกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ
ค่าความต้านทานต่อความล้า (แบบ Indirect Tensile Fatigue)	พบว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0 % มีค่าความต้านทานต่อความล้า หรือจำนวน Pulses ที่ตัวอย่างสามารถรับได้ จนกระทั่งเกิดความเสียหาย มากกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ
ค่าความต้านทานต่อแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength)	พบว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0 % มีค่ากำลังรับแรงดึงทางอ้อมมากกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ
ค่าความต้านทานการเสียรูปแบบถาวรจากการทดสอบ Dynamic Creep	พบว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0 % มีค่าการเสียรูปร่างน้อยกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ





ผลทางด้านวิศวกรรม

ค่าการเกิดร่องล้อ โดยการใช้ตัวอย่างที่เตรียมจากส่วนผสมในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง Pavement Rutting Tester	พบว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0 % มีแนวโน้มของการเกิดร่องล้อน้อยกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ โดยค่าร่องล้อที่ได้จากการทดสอบที่ 10000 รอบ เท่ากับ 5.6 % ในขณะที่แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ ได้ค่าเท่ากับ 5.9 %
ค่าการเกิดร่องล้อ โดยการใช้ตัวอย่างที่ตัดมาจากผิวทางของแปลงทดสอบมาทำการทดสอบด้วยเครื่อง Pavement Rutting Tester	พบว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสม ยางพารา 5.0 % มีแนวโน้มของการเกิดร่องล้อน้อยกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ โดยค่าร่องล้อที่ได้จากการทดสอบที่ 10000 รอบ เท่ากับ 2.04 % ในขณะที่แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ ได้ค่าเท่ากับ 2.24 %

ผลด้านสมรรถนะการใช้งานจริงในสนาม

ผลจากการสำรวจประเมินสภาพทางในสนามเพื่อตรวจสอบสมรรถนะในการใช้งานจริง เปรียบเทียบระหว่างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ผสมยางพารา 5.0 % กับผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ยาง AC 60/70 ปกติ มีผลดังนี้

ผลการทดสอบค่า Mean Texture Depth ช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา	มีค่า Mean Texture Depth (MTD) ลดลงจากตอนที่เริ่มเปิดใช้งาน 0.32 มม. (61.5%) ในเลนรถบรรทุก (เลนซ้าย) และ 0.16 มม.(26.7%) ในเลนรถเบา (เลนขวา) ส่วนช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติยางพารา มีค่า Mean Texture Depth (MTD) ลดลงจากตอนที่เริ่มเปิดใช้งาน 0.43 มม. (67.2%) ในเลนรถบรรทุก (เลนซ้าย) และ 0.30 มม.(50.0%) ในเลนรถเบา (เลนขวา)
ผลการตรวจสอบและประเมินผลก่อนการก่อสร้าง 1 ครั้ง และหลังการก่อสร้าง แล้ว 2 ครั้ง หรือที่อายุการใช้งาน 85 วัน	ปรากฏว่า ช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา มีค่า Skid Resistance Value (SRV) ≥ 45 จำนวน 2 จุดทดสอบ ส่วนช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติ ไม่มีจุดทดสอบใดเลยที่มีค่า ≥ 45
ผลการตรวจสอบและประเมินค่าการเกิดร่องล้อ	พบว่าช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ผสมยางพารา มีพื้นที่ที่เกิดร่องล้อลึกเกิน 1.00 ซม. คิดเป็น 53.5% ของพื้นที่ ส่วนช่วงแปลงทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 ปกติมีพื้นที่ที่เกิดร่องล้อลึกเกิน 1.00 ซม. คิดเป็น 85.5% ของพื้นที่



