การศึกษาการซ่อมบำรุงผิวจราจรคอนกรีตด้วยวัสดุใยสังเคราะห์ร่วมกับแอสฟัลท์ติกคอนกรีต กรณีศึกษา องค์การบริหารส่วนตำบลในจังหวัดชลบุรี

A STUDY OF PAVEMENTS REPAIRED BY GEOTEXTILE WITH ASPHALTIC CONCRETE IN THE AREA OF ADMINISTRATIVE ORGANIZATION IN CHONBURI PROVINCE

ชยุตพงศ์ ถิรศักดิ์โกศล[1], ศักดิ์ชาย รักการ[1], อัตถกร กลั่นความดี[1], สุนิติ สุภาพ[2] และ โกวิท สุรโกมล[2]
[1]หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนน พัฒนาการ เขต สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
[2]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
1761 ถนนพัฒนาการ แขวง/เขต สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Chayutphong Tirasakkosol[1], Sakchai Rakkarn[1], Attakorn Klunkuarmdee[1], Suniti Suparp[2] and Kowit Surakomol [2]
[1]Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management,
Kasem Bundit University 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand
[2]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University
1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok. 10250 Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาการซ่อมบำรุงถนนในจังหวัดชลบุรีซึ่งเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมของภาคตะวันออกที่มีการก่อสร้างถนนเชื่อมโยงเพื่อรองรับการขนส่งด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่วิ่งเข้ามามากมาย ซึ่งเส้นทางสัญจรมีถนนที่มีผิวทางประเภทแอสฟัลท์ติคคอนกรีต (Asphaltic Concrete) เป็นจำนวนมาก ผิวจราจรประเภทนี้มักเกิดความเสียหายแบบรอยร้าว (Crack) ก่อให้เกิดรอยแตกตามยาว รอยแตกตามขวางและรอยแตกทั่วไปรวมถึงทำให้เกิดการยุบตัวของแผ่นคอนกรีต เกิดความเสียหายเร็วกว่ากำหนดเป็นเหตุให้น้ำซึมลงไปสะสมใต้ผิวทางคอนกรีตและมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าที่ออกแบบไว้ดังนั้งผู้วิจัยต้องการศึกษาการซ่อมบำรุงผิวจราจรคอนกรีตด้วยวัสดุใยสังเคราะห์ร่วมกับแอสฟัลท์ติคคอนกรีตกรณีศึกษาถนนคอนกรีตเสริมในตำบลแห่งหนึ่งโดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อศึกษาวิธีการซ่อมบำรุงการใช้แผ่นใยสังเคราะห์

ร่วมกับแอสฟัลท์ติคคอนกรีตเป็นวัสดุผิวจราจร และกำหนดแนวทางการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ร่วมกับแอสฟัลท์ติคคอนกรีตในการดำเนินการสร้างและซ่อมบำรุงผิวจราจร จากการศึกษาในกรณีศึกษาถนนทั้ง 2 เส้นทางในตำบลพบว่ามีความเสียหายเกิดรอยแตกร้าวเป็นส่วนใหญ่ เมื่อได้ทำการซ่อมบำรุงด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์ดังกล่าว โดยมีลักษณะการซ่อมที่ครอบคลุมความเสียหายทั้งแผงบริเวณรอยต่อ ผลการสำรวจตรวจสอบด้วยสายตาในช่วงเวลา 1 ปี หลังการเปิดใช้ พบว่าอยู่ในระดับที่ดี ไม่พบรอยแตกร้าวบริเวณรอยต่อของแผ่นพื้นคอนกรีต ในเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าค่าใช่จ่ายในการก่อสร้างด้วยวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 แต่ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงถนนได้ถึงร้อยละ 42 (ระยะเวลา 5 ปี) และสามารถยืดระยะเวลาการซ่อมบำรุงผิวจราจรได้มากกว่าวิธีการทั่วไป นอกจากนี้จะทำให้ถนนมีคุณภาพสูงขึ้นสำหรับการขนส่งทางบก ซึ่งจะส่งผลให้ทำให้เกิดการประหยัดน้ำมัน ค่าซ่อมบำรุง และลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดบนท้องถนนจากผู้ใช้ถนนได้

คำสำคัญ: วัสดุสังเคราะห์แอสฟัลท์ติกคอนกรีต, ซ่อมบำรุงผิวถนนคอนกรีต, ความคุ้มค่า

ABSTRACT

This research studies the problem of Chonburi province, where is currently the center of the eastern industry. The construction of road is connected to accommodate the transportation of large trucks. The road have been asphaltic concrete surfaces, and usually cracks with resulting in latitude and longitude cracks including the collapse of concrete slabs. The damage and life period is faster in cause the water to accumulate under the concrete surface. The researcher would like to study the repair of concrete surface with synthetic fiber with asphalt concrete. The case study has compared between of reinforced concrete road and reinforced concrete road. The purpose of this study is a maintenance approach by using synthetic fiber asphalt with asphaltic concrete as traffic surface material and determining the approach of using synthetic fiber with asphalt concrete. A case study of two roads in district finds the damage of the crack on concrete surface. When, the maintenance approach is applied by asphalt concrete in combination with synthetic fiber, which is a comprehensive repair feature with covering the whole panel on joint of concrete slabs. The results of visual inspection not find the crack on concrete surface and joint concrete slabs after road activation within first year. Clearly, the roads are to be at a good level with no crack occurring at the joints of concrete slabs. Moreover, the aspect of economic and social can allude to breakeven on investment and safety environment. Even thought, the cost of construction of synthetic sheets increased

by 16 percent, but it can be reduced maintenance costs by 42 percent within five years. This exactly could be extended the life period of road. Also, the higher quality road results in fuel savings and reduced road accidents.

KEYWORDS: Geotextile of Asphaltic Concrete, Pavements Repaired for Road Surface, Economic Value

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมของภาคตะวันออกมีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นอย่างหนาแน่น มีเส้นทางจราจรที่สามารถเชื่อมต่อการคมนาคมขนส่งระหว่างภาคได้ และสามารถรองรับการเดินทางและการขนส่งสินค้าในภาคตะวันออกไปยังทั่วทุกภูมิภาค โดยเชื่อมโยงกับท่าเรือแหลมฉบังท่าเรือมาบตาพุดและนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมภาคธุรกิจการค้าการลงทุนและด้านการท่องเที่ยว ทำให้จังหวัดชลบุรีมีการก่อสร้างถนนเชื่อมโยงเพื่อรองรับการขนส่งด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่วิ่งเข้ามามากมาย และถนนปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปเป็นอย่างมาก มีการตัดถนนใหม่เพิ่มขึ้นหลายสาย และทั่วถึงในทุกพื้นที่ มีทั้งทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด ทางหลวงชนบท ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงเทศบาล หรือแม้กระทั่งทางที่ประชาชนหรือจังหวัดและส่วนราชการอื่นๆ ก่อสร้างเพื่อพัฒนาตำบลหรือหมู่บ้าน ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไป ถนนย่อมต้องเกิดความเสียหาย โดยความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ (Sub base) ปริมาณการสัญจรที่เพิ่มขึ้น ขั้นตอนการออกแบบที่ไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร การทรุดตัวของดินเดิม หรือการกัดเซาะจากน้ำข้างทาง เป็นต้น จึงส่งผลให้เกิดความเสียหายมากน้อยต่างกันออกไป ไม่ว่าความเสียหายจะมากหรือน้อยย่อมส่งผลให้เกิดผลเสียหายต่อประชาชน เศรษฐกิจ และประเทศชาติ ดังนั้นจึงต้องมีการซ่อมแซมและบำรุงรักษาถนนให้ดีเหมือนเดิมเพื่อจะได้มีทางสัญจรใช้ โดยในแต่ละปีมีการก่อสร้างและซ่อมแซมถนนเป็นจำนวนมากเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการเดินทาง ไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างโดยกรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน เส้นทางสัญจรในปัจจุบันมีถนนที่มีผิวทางประเภทแอสฟัลท์ติคคอนกรีต (Asphaltic Concerete) เป็นจำนวนมาก [1, 2] ผิวจราจรประเภทนี้มักเกิดความเสียหายแบบรอยร้าว (Crack) ก่อให้เกิดรอยแตกตามยาว รอยแตกตามขวางและรอยแตกทั่วไปรวมถึงทำให้เกิดการยุบตัวของแผ่นคอนกรีต เกิดความเสียหายเร็วกว่ากำหนดเป็นเหตุให้น้ำซึมลงไปสะสมใต้ผิวทางคอนกรีต และมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าที่ออกแบบไว้ เนื่องจากต้องเผชิญกับสภาพการใช้งานที่หนักมากจากการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของปริมาณการจราจร เมื่อเกิดการพังเสียหายของถนน การซ่อมบำรุงแบบ

การขูดผิวทางที่เสียหายแล้วปูทับด้วยผิวทางใหม่หรือการปูทับผิวทางเดิมที่เสียหายด้วยผิวทางใหม่ (Overlay) การซ่อมบำรุงด้วยวิธีเดิมจะใช้เวลานาน หรือจะเป็นการซ่อมบำรุงด้วยการอุดตามรอยแยกผิวทางที่ซ่อมนี้จะขรุขระไม่ราบเรียบ ทำให้การสัญจรมีความยากลำบาก อย่างไรก็ตามการซ่อมบำรุงถนน จะต้องพิจารณาถึงสภาพการจราจร ความคุ้มทุน อายุการใช้งาน สภาพพื้นที่ประกอบการพิจารณา ซึ่งหากจะทำการซ่อมแซมบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมจำเป็นต้องวิเคราะห์ในหลายๆ ด้าน

ในการซ่อมบำรุงถนน ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับงานดินเกือบทุกประเภท ซึ่งนำมาแก้ไขในงานหลายๆ ด้าน โดยที่แผ่นใยสังเคราะห์มีอยู่หลายประเภทและมีประโยชน์การใช้งานที่เหมาะสมแตกต่างกัน ในการเลือกใช้แผ่นใยสังเคราะห์ชนิดใดชนิดหนึ่งสำหรับการซ่อมบำรุงถนนโดยการเสริมแผ่นใยสังเคราะห์จึงเป็นตัวช่วยให้เกิดประสิทธิภาพและมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก การซ่อมบำรุงถนนด้วยวิธีนี้จึงมีประสิทธิภาพสูงและมีขั้นตอนในการก่อสร้างที่ง่ายและประหยัดเวลา [3] การใช้แผ่นใยสังเคราะห์เสริมชั้นทางแอสฟัลท์คอนกรีตสามารถช่วยลดการเกิดร่องล้อได้ดี และได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพสูงแม้ผิวถนนจะมีอุณหภูมิสูงถึง 60 องศาเซลเซียส [4] ผิวทางลาดยางของสนามบินนานาชาติ Salgado Filho ในประเทศบราซิลก่อสร้างด้วยการเสริมแผ่นใยสังเคราะห์หลังใช้งานมาเป็นระยะเวลา 8 ปีถนนลาดยางเสริมแผ่นใยสงเคราะห์สามารถป้องกันการแตกร้าวบนผิวทางใหม่และสามารถลดความเค้นที่กระทำในชั้นพื้นทาง (ช่วยป้องกันการเกิดร่องล้อ) แผ่นใยสังเคราะห์ช่วยเพิ่มการยึดเกาะระหว่างผิวทางเก่าและผิวทางใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [5] การก่อสร้างถนนลาดยางในรัฐ Wyoming ประเทศสหรัฐอเมริกาสามารถลดความหนาของชั้นพื้นทางด้วยการเสริมแผ่นใยสังเคราะห์การตรวจวัดก่อสร้างแล้ว 3 ปีพบว่าถนนยังมีความแข็งและสามารถทนทานต่อการเกิดร่องล้อได้อย่างดีและมีความคุ้มค่าในการก่อสร้างเมื่อเทียบกับถนนลาดยางที่ไม่เสริมกำลัง [6]

องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบอนแดง ตำบลหนองบอนแดง อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นหน่วยงานสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย มีวิสัยทัศน์การพัฒนาท้องถิ่น พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน สืบสานงานประเพณี บริหารจัดการที่ดี ชุมชนเข้มแข็งมีอนามัยใส่ใจสิ่งแวดล้อม มีพื้นที่รับผิดชอบ 28.5 ตารางกิโลเมตร [7] มีโรงงานอุตสาหกรรม 230 โรง มีถนนอยู่ในความรับผิดชอบ 40 สาย ส่วนใหญ่เป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็กและถนนแอสฟัลท์ติคคอนกรีต ถนนหลายเส้นมีอายุการใช้มากกว่า 10 ปี และจากการสำรวจภายในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลหนองบอนแดงพบความเสียหาย เนื่องจากปริมาณการจราจรที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วและบรรทุกน้ำหนักเกินปริมาณที่กำหนดประกอบกับความเสื่อมสภาพของพื้นผิวถนนที่พบส่วนใหญ่เป็นการเสียหายเนื่องจากการทรุดตัวเกิดรอยแตกแยก และการเสื่อมสภาพของแอสฟัลท์ ก่อให้ถนนเกิดเป็นหลุมเป็นบ่อ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบอนแดงจึงได้ดำเนินการซ่อมแซม

ถนนคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้แอสฟัลท์ติคคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนที่สัญจรไปมา

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองบอนแดง จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการดำเนินการซ่อมบำรุงผิวจราจรคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวัสดุใยสังเคราะห์ร่วมกับแอสฟัลท์ติคโดยใช้หลักทดสอบทางวิศวกรรมและหลักการด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคาดว่าผลลัพธ์เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจขององค์กรสำหรับการวางแผนในการดำเนินการก่อสร้างถนนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด สามารถตอบสนองต่อความต้องการและโยชน์ที่แท้จริงของประชาชนต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินวิจัยของการศึกษาการซ่อมบำรุงผิวจราจรคอนกรีตด้วยวัสดุใยสังเคราะห์ร่วมกับแอสฟัลท์ติคคอนกรีต กรณีศึกษา องค์การบริการส่วนตำบลหนองบอนแดง ตำบลหนองบอนแดง อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการออกสำรวจเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงโดยการจดบันทึกถ่ายรูปตลอดจนการสังเกต

2.1 แนวทางในการศึกษา

1) ศึกษาด้านวิศวกรรม [8, 9] แนวทางการซ่อมแซมถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ผิวจราจรเสียหายจำนวน 2 เส้นทาง

2) ทำการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนของถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ซ่อมแซมด้วยแอสฟัลต์ติคคอนกรีตเสริมแผ่นใยสังเคราะห์กับต้นทุนของถนนที่ซ่อมแซมด้วยวิธีการปูแอสฟัลต์ติคคอนกรีตอย่างเดียวทับผิวจราจรเดิม

3) เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการซ่อมแซมถนนทั้ง 2 แบบ แล้วนำผลการศึกษามาวิเคราะห์ประยุกต์ปรับใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ผสมแอสฟัลต์ติคกับผิวจราจร

2.2 แหล่งข้อมูลการศึกษา

พื้นที่ถนนจำนวน 2 สาย ได้แก่

- ถนนคอนกรีตเสริมเหล็กสายบ้านหนองบอนแดง-บ้านหนองพยอม หมู่ 2 บ้านหนองบอนแดง ต.หนองบอนแดง โดยเสริมผิว Asphaltic Concrete กว้าง 8.00 เมตร ยาว 1,220.00 เมตร หนา 0.04 เมตร หรือมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 9,760 ตร.ม.

- ถนนคอนกรีตเสริมเหล็กสายบ้านหนองบอนแดง-บ้านหนองกาน้ำ หมู่ 1 บ้านหนองบอนแดง ต.หนองบอนแดง โดยเสริมผิว Asphaltic Concrete กว้าง 8.00 เมตร ยาว 800.00 เมตร หนา 0.04 เมตร หรือมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 6,400 ตร.ม.

2.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

1. ออกสำรวจเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง โดยการจดบันทึกและถ่ายรูปความเสียหายของถนนก่อนดำเนินการซ่อมแซมถนน เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆที่ได้มาใช้ประกอบการออกแบบเพื่อให้ได้แนวทางในการซ่อมแซมและเกิดประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีที่สุด

2. ประเมินความเสียหายและวิธีการซ่อมแซมถนนคอนกรีตเสริมเหล็กจากการสำรวจภาพถ่ายว่าควรใช้วิธีใดในการซ่อมแซมถนนคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการใช้งานในการคมนาคมและสามารถใช้งานได้นาน

3. ประมาณราคาเป็นการประมาณราคาเพื่อให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมถนนคอนกรีตเสริมเหล็กในแต่ละเส้นทางเพื่อให้ได้ราคาที่เป็นกลางและเหมาะสมที่สุดในการดำเนินงาน

4. ออกสำรวจเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงในการซ่อมแซมถนนโดยการจดบันทึกและถ่ายรูปวิธีการขั้นตอนการปฏิบัติงาน

5. สอบถามข้อมูลขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาระหว่างการซ่อมแซมถนนจากบริษัท

6. นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์หาข้อดีข้อเสียในการซ่อมแซมถนนโดยใช้แอสฟัลต์ติคคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์และสรุปผลการศึกษาหาแนวทางแก้ไขต่อไปพร้อมตั้งข้อสังเกตเป็นข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้งานได้อย่างแพร่หลายต่อไปในอนาคต

3. ผลการวิจัย

3.1 การประเมินผลประโยชน์ของโครงการ

- **งบประมาณ** ประเมินจาก [10] ค่าใช้จ่ายข้อบัญญัติงบประมาณประจำปี หมวดค่าซ่อมบำรุงที่ดินและสิ่งก่อสร้าง ประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงรักษา เนื่องจากการใช้แผ่นใยสังเคราะห์เสริมบริเวณรอยต่อของแผ่นพื้นคอนกรีตทำให้ถนนรับแรงดึงได้มากขึ้น ทำให้ยืดระยะเวลาในการซ่อมบำรุงรักษาประจำปี

- **ลดอุบัติเหตุบนท้องถนน** ประเมินจากอัตราการเกิดอุบัติเหตุ การเปรียบเทียบการซ่อมบำรุงผิวจราจรระหว่างวิธีการทั่วไปกับวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ การศึกษาครั้งนี้จะประเมินจากแบบคำร้องทั่วไปของประชาชนที่ใช้เส้นทางจากกรณีศึกษา เป็นการประเมินในรูปแบบความคุ้มค่าทางสังคม

3.2 ลักษณะและคุณสมบัติของแผ่นใยสังเคราะห์

1) แผ่นใยสังเคราะห์จะต้องผลิตจากวัสดุ Polypropylene แบบ Non-wovenโดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบ Needle punch มีความหนาฟู เพื่อรองรับแรงกระแทกของสิ่งมีคมได้อย่างดี

2) เส้นใยสังเคราะห์จะต้องอัดกันเป็นแผ่น ไม่หลุดจากกันง่าย

3) แผ่นใยสังเคราะห์จะต้องไม่มีรอยต่อในทุกทิศทาง

4) แผ่นใยสังเคราะห์จะต้องมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 4 เมตร และความยาวของม้วนไม่น้อยกว่า 200 เมตร

5) แผ่นใยสังเคราะห์จะต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

- น้ำหนักต่อพื้นที่ (Mass/Unit area) $\geq$ 240 กรัมต่อตารางเมตร ตามมาตรฐาน ASTM D5261
- Wide Width Tensile Strength $\geq$ 15 กิโลนิวตันต่อเมตร ตามมาตรฐาน ASTM D4595
- ความต้านทานแรงดึง (Grab Tensile) $\geq$ 900 นิวตัน ตามมาตรฐาน ASTM D4632
- Extension at peak $\geq$ 50% ตามมาตรฐาน ASTM D4595
- ความต้านทานแรงฉีกขาด (Tear Strength) $\geq$ 275 นิวตัน ตามมาตรฐาน ASTM D4533
- อัตราการซึมผ่าน (Flow Rate) $\geq$ 100 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางเมตรที่ Head 0.10 เมตร ตามมาตรฐาน BS6906 (PART3)

3.3 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผลลัพธ์

3.3.1 ผลการศึกษาจากภาคสนามในเชิงวิศวกรรม

เป็นผลการศึกษาจากการสำรวจสภาพถนนหลังมีการซ่อมบำรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งโดยปกติแล้ววิธีการสำรวจสภาพถนนมักแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือการสำรวจถนนด้วยสายตา (Visual Inspection) และการสำรวจด้วยเครื่องมือวัด ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสำรวจถนนด้วยสายตาโดยอาศัยความชำนาญ ความรู้และประสบการณ์สูงส่วนบุคคล เพื่อให้ถนนที่ได้รับการซ่อมบำรุงแล้วออกมาได้อย่างคุ้มค่ากับงบประมาณที่ใช้ไปในการบำรุงรักษา ซึ่งแสดงรายละเอียดดังนี้

1) สภาพถนนคอนกรีตเสริมเหล็กสายบ้านหนองบอนแดง-บ้านหนองพะยอมโดยเสริมผิว Asphaltic Concrete กว้าง 8.00 เมตร ยาว 1,220.00 เมตร หนา 0.04 เมตร หรือมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 9,760 ตร.ม.จากการตรวจสอบถนน ด้วยตาเปล่าหลังจากมีการซ่อมบำรุงถนนด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์ ทั้งขาไปและขากลับ พบว่าถนน มีรอยต่อตามขวางของผิวจราจร Construction Joint ทั้งหมด 122 จุด รอยต่อแนวยาวของผิวจราจร Longitudinal Joint 1,220 เมตร พบว่าอยู่ในระดับที่ดี ไม่พบรอยแตกร้าวบริเวณรอยต่อของแผ่นพื้นคอนกรีต

รูปที่ 1 สภาพถนนก่อนการซ่อมบำรุง

รูปที่ 2 แผ่นใยสังเคราะห์ปูทับถนน

รูปที่ 3 สภาพถนนหลังการซ่อมบำรุง

2) สภาพถนนคอนกรีตเสริมเหล็กสายบ้านหนองบอนแดง-บ้านหนองกาน้ำ โดยเสริมผิว Asphaltic Concrete กว้าง 8.00 เมตร ยาว 800.00 เมตร หนา 0.04 เมตร หรือมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 6,400 ตร.ม.จากการตรวจสอบถนน ด้วยตาเปล่าหลังจากมีการซ่อมบำรุงถนนด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์ ทั้งขาไปและขากลับ พบว่าถนน มีรอยต่อตามขวางของผิวจราจร Construction Joint ทั้งหมด 80 จุด รอยต่อแนวยาวของผิวจราจร Longitudinal Joint 800 เมตร พบว่าอยู่ในระดับที่ดี ไม่พบรอยแตกร้าวบริเวณรอยต่อของแผ่นพื้นคอนกรีต

รูปที่ 4 สภาพถนนก่อนการซ่อมบำรุง

รูปที่ 5 สภาพถนนหลังการซ่อมบำรุง

3.3.2 การทดสอบความหนาของแอสฟัลท์ติดคอนกรีต

โดยใช้เครื่องเจาะคอลริ่งคอนกรีตเพื่อทดทดสอบความหนาให้เป็นไปตามมาตรฐานแบบแปลนที่กำหนด

รูปที่ 6 ทดสอบการเจาะคอนกรีต

3.3.3 ผลการศึกษาในเชิงเศรษฐศาสตร์และประโยชน์ต่อสังคมและชุมชน

ในการศึกษางานวิจัยฉบับนี้ หากมองในมุมทางเศรษฐศาสตร์ สิ่งที่จะได้รับหรือผลกำไรจากการซ่อมบำรุงผิวจราจร คือ เวลาและเงิน ดังนั้นหากสามารถยืดระยะเวลาในการซ่อมบำรุงให้นาน

ขึ้นก็จะทำให้ได้รับผลกำไรที่มากขึ้นด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของโครงการด้านความคุ้มค่าของเงินและของคนในสังคมทั้งหมดด้วย

1) ด้านการลงทุน ค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงถนนคอนกรีตค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงผิวจราจรระหว่างวิธีการทั่วไปกับวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ พื้นที่ 1 ตารางเมตร

ตารางที่ 1 ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงผิวจราจรระหว่างวิธีการทั่วไปกับวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ พื้นที่ 1 ตารางเมตร

วิธีการซ่อมบำรุง	วิธีการซ่อมบำรุง	จำนวน (ตร.ม)	พื้นที่การซ่อมบำรุง (ตร.ม)	ระยะทาง (ม.)	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง/ตร.ม.
วิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ (บ้านหนองพะยอม)	แผ่นใยสังเคราะห์	1,410	9,760	1,220	68,497.80	334.97
	แอสฟัลท์ติคคอนกรีต	9,760	9,760	1,220	2,628,732.80	
	น้ำยา AC	9,808	9,760	1,220	170,266.88	
วิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ (บ้านหนองกาน้ำ)	แผ่นใยสังเคราะห์	800	6,400	800	38,864	334.97
	แอสฟัลท์ติคคอนกรีต	6,400	6,400	800	1,721,792	
	น้ำยา AC	6,400	6,400	800	111,104	
วิธีการทั่วไป	แอสฟัลท์ติคคอนกรีต	6,400	6,400	800	1,721,792	286.39
	น้ำยา AC	6,400	6,400	800	111,104	

จากตารางที่ 1 แสดงข้อมูลค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงผิวจราจรด้วยวิธีการทั่วไปกับวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงถนนด้วยวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ จะมีราคาวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น คือ ค่าแผ่นใยสังเคราะห์ 48.58 บาท/ตร.ม หรือประมาณร้อยละ 16

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปีที่มีการซ่อมบำรุงผิวจราจรระหว่างวิธีการทั่วไปกับวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์พื้นที่ต่อตารางเมตรหลังมีการใช้เปิดใช้งาน

ปีที่ซ่อมบำรุง	วิธีการทั่วไป		วิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์	
	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (บาท)	ต้นทุนที่ทำให้จราจรติดขัดขณะก่อสร้าง	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (บาท)	ต้นทุนที่ทำให้จราจรติดขัดขณะก่อสร้าง
1	ไม่มี	-	0.00	ไม่มี
2	ไม่มี	มี	0.00	ไม่มี
3	286.39	ไม่มี	0.00	ไม่มี
4	ไม่มี	ไม่มี	0.00	ไม่มี
5	ไม่มี	ไม่มี	0.00	ไม่มี

จากตารางที่ 2 ข้อมูลแผนการบำรุงรักษาขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองบอนแดงที่ผ่านมา พบว่า ถนนที่มีการซ่อมแซมบำรุงด้วยวิธีการทั่วไป จะมีการซ่อมแซมถนนคอนกรีต เมื่อเข้าสู่ปีที่ 3 ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงผิวจราจร 286.39 บาท/ตร.ม.

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบด้านราคาการซ่อมบำรุงผิวจราจรระหว่างวิธีการทั่วไปกับวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์พื้นที่ต่อตารางเมตร

รายละเอียด	วิธีการไม่ใช้แผ่นใยสังเคราะห์	วิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์
ค่าใช่จ่ายในการก่อสร้างต่อ 1 ตารางเมตร	286.39 บาท	334.97 บาท
ค่าใช่จ่ายในการบำรุงรักษาครั้งที่ 1 (1-5 ปี)	286.39 บาท	ไม่มี
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นในระยะเวลา 1-5 ปีแรกของการก่อสร้าง	**572.78 บาท**	**334.97 บาท**

หมายเหตุ: คิดคำนวณจากค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ผิวถนน 1 ตารางเมตร

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าใช่จ่ายในการก่อสร้างด้วยวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ มีค่าใช้จ่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 แต่ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงถนนได้ถึงร้อยละ 42 (ระยะเวลา 5 ปี) ส่วนวิธีการซ่อมบำรุงแบบไม่ใช้แผ่นใยสังเคราะห์ ผิวจราจรจะเริ่มชำรุดเกิดการแตกร้าวและทำให้มีการซ่อมแซมถนนที่เร็วขึ้น คือ ซ่อมบำรุงผิวจราจรภายใน 1-5 ปี ค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 286.39 บาทต่อตารางเมตร แสดงว่าวิธีการซ่อมบำรุงผิวจรารจรด้วยการใช้แผ่นใยสังเคราะห์มีประสิทธิภาพสูงกว่าสามารถยืดระยะเวลาการซ่อมบำรุงผิวจราจรได้มากกว่าวิธีการทั่วไป เนื่องจากแผ่นใยสังเคราะห์มีความต้านทานแรงดึงมากกว่า 900 นิวตัน และมีความต้านทานแรงฉีกขาดมากกว่า 275 นิวตัน มีความแข็งแรงคงทนกว่า ทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของถนน เป็นการช่วยประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงถนน ดังนั้นจึงสามารถยืนยันได้ว่าการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ร่วมกับแอสฟัลท์ติคคอนกรีตมีความคุ้มค่าในการลงทุนซ่อมบำรุงผิวจราจร

2) ด้านการจราจร การซ่อมบำรุงถนนด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของถนน ทำให้ผู้ขับขี่ได้ใช้ถนนที่มีคุณภาพ และส่งผลให้การจราจรมีความคล่องตัวขึ้น และเนื่องจากถนนที่ไม่ได้ซ่อมบำรุงด้วยแผ่นใยสังเคราะห์จะมีการซ่อมบำรุงถนนบ่อยกว่าถนนที่ใช้แผ่นใยสังเคราะห์ ทำให้ในช่วงที่อยู่ในระหว่างการดำเนินการซ่อมถนน อาจจำเป็นต้องปิดการจราจรชั่วคราว ทำให้เกิดจราจรติดขัด ไม่สะดวกแก่ผู้ใช้เส้นทาง

3) การประหยัด เมื่อถนนมีคุณภาพ ทำให้ผู้ขับขี่สามารถประหยัดน้ำมัน และค่าซ่อมบำรุงรถยนต์ได้มากขึ้น เนื่องจากถนนไม่ขรุขระ การขับขี่เป็นไปด้วยความสะดวกสบาย นุ่มนวล ทำให้ช่วยลดอัตราการกินน้ำมันของเครื่องยนต์ได้

4) การลดอุบัติเหตุ เมื่อถนนมีคุณภาพอยู่ในสภาพดี ทำให้ผู้ขับขี่ปลอดภัย ช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดบนท้องถนนได้

จากผลการศึกษาที่กล่าวมา หากนำทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงผิวจราจรทั้งสองด้านมาพิจารณา เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการซ่อมบำรุงผิวจราจร ซึ่งหมายถึงต้นทุนทั้งทางด้านราคาและเวลาที่รัฐและประชาชนต้องสูญเสียไปในขณะก่อสร้าง การวิเคราะห์หาผลตอบแทนในมุมความคุ้มค่าทางการเงินในระยะสั้นอาจไม่สะท้อน แต่ในระยะยาวจะเห็นว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงประจำปีได้ ทำให้องค์กรสามารถจัดสรรงบประมาณในส่วนบำรุงรักษาซ่อมแซมไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นให้แก่ชุมชนมากขึ้น

ในมุมมองการเพิ่มมูลค่าขององค์กร โครงการดังกล่าวถือว่าคุ้มค่าหากเป็นการวิเคราะห์ด้วยความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์แทน เนื่องจากว่าโครงการดังกล่าวสามารถลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุในช่วงเวลา 1-5 ปีหลังมีการก่อสร้างแล้วเสร็จ ทำให้มีผลต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชมชนรวมทั้งลดต้นทุนที่ทำให้จราจรติดขัดขณะก่อสร้าง ดังนั้นความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จึงมุ่งเน้นโครงการที่มุ่งหวังผลประโยชน์ต่อสังคม ชุมชน

4. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าแนวทางการซ่อมบำรุงถนนคอนกรีตเสริมเหล็กสายบ้านหนองบอนแดง-บ้านหนองพยอม หมู่ 2 และถนนคอนกรีตเสริมเหล็กสายบ้านหนองบอนแดง-บ้านหนองกาน้ำด้วยแอสฟัลท์ติกคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์ สามารถลดอัตราการเสียหายของผิวจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยคุณสมบัติที่มีความคงทนแข็งแรง ทำให้ถนนไม่เกิดการแตกร้าว และช่วยลดอัตราการทรุดตัวของร่องล้อ นอกจากข้อได้เปรียบทางด้านวิศวกรรมแล้ว การซ่อมแซมถนนโดยใช้แผ่นใยสังเคราะห์ยังมีต้นทุนการบำรุงรักษาที่ต่ำกว่าการซ่อมแซมถนนด้วยวิธีทั่วไป ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายการซ่อมแซมบำรุงรักษาประมาณร้อยละ 42 ขณะเดียวกันประชาชนได้ใช้ถนนที่มีคุณภาพดีขึ้น และมีส่วนทำให้การจราจรคล่องตัวขึ้น และลดการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดบนท้องถนนได้ โดยแนวทางการซ่อมบำรุงพิจารณาจากหลักวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมทั้งในเรื่องเวลา เทคนิคที่ใช้ในการซ่อมบำรุง งบประมาณ และความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุน

1) ผลการศึกษาเชิงวิศวกรรม ถนนจากกรณีศึกษาทั้ง 2 เส้นทางมีความเสียหายเกิดรอยแตกร้าว เมื่อได้ทำการซ่อมบำรุงด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์ โดยมีลักษณะการซ่อมที่ครอบคลุมความเสียหายทั้งแผง ผลการสำรวจด้วยสายตาหลังการเปิดใช้ พบว่าอยู่ในระดับที่ดี ไม่พบรอยแตกร้าวบริเวณรอยต่อของแผ่นพื้นคอนกรีต

2) ผลการศึกษาเชิงเศรษฐศาสตร์และประโยชน์ของสังคมและชุมชน พบว่าค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างด้วยวิธีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 แต่ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงถนนได้ถึงร้อยละ 42 (ระยะเวลา 5 ปี) เนื่องจากวิธีการซ่อมบำรุงแบบไม่ใช้แผ่นใยสังเคราะห์ ผิวจราจรจะเริ่มชำรุดเกิดการแตกร้าวและทำให้มีการซ่อมแซมถนนที่เร็วขึ้น ส่งผลต่อการเกิดปัญหาด้านการจราจรติดขัดทุกครั้งที่มีการซ่อมบำรุงถนน ส่วนวิธีการซ่อมบำรุงผิวจรารจรด้วยการใช้แผ่นใยสังเคราะห์มีประสิทธิภาพสูงกว่าสามารถยืดระยะเวลาการซ่อมบำรุงผิวจราจรได้มากกว่าวิธีการทั่วไป เมื่อถนนมีคุณภาพ ทำให้เกิดการประหยัดน้ำมัน และลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดบนท้องถนนได้

5. ข้อเสนอแนะสำหรับการใช้ผลวิจัย

5.1 แผ่นใยสังเคราะห์ไม่ทนต่อการติดไฟ เกิดความเสียหายง่ายในช่วงดำเนินการก่อสร้าง และอาจมีความยุ่งยากในการตรวจสอบแผ่นใยสังเคราะห์ เนื่องจากมีลักษณะภายนอกที่เหมือนกัน นอกจากนั้นแผ่นใยสังเคราะห์จะมีกำลังรับแรงดึงตามแนวยาวมากกว่าแนวขวาง ดังนั้นการปูเสริมแผ่นใยสังเคราะห์บนถนนคอนกรีตจะต้องพิจารณาให้ดี เพื่อให้สามารถรับแรงได้ตามที่ออกแบบไว้

5.2 การเลือกใช้แผ่นใยสังเคราะห์ให้เหมาะสมกับงานที่ทำค่อนข้างยาก เนื่องจากถึงแม้จะเป็นงานลักษณะเดียวกันแต่การก่อสร้างตั้งอยู่คนละพื้นที่ก็อาจใช้แผ่นใยสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันได้ ซึ่งแตกต่างจากอุปกรณ์ก่อสร้างอื่นที่ใช้เหมือนกันเกือบทุกพื้นที่

5.3 การซ่อมบำรุงทำได้ง่ายเนื่องจากมีวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ใกล้เคียงกับวิธีการทั่วไปไม่ต้องใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรเฉพาะ มีน้ำหนักเบา ลักษณะเป็นม้วน มีการขนย้ายที่ง่ายสะดวก ดังนั้นจึงหาผู้รับเหมาได้ง่ายทำให้เกิดการแข่งขันทางด้านราคาที่ต่ำลง ทำให้หน่วยงานได้รับผลประโยชน์ด้านงบประมาณ ดังนั้นจึงสามารถนำวิธีการที่เสนอในงานวิจัยนี้ไปปรับใช้กับโครงการอื่นๆ ที่มีรูปแบบลักษณะโครงการคล้ายคลึงกันได้

5.4 จากข้อมูลความคุ้มค่าในการลงทุน ทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของถนน เป็นการช่วยประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงถนน แต่ก็ยังมีการใช้งานไม่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากบางองค์กรยังยึดติดกับวิธีการแบบเดิม ขาดทักษะและความรู้ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรส่งเสริมการประชาสัมพันธ์ข้อมูลความรู้ เทคโนโลยีการผลิต รวมถึงข้อดีของการซ่อมบำรุงถนนด้วยแผ่นใยสังเคราะห์

5.5 การพิจารณาการนำแนวทางนี้ไปใช้ อย่ามองแค่ต้นทุนที่สูงขึ้นเพียงด้านเดียวเท่านั้น แต่ยังมีข้อดีที่สามารถลดค่าใช้จ่ายและลดงบประมาณในการซ่อมบำรุง เมื่อเทียบกับวิธีการทั่วไปที่ไม่ใช้แผ่นใยสังเคราะห์

5.6 สามารถนำผลการวิจัยนี้ไปเป็นแนวทางในการซ่อมบำรุงถนนด้วยแอสฟัลท์ติคคอนกรีตร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์ ให้กับหน่วยงานอื่นนำไปปรับปรุง พัฒนาให้ดียิ่งขึ้นได้

References

[1] Morakot S. Remedies of damagedrigid pavements due to a flood disaster [Master of Civil Engineering]. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology; 2010. (In Thai)

[2] Khlongkhlaeo W. A compression test of restored materials from the pavenment in-place recycle [Master of Civil Engineering]. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology; 2010. (In Thai)

[3] Charoenpol J. Performance of pavements repaired by Geotextile reinforcement [Master of Civil Engineering]. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology; 2012. (In Thai)

[4] Fwa T, Tan S, Zhu L. Rutting prediction of asphalt pavement layer using model. Journal of Transportation Engineering 2004;130(5):675- 683.

[5] Hessing C, Pohl M. Surface modifications and their effect on the nickel release rate in nickel titanium shape memory alloys. International Journal of Materials Research 2009;100:1099-108.

[6] Berg EA, Johnson RJ, Leeman SE, Boyd N, Kimerer L, Fine RE. “Isolation and characterization of substance P-containing dense core vesicles from rabbit optic nerve and termini. J Neurosci Res 2000;62:830-839.

[7] Nong Bon Daeng Subdistrict Administrative Organization. Data of Subdistrict Administrative Organization [Internet]. [cited 2017 Jun 20]. Avaiable from: http://www.nongbondaeng.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=5. (In Thai)

[8] Metham M. The cost-benefit analysis as a result of the project delay - a case study of the NakhonsawanEastern bypass project [Master of Civil Engineering]. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology; 2012. (In Thai)

[9] Pinphet A. Stabilityanalysis of a rural road reinforced with geotextiles: a case study at route no. 4003 intersection highway no.3030 - Banbangmon Muangsingburi district, Singburi [Master of Civil Engineering]. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology; 2014. (In Thai)

[10] Ministry of Interior. The budgetary approach of the local government B.E. 2541 (1998) and the Amendments (No. 2 and No. 3) B.E. 2543 (2000).

ประวัติผู้เขียนบทความ

ชยุตพงศ์ ถิรศักดิ์โกศล ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการกองช่าง องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบอนแดง ตำบลหนองบอนแดง อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี หมายเลขโทรศัพท์ 086-3075508 จบการศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต และสาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ศักดิ์ชาย รักการ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรมบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต หมายเลขโทรศัพท์ 094-945-9988 E-Mail: sakchai.rak@kbu.ac.th จบการศึกษา วศ.บ. (เกียรตินิยม อันดับ 1) วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต และ วศ.ม. วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ Ph.D.Systems and Control, Case Western Reserve University, Ohio, U.S.A.

อัตถกร กลั่นความดี ปัจจุบันดำรงตำแหน่งที่ปรึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จบการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) เกียรตินิยม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย M.S. (Mechanical Engineering) University of Illinois at Urbana, U.S.A. และ Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Illinois at Urbana, U.S.A.

สุนิติ สุภาพ รองศาสตราจารย์และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต E-Mail: s.suniti@gmail.com

โกวิท สุรโกมล ผู้ช่วยศาสตราจารย์และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต