



การประเมินถนนแอสฟัลต์คอนกรีตชนิด AC 40/50
ระยะเวลา 7 ปี ภายหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ :
กรณีทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง - อ.แก่ง
ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200

โดย

จุฑา สุนิตย์สกุล¹

ชัยรัตน์ ศุภชวโรจน์²

¹ วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง

² วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

บทความนี้เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น กรมทางหลวงไม่มีส่วนเกี่ยวข้องแต่อย่างใด

การประเมินถนนแอสฟัลต์คอนกรีตชนิด AC 40/50

ระยะเวลา 7 ปี ภายหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ :

กรณีทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง - อ.แก่ง ช้วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200

จุฑา สุนิตย์สกุล

วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง

ชัยรัตน์ ศุภขวโรจน์

วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

บทคัดย่อ

กรมทางหลวง ได้มีการพัฒนาการออกแบบโครงสร้างชั้นทางอยู่สม่ำเสมอ จากการออกแบบเชิงประสบการณ์ (Empirical Design) เป็นระบบเชิงวิเคราะห์ร่วมกับเชิงประสบการณ์ (Mechanistically Empirical Design) รวมทั้งมีการใช้วัสดุโครงสร้างชั้นทางที่นานาประเทศได้ใช้แล้วประสบผลดีและได้ติดตามประสิทธิภาพของวัสดุฯ นั้นอยู่อย่างต่อเนื่อง โครงการก่อสร้างบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-อ.แก่ง กม.25+000 ถึง กม. 62+200 ได้นำแอสฟัลต์ซีเมนต์เพนิเทรชันเกรด 40/50 (AC 40/50) มาใช้เป็นชั้นผิวทาง ซึ่งเป็นโครงการแรกของกรมทางหลวงที่มีการใช้ AC 40/50 มากกว่า 4,000 ตัน โดยก่อนปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 โครงการก่อสร้างฯ ของกรมทางหลวง โดยส่วนมากจะใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 60/70 ซึ่งไม่สามารถรองรับน้ำหนักจราจรในปัจจุบันได้ ทำให้เกิดปัญหา ร่องล้อ

ในบทความนี้จะนำเสนอผลการประเมินความแข็งแรงของถนนแอสฟัลต์คอนกรีตชนิด AC 40/50 ภายหลังจากก่อสร้างของทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-อ.แก่ง. กม. 25+000 ถึง กม.62+200

บทนำ

การขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกของประเทศไทยมีสัดส่วนสูงสุด ซึ่งการขนส่งด้วยรถบรรทุกจะทำให้ถนนเกิดความเสียหายได้รวดเร็วขึ้น ถ้าถนนไม่ได้ทำการก่อสร้างให้มีโครงสร้างชั้นทางที่สอดคล้องกับปริมาณการจราจร อีกทั้งประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีฝนชุก ทำให้ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เพนิเทรชันเกรด 60/70 (AC 60/70) ภายหลังจากก่อสร้างมักพบปัญหาการเกิดร่องล้อ ทำให้อายุการใช้งานลดลง การแก้ไขเฉพาะหน้า โดยการปรับปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ในปริมาณที่ลดลง ซึ่งสามารถลดความสึกกร่อนร่องล้อลงได้ แต่อาจจะทำให้เกิดปัญหาการเสียหายจากความชื้น (Moisture induced Damage) เพิ่มมากขึ้นได้ โดยสามารถสังเกตได้ เมื่อถนนในฤดูร้อนไม่พบ

ความเสียหายแบบร่องล้อและ Pot Holes แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนจะพบปัญหา Pot Holes ซึ่งจะทำให้โครงสร้างชั้นทางข้างใต้เกิดการเสียหายต่อไป ดังนั้นการแก้ไขปัญหาคือการเกิดร่องล้อที่เหมาะสมมากที่สุดคือการเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์และขนาดคละมวลรวมให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยและปริมาณจราจรทุกในพื้นที่นั้นๆ โดยในปี 2550 กรมทางหลวงจึงได้มีการศึกษาเพื่อนำแอสฟัลต์ซีเมนต์เพนนีเทรชันเกรด 40/50 (AC 40/50) มาใช้เพื่อให้ได้ถนนที่สามารถในการต้านการเกิดร่องล้อได้ดีขึ้น

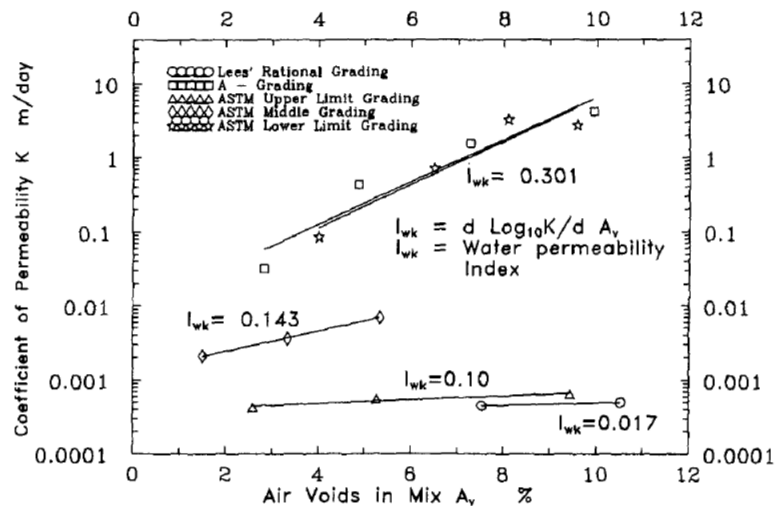
การเพิ่มปริมาณมวลรวมหยาบในแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อลดปริมาณ Voids in the Mineral Aggregate (VMA) ซึ่งจะสามารถลดปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ได้ แต่ Dave et al. (2017) พบว่าอัตราการซึมผ่าน (Permeability) ของแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการลดลงของปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ในแอสฟัลต์คอนกรีต และ Abdullah et al. (1998) พบว่าอัตราการซึมผ่านมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดมวลรวมที่ใช้ในแอสฟัลต์คอนกรีตมีปริมาณมวลรวมหยาบเพิ่มขึ้นตามภาพที่ 1 ดังนั้นจึงเรียกแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ขนาดคละหยาบแน่น (Dense Grade) ตามทล.ม. 408 และ ทล.ม. 409 และปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์น้อยนั้นว่า Porous Dense-Graded Asphalt Concrete ส่งผลให้เกิด Moisture induced Damage ได้มากขึ้น ดังนั้นการแก้ไขปัญหาคือการเกิดร่องล้อบนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีการปรับขนาดคละมวลรวมเพื่อที่จะใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ลดลง จึงเป็นวิธีการที่จะให้ถนนเกิดความเสียหายได้มากในระยะเวลาอันสั้น อีกทั้งการลดปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ลง จะส่งผลให้ Fatigue Resistance ของแอสฟัลต์คอนกรีตลดลง (Harvey, 1995)

การออกแบบโครงสร้างชั้นทางของกรมทางหลวงนั้น นำวิธีการจากต่างประเทศจากประเทศที่พัฒนาวิธีการออกแบบมาใช้ โดยแต่ละวิธีจะมีข้อจำกัดและข้อควรระวังหลายประการ เช่น วิธีการการออกแบบโดย Asphalt Institute ในปี 1970 และ AASHTO ปี 1993 ซึ่งเป็นวิธีการออกแบบเชิงประสบการณ์ (Empirical Method) ผู้ออกแบบควรพิจารณาเพิ่มค่า Substitution Ratio โดยควรใช้ค่าที่มากกว่าหนึ่งและค่า Coefficient Layer ควรใช้ค่าที่ไม่มากกว่า 0.4 ตามลำดับ ถ้าหากผู้ออกแบบใช้วิธีการ Mechanistically Empirical Design หรือที่เรียกกันว่าวิธีการ Analytical Design ในกรมทางหลวง ผู้ออกแบบควรพิจารณาค่าปรับแก้จำนวนปริมาณการจราจรที่ถนนสามารถรองรับได้ของชั้นแอสฟัลต์คอนกรีต โดยไม่เกิด Fatigue Damage ข้อควรระวังอีกประการหนึ่งคือในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ที่กรมทางหลวง จะใช้ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์เป็นสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ตามปริมาณของมวลรวม (Asphalt Content by Dry Weight of Aggregate) แต่ในวิธีการที่กรมทางหลวง ได้นำวิธีการออกแบบโครงสร้างชั้นทางมาใช้นั้น จะใช้ปริมาณแอสฟัลต์เป็นเปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Content by Weight of Mix)

ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้จัดตั้งโครงการ The Strategic Highway Research Program (SHRP) ขึ้นมา เพื่อปรับปรุงสมรรถนะ ความทนทาน และความปลอดภัยในการใช้งานของทางหลวง โดย SHRP ได้พัฒนาระบบซูเปอร์เพฟ (SUPERPAVE) ซึ่งเป็นชื่อย่อของคำว่า SUperior PERforming Asphalt PAVement โดยมีวัตถุประสงค์ให้ถนนลาดยางมีสมรรถนะในการใช้งานให้ดีขึ้นกว่าเดิม ภายใต้การพิจารณาถึง

สภาวะรุนแรงในการใช้งานเนื่องจากอุณหภูมิ ปริมาณจราจร และสภาพการใช้งาน ในการเลือกใช้เกรดแอสฟัลต์ซีเมนต์ตามข้อกำหนด SUPERPAVE หรือที่เรียกโดยย่อว่า PG Grade ซึ่งในขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง การก่อสร้างและบำรุงทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-อ.แก่ง ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200 ได้ประยุกต์การเลือกใช้ชนิดของ Asphalt Cement ตามระบบ SUPERPAVE

เครื่องมือ Falling Weight Deflectometer (FWD) เป็นการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างทาง แบบไม่ทำลาย โดยการปล่อยน้ำหนักกระทำต่อผิวทาง ซึ่งเป็นการจำลองน้ำหนักจากรถบรรทุกกระทำต่อถนน โดยให้มีปริมาณใกล้เคียงกันกับน้ำหนักกระทำจากรถบรรทุก และทำการตรวจวัดการยุบตัวของโครงสร้างชั้นทางที่ระยะต่างๆ จากจุดที่น้ำหนักตกกระทบ เพื่อใช้ในการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทาง การแปลผลการทดสอบ FWD ทำได้โดยใช้ Computer Software Elmod ซึ่งในโครงการนี้จะได้ทำการทดสอบ FWD ทั้งก่อนและภายหลังการก่อสร้างและบำรุงทางหลวงหมายเลข 344 ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200



ภาพที่ 1 อัตราการซึมผ่านของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้หินปูนเป็นวัสดุมวลรวม (Abdullah et al., 1998)

1. โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง - อ.แก่ง

ทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง - อ.แก่ง เป็นทางหลวงที่ลัดเชื่อมทางหลวงหมายเลข 3 จากจังหวัดชลบุรีสู่จังหวัดจันทบุรีในภาคตะวันออก โดยมีจุดเริ่มต้นที่ทางหลวงหมายเลข 3 อำเภอเมืองชลบุรี และจุดสิ้นสุดทางหลวงหมายเลข 3 อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง ทำให้สามารถลดระยะเวลาเดินทางสู่จังหวัดระยองและจันทบุรีได้มาก พื้นที่สองข้างทางเป็นพื้นที่ เกษตรกรรมเพาะปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น และไม้ยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น สลับกับพื้นที่อุตสาหกรรมเช่น โรงงานประเภทต่างๆ แหล่ง/บ่อวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน เป็นต้น

ก่อนการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แก่ง เป็นถนนแอสฟัลต์ คอนกรีตขนาด 4 ช่องจราจร ไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต เกาะกลางแบบร่องน้ำ (Depressed Median) ก่อสร้างจาก 2 ช่องจราจรเป็น 4 ช่องจราจรแล้วเสร็จในปี 2541 เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมในพื้นที่ ภาคตะวันออก ถนนในปัจจุบันมีปริมาณการจราจรและปริมาณรถบรรทุกหนักมาก ซึ่งถนนในช่วงที่มีความเสียหายถึงโครงสร้างชั้นทาง

กรมทางหลวง ได้รับงบประมาณในปี 2558 เพื่อบูรณะทางหลวงทางหลวงหมายเลข 344 ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200 ซึ่งมีปริมาณการจราจร ณ จุดตรวจวัดบนทางหลวงหมายเลข 344 ตอน ควบคุม 103 หนองปรือ – คลองเขต ที่ กม. 48+725 มีปริมาณการจราจร 23,200 คันและปริมาณรถบรรทุกหนักประมาณ 34.2 เปอร์เซ็นต์ โดยภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งสายทาง แบบรูปตัดโครงสร้างชั้นทางสำหรับการบูรณะทางหลวงตามภาพที่ 2 ซึ่งปัจจุบันได้ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อต้นปี พ.ศ.2560 (ภาพที่ 3 ภาพถ่าย ถนนหลังการก่อสร้างประมาณ 2 ปี) โดยภาพที่ 3.5 แสดงถึงบริเวณรอยต่อพื้นที่โครงการก่อสร้างฯ ตอนที่ 1 – 1 และ 1 – 2 ซึ่งสามารถสังเกตได้จากสีที่แตกต่างกันของผิวทางแอสฟัลต์ ในปี 2566 ตรวจพบผิวทางถนนเกิดร่องล้อในพื้นที่ทางร่วมและทางลาดชัน ตามภาพที่ 3.6 และ 3.7

2. การทดสอบโครงสร้างชั้นทางด้วย Falling Weight Deflectometer (FWD)

เครื่องมือ FWD เป็นเครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างถนนแบบวิธี Non-destructive Test ทำงานได้รวดเร็ว ผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือ เครื่อง FWD ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นรถลากจูงติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมเครื่องคำนวณผลแปลงคำสั่งในการควบคุมเครื่องมือทดสอบ และเก็บข้อมูล รถพ่วงเป็นชุดเครื่องทดสอบ FWD โดยเครื่องทดสอบที่มีหลักการทำงานคล้ายการทดสอบ Plate Loading Test ที่มีลักษณะการให้น้ำหนักกระทำแบบ Dynamic เนื่องจากมีการปล่อยน้ำหนักลง กระแทกกับแผ่นรองรับโดยมียางกันกระแทกที่ทำหน้าที่คล้ายสปริง ซึ่งให้เกิดคลื่นแรงสั่นสะเทือนต่อโครงสร้าง ถนน โดยมีการปรับขนาดของน้ำหนักและความสูงของการยกก้อนน้ำหนักได้ตามที่ต้องการ ทำให้สามารถควบคุมแรงที่กระทำต่อโครงสร้างถนนให้มีปริมาณมากพอ และก่อให้เกิดการทรุดตัว ในโครงสร้างถนน เทียบเท่าผลที่เกิดจากรถบรรทุกเพลามาตรฐานเคลื่อนที่ผ่าน ส่วนประกอบหลักของเครื่อง FWD คือตัวตรวจวัดสัญญาณคลื่นที่เกิดจากการกระแทกของก้อนน้ำหนักผ่านผิวถนน เรียกว่า Geophone จำนวน 9 ตัว เรียงเป็นแถวในระนาบเดียวกันเพื่อให้สามารถแปลงค่าสัญญาณที่วัดได้มาเป็นค่า Deflection โดยที่ กรมทางหลวง จะทำการแปลผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม ELMOD เพื่อให้ทราบถึงความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทางในบริเวณที่ทำการทดสอบ

3. การประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO ปี 1993

ในการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทางทางหลวงหมายเลข 344 ช่วงกม. 25+000 – กม. 62+200 นั้นจะดำเนินการด้วยวิธี AASHTO ปี 1993 ซึ่ง AASHTO ได้นำเสนอวิธีการประมาณค่า SN_{eff} ของโครงสร้างทาง จากการทดสอบ FWD ตามสมการที่ 1 ถึง 4 ดังนี้

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

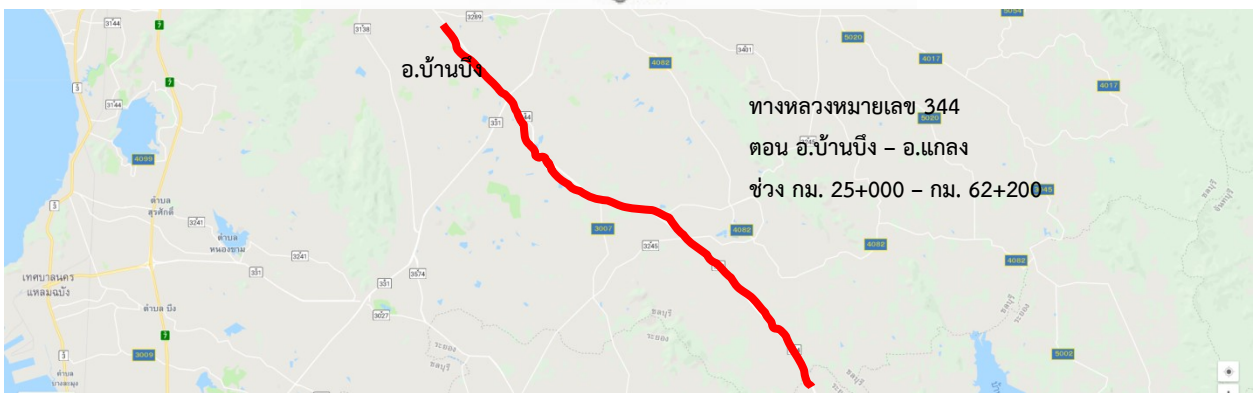
$$a_e = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2} \quad (2)$$

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

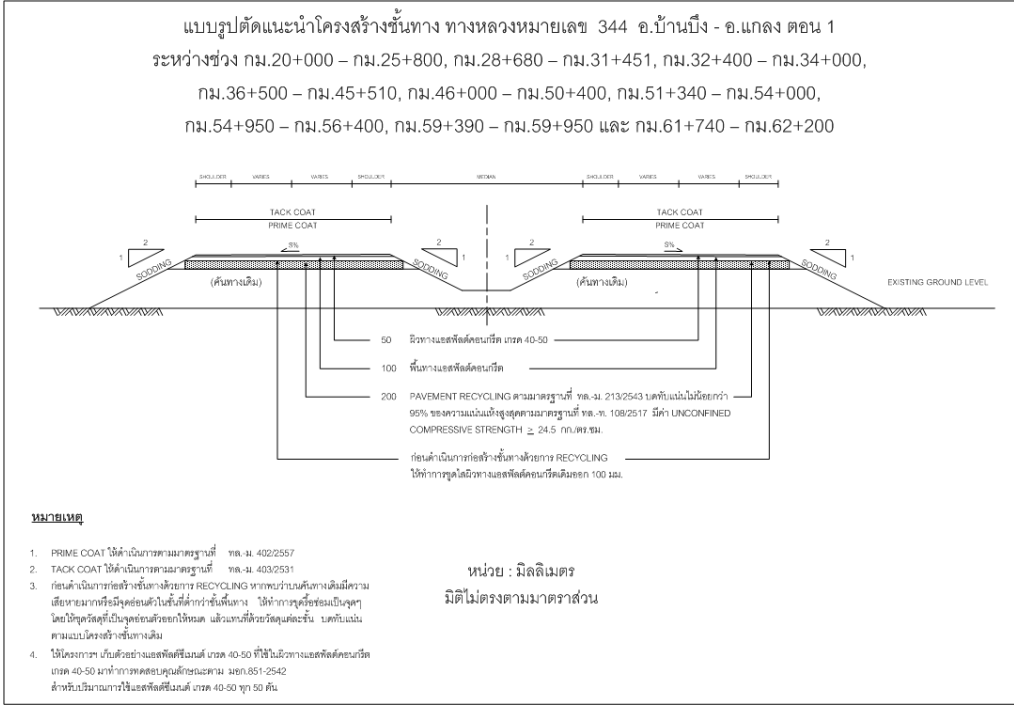
$$SN_{eff} = 0.0045 * D * \sqrt[3]{E_p} \quad (4)$$

โดยที่	M_R	=	Subgrade resilient modulus (psi)
	P	=	FWD test load magnitude (lb)
	δ_r	=	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)
	δ_1	=	Deflection at FWD load plate
	SN_{eff}	=	Effective structural number of in-place pavement

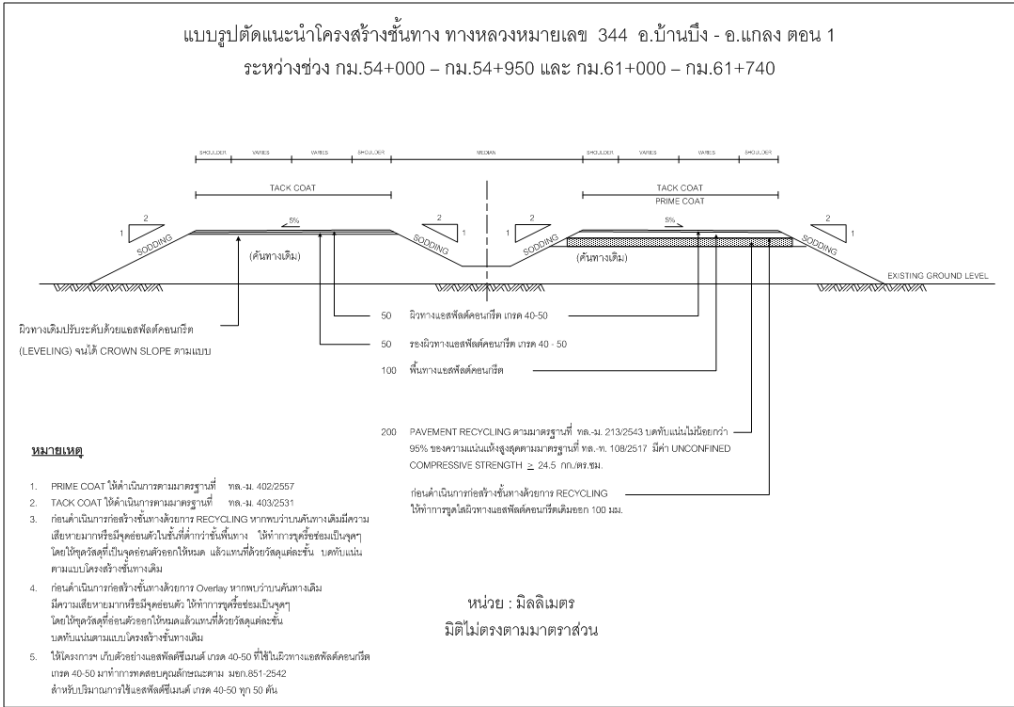
ค่า SN_{eff} สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบการเสริมผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต โดยพิจารณา
ร่วมกับค่า SN ที่ได้จากสมการของ AASHTO ปี 1993



ภาพที่ 2 ที่ตั้งโครงการทางหลวงหมายเลข 344 ตอน 1 สาย อ.บ้านบึง - อ.แกลง
ช่วง กม. 25+000 ถึง กม. 62+200



ภาพที่ 2.2 แบบรูปตัดโครงสร้างชั้นทางสำหรับการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344
ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+ 000 – กม. 62 + 200



ภาพที่ 2.3 แบบรูปตัดโครงสร้างชั้นทางสำหรับการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344
ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+ 000 – กม. 62 + 200



ภาพที่ 3.1 รูปถ่ายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 32+ 600 LT



ภาพที่ 3.2 รูปถ่ายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 55+ 000 LT



ภาพที่ 3.3 รูปภายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง กม. 37+ 800 RT



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



ภาพที่ 3.5 รูปภายหลังการบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง (RT) บริเวณจุดแบ่งพื้นที่ก่อสร้าง ตอน 1-1 และ ตอน1-2 (ภาพจาก Google Streetview, 2562)



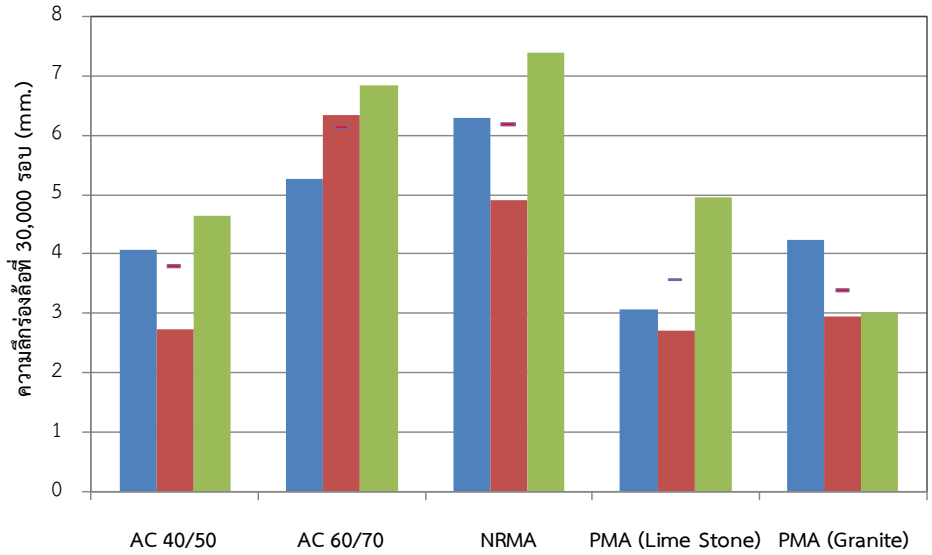
ภาพที่ 3.6 ร่องล้อที่เกิดขึ้นทางหลวงหมายเลข 344 ด้านซ้ายทาง (ธันวาคม 2566)



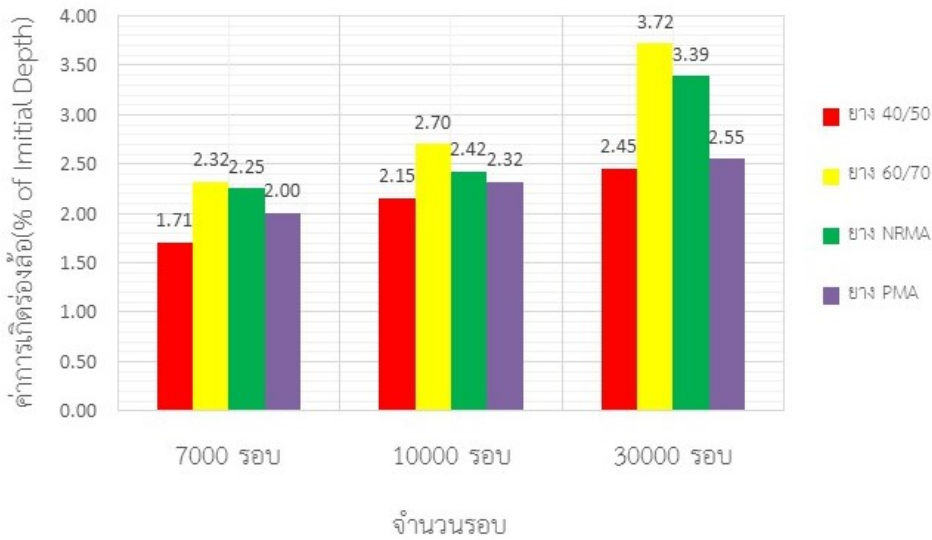
ภาพที่ 3.7 ร่องล้อที่เกิดขึ้นทางหลวงหมายเลข 344 ด้านขวาทาง (ธันวาคม 2566)

4 ผลการทดสอบ Wheel Track แอสฟัลต์คอนกรีตชนิด AC 40/50 ในห้องปฏิบัติการ

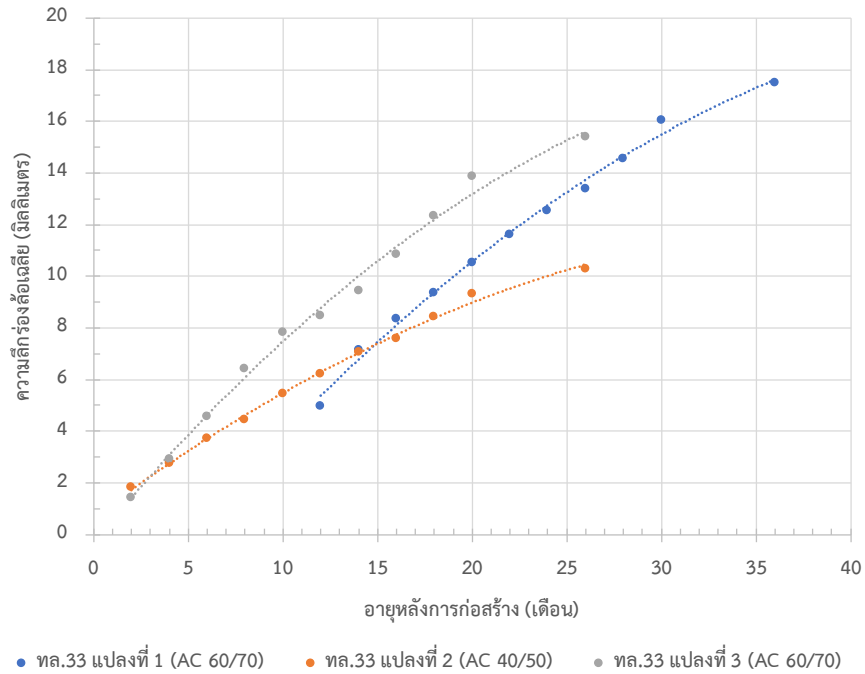
สุรชัย จันทร์ขาว (2561) และกิติฤกษ์ ฉิมทับ (2562) สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ได้ดำเนินการทดสอบการจำลองการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ ด้วยเครื่องมือ French Wheel Track โดยได้ดำเนินการเตรียมตัวอย่าง Asphalt Concrete จากหินที่มีขนาดคละเดียวกัน แต่ใช้ AC 60/70, NRMA, AC 40/50 และ PMA จากผลการทดสอบพบว่าร่องล้อในห้องปฏิบัติการของ Asphalt Concrete ที่ใช้ AC 60/70 และ NRMA เกิดร่องล้อที่มีความลึกมากกว่า Asphalt Concrete ที่ใช้ AC 40/50 และ PMA ตามภาพที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ และจากการตรวจวัดในสายทางที่ก่อสร้างด้วยผิวทางวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต AC 40/50 และ AC 60/70 โดยเชษฐา สุโพธิ์ (2563) ได้ผลการตรวจวัดในภาพที่ 5 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าถ้าหาก AC 60/70 และ NRMA สามารถนำมาใช้ในผิวทางถนนของประเทศไทยที่มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นและมีปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี มากกว่า 1,000 มิลลิเมตรได้ AC 40/50 ก็สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุผิวทางถนนของประเทศไทยได้เช่นเดียวกันกับ AC 60/70 และ NRMA และจากการติดตามในห้องปฏิบัติการและในพื้นที่ถนนจริงที่มีการจราจรจริง จึงสามารถคาดได้ว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 40/50 จะสามารถต้านทานการเกิดร่องล้อได้ดีกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ AC 60/70 และ NRMA



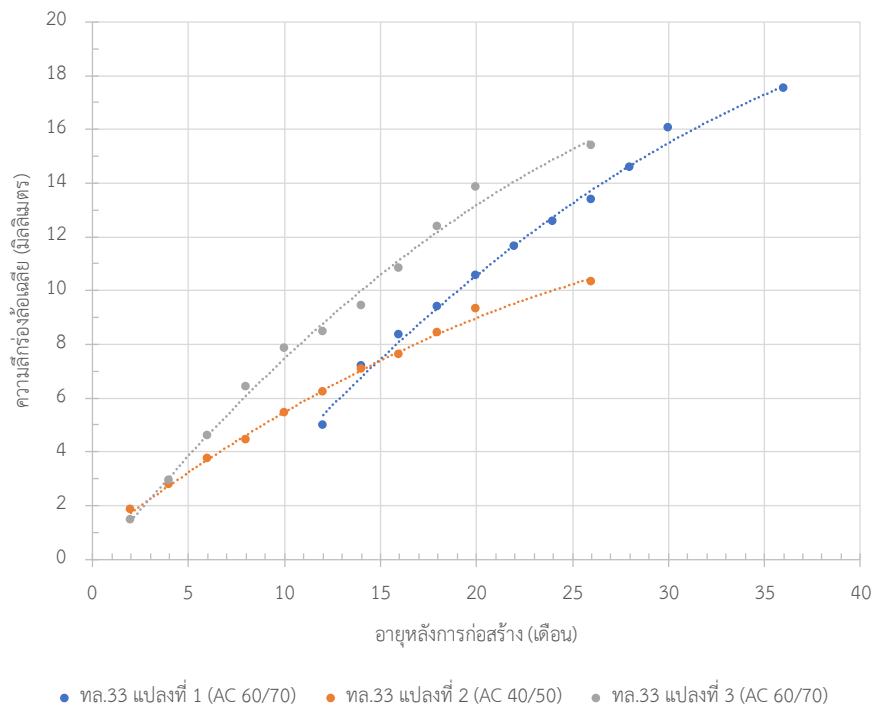
ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบการจำลองการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ (สุรชัย จันทร์ขาว 2561)



ภาพที่ 4.2 ผลการทดสอบการจำลองการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการ (กิติฤกษ์ ฉิมทับ 2562)



ภาพที่ 5.1 ผลการทดสอบบร้งลื้อ (เซซฐฐฐ สู้โพธิ์ 2563)



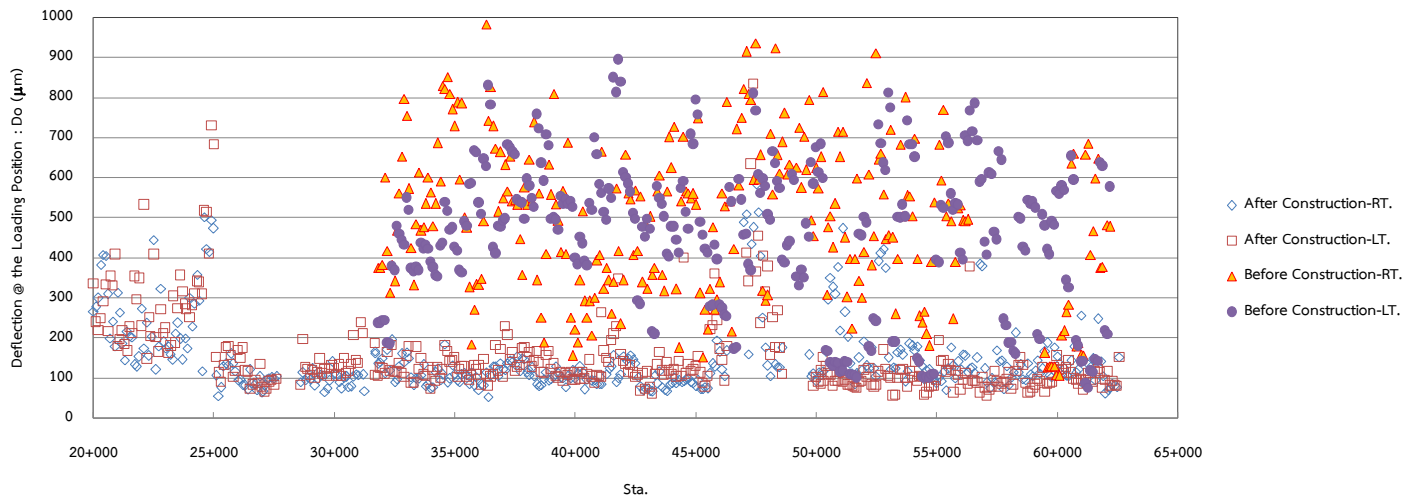
ภาพที่ 5.2 ผลการทดสอบบร้งลื้อ (เซซฐฐฐ สู้โพธิ์ 2563)

5. การสำรวจและประเมินความแข็งแรงภายหลังการก่อสร้าง

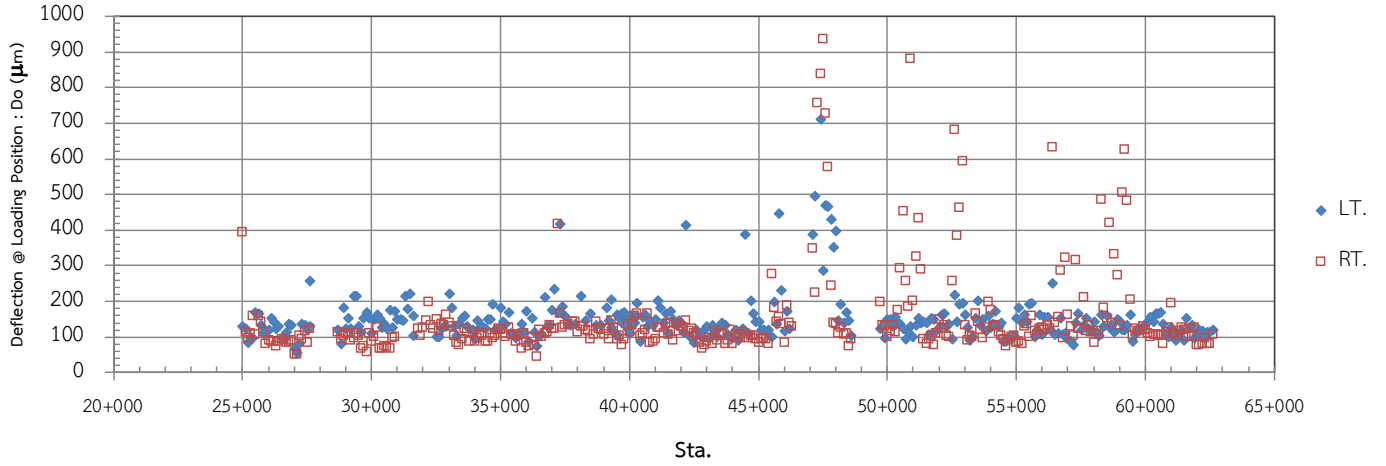
การบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง – อ.แกลง ช่วง กม. 25+000–กม. 62+200 แล้วเสร็จในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 โดยตัวอย่างผลการตรวจวัดค่ายุบตัวจากการทดสอบ FWD แสดงในภาพที่ 6 และ 7 ซึ่งแสดงให้เห็นการก่อสร้างบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ส่งผลให้ถนนมีความแข็งแรงมากกว่าก่อนการก่อสร้าง



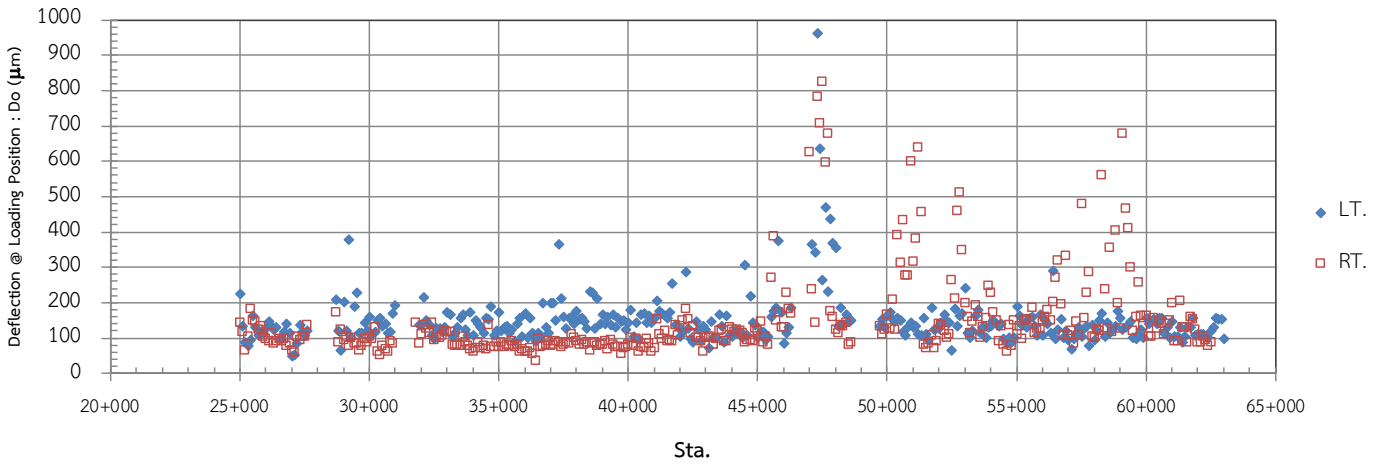
ภาพที่ 6.1 รูปแสดงค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate ก่อนก่อสร้างและหลังการก่อสร้างประมาณ 0.5 ปี



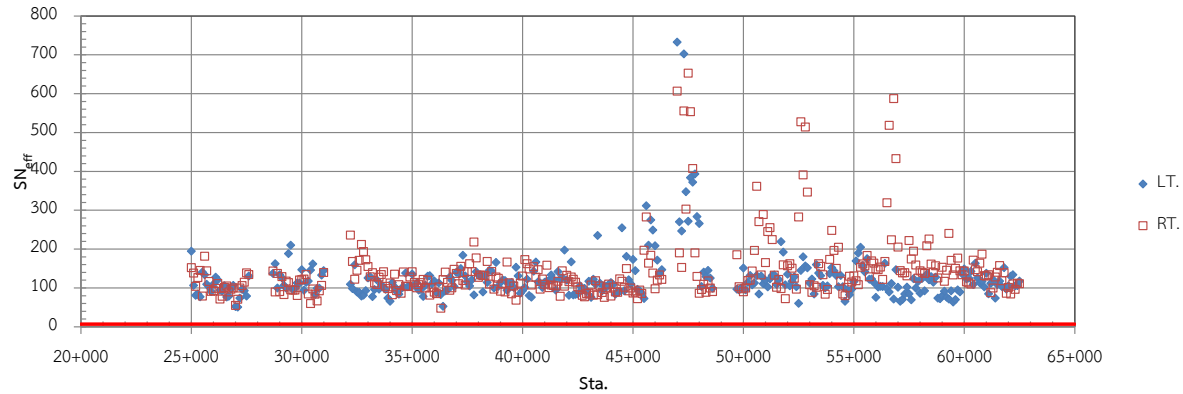
ภาพที่ 6.2 รูปแสดงค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate ก่อนก่อสร้างและหลังการก่อสร้างประมาณ 0.5 ปี



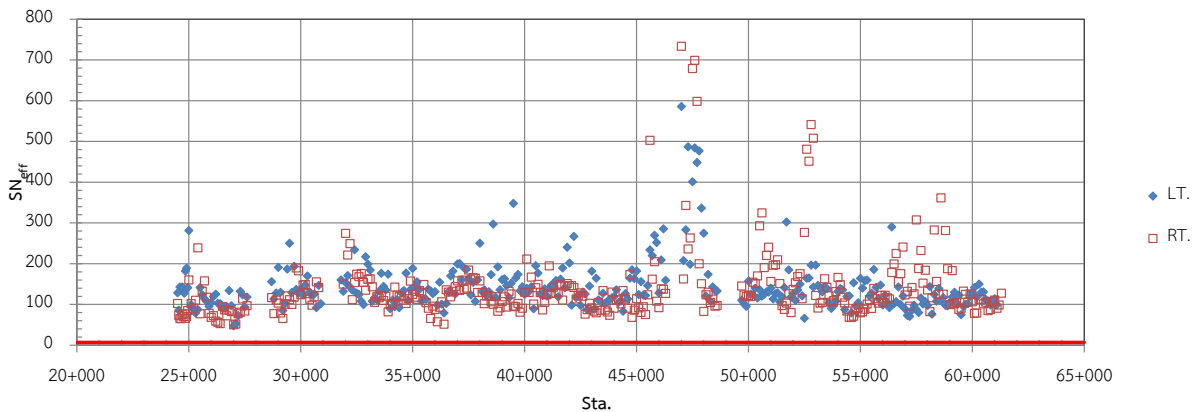
ภาพที่ 7.1 รูปแสดงค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate ก่อนก่อสร้างและหลังการก่อสร้างประมาณ 2 ปี



ภาพที่ 7.2 รูปแสดงค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate ก่อนก่อสร้างและหลังการก่อสร้างประมาณ 3 ปี



ภาพที่ 7.3 ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate
หลังการก่อสร้างประมาณ 4 ปี 6 เดือน



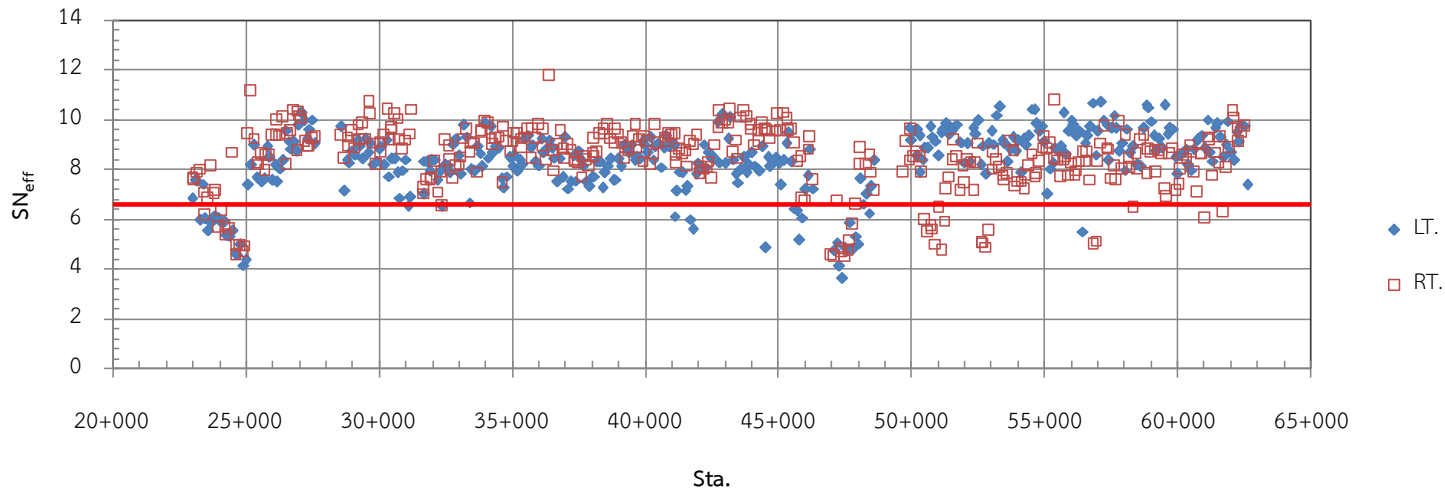
ภาพที่ 7.4 ค่าการยุบตัวจากการทดสอบ FWD ที่ตำแหน่ง Loading Plate
หลังการก่อสร้างประมาณ 7 ปี

6. ผลการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993

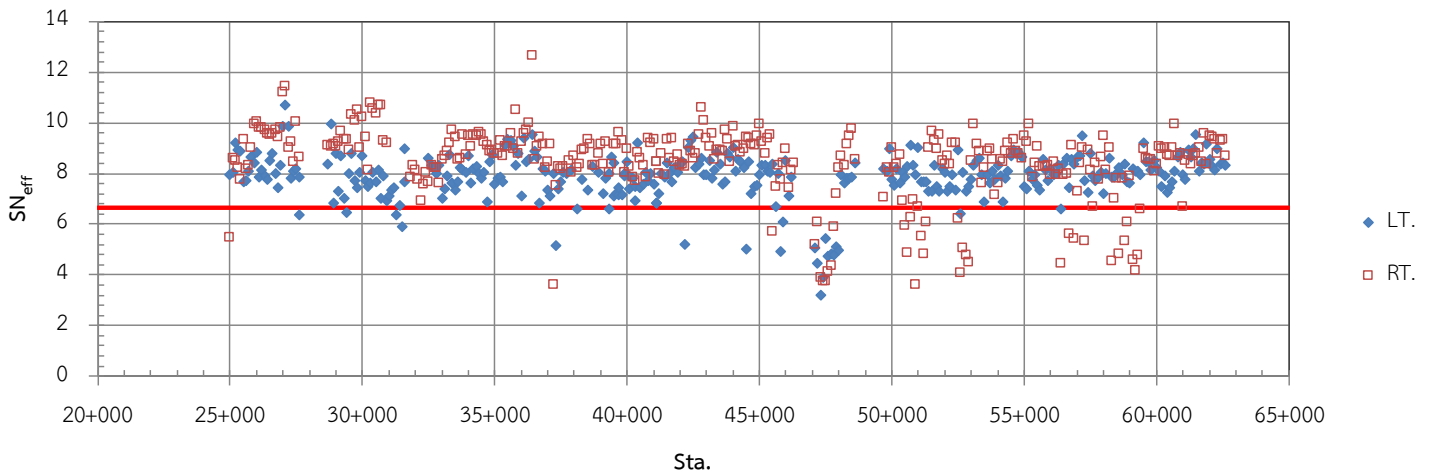
การประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 นั้นจะประเมินค่า Structural Number (SN) ทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-อ.แก่ง ช้วง กม. 25+000 ถึง 62+200 โดยมีค่า SN_{eff} มีค่ามากกว่า 6.63 (ภาพที่ 8 และ 9) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการออกแบบตาม AASHTO 1993 ทั้งนี้ บริเวณที่มีค่าต่ำกว่า 6.63 นั้นเป็นบริเวณที่ไม่ได้ทำการบูรณะ

ภายหลังจากก่อสร้างประมาณ 7 ปี คั่นทางปริมาณการจราจรยังคงไม่มากกว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทางและจากผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบ FWD พบว่าค่า SN มีค่าสูงกว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบจึงยังไม่ต้องทำการเสริมผิว แต่ค่า SN ที่อายุการใช้งาน 7 ปี นั้นพบว่ามีค่าลดลงจากค่าที่

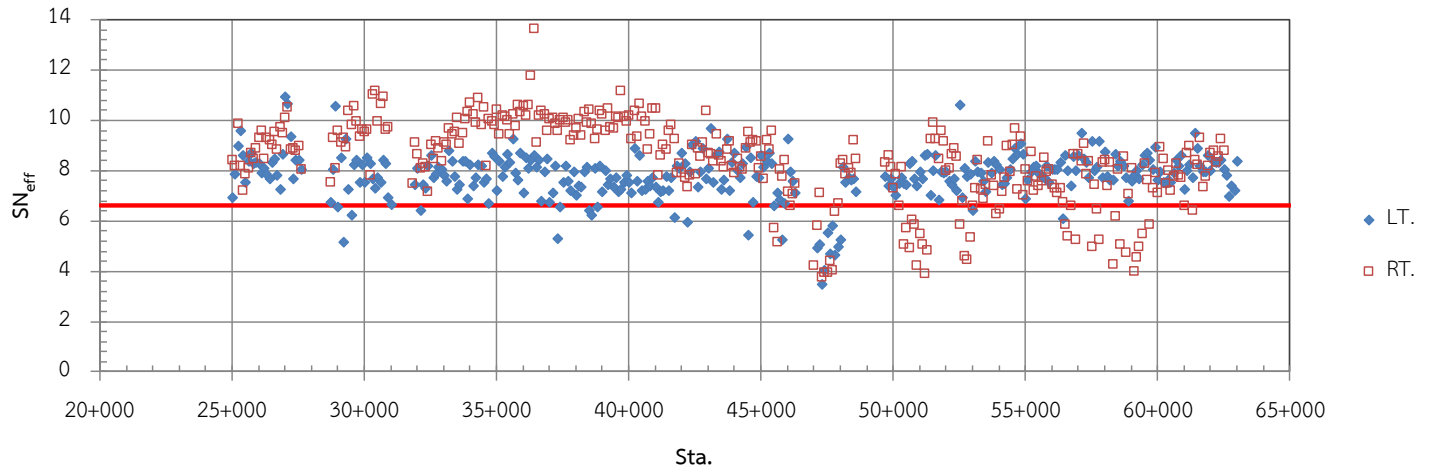
ทดสอบภายหลังก่อสร้างประมาณ 0.5 ปี แต่ได้ตรวจพบร่องล้อเกิดขึ้นบนผิวทาง ดังนั้นจึงควรดำเนินการขูดไสและดำเนินการเสริมผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต AC40/50 ความหนา 5 เซนติเมตร เพื่อที่จะทำให้ถนนมีอายุการใช้งานตามที่ออกแบบไว้ที่ 15 ปี



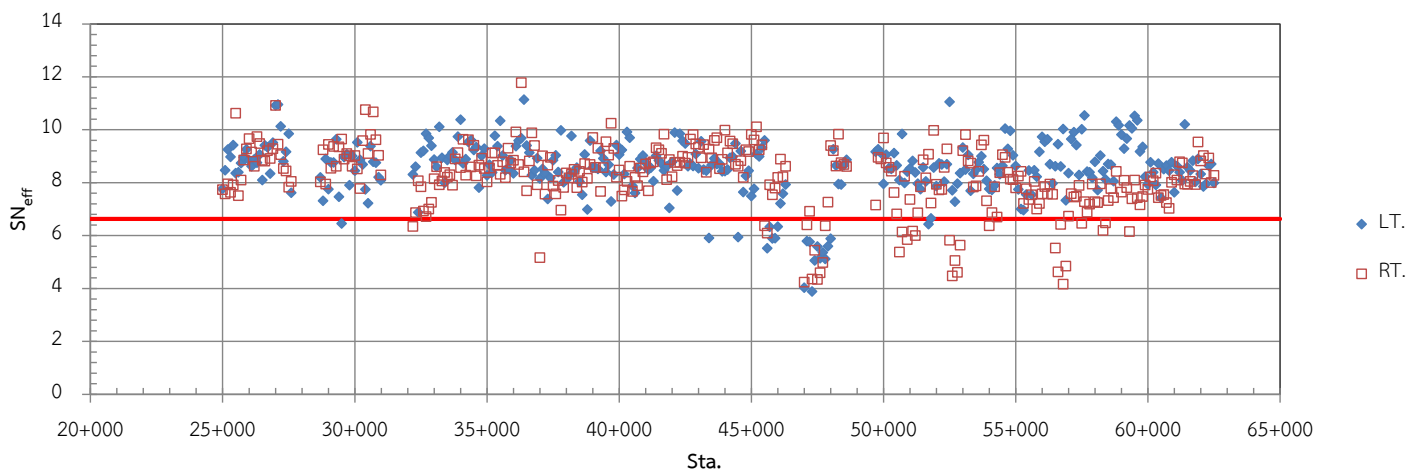
ภาพที่ 8 ผลการประเมิน SN_{eff} ของโครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 0.5 ปี



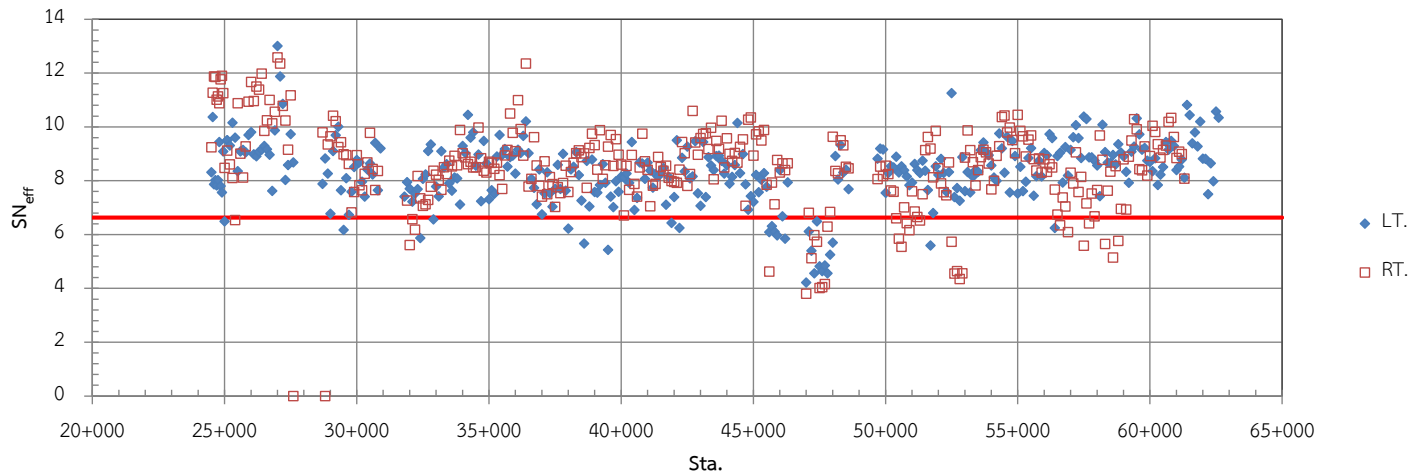
ภาพที่ 9 ผลการประเมิน SN_{eff} ของโครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 2 ปี



ภาพที่ 10 ผลการประเมิน SN_{eff} ของโครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 3 ปี



ภาพที่ 11 ผล SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 4 ปี 6 เดือน



ภาพที่ 12 ผล SN_{eff} โครงสร้างชั้นทางตาม AASHTO 1993 หลังการก่อสร้างประมาณ 7 ปี

7. บทสรุป

กรมทางหลวง ได้มีการพัฒนาการออกแบบโครงสร้างชั้นทางอยู่สม่ำเสมอ รวมทั้งมีการใช้วัสดุโครงสร้างชั้นทางที่มีการใช้ในต่างประเทศ มาประยุกต์ใช้ในประเทศ รวมทั้งได้ดำเนินการติดตามประสิทธิภาพของวัสดุฯ นั้น อยู่อย่างต่อเนื่อง ในโครงการก่อสร้างบูรณะทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-อ.แก่งกม.25+000 ถึง กม. 62+200 ได้นำ AC 40/50 มาใช้เป็นชั้นผิวทางเป็นโครงการแรกที่มีการใช้ AC 40/50 มากกว่า 4,000 ตัน

จากการสำรวจและประเมินความแข็งแรงภายหลังการก่อสร้างของถนนและผลการทดสอบการจำลองการเกิดร่องล้อในห้องปฏิบัติการพบว่า AC 40/50 สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับประเทศไทยที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทยได้ ทำให้ในปัจจุบันกรมทางหลวงได้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 40/50 ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย

8. กิตติกรรมประกาศ

ทีมงานผู้แต่งบทความนี้ขอขอบคุณ ทีมงานทดสอบ FWD ส่วนสำรวจและประเมินสภาพทาง สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ที่ได้ดำเนินการทดสอบ FWD และแปลผลการทดสอบ และคุณสุรัชย์ จันทร์ขาว และ คุณกิติฤกษ์ ฉิมทัฬหะ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ และคุณเชษฐา สุโพธิ์สำนักงานทางหลวงที่ 13 ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบและตรวจวัด Rutting เพื่อประกอบการจัดทำบทความนี้

9. เอกสารอ้างอิง

AASHTO (1993), AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Washington, D.C. U.S.A.

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-65W485-2, 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), 76-85p.

Eshan V. Dave, Christopher DeCarlo, Chelsea M. Hoplin, Benjamin Helmer, Jay Dailey, and R. Christopher Williams (2017), Impact of Low Asphalt Binder for Coarse HMA Mixes., MN/RC 2017-27., St. Paul, MN.

กิติฤกษ์ ฉิมทับ (2562) Personal Communication.

เชษฐา สุโพธิ์ (2563) แบบแสดงรายละเอียดบุคคลและผลงานเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งวิศวกรโยธา ระดับชำนาญการ ของนายเชษฐา สุโพธิ์

สุรัชย์ จันทร์ขาว (2561) Personal Communication.