ส่วนที่ ๒ ผลงานที่จะส่งประเมิน (เรียงลำดับตามความดีเด่นหรือความสำคัญ)

๑) ชื่อผลงาน

๑.๑) ผลงานลำดับที่ ๑ : งานออกแบบโครงสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง (MSE Wall) สำหรับโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับจุดตัดทางหลวงหมายเลข ๑ ตัดทางหลวงหมายเลข ๒๑ (แยกพุแค)

๑.๒) ผลงานลำดับที่ ๒ : งานบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธี Echelon Rolling Train โครงการก่อสร้างถนนทางหลวงหมายเลข ๒๒๕ สาย นครสวรรค์ - ชัยภูมิ (ตอน ๑)

๑.๓) ผลงานลำดับที่ ๓ : งานปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับงาน Leveling บนสะพานเดิมที่อยู่ในเขตทางยกโค้ง Superelevation โครงการก่อสร้างถนนทางหลวงหมายเลข ๒๒๕ สาย นครสวรรค์ - ชัยภูมิ (ตอน ๑)

๒) ระยะเวลาที่ดำเนินการ

๒.๑) ผลงานลำดับที่ ๑ : ธันวาคม ๒๕๖๗ ถึง กรกฎาคม ๒๕๖๘

๒.๒) ผลงานลำดับที่ ๒ : มีนาคม ๒๕๖๖ ถึง กันยายน ๒๕๖๖

๒.๓) ผลงานลำดับที่ ๓ : กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕ ถึง มิถุนายน ๒๕๖๕

๓) สัดส่วนในการดำเนินการเกี่ยวกับผลงาน

- ผลงานลำดับที่ ๑ : ตนเองปฏิบัติ ๘๕%

รายละเอียดผลงาน เป็นการออกแบบโครงสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง (MSE Wall) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างสะพานข้ามแยก สำหรับโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับจุดตัดทางหลวงหมายเลข ๑ ตัดทางหลวงหมายเลข ๒๑ (แยกพุแค) ช่วง กม.๑๒๒+๑๐๐ - กม.๑๒๔.๑๐๐ ระยะทางประมาณ ๒.๐๐๐ กิโลเมตร

กรณีที่เป็นผลงานร่วมกันของบุคคลหลายคน

รายชื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ	สัดส่วนผลงานของผู้มีส่วนร่วม	ระบุรายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในผลงาน
นายสุกิจ ยินดีสุข		๑๐%	ร่วมออกแบบและตรวจสอบรายละเอียด
นายศิรวัชร์ เอมโอช		๕%	ร่วมจัดทำรายละเอียดแบบก่อสร้าง

- ผลงานลำดับที่ ๒ : ตนเองปฏิบัติ ๙๐%

รายละเอียดผลงาน เป็นงานก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับชั้น Wearing Course และชั้น Binder Course โดยการบดทับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีการบดทับแบบ Echelon Rolling Train ที่มีความเหมาะสมกับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีการใช้ยางแอสฟัลต์ชนิดที่มีส่วนผสมของสารโพลิเมอร์ เพื่อให้ถนนมีความแน่นผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวงที่กำหนดไว้

กรณีที่เป็นผลงานร่วมกันของบุคคลหลายคน

รายชื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ	สัดส่วนผลงานของผู้มีส่วนร่วม	ระบุรายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในผลงาน
นายสุกิจ ยินดีสุข		๕๐%	ร่วมวางแผนงานและวิเคราะห์ข้อมูล
นายภาคิน สังขรัตน์		๕๐%	ตรวจสอบรายละเอียดของงาน

- ผลงานลำดับที่ ๓ : ตนเองปฏิบัติ ๙๐%

รายละเอียดผลงาน งานก่อสร้างปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับงานปรับระดับ (Leveling) และงานผิวทาง Wearing Course บนสะพานเดิมที่ตั้งอยู่ในบริเวณทางโค้งที่มีการยก Superelevation ที่มีรูปแบบแผนงานและขั้นตอนการก่อสร้างที่มีความซับซ้อน เพื่อให้ได้ถนนที่ผ่านตามข้อกำหนด เช่น ความหนา ความเรียบ ความแน่นและความลาดเอียง ให้ถูกต้องตามรูปแบบการก่อสร้าง

กรณีที่เป็นผลงานร่วมกันของบุคคลหลายคน

รายชื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ	สัดส่วนผลงานของผู้มีส่วนร่วม	ระบุรายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในผลงาน
นายสุกิจ ยินดีสุข		๕๐%	ร่วมวางแผนงานและวิเคราะห์ข้อมูล
นายภาคิน สังขรัตน์		๕๐%	ตรวจสอบรายละเอียดของงาน

๔) ข้อเสนอแนวคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน (จำนวน ๑ เรื่อง)

เรื่อง การเลือกใช้ค่า Modulus ที่เหมาะสมสำหรับวัสดุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตประเภทต่างๆ เพื่อใช้ออกแบบความหนาของถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Pavement)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้ขอรับการประเมิน)

(นายไชยวัฒน์ ณ เชียงใหม่)

(วันที่ ๑๗ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) .....(ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล)

(นายสุกิจ ยินดีสุข)

(วันที่ ๗ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป)

(นายสมบูรณ์ เทียนธรรมชาติ)

(วันที่ ๗ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

หมายเหตุ คำรับรองจากผู้บังคับบัญชาอย่างน้อย ๒ ระดับ คือ ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล และผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไปอีก ๑ ระดับ เว้นแต่ในกรณีที่ผู้บังคับบัญชาดังกล่าวเป็นบุคคลคนเดียวกัน ก็ให้มีคำรับรอง ๑ ระดับได้

แบบเสนอเค้าโครงเรื่องโดยสรุปของผลงานและข้อเสนอแนวคิด

(กรณีเลื่อนประเภทวิชาการ ระดับชำนาญการ ระดับชำนาญการพิเศษ และระดับเชี่ยวชาญ)

ชื่อผลงานลำดับที่ ๑ งานออกแบบโครงสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง (MSE Wall) สำหรับโครงการก่อสร้างทางแยกต่างระดับจุดตัดทางหลวงหมายเลข ๑ ตัดทางหลวงหมายเลข ๒๑ (แยกพุแค)

๑. สรุปสาระสำคัญ

แยกพุแคเป็นแยกที่เชื่อมโยงระหว่างทางหลวงหมายเลข ๑ และทางหลวงหมายเลข ๒๑ ซึ่งเป็นทางหลวงแผ่นดินสายหลักที่ใช้สำหรับคมนาคมขนส่งและเชื่อมโยงพื้นที่ จ.สระบุรี จ.ลพบุรี และ จ.เพชรบูรณ์ โดยปัจจุบันถนนทั้ง ๒ สายมีขนาดทั้ง ๔ และ ๖ ช่องจราจรตามช่วงกิโลเมตรต่างๆ ตามแนวถนน ปัจจุบันมีปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันทั้งปี (AADT) ปี พ.ศ. ๒๕๖๕ ที่จุดสำรวจบนทางหลวงหมายเลข ๑ จำนวน ๖๓,๕๖๕ คัน/วัน โดยมีสัดส่วนรถบรรทุก ๓๙.๘๕% และมีปริมาณจราจรบนทางหลวงหมายเลข ๒๑ ประมาณ ๒๗,๖๘๖ คัน/วัน โดยมีสัดส่วนรถบรรทุก ๓๖.๘๒% สภาพสองข้างทางเป็นพื้นที่เกษตรกรรมสลับกับพื้นที่ย่านชุมชน มีโรงเรียน โรงงาน และร้านค้าหลายแห่ง ซึ่งจากปริมาณจราจรและรถบรรทุกหนักถือว่ามีปริมาณที่สูง ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของทางหลวงจึงมีวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อปรับปรุงทางแยกพุแค

จากข้อมูลปริมาณจราจรของทางหลวงหมายเลข ๑ และหมายเลข ๒๑ ตามประเภทรถชนิดต่างๆ และจากการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของบริเวณทางแยกพุแค สำหรับปี พ.ศ. ๒๕๖๖ พบว่ามีความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) อยู่ที่ ๓๐.๘๑ วินาที ซึ่งเป็นระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS) ที่ระดับ “C” และผลการวิเคราะห์ทั้งโครงข่ายมีความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ ๖๔.๒๕ กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือมีระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (Average Travel Time) ที่ ๖๓.๙๔ วินาทีต่อคัน ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำกว่าค่าระดับที่ยอมให้ได้ ตามข้อแนะนำของ AASHTO รวมถึงมีการคาดการณ์ระดับการให้บริการในทุกๆ ๕ ปีข้างหน้าพบว่าทุกๆ ๕ ถึง ๑๐ ปี จะมีการเปลี่ยนระดับบริการไปในทิศทางที่แย่ลง ดังนั้นโครงการนี้จึงเป็นการปรับปรุงทางแยกเพื่อรองรับปริมาณจราจร โดยจะใช้เป็นรูปแบบทางแยกต่างระดับ ออกแบบให้สอดคล้องกับรูปแบบถนนและเกาะกลางเดิม และให้มีความเหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศและเขตทางเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทางมากที่สุด และจากการวิเคราะห์แผนภูมิการจัดการควบคุมทางแยกแบบต่างๆ ที่สัมพันธ์กับปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก (Major Road) และสายรอง (Minor Road) สรุปได้ว่ามีความจำเป็นต้องออกแบบและก่อสร้างทางแยกต่างระดับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของถนนซึ่งเป็นไปตามคำแนะนำของ Institute of Highways and Transportation

โดยเนื้อหาสาระสำคัญของผลงานนี้จะเป็นการออกแบบโครงสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง Mechanically Stabilized Earth Wal (MSE Wall) ที่เป็นส่วนประกอบของสะพานข้ามแยกพุแค โดยรายละเอียดของการรวบรวมข้อมูลต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการออกแบบ ได้นำเสนอในรายงานฉบับสมบูรณ์ในลำดับต่อไป

๒. สรุปขั้นตอนการดำเนินการ

๒.๑) ตรวจสอบรายละเอียดแบบสำรวจกับสภาพพื้นที่ในสนาม รวมทั้งประสานงานกับหน่วยงานในพื้นที่เพื่อรับทราบข้อมูลเพิ่มเติม

๒.๒) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลสภาพพื้นที่เบื้องต้น เช่น แบบสำรวจแผนที่ (Plan and Profile) ตลอดจนสภาพภูมิประเทศโดยรอบ ได้แก่ โครงสร้างอาคารระบายน้ำเดิม ระดับน้ำสูงสุด ระดับน้ำต่ำสุด สภาพโครงสร้างชั้นทางเดิม ปัญหาในสภาพพื้นที่ น้ำท่วม จุดที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

- ลงพื้นที่สอบถามปัญหากับชาวบ้านถึงด้านปัญหาการใช้รถใช้ถนน ปัญหาสิ่งแวดล้อม ความต้องการของประชาชนในพื้นที่ว่าต้องการถนนแบบใด
- ศึกษาสภาพโครงสร้างชั้นทาง ผิวทาง แม่น้ำลำคลอง ทิศทางการไหลของน้ำ
- ศึกษาข้อมูลประวัติสายทาง เช่น บัญชีท่อ บัญชีเขตทางหลวงต่าง ๆ จากแขวงทางหลวง

๒.๓) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบเบื้องต้น (Conceptual Design)

นำข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่ มาศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากสภาพพื้นที่สนามจริง และทำการวางหลักการในการออกแบบเบื้องต้น (Conceptual Design) เพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการวิชาการสำนักสำรวจและออกแบบ โดยมีรายละเอียดที่พิจารณา ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจรในสายทางที่จุดสำรวจต่างๆ ความต้องการใช้ทางของประชาชนในพื้นที่ นำมาออกแบบจำนวนช่องจราจร ทางคู่ขนานเพื่อบริการประชาชน ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกเพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงจำนวนช่องจราจรในบริเวณทางแยก รูปแบบของทางแยก เช่น จัดช่องจราจรติดสัญญาณไฟ หรือไม่ติดสัญญาณไฟ วงเวียน ทางแยกต่างระดับ เป็นต้น รวมถึงมีส่วนร่วมประชาชนในพื้นที่ ถึงความต้องการของคนในพื้นที่ว่ามีปัญหาที่ต้องการแก้ปัญหาอะไร เพื่อนำมาปรับใช้กับสายทางที่ออกแบบ

๒.๔) งานออกแบบกำแพงกันดิน (MSE Wall) ซึ่งประกอบไปด้วย ๓ องค์ประกอบหลักคือ วัสดุเสริมกำลัง Reinforcing Element วัสดุถมเสริมกำลัง Reinforced Fill และระบบด้านหน้า Facing System โดยวัสดุเสริมกำลังจำแนกออกตามพฤติกรรมการรับแรง Stress/Strain โดยวัสดุถมเสริมกำลังจะอยู่ติดกับวัสดุเดิมที่อยู่ในที่ที่มันกำลังแรงต้านจากแรงดันดินเดิม สำหรับขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างกำแพงกันดินในเชิงวิศวกรรมจะสามารถแบ่งแยกโดยคร่าวได้ดังนี้ การประเมินเสถียรภาพภายนอก (External Stability) ได้แก่ การประเมินการเลื่อนไถล (Sliding) การประเมินความเยื้องศูนย์ (Eccentricity) การประเมินแรงกดทับบนฐานราก (Bearing Capacity on Foundation) และมีการประเมินเสถียรภาพใน (Internal Stability) ที่เป็นการประเมินเรื่องของการวิบัติในแรงดึงของวัสดุเสริมกำลัง (Pullout Failure) และการเสื่อมสภาพของวัสดุเสริมกำลัง (Rupture of Reinforced Material)

๒.๕) จัดทำแบบก่อสร้างและรายละเอียดประกอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อนเสนอแบบลงนามในแบบก่อสร้างเป็นขั้นตอนสุดท้าย

๓. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

๓.๑) ความยุ่งยากในการวิเคราะห์โครงสร้าง MSE Wall ด้วยวิธี Load Resistance Factor Design ที่มีการวิเคราะห์ทั้งความมีเสถียรภาพใน (Internal Stability) และความมีเสถียรภาพนอก (External Stability) ซึ่งจะพิจารณาจากสถานภาพจำกัดทางกำลัง (Strength Limit State) และการปรเมินสถานะภาพจำกัดทางการบริการ (Service Limit State) โดยมีรายละเอียดการออกแบบกำลังกันดินเสริมกำลัง (Description of the MSE Wall Design) และการคำนวณ MSE Wall เป็นไปตามวิธีการ LRFD ตามมาตรฐาน AASHTO

๓.๒) สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพภายนอก (External Stability Evaluation) ของกำแพงกันดินเสริมกำลัง MSE Wall ที่มีลักษณะด้านหน้าตั้งฉากจะถูกวิเคราะห์โดยการสมมุติให้พฤติกรรมของโซน

เสริมกำลัง (Reinforced Zone Acts) เป็น Rigid Body ที่มีแรงดันดินกระทำในแนวดิ่งที่ด้านหลังของโซนที่มีการเสริมกำลัง โดย Load Resistance Factor Design (LRFD) ถูกแบ่งออกเป็น ๓ กรณี

LRFD Case ๑ : เพื่อใช้ออกแบบ Sliding สำหรับการออกแบบเสถียรภาพภายนอก และเพื่อใช้ออกแบบ Pullout Resistance สำหรับเสถียรภาพภายใน

LRFD Case ๒ : เพื่อใช้ออกแบบ Bearing สำหรับการออกแบบเสถียรภาพภายนอกและเพื่อใช้ออกแบบ Tensile Resistance (Rupture) สำหรับการออกแบบเสถียรภาพภายใน

LRFD Case ๓ : เพื่อออกแบบตามวิธีการ Working Stress Design (WSD) สำหรับการวิเคราะห์ Overturning สำหรับการออกแบบเสถียรภาพภายนอก

๓.๓) สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพภายใน (Internal Stability) ของกำแพงกันดินเสริมกำลัง MSE Wall จะวิเคราะห์โดยพิจารณาจากความเสียหายแบบ Bi-linear Failure Surface สำหรับการเสริมกำลังโดยใช้วัสดุประเภทไม่ขยายตัว Inextensible Reinforcement ซึ่งจะมีการแบ่งโซนพื้นที่ที่มีการเสริมกำลัง (Reinforced Zone) แบ่งออกเป็น ๒ โซนคือ Active Zone และ Resistance Zone และในการออกแบบจะต้องมั่นใจว่าแรงกระทำต่างๆ อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium State)

๔. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ)

๔.๑ <u>เชิงปริมาณ</u>

สามารถลดการใช้วัสดุเสริมกำลัง (Reinforced Material) ได้ประมาณ ๒๐% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบมาตรฐานของกรมทางหลวง (Standard Drawings for Highway Design and Construction)

๔.๒ <u>เชิงคุณภาพ</u>

แสดงรายละเอียดการออกแบบโครงสร้าง MSE Wall และแบบโครงการก่อสร้าง Detail design และข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

เป็นประโยชน์กับประชาชนผู้ใช้ทาง ได้รับความสะดวกสบายรวดเร็วในการเดินทางมากขึ้น และมีความปลอดภัย

๕. ประโยชน์ที่หน่วยงานได้รับ

๕.๑) หลังจากทำการออกแบบก่อสร้าง Detail Design แล้วเสร็จตามแผนผังขั้นตอนการทำงานดังกล่าว สามารถนำแบบไปทำการก่อสร้าง เพื่อให้ได้ประโยชน์กับประชาชนผู้ใช้ทาง จากการทำส่วนร่วมประชาชนว่าต้องการเพิ่มสิ่งใด เพื่ออำนวยความสะดวก และเป็นประโยชน์สูงสุด

๕.๒) การพัฒนาทางแยกต่างระดับ ทางหลวงหมายเลข ๑ ตัดทางหลวงหมายเลข ๒๑ บริเวณแยกพุแค เป็นโครงการปรับปรุงทางแยกเพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการเดินทาง สนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของ จ.สระบุรี จ.ลพบุรี และ จ.เพชรบูรณ์ รวมถึงพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและลดอุบัติเหตุบนท้องถนนจากการออกแบบ

ชื่อผลงานลำดับที่ ๒ งานบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธี Echelon Rolling Train โครงการก่อสร้างถนนทางหลวงหมายเลข ๒๒๕ สาย นครสวรรค์ - ชัยภูมิ (ตอน ๑)

๑. สรุปสาระสำคัญ

ปัจจุบันกรมทางหลวงมีการใช้ยางแอสฟัลต์ชนิด AC ๔๐-๕๐ และ PMA เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จุดประสงค์เพื่อทำให้ส่วนผสมแอสฟัลต์มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมมีความแข็งแรงขึ้น เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการรับน้ำหนักของปริมาณจราจรที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีความทนทานต่อสภาพอากาศที่มีแนวโน้มร้อนขึ้นในทุกๆ ปี ซึ่งมีผลต่อคุณภาพยางแอสฟัลต์โดยตรง ทั้งนี้ยางแอสฟัลต์ชนิด AC ๔๐-๕๐ และ PMA เป็นยางที่มีการปรับปรุงคุณสมบัติมาจากยาง AC ๖๐-๗๐ โดยเป็นการใส่สารโพลีเมอร์ลงไปในยางตั้งต้น ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีกว่ายางแอสฟัลต์ชนิด AC ๖๐-๗๐ ที่กรมทางหลวงใช้ในอดีต โดยยางชนิดนี้มีความทนทาน (Toughness) ต่อความร้อนของสภาพอากาศและมีคุณสมบัติการยืดหยุ่นและคืนตัว (Recovery) ของตัวเนื้อยางที่ดีขึ้น ทำให้เนื้อยางเสียรูปได้ยากขึ้น และด้วยคุณสมบัติของยางชนิดปรับปรุงคุณภาพที่มีความเหนียวมากขึ้น จึงทำให้รูปแบบการก่อสร้างและการบดอัดส่วนผสมที่มีอยู่ในปัจจุบันของกรมทางหลวงยังมีข้อด้อยอยู่บางประการที่ไม่เหมาะกับสูตรส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดใหม่นี้

อ้างถึงเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวง ได้กำหนดให้ความแน่น (Density) ของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๘ ของความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ โดยสำหรับปัจจัยในการบดทับที่สำคัญนั้นมีอยู่ ๓ อย่าง คือ อุณหภูมิของส่วนผสมขณะบดอัด ความเร็วและระยะเวลาที่ใช้ และน้ำหนักที่ใช้สำหรับการบดทับ ซึ่งมีข้อกำหนดไว้อย่างชัดเจนสำหรับเรื่องของเครื่องจักรที่ใช้ รวมถึงอุณหภูมิขั้นต่ำและระยะเวลาที่ใช้ในการบดอัด อย่างไรก็ดี ปัญหาที่มักพบเจอโดยส่วนใหญ่คือบางครั้งความแน่นที่บดอัดแล้วเสร็จไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แม้ได้มีการดำเนินการก่อสร้างตามมาตรฐานของกรมทางหลวงแล้วก็ตาม ดังปัญหาที่พบในสายทางหลวงหมายเลข ๒๒๕ สาย นครสวรรค์ - ชัยภูมิ (ตอน ๑) ซึ่งเป็นหัวข้อของผลงานนี้ เนื่องจากโครงการได้มีการออกแบบให้มีการใช้ยางแอสฟัลต์ชนิด AC ๔๐-๕๐ ที่มีความเหนียวและมีคุณสมบัติที่เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว การแก้ไขปัญหาเบื้องต้นถ้ามีแปลงใดที่ก่อสร้างแล้วความแน่นไม่เป็นไปตามที่กำหนด ก็จะทำการแก้ไขโดยการ ๑) เพิ่มน้ำหนักเครื่องจักรในการบดทับ ๒) เพิ่มอุณหภูมิในการบดทับ ๓) เพิ่มระยะเวลาในการบดทับ

โดยปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ได้ด้วยวิธีการการบดทับแบบ Echelon Rolling Train ซึ่งเป็นวิธีการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศอเมริกา ซึ่งการบดทับชั้นทางด้วยวิธี Echelon Rolling Train (ERT) จะมีหลักพิจารณาอยู่ ๓ ส่วนหลักๆ ได้แก่

(๑) มาตรฐานของเครื่องจักรในการทำงาน

(๒) รูปแบบการบดทับเฉพาะที่แตกต่างจากที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

(๓) การตรวจเช็คผลการบดทับที่ได้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ได้แก่ ความเรียบ (Straight Edge) และ International Roughness Index (IRI) ความหนา (Thickness) ความแน่น (Density) จากผลการศึกษาและทดลองทำด้วยวิธีการบดทับแบบ Echelon Rolling Train ซึ่งนำมาปรับใช้กับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบนสายทางหลวงหมายเลข ๒๒๕ สาย นครสวรรค์ - ชัยภูมิ (ตอน ๑) พบว่าประสบความสำเร็จอย่างดีเยี่ยม ค่าความแน่น (Density) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานในทุกๆ แปลงการก่อสร้างคืออยู่ระหว่างร้อยละ ๙๘ ถึงร้อยละ ๑๐๐ โดยรายละเอียดของงานทั้งหมด ได้นำเสนอในรายงานฉบับสมบูรณ์ในลำดับต่อไป

๒. สรุปขั้นตอนการดำเนินการ

๒.๑) การกำหนดแปลงทดลอง โดยรูปแบบของการกำหนดแปลงทดลองนั้น ได้ทำการแบ่งแปลงทดลองออกเป็น ๖ แปลง โดยอยู่บนชั้นรองทางแอสฟัลต์ (Binder Course) จำนวน ๓ แปลง และบนชั้นทางแอสฟัลต์ (Wearing Course) จำนวน ๓ แปลง จุดประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบจากความกว้างของการปู (Paving Width) และประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการบดทับทั้งตามมาตรฐานกรมทางหลวง และตามวิธีการ Echelon Rolling Train (ERT)

๒.๒) การเตรียมความพร้อมของเครื่องจักรสำหรับการก่อสร้าง โดยผู้ควบคุมงานจะต้องตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักรให้เป็นไปตามข้อกำหนด เช่น จำนวนของเครื่องจักร น้ำหนักของรถบดทับแต่ละประเภท ตลอดจนการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรและน้ำหนักขั้นต่ำที่กำหนดไว้ในมาตรฐานของกรมทางหลวง

๒.๓) กำหนดรูปแบบการบดทับสำหรับแต่ละแปลงทดลอง โดยในงานนี้ได้แปลงทดลองออกเป็น ๖ รูปแบบ โดยมี ๓ แปลงทดลองสำหรับชั้นรองพื้นที่แอสฟัลต์ (Binder Course) และอีก ๓ แปลงทดลองสำหรับชั้นพื้นที่แอสฟัลต์ (Wearing Course) ซึ่งในแต่ละแปลงจะมีความแตกต่างในรูปแบบของการบดทับที่แบ่งออกเป็นการบดทับตามมาตรฐานกรมทางหลวง การบดทับแบบ Echelon Rolling Train (ERT) และการผสมผสานระหว่างทั้งสองวิธี

๒.๔) การตรวจวัดค่าความแน่นสนาม หลังจากการบดทับแล้วเสร็จ ก็เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะต้องตรวจสอบค่าความแน่นของชั้นทางเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของแบบการก่อสร้าง โดยวิธีการทดสอบจะเป็นการเจาะก้อนสนาม (Field Coring) แล้วนำไปทดสอบค่าความแน่นในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ได้มีการทดสอบความแน่นด้วยเครื่อง Nuclear Density และเครื่อง Pavement Quality Indicator (PQI) เพื่อเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของถนนที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ

๓. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

อ้างถึงมาตรฐานของกรมทางหลวง พบว่ายังมีข้อจำกัดอยู่หลายส่วนในรายละเอียดและวิธีการก่อสร้างทางหลวง (Specifications and Highway Construction) โดยในมาตรฐานกำหนดให้ต้องมีรถบดล้อเหล็กแบบสั่นสะเทือนมีจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ คัน และมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๘ ตัน รถบดล้อยางมีจำนวนไม่น้อยกว่า ๓ คัน มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๑๒ ตัน แต่เนื่องจากการบดอัดด้วยวิธี Echelon Rolling Train ต้องใช้รถบดล้อเหล็กอย่างน้อย ๒ คัน ที่มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๑๒ ตัน สำหรับการบดทับขั้นสุดท้ายของการเก็บรอย (Finishing Roller) โดยปกติจะเป็นการวิ่งรถล้อเหล็กขนาดไม่น้อยกว่า ๖ ตัน โดยเป็นการบดแบบไม่สั่นสะเทือน ด้วยเหตุผลเรื่องความเสี่ยงเรื่องแตกร้าวของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบนผิวหน้า แต่สำหรับวิธีการ Echelon Rolling Train การบดอัดขั้นสุดท้ายจะเป็นการบดอัดแบบสั่นสะเทือนโดยใช้การสั่นสะเทือนชนิดเบา การบดอัดส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ได้ความแน่นที่ต้องการนั้นมีตัวแปรที่หลากหลาย เช่น

๓.๑) ความกว้างของระยะการปู คือ ปูหน้าแคบในระยะ ๒.๕ - ๔.๕ เมตร หรือการปูหน้ากว้างในระยะ ๕.๐ - ๗.๐ เมตร หรืออาจจะมากกว่านั้นสำหรับเครื่องปูยางบางชนิด รวมถึงจำนวนเที่ยว (Passes) ที่จะใช้ในการบดทับเนื่องจากความกว้างของรถบดมีขนาดที่คงที่ ทำให้ความกว้างที่ปูมีผลต่อจำนวนเที่ยวที่ใช้ในการบดทับ

๓.๒) การควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมขณะปู ตามมาตรฐานกรมทางหลวงกำหนดไว้ให้อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์ขณะปูมีไม่น้อยกว่า ๑๔๐ องศาเซลเซียส สำหรับยางแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดที่มีการปรับปรุงคุณภาพ แต่จากประสบการณ์การก่อสร้างพบว่าในบางครั้งการปูที่อุณหภูมิ ๑๔๐ องศาเซลเซียส

ก็จะส่งผลให้ความแน่นของถนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งการแก้ไขอาจจะต้องปรับปรุงเครื่องจักรและรูปแบบการบดทับตามที่อธิบายก่อนหน้านี้ หรืออีกวิธีคือการเพิ่มอุณหภูมิการผสมหรือการบดทับให้แก่ส่วนผสมแอสฟัลต์ แต่อาจจะเป็นการเสี่ยงต่อความเสียหายของส่วนผสมหรือคุณสมบัติทางวิศวกรรมของยางแอสฟัลต์ที่หากอุณหภูมิที่ใช้สูงเกินไป ความร้อนจะทำลายสารโพลีเมอร์ที่ผสมอยู่ในเนื้อยาง

๔. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ)

๔.๑ เชิงปริมาณ

การบดทับตามรูปแบบของ Echelon Rolling Train (ERT) ช่วยให้ลดระยะเวลาในการทำงานลงประมาณ ๓๐% – ๕๐% จากเดิมที่ต้องใช้เวลาในการบดทับประมาณ ๑ – ๑.๕ ชั่วโมง โดยจะเหลือเวลาในการบดทับประมาณ ๓๐ – ๔๕ นาที

๔.๒ เชิงคุณภาพ

ได้ถนนที่ก่อสร้างถูกต้องเป็นไปตามรูปแบบและมาตรฐานของกรมทางหลวง และเป็นประโยชน์กับประชาชนผู้ใช้ทาง ได้รับความสะดวกสบายรวดเร็วในการเดินทางมากขึ้นและมีความปลอดภัย

๕. ประโยชน์ที่หน่วยงานได้รับ

๕.๑) การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเป็นไปตามมาตรฐานของกรมทางหลวง โดยถนนที่แล้วเสร็จมีความแน่น (Density) ความเรียบ (Smoothness) ความหนา (Thickness) เป็นตามแบบที่กำหนดไว้

๕.๒) มีร่างมาตรฐานการก่อสร้างสำหรับรูปแบบการบดทับชั้นงานทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามวิธีการบดทับของ Echelon Rolling Train สำหรับงานก่อสร้างของกรมทางหลวง

๕.๓) เป็นการเผยแพร่องค์ความรู้ใหม่ให้แก่บุคลากรทั้งของกรมทางหลวง รวมถึงผู้รับจ้างและหน่วยงานอื่นๆ ให้นำไปใช้ได้อย่างถูกต้องและพัฒนาศักยภาพของบุคคลและองค์กรต่อไป

ชื่อผลงานลำดับที่ ๓ งานปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับงาน Leveling บนสะพานเดิมที่อยู่ในเขตทางยกโค้ง Superelevation โครงการก่อสร้างถนนทางหลวงหมายเลข ๒๒๕ สาย นครสวรรค์ - ชัยภูมิ (ตอน ๑)

๑. สรุปสาระสำคัญ

สำหรับผลงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๒๒๕ สาย นครสวรรค์ - ชัยภูมิ อ.ชุมแสง - อ.หนองบัว (ตอน ๑) โดยเป็นการวางแผนหาวิธีและเทคนิคการก่อสร้างที่เหมาะสมที่สุด (Best Practice) สำหรับงานปรับระดับด้วยส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบนพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนในการก่อสร้าง คือ เป็นการปรับระดับบนพื้นที่สะพานเดิมที่ตั้งอยู่บนเขตทางที่มีการยกโค้ง (Superelevation) รวมอยู่ด้วย โดยมีคอสะพานเริ่มต้นที่ กม.๕+๙๑๘.๑๑ และสิ้นสุดที่ กม.๕+๙๖๘.๑๑๐ รวมความยาว ๕๐.๐๐ เมตร และ Approach สะพานเริ่มที่ กม.๕+๙๐๘.๑๑๐ และสิ้นสุดที่ กม.๕+๙๗๘.๑๑๐ โดยมีความกว้างที่ ๑๒.๐๐ เมตร ซึ่งสะพานเดิมนี้ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีการก่อสร้างทางโค้งยกระดับ (Superelevation Curve)

งานปรับระดับด้วยส่วนผสมแอสฟัลต์ (Asphalt Concrete Leveling Course) คือ การเทหรือปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงบนบริเวณผิวทางเดิมหรือผิวทางใหม่ที่มีความเรียบของพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอหรือมีความลึกของบริเวณโดยรอบไม่เท่ากัน เพื่อให้มีระดับหรือความเรียบที่เสมอกัน ก่อนที่จะทำการก่อสร้างชั้นต่อไป เช่น เป็นการปรับระดับบนพื้นทางเดิมหรือบนชั้น Base Course ก่อนทำการปูชั้นรองผิวทางสำหรับงาน Binder Course ซึ่งโดยส่วนมากงานปรับระดับ (Leveling Course) จะถูกใช้ปรับระดับผิวทางที่พื้นที่การก่อสร้างขนาดเล็กถึงขนาดปานกลาง ซึ่งในโครงการนี้ใช้หลายวิธีร่วมกันในงานปรับระดับ ๑) โดยการเทส่วนผสมและปรับแต่งโดยคน ในกรณีที่บริเวณที่จะปรับระดับมีขนาดเล็ก ๒) ปรับระดับโดยรถเกรดสำหรับบริเวณที่มีความลึกไม่เท่ากันแต่บริเวณกว้างขนาดปานกลาง ๓) ปรับระดับโดยใช้รถปูยาง (Paver) ในกรณีที่มีพื้นที่ที่ต้องการปรับระดับมีพื้นที่กว้างมาก ซึ่งเกินขีดความสามารถของคนหรือรถเกรดที่จะทำได้

ในรายงานฉบับสมบูรณ์จะอธิบายถึงขั้นตอนการก่อสร้าง ๓ ขั้นตอน (๑) การตรวจสอบงานระดับ (Surveying) สำหรับพื้นที่เดิม รวมถึงการวางแนวและระดับสำหรับการยกโค้ง (Superelevation) (๒) แบบแผนงานสำหรับงานปรับระดับ (Leveling) บนพื้นที่ขนาดใหญ่บนพื้นที่ที่มีการยกโค้ง ได้แก่ การวางแนวและการไล่ระดับที่เริ่มจากชั้นทาง Base Course จนถึงคอสะพาน การแบ่งจำนวนชั้น Leveling ของเป็น ๕ ชั้น สำหรับงานปรับระดับ และการแบ่งช่องการปูออกเป็น ๓ ช่อง เพื่อให้เหมาะสมกับความกว้างของรถปูยาง การคำนวณระดับเพื่อตั้งค่ารถปูทั้งสองข้างที่มีความสูงที่แตกต่างกัน (๓) การตรวจวัดเชิงคุณภาพของการปรับระดับ (Leveling) ที่แล้วเสร็จ เช่น ความเรียบ (Smoothness) และความแน่น (Density) ของแต่ละชั้นทาง

๒. สรุปขั้นตอนการดำเนินการ

สำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีตประกอบด้วยชั้นรองผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตยางชนิด AC ๔๐-๕๐ (Asphalt Concrete Binder Course) หนา ๐.๐๕ เมตร มีปริมาณงานรวมทั้งหมด ๓๐๙,๐๐๐ ตารางเมตร ชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตยางชนิด AC ๔๐-๕๐ (Asphalt Concrete Wearing Course) หนา ๐.๐๕ เมตร มีปริมาณงานรวมทั้งหมด ๓๑๖,๐๐๐ ตารางเมตร และงานปรับระดับ (Leveling) มีปริมาณงานทั้งหมด ๕๐๐ ตัน ซึ่งขั้นตอนการดำเนินการสำหรับงานปรับระดับบนตัวสะพานที่มีการยกโค้ง มีดังนี้

๒.๑) การตรวจสอบงานระดับและงานวางแนว (Surveying Inspection and Alignment) ก่อนเริ่มงานก่อสร้างปูยางแอสฟัลต์ทั้ง ๓ ประเภทงาน ได้แก่ งานปรับระดับ (Leveling) งานชั้นรองทาง (Binder Course) และงานชั้นผิวทาง (Wearing Course) จะต้องทำการสำรวจระดับของพื้นทางเดิมและสะพานที่ตั้งอยู่บนส่วนโค้งที่มีการยก Superelevation เพื่อกำหนดระดับสุดท้ายของชั้นรองทาง (Binder Course) และชั้นผิวทาง (Wearing Course) ของทั้งสองฝั่ง ก่อนทำการปูยางในลำดับต่อไป

๒.๒) งานวางแนวและแบ่งช่องการปู (Alignment and Paving Lanes) เนื่องจากงานปรับระดับบนผิวทางนี้เป็นการปรับระดับบนพื้นที่ขนาดกว้างและมีลักษณะความลึกของสองฝั่งทางที่แตกต่างกันคือด้านที่มีความลึกน้อยที่สุดมีความลึกอยู่ที่ ๕ เซนติเมตร ส่วนด้านที่มีความลึกมากที่สุดมีความลึกอยู่ที่ ๔๕ เซนติเมตร จึงต้องวางแผนแบ่งจำนวนช่องการปู จำนวนชั้นของการปู ให้เหมาะสม

๒.๓) งานวางแผนลำดับขั้นตอนงานปูยางแอสฟัลต์คอนกรีต (Paving Asphalt Concrete) สำหรับพื้นที่ที่มีความซับซ้อน ได้แก่ งานปูปรับระดับพื้นที่เดิมบริเวณคอสะพาน งานปรับระดับ Leveling บนตัวสะพาน งานชั้นรองทางแอสฟัลต์คอนกรีต Binder Course และงานปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต Wearing Course

๒.๔) ตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในลำดับสุดท้าย ได้แก่ ความหนา (Thickness) อยู่ที่ ๕ เซนติเมตร ความแน่น (Density) ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๘ และความเรียบที่ผิว (Smoothness) ที่ใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบจะต้องแตกต่างจากระดับของไม้วัดความเรียบในแนวขนาน และแนวตั้งฉากไม่เกิน ๓ มิลลิเมตร และ ๖ มิลลิเมตร ตามลำดับ

๓. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นงานเฉพาะที่ไม่ค่อยพบเห็นได้บ่อยในการก่อสร้างทั่วไป จึงไม่มีเอกสารที่เกี่ยวกับเทคนิคหรือแนวทางในการก่อสร้างที่ชัดเจน ทำให้การทำงานต้องใช้ทั้งประสบการณ์ร่วมกับการประยุกต์ใช้มาตรฐานต่างๆ ที่มีอยู่ เช่น ขั้นตอนการเตรียมการก่อสร้างและการเลือกใช้เครื่องจักรสำหรับการปูยาง รวมถึงขั้นตอนการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความซ้ำซ้อนแตกต่างไปจากการก่อสร้างที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

๓.๑) สำหรับการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับงาน Leveling เพื่อปรับระดับบนสะพานตัวเดิม ที่อยู่ในเขตทางที่มีการก่อสร้างการยกโค้ง (Superelevation) ทำให้พื้นที่เดิมในแต่ละจุดมีระดับความสูงที่แตกต่างกันมาก รวมถึงด้านขอบทางของทั้งสองฝั่งของการยกโค้ง การมีความสูงที่แตกต่างกันประมาณ ๔๕ เซนติเมตร และมีการไล่ระดับจากจุดเชื่อมต่อของชั้น Base Course ที่มีการไล่ความสูงเพิ่มของตัวโค้ง Superelevation ซึ่งจะต้องมีการตั้งระดับ (Surveying) รวมถึงการขึงแนว (Alignment) ให้มีความแม่นยำ

๓.๒) การจัดเตรียมอุปกรณ์เสริมและการตั้งค่าเบื้องต้นของรถปู Paver จะไม่เหมือนกับการตั้งค่าโดยทั่วไปสำหรับการปูชั้นทางปกติ เนื่องจากเป็นการปรับระดับพื้นเดิมที่มีค่าระดับที่ไม่สม่ำเสมอแล้วทำให้ค่าระดับสุดท้ายมีความลาดเอียดหลังจากปูแล้วเสร็จ เช่น การตั้งค่าความสูงของเตารีดของทั้งสองฝั่งที่ไม่เท่ากัน อีกทั้งจะต้องมีการใช้ติดตั้งสกีทั้งสองฝั่งของรถปูเพื่อใช้เป็นแนวนำระดับแนวปู ซึ่งโดยปกติจะมีการติดตั้งสกีนำทางเพียงด้านเดียวเพราะความสูงของการปูเสมอกันทั้งผืน

๓.๓) ในเทคนิคการปูยางนั้น ด้วยข้อจำกัดของเครื่องจักรหรือรถปู ทำให้ต้องมีการแบ่งช่องการปูออกเป็น ๓ ช่อง สำหรับงาน Leveling และงาน Binder ก่อนถึงคอสะพาน และจะต้องแบ่งการปูออกเป็น ๕ ชั้น เพื่อไม่ให้ความหนาของการปูมากเกินไปเนื่องจากพื้นที่ที่จะปรับระดับมีความลึกสูงสุดถึง

๔๕ เซนติเมตร ซึ่งจะต้องวางแผนการปูยางเพื่อให้ความแน่นของแต่ละชั้นการก่อสร้างและความเรียบที่เชื่อมต่อในแต่ละผืนที่ติดกันเป็นไปตามเกณฑ์ข้อกำหนดการก่อสร้างของกรมทางหลวง

๔. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ)

๔.๑ เชิงปริมาณ

เป็นการวิเคราะห์หาเทคนิคและวิธีการก่อสร้างที่เหมาะสมที่สุด สำหรับงานปรับระดับบนพื้นที่ที่มีความซับซ้อน โดยสามารถสรุปเป็นแผนงานและขั้นตอนการทำงานได้ จำนวน ๑ แผนงาน

๔.๒ เชิงคุณภาพ

ถนนที่ก่อสร้างแล้วเสร็จมีความถูกต้องตามรูปแบบและเป็นไปตามมาตรฐานของกรมทางหลวง เป็นประโยชน์กับประชาชนผู้ใช้ทาง ได้รับความสะดวกสบายรวดเร็วในการเดินทางมากขึ้นและมีความปลอดภัย

๕. ประโยชน์ที่หน่วยงานได้รับ

๕.๑) สามารถใช้เป็นแนวทางในการก่อสร้างชั้น Leveling บนพื้นที่ที่มีความซับซ้อน

๕.๒) มีเอกสารขั้นตอนการก่อสร้าง Leveling สำหรับพื้นที่ถนนที่มีการยกโค้ง Superelevation

๕.๓) การก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์ยังคงผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของการก่อสร้างงานผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งมีตัวชี้วัดของผลลัพธ์ ได้แก่ ความเรียบ (Smoothness) ความแน่น (Density) และความหนา (Thickness)

ชื่อข้อเสนอแนวคิด

เรื่อง การเลือกใช้ค่า Modulus ที่เหมาะสมสำหรับวัสดุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตประเภทต่างๆ เพื่อใช้ออกแบบความหนาของถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Pavement)

๑. สรุปหลักการและเหตุผล

ปัจจุบันกรมทางหลวงมีวิธีการออกแบบโครงสร้างชั้นทางสำหรับถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Pavements) อยู่ ๒ วิธี คือ วิธี Asphalt Institute Method (AI Method) และวิธี American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากทั้ง ๒ วิธีนี้ ผู้ออกแบบจะทราบถึงความหนาของแต่ละชั้นภายในโครงสร้างชั้นทาง ตามสภาพการจราจร (Traffic) และคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ (Material Properties)

จากแบบจำลองโครงสร้างที่จะต้องมีการระบุคุณสมบัติของวัสดุ (Material Properties) ได้แก่ Moduli ของชั้น HMA, Base, Subbase และชั้น Subgrade (หมายเหตุถ้าอุณหภูมิและความชื้นตลอดทั้งปีมีความแตกต่างกันมาก ผู้ออกแบบไม่ควรจะใช้ค่า Modulus ที่เหมือนเดิมตลอด ควรจะทำแบบจำลองสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดทั้งปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete) ที่ตัววัสดุมีคุณสมบัติขึ้นอยู่กับระยะเวลาหรือความถี่การกดทับและอุณหภูมิใช้งานโดยรอบ (Time-Temperature Dependency)

๒. บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอและข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

๒.๑ บทวิเคราะห์

เมื่ออ้างถึงคุณสมบัติของวัสดุ (Material Properties) ของแต่ละชั้นทางที่กรมทางหลวงใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบในปัจจุบันนั้น ผู้ออกแบบได้ใช้ค่า Resilient Moduli (M_R) ของแต่ละชั้นทางเป็นค่ากำลังความแข็งแรงของชั้นทางนั้น รวมไปถึงชั้น Asphalt Concrete Pavement (Wearing Coarse และ Binder Coarse) ตามทฤษฎีค่า Resilient Moduli เป็น Elastic Moduli ที่ควรถูกใช้สำหรับวัสดุที่มีพฤติกรรมแบบยืดหยุ่น (Elastic Behavior) หรือสามารถวิเคราะห์ได้ตามกฎของ Hook's Law คือมีความสัมพันธ์ของ Stress กับ Strain เป็นแบบเส้นตรง Linear เท่านั้น และเป็นที่ทราบกันดีว่าวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตไม่ได้เป็นวัสดุที่มีพฤติกรรมแบบ Elastic เท่านั้น แต่มีพฤติกรรมแบบ Viscous-Elastic Behavior ซึ่งในความเป็นจริงวัสดุชนิดนี้จะมีการเสียรูปอย่างถาวร (Permanent Deformation) หลังจากการกระทำของน้ำหนักในแต่ละการกระทำซ้ำของรถที่วิ่งผ่าน (Load Repetitions)

๒.๒ แนวความคิด

ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการใช้ค่า Dynamic Modulus (E*) มาใช้ออกแบบโครงสร้างชั้นทางสำหรับถนนแอสฟัลต์คอนกรีตตามมาตรฐานการออกแบบ AASHTO Design Guide ดังนั้นผู้ขอรับการประเมินแนวความคิดจึงมีความเห็นว่ากรมทางหลวงควรใช้การทดสอบ Dynamic Modulus Test เพื่อหาค่า Complex Modulus (E*) และใช้เป็นข้อมูลสำหรับคุณสมบัติวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต (Property of Asphalt Concrete Mixture) เพื่อนำมาออกแบบถนนชนิดแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อให้การออกแบบถนนแอสฟัลต์คอนกรีตในประเทศไทยมีมาตรฐานเทียบเท่าระดับสากล โดยผลลัพธ์ที่ได้จะทราบถึงความหนาของ

ชั้นทางที่ได้จากการออกแบบสะท้อนถึงความสามารถของวัสดุ (Material Response) ที่มีความทนทานต่อสภาพการจราจรและสภาพอากาศที่เกิดขึ้นจริงตามจุดประสงค์ของการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

ซึ่งข้อแตกต่างระหว่าง Resilient Modulus Test และ Dynamic Modulus Test สำหรับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตคือการทดสอบ Resilient Modulus Test จะมีรูปแบบของน้ำหนักกระทำ (Loading Waveform) ที่ร่วมกับการมีระยะการพัก (Rest Period) แต่สำหรับ Dynamic Modulus Test จะเป็นการกระทำของน้ำหนักแบบ Sinusoidal หรือ Havensine Loading Waveform ที่ไม่มีการใส่ระยะการพัก (No Rest Period) สำหรับ Complex Modulus (E*) เป็นหนึ่งในวิธีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain สำหรับวัสดุที่มีพฤติกรรมแบบ Viscous-Elastic Behavior โดยระหว่างการทดสอบจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ตอบสนองต่อการใช้งานจริง และมีการเปลี่ยนแปลงความถี่ที่เป็นการจำลองความเร็วของรถที่วิ่งอยู่บนท้องถนน (Temperature and Time Sweep Test)

๒.๓ ข้อเสนอ

ข้อเสนอแนะที่ผู้ข้อรับการประเมินเห็นว่าควรมีการปรับปรุงเพื่อพัฒนาระบบการออกแบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นคือในขั้นตอนของการเลือกใช้และใส่คุณสมบัติของวัสดุ (Material Properties) ลงในแบบจำลองวิเคราะห์โครงสร้างถนน ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากเนื่องจากหากใส่คุณสมบัติของวัสดุไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงของวัสดุนั้นจะทำให้การออกแบบผิดพลาด ส่งผลให้ได้ความหนาของชั้นทางที่หนาเกินไป (Over-Designed) ซึ่งจะทำให้เป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณการก่อสร้าง หรือได้ความหนาของชั้นทางที่บางเกินไป (Under-Designed) ทำให้ต้องเสียงบประมาณจำนวนมากในการซ่อมแซมถนนเพราะมีการพังเสียหายก่อนระยะเวลาที่ออกแบบไว้

เมื่อเปรียบเทียบค่า Resilient Modulus (M_R) กับค่า Dynamic Modulus (E*) จะพบว่าโดยทั่วไปจากการทดสอบของกรมทางหลวงโดยสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ค่า Resilient Modulus จะมีช่วงอยู่ระหว่าง ๑๐๐,๐๐๐ - ๒๐๐,๐๐๐ psi (๑,๐๐๐ – ๑,๕๐๐ MPa) แต่ในความเป็นจริง Dynamic Modulus สำหรับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะอยู่ระหว่าง ๗๕,๐๐๐ – ๕๕๐,๐๐๐ psi (๓๔๐ - ๔,๑๓๖ MPa) สำหรับอุณหภูมิการใช้งานสูง ซึ่งค่าจากการทดสอบทั้งสองจะส่งผลต่อความหนาของชั้นทางที่ได้จากการออกแบบคือ ยิ่งค่า Modulus ที่ใช้ในการออกแบบมีค่ามากจะได้ความหนาของชั้นทางที่มีความบางเพราะวัสดุมีความแข็งแรงกว่า หรือในทางกลับกันยิ่งค่า Modulus มีค่าน้อยค่าความหนาที่ได้จากการออกแบบจะมีความหนามากขึ้นเพราะวัสดุมีความแข็งแรงน้อยกว่า ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ออกแบบว่าจะออกแบบโครงสร้างชั้นทางนั้นๆ ภายใต้สภาพการจราจรหรือสภาพอากาศใด และใช้แบบจำลองความเสียหายใดมาเป็นตัวชี้วัดในการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

๒.๔ ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

ปัจจุบันกรมทางหลวงได้ออกมาตรฐานยางแอสฟัลต์ชนิดใหม่ขึ้น ตามมาตรฐาน ทล.-ก. ๔๑๑/๒๕๖๐ ข้อกำหนดแอสฟัลต์ซีเมนต์ประเภทเพอร์ฟอร์แมนซ์เกรด โดยวิธีการทดสอบความคืบคืนตัวกลับจากการกระทำซ้ำของแรงเค้น (Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test) โดยยางแอสฟัลต์ชนิดนี้ออกแบบมาเพื่อตอบสนองกับอุณหภูมิการใช้งานจริงบนท้องถนนและเป็นไปตามปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นจริง โดยแบ่งออกเป็น ๔ ระดับ คือ ระดับปกติ (Standard Traffic, S) ระดับหนัก (Heavy Traffic, H) ระดับหนักมาก (Very Heavy Traffic, V) และระดับหนักมากที่สุด (Extremely Heavy Traffic, E)

ดังนั้นในการออกแบบความหนาโครงสร้างชั้นทางที่มีการใช้ยางชนิดต่างๆ กัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ค่า Modulus ให้สอดคล้องกับวัสดุอย่างแท้จริง โดยมีแนวทางการแก้ไขคือ จะต้องเก็บตัวอย่างยางทุกๆ ชนิดที่จะนำมาใช้ในงานกรมทางหลวง นำมาทดสอบค่า Modulus แล้วเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อจะได้นำค่าวัสดุเหล่านี้ไปใช้ออกแบบโครงสร้างชั้นทางตามวัตถุประสงค์ของแนวคิดของงานนี้

๓. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๓.๑) กรมทางหลวงมีมาตรฐานการทดสอบและวิเคราะห์ผลส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่เหมาะสมและสะท้อนถึงคุณสมบัติของวัสดุตามความเป็นจริง

๓.๒) ทำให้ได้ความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Thickness of Asphalt Concrete Layer) ที่มีความแข็งแรงตามคุณสมบัติและพฤติกรรมของแอสฟัลต์ที่เกิดขึ้นจริง

๓.๓) ใช้ให้กรมทางหลวงลดงบประมาณการซ่อมบำรุงถนน จากการที่ถนนพังเสียหายก่อนอายุการใช้งานของถนนที่ออกแบบไว้

๔. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๔.๑) มีการนำค่า Modulus สำหรับแต่ละชนิดยางแอสฟัลต์เช่น Penetration Grade (AC-Grade) และ Performance Grade (PG-Grade) ไปใช้ในการออกแบบความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

๔.๒) การออกแบบโครงสร้างชั้นทางมีความถูกต้องตามหลักวิชาการและได้โครงสร้างถนนที่แข็งแรงและมีการใช้งานได้ตามอายุการใช้งานของถนนที่ออกแบบไว้ โดยคาดว่าจะทำให้ความหนาของโครงสร้างชั้นทางลดลงไม่น้อยกว่า ๒ เซนติเมตร

๔.๓) งบประมาณที่ใช้ในงานบำรุงทางลดลงจากการลดระยะความถี่ในการบำรุงได้อย่างน้อย ๒ - ๓ ปี

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้ขอรับการประเมิน)

(นายไชยวัฒน์ ณ เชียงใหม่)

(วันที่ ๗ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล)

(นายสุกิจ ยินดีสุข)

(วันที่ ๗ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป)

(นายสมบูรณ์ เทียนธรรมชาติ)

(วันที่ ๗ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๘)