



รายงานฉบับที่ วพ. 325

REPORT NO. RD 325

สำนักวิจัยและพัฒนาทาง

BUREAU OF ROAD RESEARCH AND DEVELOPMENT

การใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและการจราจรสำหรับ
งานก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง - อ.แกลง

โดย

จุฑา	สุนิตย์สกุล
ชัยรัตน์	ศุภชวโรจน์
ฉัตรชัย	จันทร

กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

DEPARTMENT OF HIGHWAYS, MINISTRY OF TRANSPORT

RATCHATHEWI, BANGKOK 10400, THAILAND

การใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและการจราจร
สำหรับงานก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหมายเลข 344

ตอน อ.บ้านบึง - อ.แกลง

โดย

จุฑา	สุนิตย์สกุล
ชัยรัตน์	ศุภชวโรจน์
ฉัตรชัย	จันทร

รายงานฉบับที่ วพ. 325

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
กรมทางหลวง

กรกฎาคม 2567

รายงานนี้เป็นแนวความคิดของผู้เขียนเท่านั้น กรมทางหลวงไม่มีส่วนผูกพันแต่อย่างใด

คำนำ

ปริมาณการจราจรในประเทศไทยที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ส่งผลให้ต้องมีการพัฒนาและดำเนินการเพื่อรองรับการแก้ไขปัญหาด้านต่างๆ ในด้านการขนส่งทางบก โดยเฉพาะปัญหาที่เกิดจากการขนส่งด้วยรถบรรทุกซึ่งเป็นสัดส่วนสูงสุดในประเทศไทย ซึ่งถนนที่ไม่ได้มีโครงสร้างชั้นทางที่สอดคล้องกับการรองรับปริมาณการจราจรบนสายทางเกิดความเสียหายได้อย่างรวดเร็ว ประกอบกับประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีฝนชุก ส่งผลให้ถนนแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60/70 มักพบปัญหาการเกิดร่อนล่อภายหลังการก่อสร้าง ทำให้ถนนอายุการใช้งานลดลง ซึ่งกรมทางหลวงได้มีการแก้ไขปัญหาในเบื้องต้นด้วยการปรับปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต โดยใช้ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ลดลงเพื่อช่วยลดความลึกของร่อนล่อลง แต่วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวอาจจะทำให้เกิดปัญหาความเสียหายจากความชื้น (Moisture Induced Damage) เพิ่มมากขึ้นได้ และความเสียหายนี้สามารถลุกลามถึงโครงสร้างชั้นทางลึกถึงด้านล่างได้ ส่งผลให้กรมทางหลวงต้องใช้งบประมาณเพิ่มขึ้นในการแก้ไขปัญหา Moisture Damage ที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างชั้นทาง ดังนั้น การศึกษาวิจัยได้สรุปแนวทางในการแก้ไขปัญหาการเกิดร่อนล่อที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยการเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์และขนาดคละมวลรวมให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยและปริมาณรถบรรทุกในพื้นที่นั้นๆ โดยในปี พ.ศ. 2550 กรมทางหลวงได้ริเริ่มทำการศึกษาเพื่อให้ได้ถนนที่สามารถต้านการเกิดร่อนล่อ โดยการนำแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 มาใช้ และจนถึงปัจจุบัน กรมทางหลวงได้มีการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 ในการก่อสร้างถนนทั่วทั้งประเทศไทย



(นายอภิรัฐ ไชยวงศ์น้อย)

อธิบดีกรมทางหลวง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.อรรถสิทธิ์ สวัสดิ์พานิช วิศวกรใหญ่ด้านวิจัยและพัฒนา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ ให้คำแนะนำ แก่ในงานวิจัยนี้ และขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุน ทั้งการทดสอบในภาคสนามและผู้เกี่ยวข้องในส่วนกลาง

การใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ
และการจราจรสำหรับงานก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหมายเลข 344

ตอน อ.บ้านบึง - อ.แกลง

นายจุกา สุนิตยสกุล

นายชัยรัตน์ ศุภชาโรจน์

นายฉัตรชัย จันท

สำนักวิจัยและพัฒนาทาง

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

กรมทางหลวง

บทคัดย่อ

การขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกของประเทศไทยมีสัดส่วนสูงสุด ซึ่งการขนส่งด้วยรถบรรทุก จะทำให้ถนนเกิดความเสียหายได้รวดเร็วขึ้น ถ้าถนนไม่ได้ทำการก่อสร้างให้มีโครงสร้างชั้นทางที่สอดคล้องกับปริมาณการจราจร อีกทั้งประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีฝนชุก ทำให้ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เพนนีเทรชันเกรด 60/70 (AC 60/70) ภายหลังจากก่อสร้างมักพบปัญหาการเกิดร่องล้อ ทำให้อายุการใช้งานลดลง เมื่อมีการปรับปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้มีการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ในปริมาณที่ลดลงเพื่อให้เกิดร่องล้อลดลง แต่อาจจะทำให้เกิดปัญหาการเสียหายจากความชื้น (Moisture Damage) ได้ ดังนั้นในการที่เหมาะสมมากที่สุดคือการเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ใน 2550 กรมทางหลวงจึงได้มีการศึกษาเพื่อนำแอสฟัลต์ซีเมนต์เพนนีเทรชันเกรด 40/50 (AC 40/50) มาใช้เพื่อให้ได้ถนนที่สามารถต้านการเกิดร่องล้อได้ดีขึ้น

ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จัดตั้งโครงการ The Strategic Highway Research Program (SHRP) ขึ้นมา เพื่อปรับปรุงสมรรถนะ ความทนทาน และความปลอดภัยในการใช้งานของทางหลวง โดย SHRP ได้พัฒนาระบบซูเปอร์เพฟ (SUPERPAVE) ซึ่งเป็นชื่อย่อของคำว่า SUprior PERforming Asphalt PAVement โดยมีวัตถุประสงค์ให้ถนนลาดยางมีสมรรถนะในการใช้งานให้ดีขึ้นกว่าเดิม ภายใ้การพิจารณาถึงสภาวะรุนแรงในการใช้งานเนื่องจากอุณหภูมิ ปริมาณจราจร และสภาพการการใช้งาน ในการเลือกใช้เกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามข้อกำหนด SUPERPAVE หรือที่เรียกโดยย่อว่า PG Grade ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง การก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-อ.แกลง ช่วง กม. 25+000 ถึง 62+200 ได้ประยุกต์การเลือกใช้ชนิดของ Asphalt Cement ตามระบบ SUPERPAVE

เครื่องมือ Falling Weight Deflectometer (FWD) เป็นการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างทางแบบไม่ทำลาย โดยการปล่อยน้ำหนักกระทำต่อผิวทาง ซึ่งเป็นการจำลองน้ำหนักจากรถบรรทุกกระทำต่อถนน

โดยให้มีขนาดใกล้เคียงกันกับน้ำหนักกระทำจากรถบรรทุก และทำการตรวจวัดการยุบตัวของโครงสร้างชั้นทาง ที่ระยะต่างๆ จากจุดที่น้ำหนักตกกระทบบ เพื่อใช้ในการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทาง การแปลผลการทดสอบ FWD ทำได้โดยใช้ Computer Software Elmod ซึ่งในโครงการนี้ จะได้ทำการทดสอบ FWD ทั้งก่อนและภายหลังการก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ช่วง กม. 25+000 ถึง 62+200

DISCLAIMER

The contents of this report reflect only the views of the authors, who are responsible for the facts and the accuracy of the data presented herein. The contents do not necessarily reflect the official views or policies of the Department of Highways, Thailand. Department of Highways does not endorse products or manufacturers. Trademarks or manufacturers' names appear in this report only because they are considered essential to the objectives of the document. This report does not constitute any standard, specification, or regulation.

สารบัญ

หน้า

สารบัญ

สารบัญรูปประกอบ

สารบัญตาราง

บทคัดย่อ

บทที่ บทนำ

1	1.1	ความเป็นมาของโครงการ	1
	1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	1.3	ประโยชน์ของการศึกษา	2

บทที่ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2	2.1	แอสฟัลต์ (Asphalt)	3
	2.2	การจำแนกเกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์	4
	2.2.1	วิธีการ Penetration Grade	4
	2.2.2	วิธีการ Viscosity Grade	4
	2.2.3	วิธีการ SUPERPave	5
	2.3	วัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)	5
	2.4	ร่องล้อ	6
	2.5	การออกแบบโครงสร้างชั้นทาง	7
	2.5.1	วิธีการออกแบบเชิงประสบการณ์ (Empirical Method)	8
	2.5.2	วิธีการเชิงกลร่วมกับเชิงประสบการณ์ (Mechanical Empirical Design)	8
	2.5.3	การประยุกต์ใช้วิธีการออกแบบโครงสร้างชั้นทางจากต่างประเทศสำหรับประเทศไทย	8
	2.6	Life Cycle Cost Analysis	9
	2.7	การทดสอบ FWD และการแปรผล	10
	2.7.1	บทนำ	10
	2.7.2	การแปรผล FWD ตามวิธีการ AASHTO 1993	11
	2.8	การทดสอบ Wheel Track แอสฟัลต์คอนกรีตชนิด AC 40/50 ในห้องปฏิบัติการ	12
	2.9	ราคาแตกต่างระหว่างแอสฟัลต์คอนกรีต AC40/50 และ AC60/70	13

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่	การดำเนินการศึกษา	
3	3.1 บทนำ	15
	3.2 โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านปึง - อ.แก่ง กม. 24+500 - กม.62+200	16
	3.2.1 ที่ตั้งของโครงการ	16
	3.2.2 การออกแบบโครงสร้างชั้นทาง	17
	3.3 การประเมินความแข็งแรงถนนด้วย Falling Weight Deflectometer (FWD)	25
	3.4 การแปลผลการทดสอบ FWD โดยวิธีการของ AASHTO 1993	27
บทที่	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
4	4.1 สรุปผลการศึกษา	31
	4.2 ข้อเสนอแนะ	31
บทที่	ปัญหาและอุปสรรค	
5	5.1 ปัญหาและอุปสรรค	32
	5.2 แนวทางแก้ไขอุปสรรค	32
	เอกสารอ้างอิง	33

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ราคาแอสฟัลต์คอนกรีตที่เพิ่มขึ้น	14
2-2	รายการคำนวณโครงสร้างชั้นทาง โครงการก่อสร้างบูรณะทางหมายเลข 344	21
3-3	ตารางแสดงออกแบบโครงสร้างชั้นทางทางหลวงหมายเลข 344 ช่วง อ.บ้านโป่ง – อ.แก่ง ตตอนที่ 1 ตาม AASHTO 1993	22

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	The diagram of a refinery's distillation tower	3
2.2	Trinidad Lake Asphalt	4
2.3	ภาพจำแนกชนิดร่องล้อ	6
2.4	อัตราการซึมผ่านของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้หินปูนเป็นวัสดุผสมรวม	7
2.5	Pavement Condition และอายุการใช้งานตามแนวทางเลือกโครงสร้างชั้นทาง	9
2.6	ภาพแสดงอุปกรณ์ Falling Weight Deflectometer	10
2.7	ภาพแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ Geophones ของ Falling Weight Deflectometer	11
2.9	ผลการทดสอบการจำลองการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ	12
2.10	ผลการทดสอบการจำลองการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ	13
2.11	ผลการตรวจวัดร่องล้อ	13
3.1	ที่ตั้งโครงการทางหลวงหมายเลข 344 ตอน 1 สาย อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200	16
3.2a	รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง	18
3.2b	รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง	18
3.2c	รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง	18
3.2d	รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง	19
3.2e	รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง	19
3.2f	รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง	19
3.3a	แบบรูปตัดโครงสร้างชั้นทางสำหรับการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+ 000 – กม. 62 + 200	20
3.3b	แบบรูปตัดโครงสร้างชั้นทางสำหรับการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+ 000 – กม. 62 + 200	20
3.4a	รูปภายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 32+ 600 LT	22
3.4b	รูปภายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 55+ 000 LT	23
11.3	รูปภายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 37+ 800 RT	23

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.4c	รูปภายหลังจากการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 56+ 000 RT	24
3.4d	รูปภายหลังจากการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง (RT) บริเวณ จุดแบ่งพื้นที่ก่อสร้าง ตอน 1-1 และ ตอน 1-2 (ภาพจาก Google Streetview, 2562)	24
3.4e	รูปภายหลังจากการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง (RT) ที่ใช้ผิวทาง Porous Asphalt Concrete (ภาพจาก Google Streetview)	25
3.5a	ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate ก่อนก่อสร้างและหลังการก่อสร้างประมาณ 6 เดือน	25
3.5b	ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate หลังการก่อสร้างประมาณ 2 ปี	26
3.5c	ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate หลังการก่อสร้างประมาณ 3 ปี	26
3.5d	ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate หลังการก่อสร้างประมาณ 4 ปี 6 เดือน	26
3.5e	ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate หลังการก่อสร้างประมาณ 7 ปี	27
3.6a	ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 ภายหลังจากการก่อสร้างประมาณ 6 เดือน	27
3.6b	ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 2 ปี	28
3.6c	ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 3 ปี	28
3.6d	ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 4 ปี 6 เดือน	28
3.6e	ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 7 ปี	29
4.1	ร่องล้อที่เกิดขึ้นทางหลวงหมายเลข 344 ด้านซ้ายทาง (ธันวาคม 2566)	29
4.2	ร่องล้อที่เกิดขึ้นทางหลวงหมายเลข 344 ด้านขวาทาง (ธันวาคม 2566)	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

กรมทางหลวง ได้มีการพัฒนาการออกแบบโครงสร้างชั้นทางอยู่สม่ำเสมอ จากการใช้วิธีการออกแบบเชิงประสบการณ์ (Empirical Design) เป็นระบบเชิงวิเคราะห์ร่วมกับเชิงประสบการณ์ (Mechanistically Empirical Design) รวมทั้งมีการใช้วัสดุโครงสร้างชั้นทางที่นานาประเทศได้ใช้แล้ว ประสบผลดีและได้ติดตามประสิทธิภาพของวัสดุฯ นั้นอยู่อย่างต่อเนื่อง

การขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกของประเทศไทยมีอัตราส่วนสูงสุด ทางหลวงหมายเลข 344 เป็นทางหลวงที่ลัดเชื่อมทางหลวงหมายเลข 3 สู่จังหวัดจันทบุรีในภาคตะวันออก โดยกรมทางหลวง ได้รับงบประมาณปี 2558 เพื่อบูรณะทางหลวงทางหลวงหมายเลข 344 ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200 ก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง เป็นถนนแอสฟัลต์คอนกรีตขนาด 4 ช่องจราจร ไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต เกาะกลางแบบร่องน้ำ (Depressed Median) การก่อสร้างจาก 2 ช่อง จราจรเป็น 4 ช่องจราจรแล้วเสร็จในปี 2541 เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคตะวันออก และภายหลังน้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยในปี 2554 อีกทั้งในพื้นที่สายทาง มีโรงงานน้ำตาล โรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งวัสดุมวลรวมต่างๆ ทำให้ทางหลวงหมายเลข 344 มีปริมาณรถบรรทุกหนักขนาดใหญ่จำนวนมาก

ก่อนปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 โครงการก่อสร้างฯ ของกรมทางหลวง โดยส่วนมากจะใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 60/70 โดยประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ร้อนชื้นและฝนตกชุก ซึ่งทำให้ถนนไม่สามารถรองรับน้ำหนักจราจร เกิดปัญหาร่องล้อ ดังนั้นในสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกจำนวนมาก กรมทางหลวง จะใช้ Polymer Modified Asphalt Cement ซึ่งมีราคาสูงมาก อีกแนวทางการแก้ไขปัญหาร่องล้อก่อนปี 2558 นั้นจะเน้นการปรับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต โดยการเพิ่มปริมาณมวลรวมหยาบในแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อลดปริมาณ Voids in the Mineral Aggregate (VMA) ซึ่งจะสามารถลดปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ได้ แต่ Dave et al. (2017) พบว่าอัตราการซึมผ่าน (Permeability) ของแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการลดลงของปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ในแอสฟัลต์คอนกรีต และ Abdullah et al. (1998) พบว่าอัตราการซึมผ่านมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดมวลรวมที่ใช้ในแอสฟัลต์คอนกรีตมีปริมาณมวลรวมหยาบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิด Moisture induced Damage ได้มากขึ้น ดังนั้นการแก้ไขปัญหาคือการเกิดร่องล้อบนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีการปรับขนาดมวลรวมเพื่อที่จะใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ลดลง ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมาก จะเป็นวิธีการที่จะให้ถนนเกิดความเสียหายได้มากในระยะเวลายาว อีกทั้งการลดปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ส่งผลให้ Fatigue Resistance ของแอสฟัลต์คอนกรีตลดลง (Harvey, 1995) โดยสามารถสังเกตจากความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยในฤดูร้อนจะไม่พบความเสียหายแบบร่องล้อและ Pot Holes แต่ต่อมาเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนจะพบปัญหา Pot Holes ซึ่งจะทำให้โครงสร้างชั้นทางข้างใต้เกิดการเสียหาย ดังนั้นการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่สอดคล้องกับสภาพปริมาณการจราจร และสภาพสิ่งแวดล้อม จะเป็นการแก้ไข

ปัญหาที่ยั่งยืน ทำให้ได้ถนนที่มีอายุการใช้งานยาวนาน คุ่มค่าการลงทุน มีค่าก่อสร้างที่สอดคล้องกับปริมาณงบประมาณของกรมทางหลวง ที่ได้รับ

การประเมินความแข็งแรงโครงสร้างชั้นทาง สามารถดำเนินการได้โดยใช้เครื่องมือ Falling Weight Deflectometer (FWD) ซึ่งเป็นการทดสอบแบบไม่ทำลาย โดยการปล่อยน้ำหนักกระทำต่อผิวทางด้วยการจำลองน้ำหนักจากรถบรรทุกกระทำต่อถนน ให้มีปริมาณใกล้เคียงกันกับน้ำหนักกระทำจากรถบรรทุก และทำการตรวจวัดการยุบตัวของโครงสร้างชั้นทางที่ระยะต่างๆ จากจุดที่น้ำหนักตกกระทบ ค่าการทรุดตัวที่ตัดวัดได้ จะใช้ในการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทาง การแปลผลการทดสอบ FWD สามารถทำได้โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ “Elmod” หรือใช้วิธีการตาม AASHTO ปี 1993 ในการประมาณค่า SN_{eff}

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- เพื่อประเมินการนำแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 ที่จะนำมาใช้ในสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักในปริมาณสูง และมีอุณหภูมิแบบร้อนขึ้นสำหรับประเทศไทยได้อย่างเหมาะสมหรือไม่
- เพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทางของกรมทางหลวง

1.3 ประโยชน์ของการศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษามีดังต่อไปนี้

- การนำแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 ใช้ในผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับถนนที่มีปริมาณการจราจรสูง ของประเทศไทยที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีฝนตกชุกได้ โดยมูลค่าก่อสร้างหรือบูรณะเพิ่มขึ้นไม่มาก
- ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต AC40/50 มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต AC60/70 ทำให้สามารถลดค่าบูรณะที่อาจจะเกิดขึ้นและลดผลกระทบต่อผู้ใช้ถนนได้
- สามารถลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมลดการใช้วัสดุโครงสร้างชั้นทาง/ผิวทาง เนื่องจากสามารถลดภาระการบูรณะและบำรุงรักษาผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต AC40/50
- ข้อมูลที่เก็บจากการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทางด้วย FWD ภายหลังการก่อสร้างโครงการฯ นี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทางในอนาคต

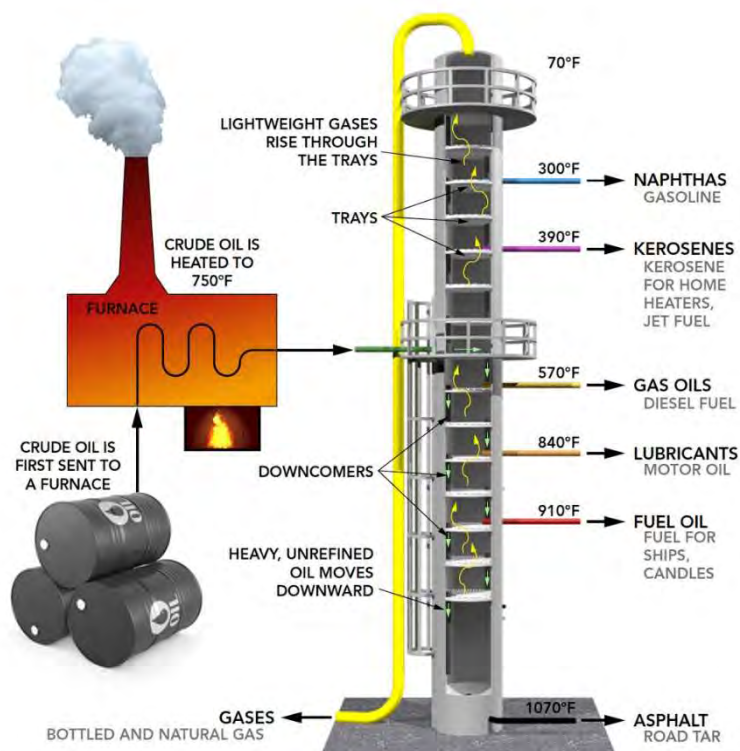
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แอสฟัลต์ (Asphalt)

แอสฟัลต์ เป็นวัสดุไฮโดรคาร์บอนสีน้ำตาลเข้มถึงดำมีความหนืดสูง ซึ่งได้จากการกลั่นปิโตรเลียมตามภาพที่ 2.1 หรือสามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติตามภาพที่ 2.2 โดยทั่วไปแอสฟัลต์ประกอบด้วย (By weight) คาร์บอนประมาณ 80% ไฮโดรเจนประมาณ 10%; กำมะถันประมาณ 6% ออกซิเจน รวมทั้งไนโตรเจนปริมาณเล็กน้อย และปริมาณโลหะ เช่นเหล็กนิกเกิล และวาเนเดียม

กรมทางหลวงได้จัดทำข้อกำหนดวัสดุแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามมาตรฐาน ทล.ก 401/2531 ต่อมาได้จัดทำมาตรฐานวัสดุผลิตภัณฑ์แอสฟัลต์ตามระบบ Superpave ทล.-ก 411/2561 โดยอ้างอิงมาตรฐาน AASHTO M320 และได้ทำการปรับปรุงเป็น ทล.-ก 411/2565 อ้างอิงมาตรฐาน AASHTO M332



ภาพที่ 2.1 The diagram of a refinery's distillation tower

(ภาพจาก <https://www.ndstudies.gov/energy/level2/module-2-petroleum-natural-gas/transporting-and-processing> วันที่ 20 มิถุนายน 2567)



ภาพที่ 2.2 Trinidad Lake Asphalt (ภาพจาก <https://pavementinteractive.org/reference-desk/materials/asphalt/> วันที่ 20 มิถุนายน 2567)

2.2 การจำแนกเกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์

การจำแนกเกรด Asphalt Cement ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มี 3 วิธีหลัก (1) Penetration Grade และ (2) Viscosity Grade (3) SUPERPave

2.2.1 วิธีการ Penetration Grade

วิธีการจำแนก Asphalt Penetration Grade เป็นระบบที่ใช้สำหรับจำแนกคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยอ้างอิงจากความแข็งและความสม่ำเสมอของวัสดุ ซึ่งวัดได้จากค่า Penetration Value ตาม ทล.ก 403/2518 “วิธีการทดสอบหาค่า Penetration ของวัสดุแอสฟัลต์” วิธีการทดสอบนี้มีความสำคัญในการเลือกประเภทของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและการจราจรเฉพาะพื้นที่ เพื่อให้ได้ถนนที่มีความทนทานและประสิทธิภาพสูงสุด

การทดสอบ Penetration Test เป็นการทดสอบเพื่อวัดความอ่อนหรือแข็ง แอสฟัลต์ซีเมนต์มีขั้นตอนดังนี้

- ตัวอย่างแอสฟัลต์ซีเมนต์ จะถูกใส่ในภาชนะที่อุณหภูมิ 25°C (77°F)
- ใช้เข็มที่มีน้ำหนัก 100 กรัม กดลงบนแอสฟัลต์ซีเมนต์เป็นเวลา 5 วินาที
- วัดความลึกของการซึมที่เข็มกดลงไปหน่วย "0.1 มม."

2.2.2 วิธีการ Viscosity Grade

การจำแนกเกรดความหนืด (Viscosity Grade - VG) เป็นระบบการจำแนกประเภทของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่อ้างอิงจากค่าความหนืด (Viscosity) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความต้านทานการไหลของแอสฟัลต์ซีเมนต์ในอุณหภูมิที่กำหนด ระบบนี้ให้การวิเคราะห์ที่แม่นยำยิ่งขึ้นเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแอสฟัลต์ซีเมนต์ในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เมื่อเทียบกับระบบ Penetration Grade

การทดสอบแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามวิธีการทดสอบ Viscosity จะดำเนินการวัดค่าความหนืดในสองอุณหภูมิ (1) 60°C (140°F): วัดความหนืดที่ในสถานะที่มีการจราจร และ (2) 135°C (275°F): วัดความหนืดที่แสดงถึงความสามารถในการผสมและการปูถนนในอุณหภูมิที่ใช้ก่อสร้าง โดยหน่วยการวัดความหนืดในหน่วย poise (P) หรือ centipoise (cP) (1 poise = 100 centipoise)

การจำแนกเกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์สามารถจำแนกเป็น VG-10, VG-20, VG-30 และ VG-40 โดยตัวเลขบ่งบอกถึงช่วงค่าความหนืดที่ 60°C ในหน่วย poise

2.2.3 วิธีการ SUPERPave

วิธีการ Superpave ได้จัดจำแนกแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามความสามารถในการทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมและการจราจรเฉพาะ โดยใช้ระบบจัดเกรดที่เรียกว่า Performance Grade (PG) Binder System ซึ่งได้รับการพัฒนาภายใต้โครงการ Strategic Highway Research Program (SHRP) เพื่อจัดการกับปัญหา เช่น การเสีรูบ (Rutting), การแตกร้าวจากการใช้งาน (Fatigue Cracking) และการแตกร้าวจากอุณหภูมิ (Thermal Cracking) ในพื้นผิวแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Roberts et al., 1996) โดยใช้รูปแบบ PG XX-YY ซึ่ง XX: อุณหภูมิสูงสุด (°C) ที่แอสฟัลต์ซีเมนต์สามารถต้านทานการเสีรูบ และ YY: อุณหภูมิต่ำสุด (°C) ที่แอสฟัลต์ซีเมนต์สามารถต้านทานการแตกร้าว เช่น PG 64-22: ออกแบบมาสำหรับถนนที่มีอุณหภูมิสูงสุด 64°C และต่ำสุด -22°C

วิธีการ Superpave จะพิจารณา (1) สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิระยะยาว เพื่อให้มั่นใจว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์จะทำงานได้ดีในสภาพแวดล้อมที่กำหนด ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงของปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิ (2) ปริมาณการจราจร และปริมาณการจราจรที่หนาแน่นหรือการเคลื่อนตัวเข้าสู่สร้างความเครียดให้กับพื้นผิวถนนได้มาก

2.3 วัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

แอสฟัลต์คอนกรีตเป็นวัสดุคอมพอสิต ที่รู้จักกันในชื่อต่างๆ เช่นแอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมร้อน แอสฟัลต์ซีเมนต์ผสมเย็น ประกอบด้วยวัสดุมวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยวัสดุมวลรวมมีปริมาณ 90 ถึง 96 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมทั้งหมดโดยน้ำหนัก แอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ในงานก่อสร้างทางมีหลากหลายชนิดดังนี้

1. Hot Mix Asphalt Concrete
2. Porous Asphalt Concrete หรือ Open Graded Asphalt Concrete
3. Stone Matrix Asphalt Concrete หรือ Gap Graded Asphalt Concrete
4. Cold Mix Asphalt Concrete เป็นต้น

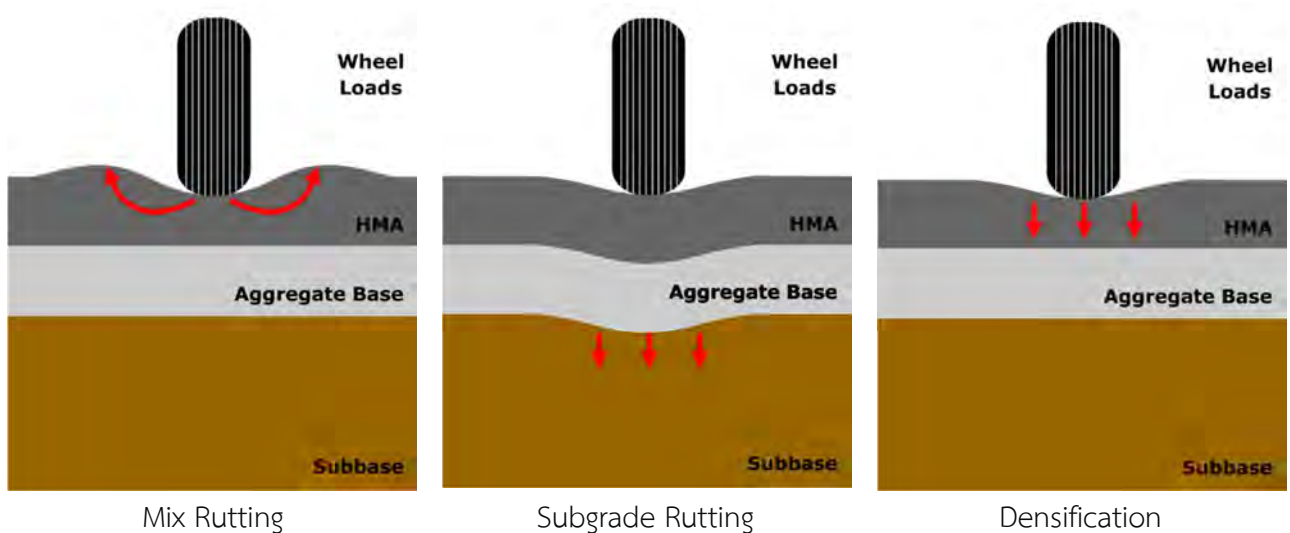
2.4 ร่องล้อ

ร่องล้อคือพื้นผิวทางในแนวล้อรถเกิดการทรุดตัวเมื่อมีการจราจร รวมทั้งอาจเกิดการการยกตัวของผิวทางด้านข้างแนวล้อรถ (ด้านข้างของร่องล้อ) ร่องล้อจะเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังฝนตกเมื่อแนวล้อรถเต็มไปด้วยน้ำ ร่องล้อสามารถพิจารณาได้เป็น 3 ประเภทดังนี้ (1) Mix rutting (2) Subgrade rutting (3) Densification ดังแสดงในรูปที่ 2.3

Mix Rutting จะไม่เกิดการยุบตัวในโครงสร้างชั้นทางแต่จะเกิดเฉพาะในชั้นวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งสามารถสันนิษฐานได้ว่าอัตราส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไม่เหมาะสมหรือวัสดุแอสฟัลต์ซีเมนต์มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมกับสภาพการจราจรและ/หรือสภาพภูมิอากาศ

Subgrade Rutting จะเกิดการยุบตัวในโครงสร้างชั้นทาง ส่งผลให้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดการยุบตัว

Densification เกิดขึ้น เมื่อการบดทับชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตในระหว่างการก่อสร้างไม่เพียงพอ

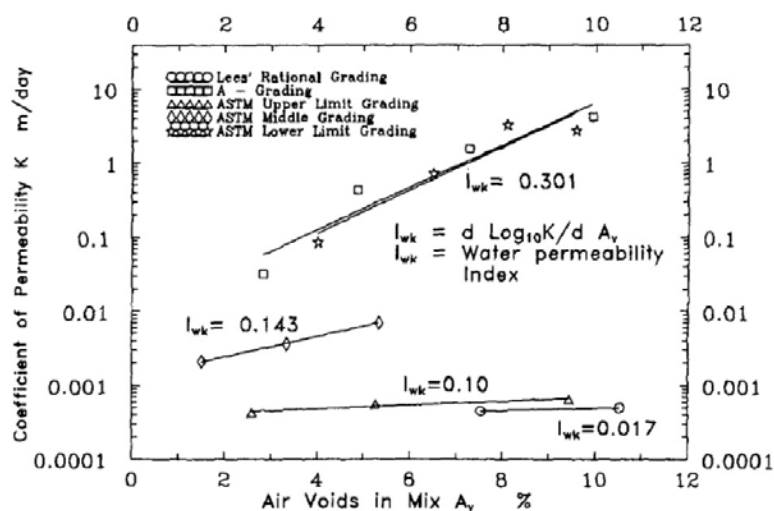


ภาพที่ 2.3 ภาพจำแนกชนิดร่องล้อ (ภาพจาก <https://pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-management/pavement-distresses/rutting/> วันที่ 26 มิถุนายน 2567)

ถ้าถนนไม่ได้ทำการก่อสร้างให้มีโครงสร้างชั้นทางที่สอดคล้องกับปริมาณการจราจร อีกทั้งประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีฝนชุก ทำให้ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70 ภายหลังจากก่อสร้างมักพบปัญหาการเกิดร่องล้อ ทำให้อายุการใช้งานลดลง การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าของกรมทางหลวงคือการปรับปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ในปริมาณที่ลดลง ซึ่งสามารถลดความลึกร่องล้อลงได้ แต่อาจจะทำให้เกิดปัญหาการเสียหายจากความชื้น (Moisture induced Damage) เพิ่มมากขึ้นได้ ซึ่งความเสียหายนี้จะลุกลามถึงโครงสร้างชั้นทางด้านล่าง ทำให้กรมทางหลวงต้องเสี่ยงงบประมาณในปริมาณที่สูงขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหา

Moisture Damage ที่ลุกลามสู่โครงสร้างชั้นทางด้านล่าง ทั้งนี้จะสามารถสังเกตได้ เมื่อถนนในฤดูร้อนไม่พบความเสียหายแบบร่องล้อและ/หรือ Pot Holes แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนจะพบปัญหา Pot Holes ซึ่งจะทำให้โครงสร้างชั้นทางข้างใต้เกิดการเสียหายต่อไป ดังนั้นการแก้ไขปัญหการเกิดร่องล้อที่เหมาะสมมากที่สุดคือการเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์และขนาดคละมวลรวมที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยและปริมาณรถบรรทุกในพื้นที่นั้นๆ โดยในปี 2550 กรมทางหลวงจึงได้มีการศึกษาเพื่อนำแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 40/50 มาใช้เพื่อให้ได้ถนนที่สามารถในการต้านการเกิดร่องล้อได้ดีขึ้น

การเพิ่มปริมาณมวลรวมหยาบในแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อลดปริมาณ Voids in the Mineral Aggregate (VMA) ซึ่งจะสามารถลดปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ได้ แต่ Dave et al. (2017) พบว่าอัตราการซึมผ่าน (Permeability) ของแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการลดลงของปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ในแอสฟัลต์คอนกรีต และ Abdullah et al. (1998) พบว่าอัตราการซึมผ่านมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดมวลรวมที่ใช้ในแอสฟัลต์คอนกรีตมีปริมาณมวลรวมหยาบเพิ่มขึ้นตามภาพที่ 2.4 ดังนั้นจึงสามารถเรียกแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ขนาดคละหินแบบแน่น (Dense Grade) ตามทล.ม. 408 และ ทล.ม. 409 และปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์น้อยนั้นว่า Porous Liked Dense-Graded Asphalt Concrete ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิด Moisture induced Damage ได้มากขึ้น ดังนั้นการแก้ไขปัญหการเกิดร่องล้อบนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีการปรับขนาดคละมวลรวมเพื่อที่จะใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ลดลง จึงเป็นวิธีการที่จะให้ถนนเกิดความหายได้มากในระยะเวลายาว อีกทั้งการลดปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ส่งผลให้ Fatigue Resistance ของแอสฟัลต์คอนกรีตลดลง (Harvey, 1995)



ภาพที่ 2.4 อัตราการซึมผ่านของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้หินปูนเป็นวัสดุมวลรวม

(Abdullah et al., 1998)

2.5 การออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

การออกแบบโครงสร้างทางถนนมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพ รองรับการแข่งขันของเศรษฐกิจและความต้องการของสังคมสมัยใหม่ การออกแบบโครงสร้างชั้นทางของกรมทางหลวงนั้น ได้นำวิธีการจากต่างประเทศมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการจราจร วัสดุชั้นทาง และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย วิธีการออกแบบโครงสร้างชั้นทางที่ใช้ในการทางหลวงมี สอง วิธีการดังนี้ (1) วิธีการออกแบบเชิงประสบการณ์ (Empirical Method) (2) วิธีเชิงกลร่วมกับเชิงประสบการณ์ (Mechanistical Empirical Design) หรือ วิธีการ Mechanistical Empirical Design ซึ่งเป็นชื่อที่เรียกในต่างประเทศ

2.5.1 วิธีการออกแบบเชิงประสบการณ์ (Empirical Method)

การออกแบบเชิงประสบการณ์ (Empirical Method) เป็นหนึ่งในแนวทางที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการออกแบบโครงสร้างทางถนน โดยมีพื้นฐานมาจากการรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตและการทดลองภาคสนามในอดีต วิธีนี้เกิดขึ้นในช่วงต้นของการพัฒนาโครงสร้างถนน เนื่องจากมีความเรียบง่ายและสามารถนำไปใช้งานได้จริงในหลากหลายสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรหรือการเข้าถึงข้อมูลเชิงกลศาสตร์ที่ซับซ้อน แต่ยังคงมีบทบาทสำคัญในหลายพื้นที่ การออกแบบด้วยวิธีนี้ช่วยให้การก่อสร้างโครงสร้างถนนสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และยังคงรักษาคุณภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ที่มาผ่าน กรมทางหลวงได้ใช้วิธีการตาม Asphalt Institute ปี 1970 และในปัจจุบันได้ใช้วิธีการตาม AASHTO ปี 1993 มาใช้ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

2.5.2 วิธีการเชิงกลร่วมกับเชิงประสบการณ์ (Mechanical Empirical Design)

วิธีการออกแบบโครงสร้างถนนแบบเชิงกลและเชิงประจักษ์ (Mechanistic-Empirical Design Method หรือ M-E Design) เป็นวิธีการออกแบบโครงสร้างชั้นทางที่สามารถตอบสนองความท้าทายที่เกิดขึ้นในยุคปัจจุบัน เช่น การเพิ่มขึ้นของปริมาณการจราจร การพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุใหม่ๆ และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ M-E Design เป็นกระบวนการที่รวมเอาหลักการทางกลศาสตร์ (Mechanics) ร่วมกับข้อมูลเชิงประสบการณ์ (Empirical Data) ที่ได้จากการใช้งานจริงของโครงสร้างถนน วิธีการนี้แตกต่างจากการออกแบบเชิงประสบการณ์ ที่พึ่งพาข้อมูลในอดีตและสมมติฐานทั่วไป โดย M-E Design ใช้การคำนวณที่ซับซ้อนเพื่อวิเคราะห์การตอบสนองของโครงสร้างถนนเมื่อได้รับน้ำหนักการจราจรและปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจการใช้งานจริง เพื่อให้ได้การออกแบบที่มีความแม่นยำและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจริงมากที่สุด

วิธีการ M-E Design สามารถใช้กับสถานการณ์ที่หลากหลาย เช่น การออกแบบโครงสร้างถนน การใช้ M-E Design ในมิติของการวางแผนและการดำเนินงาน M-E Design ยังเปิดโอกาสให้มี

การใช้เครื่องมือและซอฟต์แวร์ที่ทันสมัย เช่น การจำลองแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Finite Element Analysis) และการวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรที่ละเอียด เช่น การวิเคราะห์สเปกตรัมของน้ำหนักเพลลา (Load Spectrum Analysis) ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้การออกแบบถนนมีความแม่นยำมากขึ้น และสามารถลดความเสี่ยงที่เกิดจากการคาดการณ์ที่ไม่ถูกต้อง และ M-E Design ยังช่วยส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน โดยการนำวัสดุรีไซเคิลหรือวัสดุเหลือใช้มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบและก่อสร้าง ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในขณะที่เดียวกันยังสามารถออกแบบให้รองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในระยะยาว เช่น การป้องกันการแตกร้าวที่เกิดจากการขยายตัวหรือหดตัวของวัสดุเนื่องจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง

2.5.3 การประยุกต์ใช้วิธีการออกแบบโครงสร้างชั้นทางจากต่างประเทศสำหรับประเทศไทย

แต่ละการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง จะมีข้อควรระวังหลายประการเนื่องจากสภาวะแวดล้อม การจราจร รวมทั้งวัสดุโครงสร้างชั้นทาง มีคุณลักษณะแตกต่างจากประเทศไทยตัวอย่างเช่น วิธีการการออกแบบโดย Asphalt Institute ในปี 1970 หรือ AASHTO ปี 1993 ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบเชิงประสบการณ์ (Empirical Method) พัฒนาขึ้นจากประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้ออกแบบควรพิจารณาเพิ่มค่า Substitution Ratio ในวิธีการ AI (1970) โดยควรใช้ค่าที่มากกว่าหนึ่งและในวิธีการ AASHTO (1993) ค่า Coefficient Layer ของวัสดุชั้นแอสฟัลต์คอนกรีต ควรใช้ค่าที่ไม่มากกว่า 0.4 เนื่องจากปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ใน Asphalt Concrete สำหรับงานกรมทางหลวง ประเทศไทยมีปริมาณน้อยกว่าที่ใช้ในแปลงทดลองของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

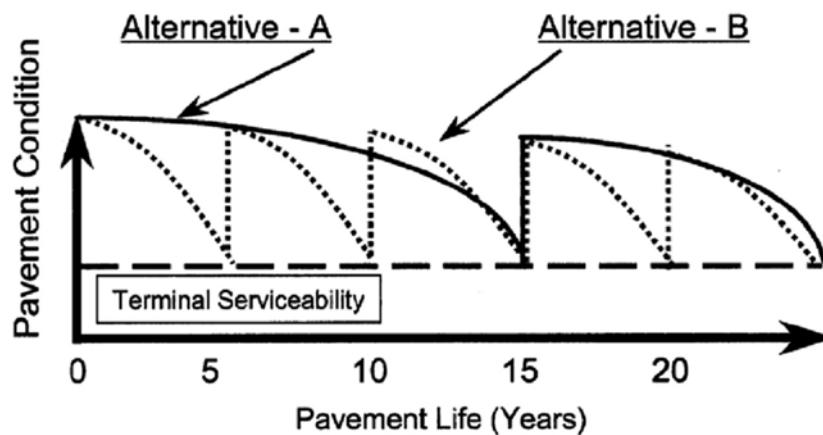
ในกรณีที่ผู้ออกแบบใช้วิธีการ Mechanistical Empirical Design หรือที่เรียกกันว่าวิธีการ Analytical Design ในกรมทางหลวง ผู้ออกแบบควรพิจารณาค่าปรับแก้จำนวนปริมาณการจราจรที่ถนนสามารถรองรับได้ของชั้นแอสฟัลต์คอนกรีต โดยไม่เกิด Fatigue Damage ข้อควรระวังอีกประการหนึ่งคือในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ที่กรมทางหลวง จะใช้ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์เป็นเปอร์เซ็นต์ตามปริมาณของมวลรวม (Asphalt Content by Dry Weight of Aggregate) แต่ที่ต่างประเทศ ที่กรมทางหลวง ได้นำวิธีการออกแบบโครงสร้างชั้นทางมาใช้นั้น จะใช้ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Content by Weight of Mix) อีกทั้งวิธีการทางเชิงประสบการณ์ในอดีต จะเป็นวิธีการอ่านค่าจากแผนภาพ (Nomograph) ซึ่งจะมีค่าพารามิเตอร์สูงสุดที่สามารถใช้งานได้ แต่ในปัจจุบันมีการแปลงเป็นสมการเพื่อสามารถใช้งานได้ง่ายในโปรแกรม Spreadsheet ทำให้ผู้ใช้งานไม่ได้ตระหนักถึงค่าพารามิเตอร์สูงสุดหรือต่ำสุด

2.6 Life Cycle Cost Analysis

การพิจารณาอายุที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทางนั้น เป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะได้ความความหนาของโครงสร้างชั้นทางที่แตกต่างกัน ในกรณีที่ออกแบบโดยที่อายุการใช้งานน้อย

(ทางเลือก A ตามภาพที่ 2.5 มูลค่าก่อสร้างทางมีค่าต่ำ แต่ต้องทำการบูรณะถนนรวดเร็วมากขึ้น ค่าใช้จ่ายในการบูรณะสูง แต่ถ้าเป็นทางเลือก B ค่าก่อสร้างมีมูลค่าสูงแต่ค่าบำรุงรักษาต่ำ ดังนั้นในการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง ผู้ออกแบบโครงสร้างชั้นทางควรที่จะดำเนินการพิจารณา Life Cycle Cost Analysis (LCCA) เพื่อให้โครงสร้างชั้นทางที่มีค่าก่อสร้างรวมค่าบูรณะที่ต่ำ ทั้งนี้รูปแบบที่ใช้ในการพิจารณานั้นควรมีทั้งรูปแบบผิวทางแบบยืดหยุ่นและแบบแข็งเพื่อที่จะได้ทำการเปรียบเทียบในมีรูปแบบที่เหมาะสม

อีกทั้งการวิเคราะห์ LCCA สามารถนำผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการพิจารณารูปแบบโครงสร้างชั้นทางที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและมีราคาค่าก่อสร้างที่เหมาะสมได้



ภาพที่ 2.5 Pavement Condition และอายุการใช้งานตามแนวทางเลือกโครงสร้างชั้นทาง

2.7 การทดสอบ FWD และการแปรผล

2.7.1 บทนำ

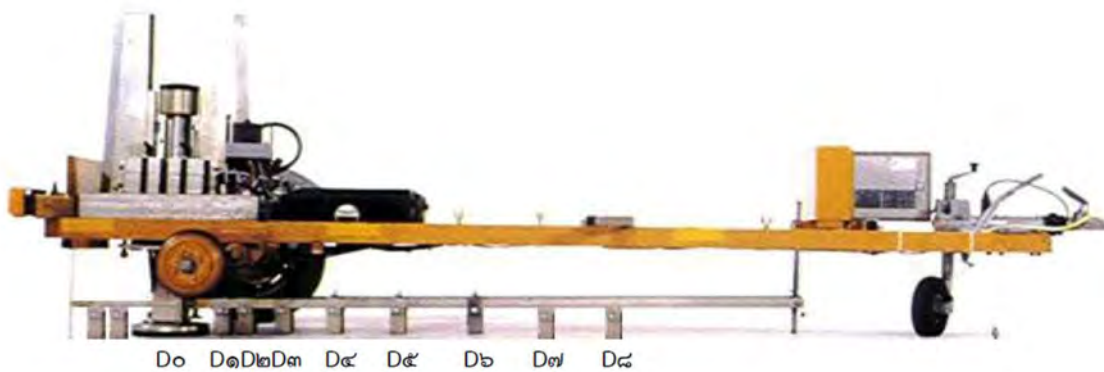
เครื่องมือ FWD เป็นเครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างถนนแบบวิธี Non-destructive Test ทำงานได้รวดเร็ว ผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือ เครื่อง FWD ประกอบด้วยส่วนที่เป็นรถลากจูงติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมเครื่องคำนวณผล แปลงคำสั่งในการควบคุมเครื่องมือทดสอบและเก็บข้อมูล รถพ่วงเป็นชุดเครื่องทดสอบ FWD ตามภาพที่ 2.6

เครื่องทดสอบที่มีหลักการทำงานคล้ายการทดสอบ Plate Loading Test ที่มีลักษณะการให้น้ำหนักกระทำแบบ Dynamic เนื่องจากการปล่อยน้ำหนักลงกระทบบกับแผ่นรองรับโดยมียางกันกระแทกที่ทำหน้าที่คล้ายสปริง ซึ่งให้เกิดคลื่นแรงสั่นสะเทือนต่อโครงสร้างถนน โดยมีการปรับขนาดของน้ำหนักและความสูงของการยกก้อนน้ำหนักได้ตามที่ต้องการ ทำให้สามารถควบคุมแรงที่กระทำต่อโครงสร้างถนนให้มีปริมาณมากพอ และก่อให้เกิดการทรุดตัว ในโครงสร้างถนน เทียบเท่าผลที่เกิดจากรถบรรทุกพหลมาตฐานเคลื่อนที่ผ่าน ส่วนประกอบหลักของเครื่อง FWD คือตัวตรวจวัดสัญญาณคลื่นที่เกิดจากการกระแทกของก้อนน้ำหนักผ่านผิวถนน เรียกว่า Geophone จำนวน 9 ตัว วางเรียงกันตามแนวยาวของถนน ทำหน้าที่วัดค่า Deflection Bowl ที่เกิดขึ้นจากการที่มีหน่วยแรง

มากระทำบริเวณ Plate โดยมีลักษณะการวางตัวดังแสดงในรูปที่ 2.7 ตัว Geophone ตำแหน่งใต้กึ่งกลาง Plate คือ Do และวางตัวห่างออกจาก Do เป็นระยะทาง 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800 mm. ตามแนวยาวของถนน เรียงเป็นแถวในระนาบเดียวกันเพื่อให้สามารถแปลงค่าสัญญาณที่วัดได้มาเป็นค่า Deflection โดยการแปลผลการทดสอบ จะดำเนินการด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม ELMOD version 4.



ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงอุปกรณ์ Falling Weight Deflectometer



ภาพที่ 2.7 ภาพแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ Geophones ของ Falling Weight Deflectometer

2.7.2 การแปลผล FWD ตามวิธีการ AASHTO 1993

นอกเหนือจากวิธีการแปลผลการทดสอบ ด้วย ELMOD version 4 แล้ว AASHTO 1993 ได้นำเสนอวิธีการประมาณค่า SN ของโครงสร้างทาง จากการทดสอบ FWD ซึ่งจะเป็นวิธีการที่ใช้ในรายงานนี้ สมการที่ 1 ถึง 4 แสดงถึงแนวทางการแปลผลการทดสอบ FWD ซึ่งมีสมการดังนี้

$$M_R = \frac{0.24 * P}{\delta_r * r} \quad (1)$$

$$a_e = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2} \quad (2)$$

$$\delta_1 = 1.5 * p * a \left(\frac{1}{M_R \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2}} + \frac{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}} \right)}{E_p} \right) \quad (3)$$

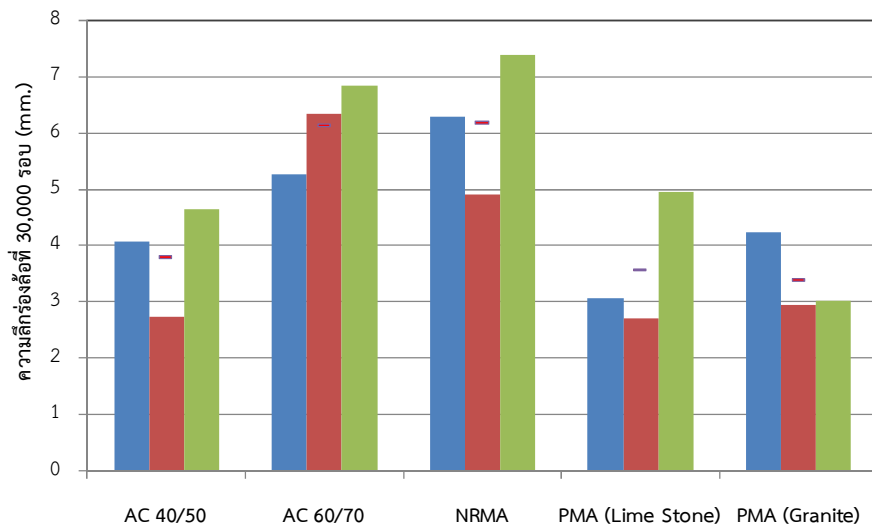
$$SN_{eff} = 0.0045 * D * \sqrt[3]{E_p} \quad (4)$$

โดยที่	M_R	=	Subgrade resilient modulus (psi)
	P	=	FWD test load magnitude (lb)
	dr	=	Measured deflection at offset, r (in.)
	r	=	Radial offset (in.) in which it is more than 0.7 a_e
	a_e	=	Effective radius of stress bulb at subgrade/pavement interface (in.)
	a	=	FWD load plate radius (in.)
	D	=	Total pavement depth above subgrade (in.)
	E_p	=	Composite pavement modulus computed from eq. 10
	p	=	FWD contact pressure (psi)
	d_1	=	Deflection at FWD load plate
	SN_{eff}	=	Effective structural number of in-place pavement

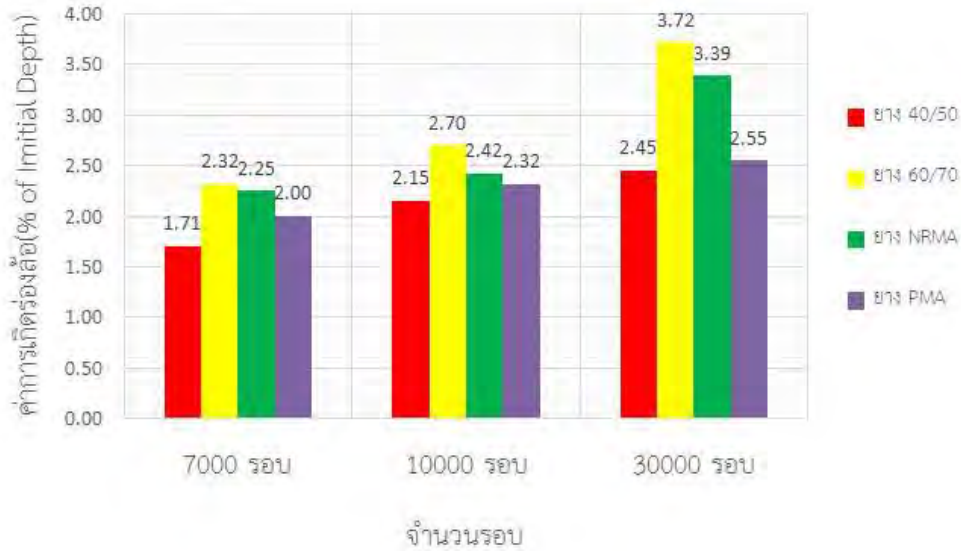
2.8 การทดสอบ Wheel Track แอสฟัลต์คอนกรีตชนิด AC 40/50 ในห้องปฏิบัติการ

สุรชัย จันทร์ขาว (2561) และนายกิติฤกษ์ ฉิมทับ (2562) วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ได้ดำเนินการทดสอบการจำลองการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ ด้วยเครื่องมือ French Wheel Track โดยได้ดำเนินการเตรียมตัวอย่าง Asphalt Concrete จากหินที่มีขนาดละเอียดเดียวกัน แต่ใช้ AC 60/70 NRMA AC 40/50 และ PMA จากผลการทดสอบพบว่าร่องล้อ

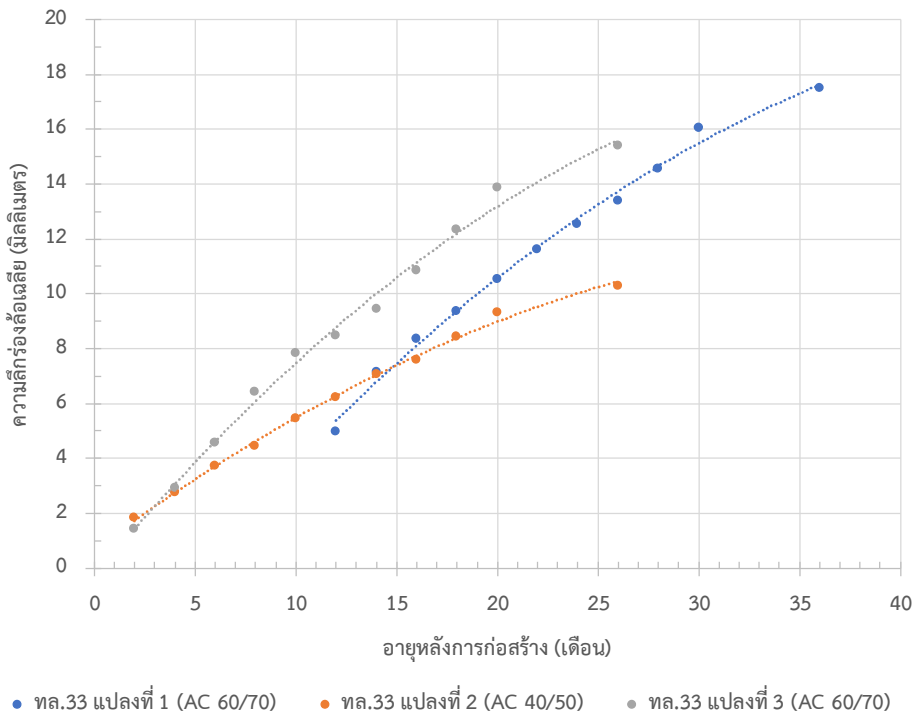
ในห้องปฏิบัติการของ Asphalt Concrete ที่ใช้ AC 60/70 และ NRMA เกิดร่องล้อที่มีความลึกมากกว่า Asphalt Concrete ที่ใช้ AC 40/50 และ PMA ตามภาพที่ 2.9 และ 2.10 ตามลำดับ และจากการตรวจวัดในสายทางที่ก่อสร้างด้วยผิวทางวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต AC 40/50 และ AC 60/70 โดยนายเชษฐา สุโพธิ์ (2563) ได้ตรวจวัดร่องล้อถนนที่ก่อสร้างโดยใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60/70 และ AC40/50 ผลการตรวจวัดแสดงในภาพที่ 2.11 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าถ้าหาก แอสฟัลต์คอนกรีต AC 60/70 และ แอสฟัลต์คอนกรีต NRMA สามารถนำไปใช้ในผิวทางถนนของประเทศไทยที่มีสภาพภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อมแบบร้อนชื้นและมีปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี มากกว่า 1,000 มิลลิเมตรได้ แอสฟัลต์คอนกรีต AC 40/50 ก็สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุผิวทางถนนของประเทศไทยได้เช่นเดียวกันกับ AC 60/70 และ NRMA และจากผลการติดตามในห้องปฏิบัติการและในพื้นที่ถนนจริงที่มีการจราจรจริง จึงสามารถคาดได้ว่าแอสฟัลต์คอนกรีต AC 40/50 จะสามารถต้านทานการเกิดร่องล้อได้ดีกว่าแอสฟัลต์คอนกรีต AC 60/70 และ NRMA



ภาพที่ 2.9 ผลการทดสอบการจำลองการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ (สุรัชย์ จันทร์ขาว, 2561)



ภาพที่ 2.10 ผลการทดสอบการจำลองการเกิดร่องลือในห้องปฏิบัติการ (กิติฤกษ์ นิมทัพบ, 2562)



ภาพที่ 2.11 ผลการตรวจวัดร่องลือ (เชษฐา สุโพธิ์, 2563)

2.9 ราคาแตกต่างระหว่างแอสฟัลต์คอนกรีต AC40/50 และ AC60/70

แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันมีคุณสมบัติไม่สอดคล้องกับมาตรฐาน ทล.ก 401 ทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ได้จากการกลั่น จะต้องได้รับการปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้สอดคล้องกับ มาตรฐาน ทล.ก 401 จึงทำให้ราคาแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 นั้นมีราคาสูงกว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60/70 โดย

ตารางที่ 1 ได้แสดงราคาแอสฟัลต์คอนกรีตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการกำหนดราคากลางจะใช้ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ 50 กิโลกรัมต่อแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้มวลหินปูน 1 ตัน ซึ่งแอสฟัลต์คอนกรีต AC 40/50 ปริมาณ 1 ตัน มีราคาสูงกว่า แอสฟัลต์คอนกรีต AC60/70 ประมาณ 5.9 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่าต่อแอสฟัลต์คอนกรีต AC60/70 ประมาณ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 1 ตารางเมตร ที่ความหนา 5 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 ราคาแอสฟัลต์คอนกรีตที่เพิ่มขึ้น

Asphalt Concrete Wearing Course				
ปริมาณ Asphalt Concrete ทั้งโครงการ			100,000.00	ตัน
ค่าขนส่งอุปกรณ์ 80 ตันเฉลี่ย			1.15	บาท/ตัน
ค่าติดตั้งเครื่องผสม =	250,000.00 บาท		2.50	บาท/ตัน
ค่า AC60/70	0.05 ตัน @ 24,600 บาท/ตัน		1,230.00	บาท/ตัน
ค่า AC40/50	0.05 ตัน @ 27,050 บาท/ตัน		1,352.50	บาท/ตัน
ค่าหิน 0.740 ลบ.ม. @	490.98 บาท/ตัน		363.33	บาท/ตัน
ค่าดำเนินการ+ค่าเสื่อม			340.08	บาท/ตัน
ค่าขนส่ง			7.99	บาท/ตัน
ค่าดำเนินการ+ค่าเสื่อมปูลาดและบดทับหนา 5 ซม.			119.62	บาท/ตัน
ค่าใช้จ่ายรวม (AC40/50)			2,187.17	บาท/ตัน
ค่าใช้จ่ายรวม (AC60/70)			2,064.67	บาท/ตัน
ส่วนต่างๆ Asphalt Concrete AC40/50 และ AC60/70 =			122.50	บาท/ตัน
คิดเป็น			5.93	Percent
ราคาแอสฟัลต์ซีเมนต์จากราคาวัสดุ กระทรวงพาณิชย์ ประจำเดือน พฤศจิกายน ปี ๒๕๖๖				

บทที่ 3

การดำเนินการศึกษา

3.1 บทนำ

การขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกของประเทศไทยมีสัดส่วนสูงสุด ซึ่งการขนส่งด้วยรถบรรทุกจะทำให้ถนนเกิดความเสียหายได้รวดเร็วขึ้น ถ้าถนนไม่ได้ทำการก่อสร้างให้มีโครงสร้างชั้นทางที่สอดคล้องกับปริมาณการจราจร อีกทั้งประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีฝนชุก ทำให้ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60/70 ภายหลังจากก่อสร้างมักพบปัญหาการเกิดร่องล้อ ทำให้อายุการใช้งานลดลง การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าของกรมทางหลวงคือการปรับปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ในปริมาณที่ลดลง ซึ่งสามารถลดความถี่ร่องล้อได้ แต่อาจจะทำให้เกิดปัญหาการเสียหายจากความชื้น (Moisture Induced Damage) เพิ่มมากขึ้นได้ ซึ่งความเสียหายนี้จะลุกลามถึงโครงสร้างชั้นทางด้านล่าง ทำให้กรมทางหลวงต้องเสียงบประมาณในปริมาณที่สูงขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหา Moisture Damage ที่ลุกลามสู่โครงสร้างชั้นทางด้านล่าง ทั้งนี้จะสามารถสังเกตได้ เมื่อนถนนในฤดูร้อนไม่พบความเสียหายแบบร่องล้อและ/หรือ Pot Holes แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนจะพบปัญหา Pot Holes ซึ่งจะทำให้โครงสร้างชั้นทางข้างใต้เกิดการเสียหายต่อไป ดังนั้นการแก้ไขปัญหาการเกิดร่องล้อที่เหมาะสมมากที่สุดคือการเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์และขนาดคละมวลรวมให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยและปริมาณรถบรรทุกในพื้นที่นั้นๆ โดยในปี 2550 กรมทางหลวงจึงได้มีการศึกษาเพื่อนำแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 40/50 มาใช้เพื่อให้ได้ถนนที่มีความสามารถในการต้านการเกิดร่องล้อได้มากขึ้น

การก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง - อ.แกลง กม. 25+00 ถึง 62+200 แล้วเสร็จตั้งแต่ปี พ.ศ.2560 การพิจารณาเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ในขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง นั้นได้ดำเนินการเลือกใช้ชนิดแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามแนวทางของระบบ SUPERPAVE ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งต้องพิจารณาถึงสภาพสิ่งแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ ปริมาณการจราจร จากการพิจารณาตามระบบ SUPERPAVE พบว่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ในโครงการฯ นี้ต้องเป็นแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 ส่วนชั้นพื้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60/70

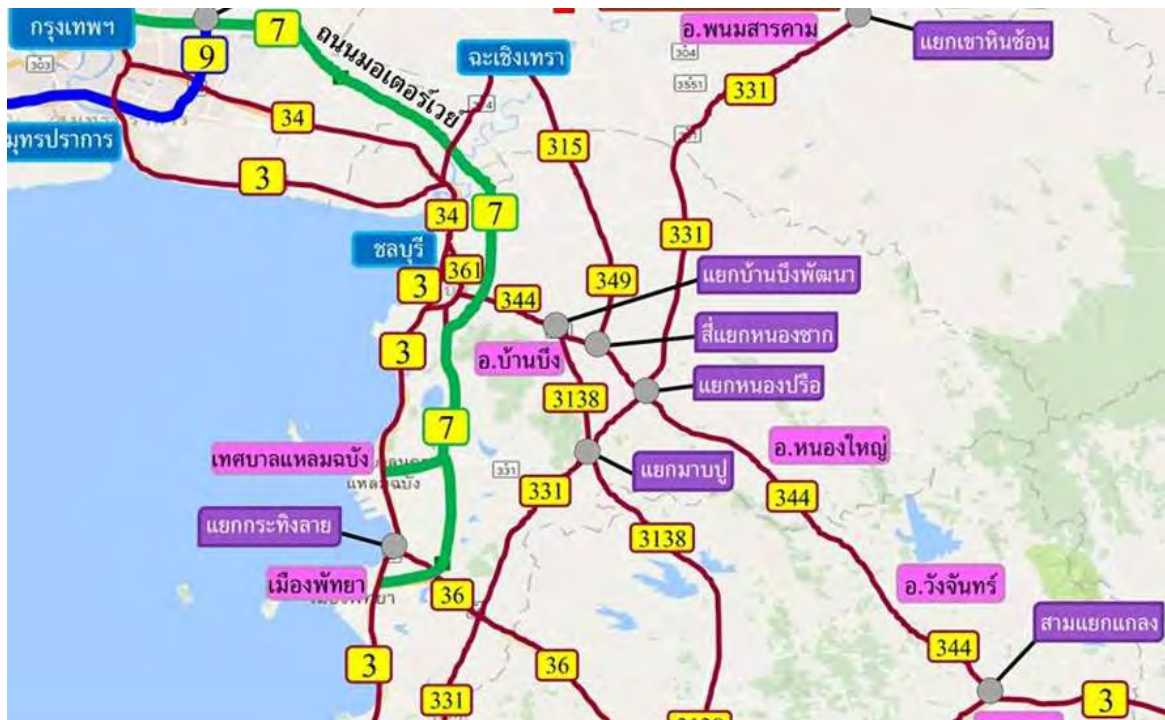
โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง - อ.แกลง ได้นำแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 40/50 มาใช้ในบริเวณที่มีความเร็วสูงและใช้ผิวทาง Portland Cement Concrete บริเวณทางแยก (ถ้าใช้ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องใช้ แอสฟัลต์ซีเมนต์ PG76 โดยโครงการฯ นี้เป็นโครงการฯ แรกของกรมทางหลวง ที่ได้้นำแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 40/50 มาใช้เป็นชั้นผิวทาง (Wearing Course) ในปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์มากกว่า 4,000 ตัน และเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในการใช้ AC 40/50 จึงกำหนดให้โครงการก่อสร้างฯ จะต้องทำการเก็บสุมเก็บตัวอย่างแอสฟัลต์ซีเมนต์ทุกการใช้งาน 50 ตัน เพื่อนำมาทดสอบตามมอก.851 ในห้องปฏิบัติการ ของกรมทางหลวง ซึ่งโครงการฯ นี้เป็นโครงการฯ แรกที่จะต้องสุมเก็บตัวอย่างแอสฟัลต์ซีเมนต์จากถังเก็บของผู้รับเหมาก่อสร้าง เพื่อทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

3.2 โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง - อ.แกลง

กม. 24+500 - กม.62+200

3.2.1 ที่ตั้งของโครงการ

ทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง - อ.แกลง เป็นทางหลวงที่ตัดเชื่อมทางหลวงหมายเลข 3 สู่จังหวัดจันทบุรีในภาคตะวันออกตามภาพที่ 3.1 ซึ่งแสดงตำแหน่งโครงการฯ กรมทางหลวง ได้รับงบประมาณปี 2558 เพื่อบูรณะทางหลวงทางหลวงหมายเลข 344 ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200 ก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง - อ.แกลง เป็นถนนแอสฟัลต์คอนกรีตขนาด 4 ช่องจราจร ไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต เกาะกลางแบบร่องน้ำ (Depressed Median) ก่อสร้างจาก 2 ช่องจราจรเป็น 4 ช่องจราจรแล้วเสร็จในปี 2541 เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคตะวันออก และภายหลังน้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศในปี 2554 อีกทั้งในพื้นที่มีโรงงานน้ำตาล และแหล่งวัสดุควมรวมต่างๆ ทำให้ในปัจจุบันมีปริมาณการจราจรและปริมาณรถบรรทุกหนักมาก



ภาพที่ 3.1 ที่ตั้งโครงการทางหลวงหมายเลข 344 ตอน 1 สาย อ.บ้านบึง - อ.แกลง

ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200

3.2.2 การการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

สภาพถนนทางหลวงหมายเลข 344 ช่วง สาย อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200 ในบางช่วงมีการบูรณะด้วยวิธีการ Pavement Recycling และมีความเสียหายถึงชั้นโครงสร้างชั้นทางตามภาพที่ 3.2 ในบางช่วงไม่มีความเสียหายบนชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตและยังคงอยู่ในระยะประกันผลงานของผู้รับจ้าง

ในปี 2557 ณ.จุดตรวจวัดบนทางหลวงหมายเลข 344 กม. 16+471 กม. 48+725 มีปริมาณการจราจร 28,821 คันและปริมาณรถบรรทุกหนักประมาณ 21.64 เปอร์เซ็นต์ และ กม. 48+725 มีปริมาณการจราจร 20,472 คันและปริมาณรถบรรทุกหนักประมาณ 28.0 เปอร์เซ็นต์ ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทางทางหลวงหมายเลข 344 สาย อ.บ้านบึง – อ.แกลง ตอนที่ 1 นั้น ได้ดำเนินการออกแบบเชิงวิเคราะห์ ซึ่งใช้โปรแกรม BISAR ในการคำนวณค่าความเครียด (Strain) ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งได้ใช้ Fatigue Criteria แอสฟัลต์คอนกรีตของ Shell และ Cement Modified Crushed Rock Base ของ Jameson และคณะ จากผลการดำเนินการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง คณะผู้ออกแบบโครงสร้างชั้นทางได้จัดทำรูปตัดแนะนำโครงสร้างชั้นทางเพื่อนำไปใช้เป็นแบบก่อสร้าง ดังแสดงในภาพที่ 3.3 ในการออกแบบนี้ได้นำผลการออกแบบโครงสร้างชั้นทางด้วยวิธีการเชิงวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับการออกแบบเชิงประสบการณ์ตาม AASHTO 1993 (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงว่าการออกแบบเชิงวิเคราะห์ให้ผลการออกแบบที่มีโครงสร้างชั้นทางที่มีความหนาน้อยกว่า วิธีการตาม AASHTO 1993 การก่อสร้างบูรณะเริ่มต้นในปีงบประมาณ 2568 และการบูรณะก่อสร้างแล้วเสร็จในต้นปี พ.ศ. 2560 ตามภาพที่ 2.4

ในระหว่างการบูรณะพบปัญหาการจัดการจัดหา AC40/50 เนื่องจากยังมีได้มีการผลิตในเชิงพาณิชย์ ทำให้ต้องการมีการตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วนจากกรมทางหลวง จึงสามารถผลิตได้ และผู้รับจ้างจะต้องทำการจัดเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่โครงการฯ ทุกการใช้งานแอสฟัลต์ซีเมนต์ 50 ตัน มาทดสอบที่ห้องปฏิบัติการของกรมทางหลวง ซึ่งโครงการฯ นี้เป็นโครงการฯ แรกที่ได้มีการจัดทำ การทดสอบดังกล่าว



ภาพที่ 3.2a รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง
(ภาพจาก Google Street View)



ภาพที่ 3.2b รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง
(ภาพจาก Google Street View)



ภาพที่ 3.2c รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง
(ภาพจาก Google Street View)



ภาพที่ 3.2d รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง
(ภาพจาก Google Street View)

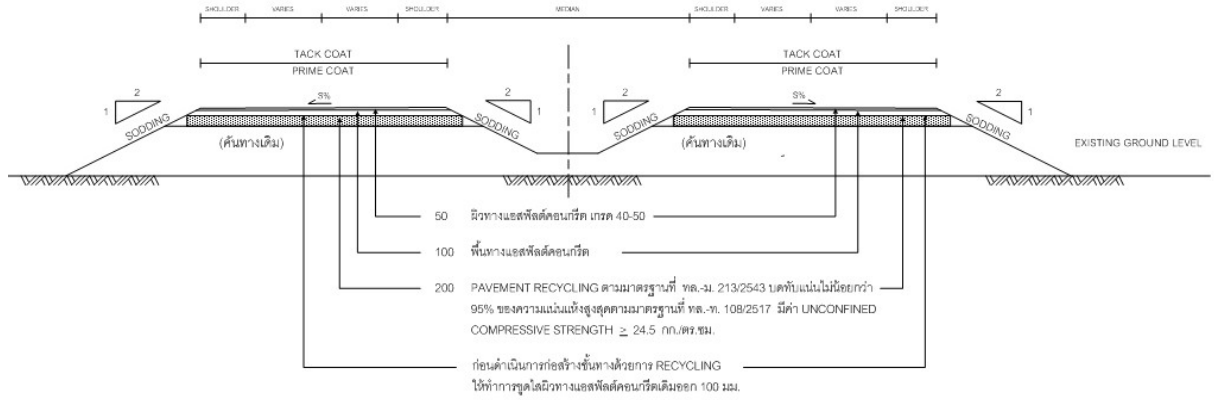


ภาพที่ 3.2e รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง
(ภาพจาก Google Street View)



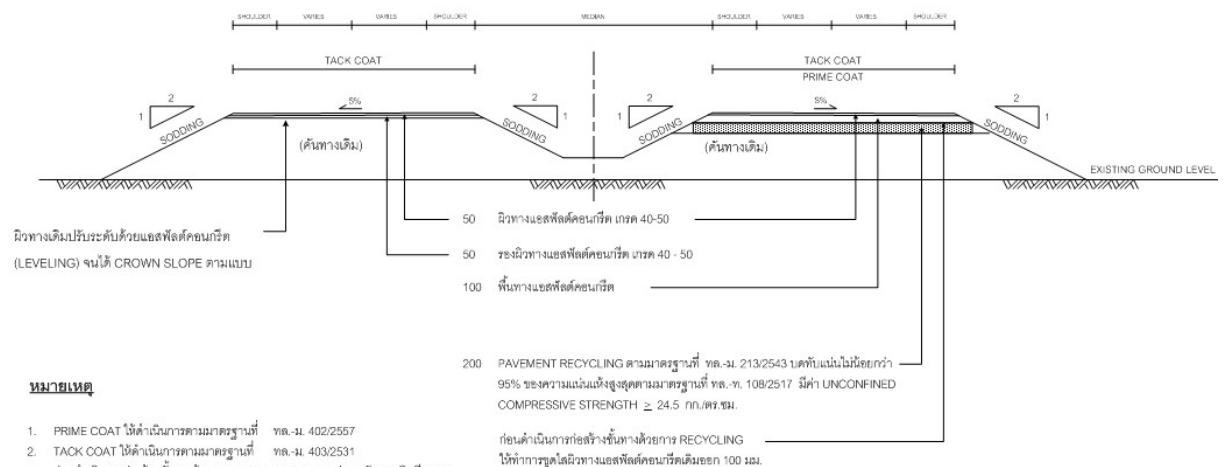
ภาพที่ 3.2f รูปก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง – อ.แกลง
(ภาพจาก Google Street View)

แบบรูปตัดแนะนำโครงสร้างชั้นทาง ทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง - อ.แกลง ตอน 1
 ระหว่างช่วง กม.20+000 – กม.25+800, กม.28+680 – กม.31+451, กม.32+400 – กม.34+000,
 กม.36+500 – กม.45+510, กม.46+000 – กม.50+400, กม.51+340 – กม.54+000,
 กม.54+950 – กม.56+400, กม.59+390 – กม.59+950 และ กม.61+740 – กม.62+200



ภาพที่ 3.3a แบบรูปตัดโครงสร้างชั้นทางสำหรับการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344
 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+ 000 – กม. 62 + 200

แบบรูปตัดแนะนำโครงสร้างชั้นทาง ทางหลวงหมายเลข 344 อ.บ้านบึง - อ.แกลง ตอน 1
 ระหว่างช่วง กม.54+000 – กม.54+950 และ กม.61+000 – กม.61+740



หมายเหตุ

1. PRIME COAT ให้ดำเนินการตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 402/2557
2. TACK COAT ให้ดำเนินการตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 403/2531
3. ก่อนดำเนินการก่อสร้างชั้นทางด้วยการ RECYCLING หากพบว่าบนดินทางเดิมมีความเสียหายมากหรือมีจุดอ่อนตัวในชั้นที่ต่ำกว่าชั้นนี้ทาง ให้ทำการรื้อหรือซ่อมเป็นจุดๆ โดยให้จุดรื้อคือที่เป็นจุดอ่อนตัวออกให้หมด แล้วแทนที่ด้วยวัสดุแต่ละชั้น บดทับแน่นตามแบบโครงสร้างชั้นทางเดิม
4. ก่อนดำเนินการก่อสร้างชั้นทางด้วยการ Overlay หากพบว่าบนดินทางเดิม มีความเสียหายมากหรือมีจุดอ่อนตัว ให้ทำการรื้อหรือซ่อมเป็นจุดๆ โดยให้จุดรื้อคือที่เป็นจุดอ่อนตัวออกให้หมดแล้วแทนที่ด้วยวัสดุแต่ละชั้น บดทับแน่นตามแบบโครงสร้างชั้นทางเดิม
5. ให้โครงการฯ เก็บตัวอย่างแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 40-50 ที่ใช้ในผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต เกรด 40-50 มาทำการทดสอบคุณสมบัติตาม มอก.851-2542 สำหรับปริมาณการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ เกรด 40-50 ทุก 50 คัน

หน่วย : มิลลิเมตร
 มิติไม่ตรงตามมาตรฐาน

ภาพที่ 3.3b แบบรูปตัดโครงสร้างชั้นทางสำหรับการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344
 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+ 000 – กม. 62 + 200

ตารางที่ 1 รายการคำนวณโครงสร้างชั้นทาง โครงการก่อสร้างบูรณะทางหมายเลข 344

Structural Thickness Pavement Design: Analytical Design											
ROUTE NO.	344										
SECTION	โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านโป่ง อ.แก่ง										
	กม. 25+00 - 62+200										
STA. ตรวจวัด	กม. 16+470										
TRAFFIC ANALYSIS											
	Average daily traffic by types										Percent of
Years	Car	Light Bus	Medium Bus	Heavy Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Full Tractor	Semi Tractor	Total	Heavy Vehicles
2557	12089	68	56	127	10427	1675	1672	1373	1334	28821	21.64
2558										30262	
2561										31775	
2562										33364	
Lane Factor										= 0.45	
Design Period										= 15	Years
Traffic Annual Growth Rate										= 5.0	%
Accumulated Number of Heavy Vehicles in Design Lane										= 25,590,075	Vehicles
Truck Factor										= 2.0	
Accumulated Equivalent Single Axles in Design Lane										= 51,180,149	Passes
Pavement Structure											
Materials								Thickness (mm)	Modulus (Mpa)	Poisson's Ratio	
Asphalt Concrete								150	2500	0.35	
Cement Modified Crushed Rock Base								200	850	0.35	
Soil Aggregate Subbase								200	150	0.35	
Selected Material "A"								200	100	0.35	
Subgrade									30	0.35	
Critical Strain Calculation Results											
Max Tensile Strain under Asphalt Layer										120	μe
Max Tensile Strain under Cement treated Layer										144	μe
Max Compressive Strain on Subgrade										237	μe
Allowable Number of Repetitions											
Asphalt Concrete Layer with RF =			0.5					60,750,000	Passes		OK
Cement Modified Layer with RF =			0.5					173,263,184	Passes		OK
Subgrade with RF =			0.5					97,218,676	Passes		OK

ตารางที่ 2 ตารางแสดงออกแบบโครงสร้างชั้นทางหลวงหมายเลข 344
ช่วง อ.บ้านบึง – อ.แกลง ตอนที่ 1 ตาม AASHTO 1993

Design Inputs

W18 =	51,180,149	ESALs Applications Over Design Period	Typ. Range 0.1 to 80 million
R =	95 %	Reliability	Typ. Range 80 to 95%
So =	0.45	Standard Deviation	Typ. Range 0.3 to 0.5
MR =	6,000 psi	Subgrade Resilient Modulus	Typ. Range 3000 to 9000 psi
Pi =	4.5	Initial Serviceability	Typ. Range 4.4 to 4.8
Pt =	2.5	Terminal Serviceability	Typ. Range 2.0 to 3.0

Layer No.	Description	Layer Coefficient, a_i	Drainage Coefficient, m_i	Elastic Modulus, psi	SN Using E of next lower layer in inputs box below	Min. Layer Thickness, D, inches	Practical Layer Thickness, D, inches	Associated SN	
Layer 1	AC Layer	0.37	1.00	400,000	2.37	6.41	6.00	2.22	
Layer 2	Cement Modified B	0.22	1.00	124,000	4.39	9.86	8.00	1.76	
Layer 3	Subbase	0.11	1.00	22,500	5.01	9.36	8.00	0.88	
Layer 4	Selected A	0.11	1.00	15,000	6.63	16.09	8.00	0.88	
Layer 5						0.00	0.00	0.00	
Layer 6						0.00	0.00	0.00	
Layer 7						0.00	0.00	0.00	
Layer 8						0.00	0.00	0.00	
Subgrade	Subgrade	N/A	N/A	6,000	N/A	N/A	N/A	N/A	
Total Pavement Thickness, inches,						41.72	30.00	5.74	6.63



ภาพที่ 3.4a รูปภายหลังจากบูรณะทางหลวงหมายเลข 344
ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 32+ 600 LT



ภาพที่ 3.4b รูปภายหลังจากบูรณะทางหลวงหมายเลข 344
ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 55+ 000 LT



ภาพที่ 11.3 รูปภายหลังจากบูรณะทางหลวงหมายเลข 344
ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 37+ 800 RT



ภาพที่ 3.4c รูปภายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344
ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 56+ 000 RT



ภาพที่ 3.4d รูปภายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง (RT) บริเวณ
จุดแบ่งพื้นที่ก่อสร้าง ตอน 1-1 และ ตอน 1-2 (ภาพจาก Google Streetview, 2562)

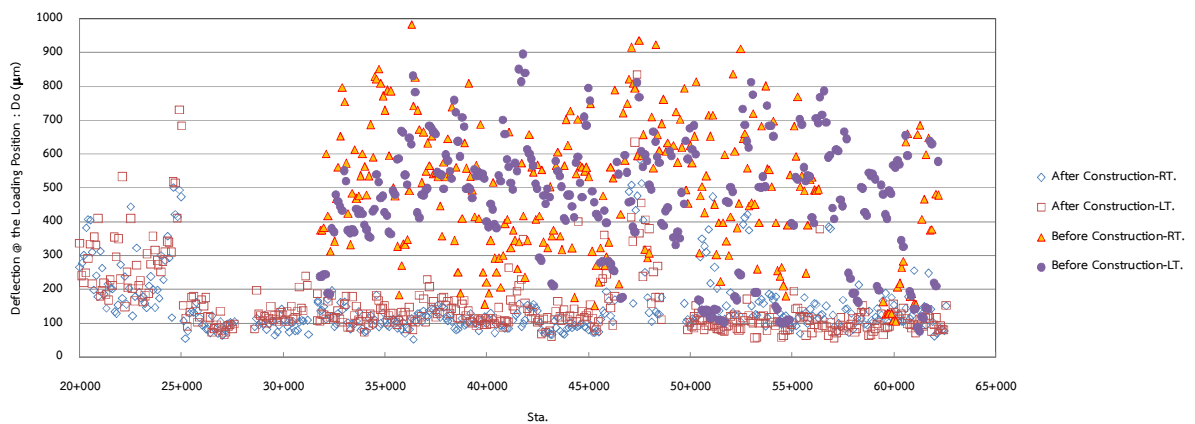


ภาพที่ 3.4e รูปภาพหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง (RT) ที่ใช้ผิวทาง Porous Asphalt Concrete (ภาพจาก Google Streetview)

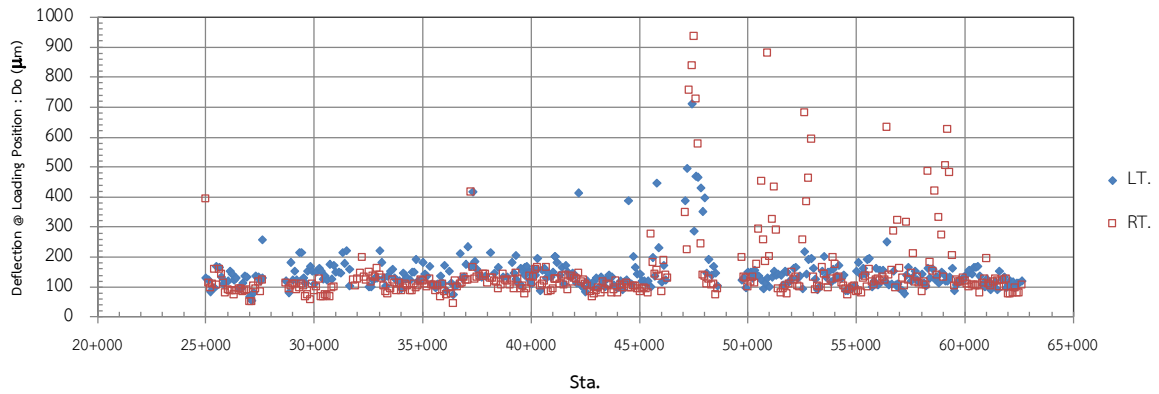
3.3 การประเมินความแข็งแรงถนนด้วย Falling Weight Deflectometer (FWD)

การบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+000-กม. 62+200 แล้วเสร็จในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 โดยการประเมินความแข็งแรงของถนนจะดำเนินการด้วย FWD โดยดำเนินการทดสอบจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

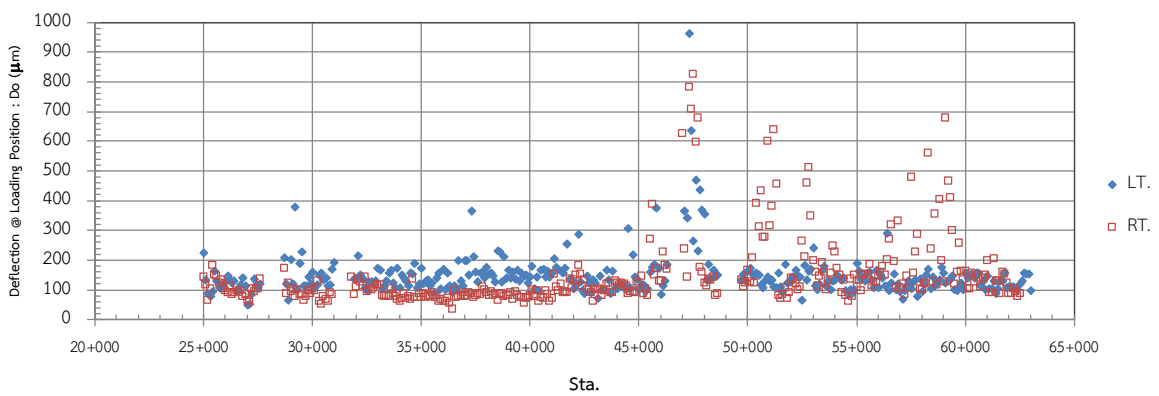
ผลการทดสอบ FWD ก่อนการบูรณะฯ และภายหลังการบูรณะ แสดงในภาพที่ 3.5



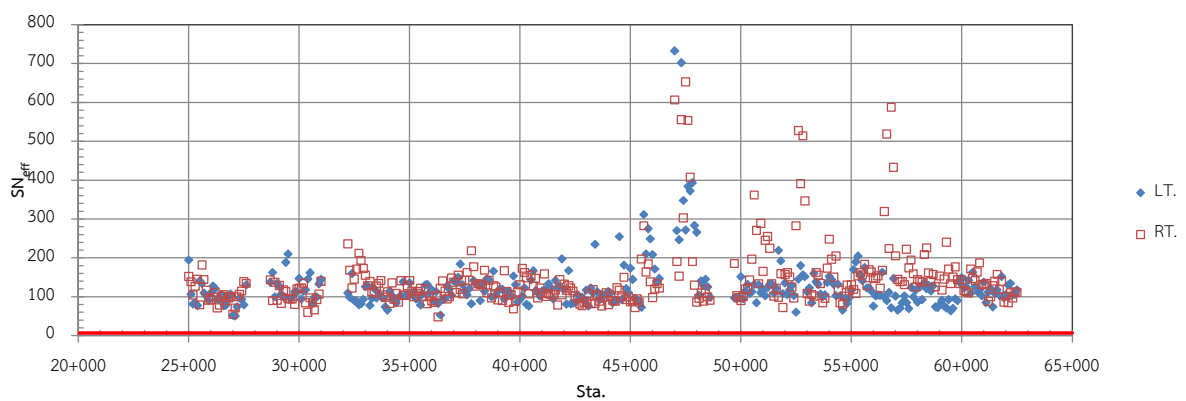
ภาพที่ 3.5a ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate ก่อนก่อสร้างและหลังการก่อสร้างประมาณ 6 เดือน



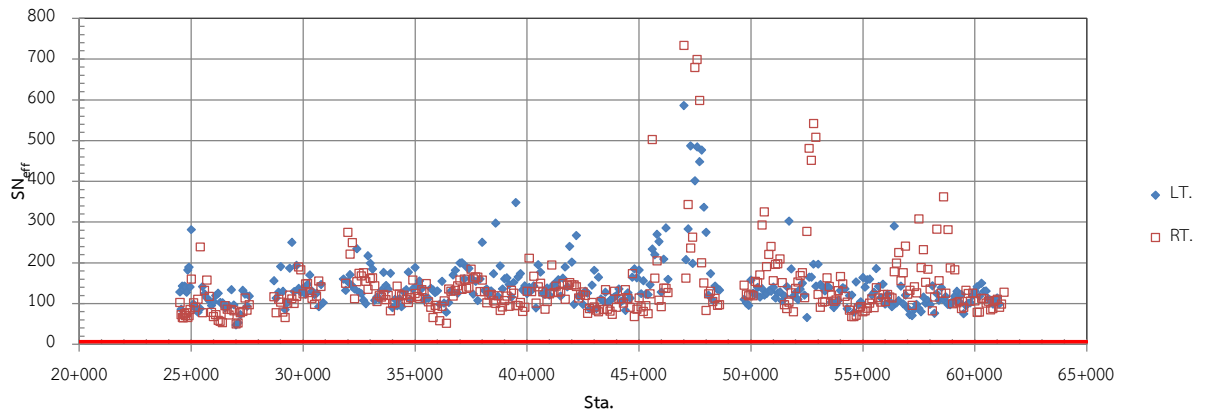
ภาพที่ 3.5b ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate
หลังการก่อสร้างประมาณ 2 ปี



ภาพที่ 3.5c ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate
หลังการก่อสร้างประมาณ 3 ปี



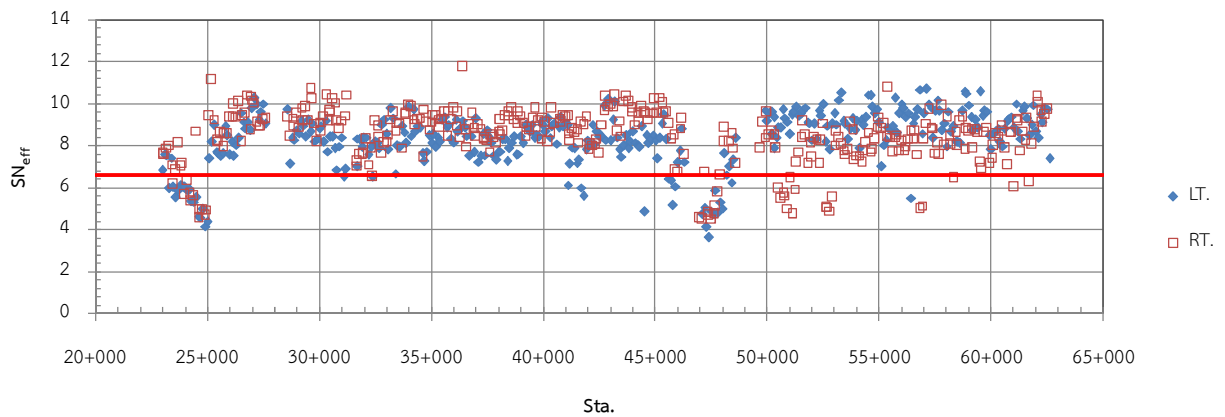
ภาพที่ 3.5d ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate
หลังการก่อสร้างประมาณ 4 ปี 6 เดือน



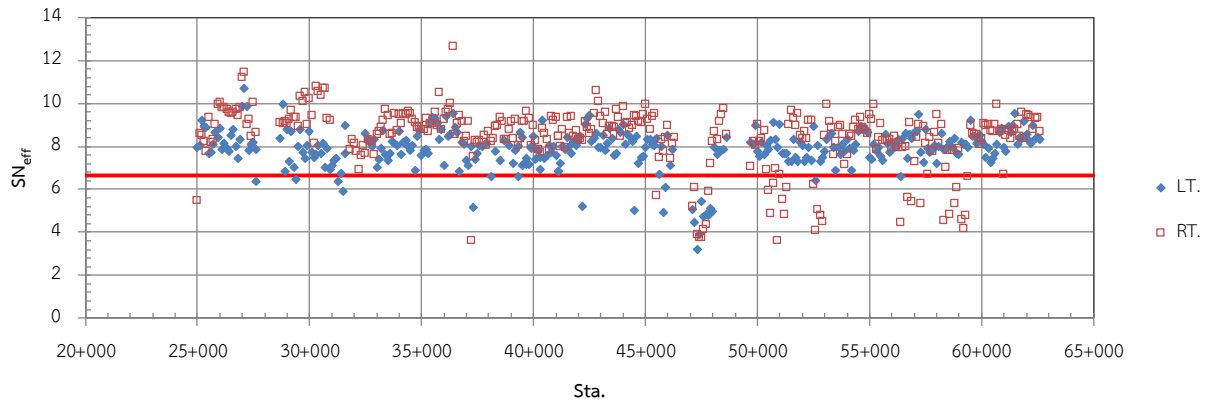
ภาพที่ 3.5e ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate
หลังการก่อสร้างประมาณ 7 ปี

3.4 การแปลผลการทดสอบ FWD โดยวิธีการของ AASHTO 1993

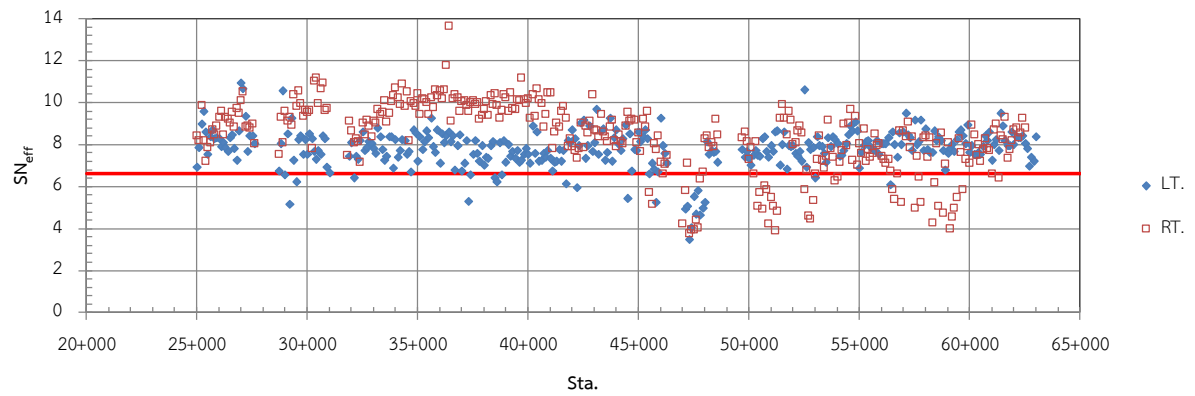
การแปลผลการทดสอบ FWD เพื่อให้ทราบค่า Effective Structural Number (SN_{eff}) ก่อนและภายหลังการก่อสร้าง จะใช้วิธีการของ AASHTO 1993. ผลการแปลผลการทดสอบค่า SN_{eff} แสดงในภาพที่ 3.6 ซึ่งภายหลังการบูรณะมีค่า SN สูงกว่าที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง



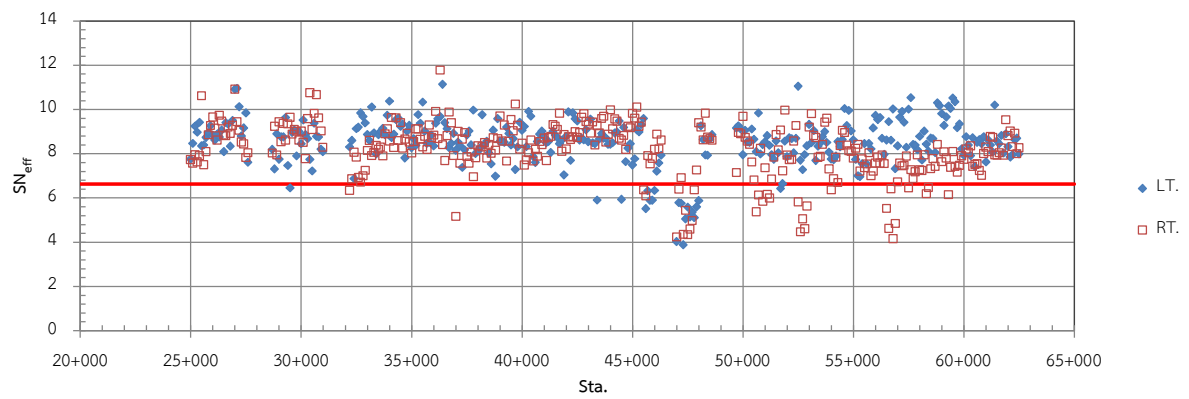
ภาพที่ 3.6a ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993
ภายหลังการก่อสร้างประมาณ 6 เดือน



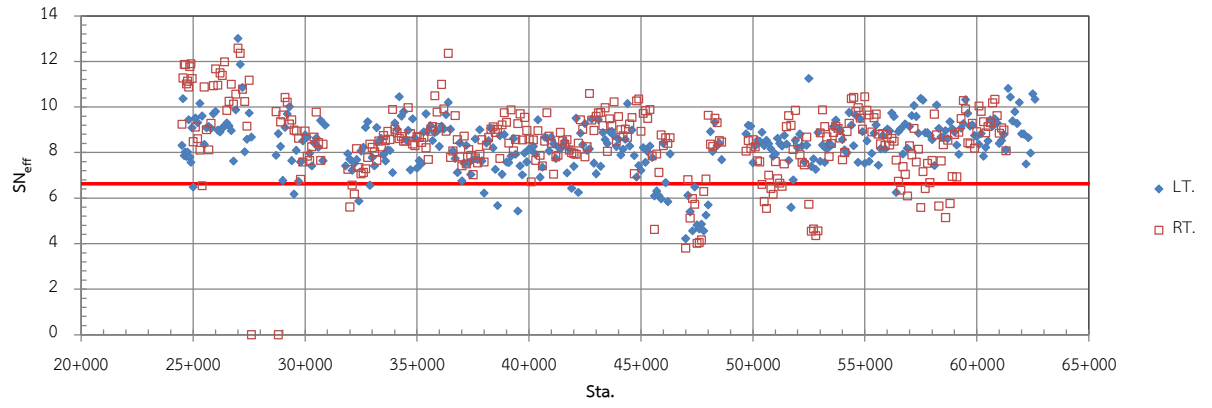
ภาพที่ 3.6b ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993
หลังการก่อสร้างประมาณ 2 ปี



ภาพที่ 3.6c ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993
หลังการก่อสร้างประมาณ 3 ปี



ภาพที่ 3.6d ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993
หลังการก่อสร้างประมาณ 4 ปี 6 เดือน



ภาพที่ 3.6e ผลการประเมิน SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993
หลังการก่อสร้างประมาณ 7 ปี

บทที่ 4

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการศึกษา

การใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 สำหรับผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตในโครงการฯ นี้ เป็นโครงการฯ แรกของกรมทางหลวง ที่แก้ไขปัญหาการเกิดร่องล้อโดยตรงปัญหาและประเด็น ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบตามมาเช่นการปรับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเพิ่มมวลรวมหยาบ ลดปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายจากความชื้น (Moisture Damage) ได้ง่ายขึ้น ปัญหาการเกิดร่องล้อในประเทศไทยเกิดขึ้นเนื่องจากแอสฟัลต์ซีเมนต์มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมที่ใช้ในการก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศร้อนชื้นรวมทั้งปริมาณการจราจรในหลายทางมีปริมาณสูง ดังนั้นการพิจารณาใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ ปริมาณการจราจร ของประเทศไทย จะเป็นแนวทางแก้ไขที่มีประสิทธิภาพ

เนื่องจากแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 มีราคาต่ำกว่า Polymer Modified Asphalt Cement มาก จึงเป็นการประหยัดงบประมาณของประเทศในการบูรณะก่อสร้างถนนและเนื่องจากมีอายุการใช้งานมากกว่าผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต AC60/70 ซึ่งสามารถประหยัดงบประมาณของประเทศในการบูรณะทางหลวงภายหลังการก่อสร้าง ลดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนเนื่องการปิดถนนเพื่อดำเนินการบูรณะลดลง และสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการศึกษาฯ มีดังนี้

4.2.1 ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง ควรดำเนินการ Life Cycle Cost Analysis ไม่น้อยกว่า 3 รูปแบบโครงสร้างชั้นทาง ซึ่งควรประกอบด้วยรูปแบบถนนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตและผิวทางซีเมนต์คอนกรีต เพื่อให้ได้โครงสร้างชั้นทางที่เหมาะสม

4.2.2 การพิจารณาการแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 ควรพิจารณาใช้ในสายทางที่มีปริมาณมาตรฐานเพลลาเดี่ยวมากกว่า 10 ล้าน ESALs

4.2.3 เนื่องจากจากแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 มีความแข็งมากกว่า AC60/70 ผู้ออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ไม่ควรออกแบบส่วนผสมที่มีขนาดคละแบบ Coarse Grade ควรออกแบบส่วนผสมแบบ Fine-Grade เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพแตกกร้าวของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตก่อนกำหนด

4.2.4 เนื่องจากจากแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 มีความแข็งมากกว่า AC60/70 ในขั้นตอนการผสมจะต้องใช้อุณหภูมิขึ้นและต้องใช้อุณหภูมิหล่อเหล็กสันสะเทือนที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 10 ตัน ในการบดทับ

4.2.5 เนื่องจากการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 กม 25+000 ถึง 62+200 ได้ใช้ชั้นพื้นทางเป็นแอสฟัลต์คอนกรีต AC60/70 จึงทำให้พื้นที่ที่มีความลาดชันหรือมีรถบรรทุกเข้าออกเป็นจำนวนมาก จะเกิดปัญหาร่องล้อตามภาพที่ 4.1 ดังนั้นจึงควรพิจารณาเลือกใช้แอสฟัลต์คอนกรีต AC40/50 ให้มีความหนามากกว่า 10.0 ถึง 12.5 เซนติเมตร และเลือกใช้แอสฟัลต์คอนกรีต AC60/70 ในชั้นผิวทางด้านล่างถัดไป

4.2.6 การดำเนินการทดสอบ FWD เพื่อประเมินค่า SN_{eff} ตาม AASHTO 1993 ควรดำเนินการในช่วงที่ไม่มีฝนตกเพื่อจะได้ทดสอบแอสฟัลต์ในช่วงที่วิกฤต

4.2.7 จากการสำรวจสภาพทางหลวงหมายเลข 344 กม.25+000 ถึง 62+200 ในปี 2566 ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตทางหลวงหมายเลข 344 ควรได้รับการเสริมผิวทางไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร เพื่อให้ถนนมีอายุการใช้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการลงทุนไม่มากแต่ทำให้ถนนมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันมาก

4.2.8 การดำเนินการติดตามประสิทธิภาพการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC40/50 ควรดำเนินการจนกระทั่งมีการก่อสร้างใหม่หรือบูรณะ

4.2.9 ในการจัดทำแผนงานงบประมาณงานก่อสร้างบูรณะถนน ควรพิจารณาปริมาณรถบรรทุก

4.2.10 การออกแบบโครงสร้างชั้นทาง ในกรมทางหลวงควรพิจารณาดำเนินการออกแบบด้วยวิธีการเชิงประสบการณ์ของ AASHTO ปี 1993 และพิจารณานำแนวความคิด Perpetual Pavement มาใช้ในกรมทางหลวง



ภาพที่ ๔.๑ ร่องล้อที่เกิดขึ้นทางหลวงหมายเลข ๓๔๔ ด้านซ้ายทาง (ธันวาคม ๒๕๖๖)



ภาพที่ ๔.๒ ร่องล้อที่เกิดขึ้นทางหลวงหมายเลข ๓๔๔ ด้านขวาทาง (ธันวาคม ๒๕๖๖)

บทที่ 5

ปัญหาและอุปสรรค

5.1 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคสามารถจำแนกได้เป็น 3 จำพวกดังนี้ (1) ก่อนการก่อสร้างในขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง (2) ในระหว่างการก่อสร้าง และ (3) ภายหลังการก่อสร้าง ดังนี้

- AC40/50 ยังไม่ได้นำมาใช้อย่างแพร่หลายในกรมทางหลวง มีเพียงแปลงทดสอบของสำนักวิจัยและพัฒนาทาง จึงเกิดการไม่ยอมรับ
- ไม่มีราคาที่ใช้ในการจัดทำราคากลาง
- มีความเข้าใจของบุคลากรของกรมทางหลวง ว่าถนนผิวทาง AC40/50 มีความแข็งแรงจะแตกร้าวได้ง่าย

5.2 แนวทางแก้ไขอุปสรรค

แนวทางแก้ไขอุปสรรคจากข้อ 5.1 มีดังต่อไปนี้

- ให้คำอธิบายถึงข้อดี/ข้อด้อยของ AC40/50 ต่อบุคลากรกรมทางหลวงให้คลายข้อสงสัย
- ใช้ราคา AC 60/70 ในการจัดทำราคากลาง
- ให้ออกแบบส่วนผสมแบบ Fine Graded แทนที่ แบบ Coarse Graded

ເອກສາກອ້າງອິງ

- Asphalt Institute (1997), Performance-Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Superpave Series No. 1 (SP1), USA
- AASHTO (1993), AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Washington, D.C. U.S.A.
- AASHTO M30. (2002), Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder., Washington, D.C., USA.
- AASHTO M31. (2002), Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test., Washington, D.C., USA.
- Asphalt Institute (1990) Thickness Design-Full Depth Asphalt Pavement Structures for Highways and Streets, Maryland, USA.
- Department of Highways (2001), Analytical Design of New Flexible Pavements in Thailand, Manual No. 3, Pavement Technology Project, Department of Highways, Ministry of Transport and Communication, Bangkok.
- Department of Highways (2001), Comparison between Pavement Evaluation using the Falling Weight Deflectometer and the Benkelman Beam, Technical Report No. 4, Pavement Technology Project, Department of Highways, Ministry of Transport and Communication, Bangkok.
- Eshan V. Dave, Christopher DeCarlo, Chelsea M. Hoplin, Benjamin Helmer, Jay Dailey, and R. Christopher Williams (2007), Impact of Low Asphalt Binder for Coarse HMA Mixes., MN/RC 2007-27., St. Paul, MN.
- Jameson G.W., Sharp K.G., Yeo R. (1992), Cement-treated crushed rock pavement fatigue under accelerated loading: the Mulgrave (Victoria) ALF trial, 1992/1993, Australian Road Research Board, Research report ARR no. 224
- John T. Harvey, John A. Deacon, Bor-Wen Tsai and Carl L. Monismith (1995), Fatigue Performance of Asphalt Concrete Mixes and Its Relationship to Asphalt Concrete Pavement Performance in California, RTA-95-W455-2, California.
- Waddah S. Abdullah, Mohammed Taleb Obaidat and Nazem M. Abu-Sa'da, 1998, Influence of Aggregate Type and Gradation on Voids of Asphalt Concrete Pavements, Journal of Materials in Civil Engineering, Vol.10(2), 115-121p.

- รายงานฉบับที่ : วพ. 325 สำนักวิจัยและพัฒนาทาง กรมทางหลวง
- ผู้เขียน : นายจุฑา สุนิത്യสกุล นายชัยรัตน์ ศุภชวโรจน์ และนายฉัตรชัย จันทร
- ชื่อเรื่อง : การใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและการจราจร สำหรับงานก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง - อ.แกลง
- บทคัดย่อ : การขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกทุกของประเทศไทยมีส่วนสูงสุด ซึ่งการขนส่งด้วยรถบรรทุก จะทำให้ถนนเกิดความเสียหายได้รวดเร็วขึ้น ถ้าถนนไม่ได้ทำการก่อสร้างให้มีโครงสร้างชั้นทางที่สอดคล้องกับปริมาณการจราจร อีกทั้งประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีฝนชุก ทำให้ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เพนนีเทรชั่นเกรด 60/70 (AC 60/70) ภายหลังจากก่อสร้างมักพบปัญหาการเกิดร่อนล่อ ทำให้อายุการใช้งานลดลง เมื่อมีการปรับปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้มีการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ในปริมาณที่ลดลง เพื่อให้เกิดร่อนล่อลดลง แต่อาจจะทำให้เกิดปัญหาการเสียหายจากความชื้น (Moisture Damage) ได้ ดังนั้นในการที่เหมาะสมมากที่สุดคือการเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ใน 2550 กรมทางหลวงจึงได้มีการศึกษาเพื่อนำแอสฟัลต์ซีเมนต์เพนนีเทรชั่นเกรด 40/50 (AC 40/50) มาใช้เพื่อให้ได้ถนนที่สามารถต้านการเกิดร่อนล่อได้ดีขึ้น

ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จัดตั้งโครงการ The Strategic Highway Research Program (SHRP) ขึ้นมา เพื่อปรับปรุงสมรรถนะ ความทนทาน และความปลอดภัยในการใช้งานของทางหลวง โดย SHRP ได้พัฒนาระบบซูเปอร์เพฟ (SUPERPAVE) ซึ่งเป็นชื่อย่อของคำว่า Superior PERforming Asphalt PAVement โดยมีวัตถุประสงค์ให้ถนนลาดยางมีสมรรถนะในการใช้งานให้ดีขึ้นกว่าเดิม ภายใต้การพิจารณาถึงสภาวะรุนแรงในการใช้งานเนื่องจากอุณหภูมิ ปริมาณจราจร และสภาพการใช้งาน ในการเลือกใช้เกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามข้อกำหนด SUPERPAVE หรือที่เรียกโดยย่อว่า PG Grade ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง การก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-อ.แกลง ช่วง กม. 25+00 ถึง 62+200 ได้ประยุกต์การเลือกใช้ชนิดของ Asphalt Cement ตามระบบ SUPERPAVE

เครื่องมือ Falling Weight Deflectometer (FWD) เป็นการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างทาง แบบไม่ทำลาย โดยการปล่อยน้ำหนักกระทำต่อผิวทาง ซึ่งเป็นการจำลองน้ำหนักจากรถบรรทุกกระทำต่อถนน โดยให้มีปริมาณใกล้เคียงกันกับน้ำหนักกระทำจากรถบรรทุก และทำการตรวจวัดการยุบตัวของโครงสร้างชั้นทางที่ระยะต่างๆ จากจุดที่น้ำหนักตกกระทบ เพื่อใช้ในการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทาง การแปลผลการทดสอบ FWD ทำได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Elmod ซึ่งในโครงการนี้ จะได้ทำการทดสอบ FWD ทั้งก่อนและภายหลังการก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ช่วง กม. 25+00 ถึง 62+200

ศัพท์เฉพาะเรื่อง : Asphalt Concrete AC40/50, Coarse Graded, Fine Graded
Moisture Damage, Structural Number

ทล.วพ./ว./25568/ท.