การศึกษาความเสียหายของถนนวัสดุผิวทางรีไซคลิง

The Study of Distress of Recycling Pavement Road

ควีนนยา กิตติเวชวรกุล[1*], สราวุธ จริตงาม[2]

Queenaya Kittiwetvorakul[1*], Saravut Jaritngam[2]

(Received: April 1, 2020; Revised: May 5, 2020; Accepted: June 11, 2020)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเสียหายของถนนวัสดุผิวทางรีไซคลิงบนทางหลวงจังหวัดสงขลา ของแขวงทางหลวงสงขลาที่ 1 จำนวน 5 สายทาง 7 ตอนควบคุม ระยะทาง 54.82 กิโลเมตร และแขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 (นาหม่อม) จำนวน 2 สายทาง 3 ตอนควบคุมระยะทาง 16.93 กิโลเมตร ทำการวิจัยทั้งหมด 10 ตอนควบคุม เป็นระยะทางทั้งหมด 71.75 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.79% ของถนนทั้งหมด ณ ปัจจุบัน และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

การตรวจสอบสภาพความเสียหายของผิวทาง เพื่อวิเคราะห์แจกแจง สรุปรูปแบบความเสียหาย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายของผิวถนน คือ อายุการใช้งาน ความสูงของคันทาง ปริมาณรถบรรทุกหนัก และลักษณะภูมิประเทศ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ทำการบำรุงรักษาทางในแขวงทางหลวงสงขลาที่ 1 และแขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 (นาหม่อม) สามารถใช้ในการพิจารณาวางแผนซ่อมแซม การตัดสินใจเลือกวิธีบำรุงรักษาให้ทันเวลา และไม่ให้เกิดการลุกลามของความเสียหาย พบว่าลักษณะความเสียหายของถนนวัสดุผิวทางรีไซคลิงบนทางหลวงจังหวัดสงขลามีทั้งหมด 10 รูปแบบ คือ รอยแตกแบบหนังจระเข้ รอยแตกตรงขอบรอยต่อ รอยแตกระหว่างช่องจราจร รอยแตกการขยายช่องจราจร ผิวหลุดร่อน หลุมบ่อ ร่องล้อ ผิวหน้าเยิ้ม ผิวมวลรวมถูกขัดสี และรอยปะซ่อม ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างรูปแบบความเสียหาย พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบความเสียหายมี 2 ปัจจัย คือ อายุการใช้งาน และปริมาณรถบรรทุกหนัก

คำสำคัญ: ลักษณะความเสียหายของผิวถนน วัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่ ประเมินสภาพความเสียหายของทางหลวง

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[1]Faculty of Engineering, Prince of Songkla University

[*]Corresponding Author: august04901668@hotmail.com

Abstract

This research aimed to study distress of pavement recycling road on highways in Songkhla province; 5 roads of Songkhla Highway District 1, 7 controlled sections, at a distance of 54.82 kilometers and Songkhla Highway District 2 (Na Mom); 2 roads, 3 controlled sections, at a distance of 16.93 kilometers. The research was conducted in 10 controlled sections with the total distance of 71.75 kilometers accounting for 10.79% of the distress roads, and there was a tendency for an increase.

Prevent distress condition was inspected to analyze, clarify, and make a summary of types of distress. Analysis of relationship between the distress and factors affecting the pavement distress was made based on service life, road bed height, heavy truck amount and topography characteristics. The findings could be useful for road maintenance officers in Songkhla 1 Highway District and Songkhla 2 Highway District (Na Mom) when planning for maintenance and repair work, and when selecting using methods to prevent the damage in order to avoid more damage. It was found that there were 10 types of the distress of pavement repaired by pavement recycling methods on highways in Songkhla province, for example, Alligator Crack, Edge Joint Crack, Lane Joint Crack, Widening Crack, Raveling, Pot Hole, Rutting, Bleeding, Polished Aggregate, and Patching. The analysis of relationship between the distress and factors affecting the pavement distress revealed that there were two factors affecting the patterns of damage: service life and heavy truck amount.

Keywords: Distress of pavement road surface, Pavement In-Place Recycling, Influential forms of damage

บทนำ

ถนนเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของระบบการคมนาคมขนส่งทางบก และเป็นปัจจัยสำคัญในระบบคมนาคมของการพัฒนาประเทศ ทั้งด้านการขนส่งคน และการขนส่งสินค้า จึงจำเป็นต้องมีความสามารถเพียงพอเพื่อรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และรองรับความเป็นอยู่ของมนุษยชาติทั่วโลก (Charoenkij, 2017) อุบัติเหตุจากการใช้รถใช้ถนนของประเทศไทยเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตลำดับต้น ๆ ของประชากรในประเทศ (Office of Transport and Traffic Policy and Planning, 2019) การเกิดอุบัติเหตุทางจราจรของประเทศไทยยังถูกจัดให้เป็นประเทศที่มีอันตราย เนื่องจากมีผู้เสียชีวิตสูงที่สุดในโลก สำหรับรถจักรยานยนต์มีอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนอยู่ที่ 26.3 คน การเกิด

อุบัติเหตุมาจากคนหรือผู้ใช้ถนน และสิ่งแวดล้อม (Office of Transport and Traffic Policy and Planning, 2018)

งานบำรุงรักษาโครงข่ายทางหลวงเพื่อให้สายทางในความรับผิดชอบอยู่ในสภาพที่ดี สะดวกและปลอดภัยต่อผู้ใช้ทางถือเป็นภารกิจหลักกรมทางหลวง โดยการบำรุงรักษาทางหลวงนั้นประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งจากขนาดของโครงข่ายทางหลวงที่คิดเป็นระยะทางมากกว่า 68,000 กิโลเมตร (ระยะทางต่อสองช่องจราจร) และงบประมาณบำรุงรักษาทางมากกว่า 20,000 ล้านบาทต่อปี นั้น ทำให้ภารกิจในการสำรวจ ประเมินสภาพทาง วางแผนจัดสรร และติดตามการใช้งบประมาณ เป็นงานที่ต้องใช้เวลา และทรัพยากรบุคคลในการดำเนินการเป็นจำนวนมาก (Bureau of Highway Maintenance Management, 2020) กรมทางหลวงได้นำวิธีการก่อสร้างบูรณะปรับปรุงชั้นทางเดิมด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In-Place Recycling) มาใช้ในงานทางครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2537 จนปัจจุบันรวมระยะเวลาทั้งสิ้น 26 ปี กรมทางหลวงได้จัดทำคู่มือการตรวจสอบ และประเมินสภาพความเสียหายของผิวทางสำหรับโครงสร้างชั้นทางแบบหยุ่นตัว (Flexible Pavement) และโครงสร้างชั้นทางแบบแกร่งตัว (Rigid Pavement) แต่ยังไม่มีการศึกษาและจัดทำคู่มือสำหรับผิวแบบกึ่งแกร่งตัว (Semi-Rigid Pavement) (Boonlakorn, 2013) ตามมาตรฐานที่ ทล.-ม 213/2543 โครงสร้างชั้นทางแบบแกร่งตัว (Rigid Pavement) เป็นประเภทของถนนที่ได้รับการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้งานใหม่ (Pavement Recycling) โดยการนำวัสดุจากชั้นทางเดิมมาปรับปรุงคุณภาพแล้วนำไปใช้งานใหม่ให้มีคุณภาพตามรูปแบบข้อกำหนด (Bureau of Standards and Evaluation, 2020) การก่อสร้างถนนล้วนส่งผลเสียในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่ถนนที่ได้รับการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้งานใหม่ (Pavement Recycling) สามารถช่วยลดการนำวัสดุจากแหล่งธรรมชาติมาใช้งาน ช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีอายุการใช้งานที่ยาวขึ้น และมีความแข็งแรงทนทานยิ่งขึ้น (Chen & Wang, 2018)

โครงสร้างถนนมีผิวทางที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ ทำหน้าที่ในการต้านทานแรงกระทำจากการจราจรและสภาพแวดล้อม เมื่อถนนได้เปิดใช้งานไประยะหนึ่งจะเกิดความเสียหายขึ้น (Bureau of Road Research and Development, 2015) สาเหตุที่ทำให้ทางหลวงเกิดความเสียหาย คือ การออกแบบที่ไม่เหมาะสม วัสดุ และกระบวนการก่อสร้างไม่มีคุณภาพ ไม่ได้มาตรฐาน ปริมาณรถ น้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นมาก สภาวะอากาศ ระบบระบายน้ำไม่เพียงพอ การเสื่อมสภาพของวัสดุก่อสร้างตามอายุการใช้งาน และการขาดการดูแลบำรุงรักษา (DOH Training, 2016) จากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าวจึงทำให้จึงเป็นเหตุผลในการศึกษาสภาพความเสียหายของถนนวัสดุผิวทางรีไซคลิง เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบความเสียหายที่ตรวจพบตามแต่ละสายทางในพื้นที่ความดูแลของแขวงทางหลวง

สงขลาที่ 1 และแขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการวางแผนจัดสรรงบประมาณ ในการบูรณะซ่อมแซมสายทางต่อไป

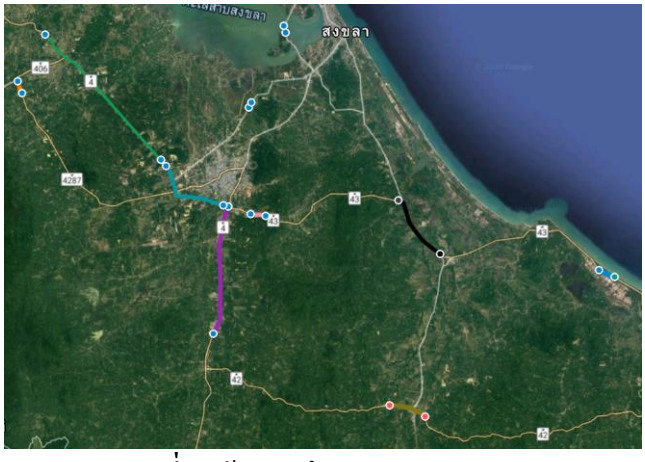
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา ตรวจสอบสภาพความเสียหาย และรวบรวมรูปแบบความเสียหายของผิวถนนวัสดุผิวทางรีไซคลิงของทางหลวง ในเขตควบคุมของแขวงทางหลวงสงขลาที่ 1 และแขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 (นาหม่อม)

2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบความเสียหาย

วิธีการวิจัย

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง การจัดทำโครงการนี้ได้ดำเนินโครงการที่ผ่านการดำเนินการซ่อมแซม และบูรณะพื้นทางด้วยวิธีนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) ภายในพื้นที่ควบคุมของแขวงทางหลวงสงขลาที่ 1 และแขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 (นาหม่อม) จำนวน 7 ตอนควบคุม และ 3 ตอนควบคุม ตามลำดับ รวมระยะทางที่ทำการศึกษาทั้งสิ้น 71.75 กิโลเมตร ซึ่งทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 10 ตอนควบคุม แสดงดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เส้นทางศึกษา และตรวจสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา แบ่งเป็น 2 ส่วน

1. อุปกรณ์เบื้องต้นที่จำเป็นต้องใช้ประกอบการตรวจสอบสภาพความเสียหายประกอบด้วย (1) คู่มือการตรวจสอบและประเมินความเสียหายของถนน (2) แบบฟอร์มสำรวจความเสียหายของสภาพทาง (3) กล้องดิจิตอล (4) ไม้บรรทัด (5) ตลับสายวัด และ (6) เครื่องคิดเลข

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย (1) โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมไว้ข้างต้นมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows (Statistical Packer for Social) ซึ่งโปรแกรม SPSS เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ และ (2) แบบทดสอบข้อมูล โดยนำข้อมูลจากการสำรวจมากรอกลงในแบบทดสอบข้อมูล เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล จากการตรวจสอบสภาพความเสียหาย และการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณรถบรรทุกหนัก ความสูงของคันทาง อายุบริการ ลักษณะภูมิประเทศ (ความสูงจากระดับน้ำทะเล) ได้จากการเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจสภาพความเสียหายด้วยวิธีการนำข้อมูลจากการสำรวจมาบันทึกลงในแบบทดสอบข้อมูล เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) ของถนน มีตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามที่ทำการสำรวจและตรวจพบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

	ตัวแปร	ความหมายตัวแปร
ตัวแปรอิสระ	X_1	ปริมาณรถบรรทุกหนัก
	X_2	ลักษณะภูมิประเทศ
	X_3	ความสูงของคันทาง
	X_4	อายุการใช้งาน
ตัวแปรตาม	Y_1	ผิวหลุดร่อน
	Y_2	หลุมบ่อ
	Y_3	ร่องล้อ
	Y_4	รอยปะซ่อม
	Y_5	รอยแตกแบบหนังจระเข้
	Y_6	ผิวหน้าเยิ้ม
	Y_7	รอยแตกตรงขอบรอยต่อ
	Y_8	รอยแตกระหว่างช่องจราจร
	Y_9	รอยแตกการขยายช่องจราจร
	Y_{10}	ผิวมวลรวมถูกขัดสี

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่ร่วมกันทำนายหรือพยากรณ์ หรืออธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้ โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (ประชากร) $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + \varepsilon$ (1)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (ตัวอย่าง) $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_k x_k + e$ (2)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_k x_k$ (3)

สัญลักษณ์ที่ใช้มีความหมายดังนี้

X_i คือ ค่าของตัวแปรอิสระแต่ละตัว (จะใช้สัญลักษณ์ x_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย)

Y คือ ค่าของตัวแปรตาม (จะใช้สัญลักษณ์ y สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และใช้ค่า y hat สำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย)

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

β_0 คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมการถดถอย (จะใช้สัญลักษณ์ b_0 สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และ สำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย) โดยที่ β_0 หรือ b_0 จะเป็นจุดตัด (Intercept) แกน y ของสมการ

β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปรอิสระ X_i แต่ละตัว (จะใช้สัญลักษณ์ b_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย) โดยที่ค่า β_i หรือ b_i จะแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า x_i ต่อค่า y ดังนี้ คือถ้าค่า x_i เปลี่ยนไป 1 หน่วย จะทำให้ค่า y เปลี่ยนไป b_i หน่วย

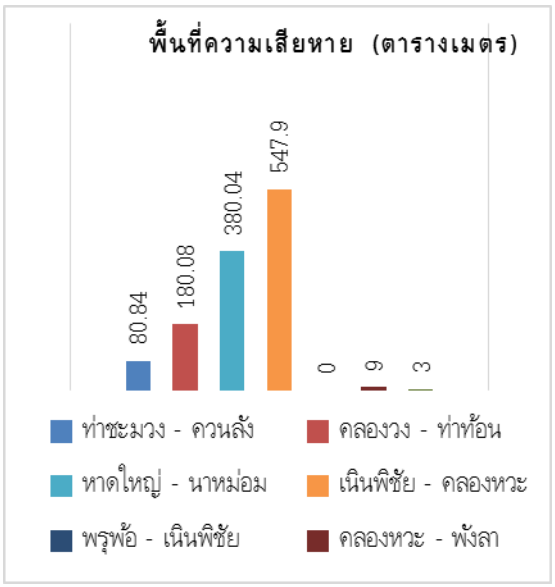
ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error or Residual) ระหว่างค่า Y และค่า y hat (จะใช้สัญลักษณ์ e สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง) (Chanaboon, 2017)

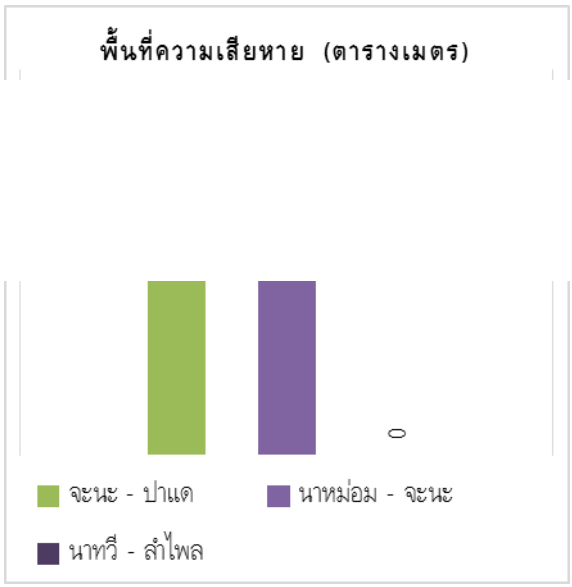
ซึ่งข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) มีดังนี้ (1) ตัวแปรอิสระต้องไม่มีความสัมพันธ์กันสูงเกินไป (Multicollinearity) โดยทำการทดสอบเงื่อนไขโดยการหาค่า Tolerance และVIF เกณฑ์ค่า Tolerance ต้องมีค่ามากกว่า 0.2 และค่า VIF ต้องไม่เกิน 5.0 จึงจะถือว่าตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์ไม่ก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์กันสูงเกินไป (Multicollinearity) (2) ตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) โดยทำการทดสอบเงื่อนไขนี้ โดยหาค่า Correlation หากตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน จะมีเครื่องหมาย * หลังค่า Pearson Correlation (Hair, William, Black Barry, Rolph, & Joseph, 2010)

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 การศึกษา และตรวจสอบสภาพความเสียหายของผิวถนน

ผู้วิจัยได้ศึกษา และตรวจสอบสภาพความเสียหายของถนนวัสดุผิวทางรีไซคลิงของทางหลวงในเขตควบคุมของแขวงการทางสงขลาที่ 1 และแขวงการทางสงขลาที่ 2 (นาหม่อม) สามารถหาปริมาณพื้นที่ความเสียหาย ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ดังแสดงในตารางที่ 2





ภาพที่ 2 พื้นที่ความเสียหายของแขวงทางหลวงที่ 1 **ภาพที่ 3** พื้นที่ความเสียหายของแขวงทางหลวงที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

ตัวแปร		Descriptive Statistics				
		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
ตัวแปรอิสระ	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	10	347.00	13129.00	3279.00	3710.72
	ลักษณะภูมิประเทศ	10	1.00	36.60	16.67	12.66
	ความสูงของคันทาง	10	1.00	4.00	3.00	1.15
	อายุการใช้งาน	10	1.00	3.00	2.00	0.94
ตัวแปรตาม	ผิวหลุดร่อน	10	0.00	44.52	15.42	20.11
	หลุมบ่อ	10	0.00	8.32	2.57	3.23
	ร่องล้อ	10	0.00	40.60	9.25	13.72

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวแปร		Descriptive Statistics				
		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
	รอยปะซ่อม	10	0.00	164.40	44.96	64.50
	รอยแตกแบบหนังจระเข้	10	0.00	99.12	28.86	32.07
	ผิวหน้าเยิ้ม	10	0.00	255.00	58.90	78.77
	รอยแตกตรงขอบรอยต่อ	10	0.00	90.00	21.75	32.83
	รอยแตกระหว่างช่องจราจร	10	0.00	44.95	9.60	14.24
	รอยแตกการขยายช่องจราจร	10	0.00	53.46	5.35	16.91
	ผิวมวลรวมถูกขัดสี	10	0.00	184.30	24.28	59.16

ส่วนที่ 2 รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการบูรณะซ่อมแซมด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In-Place Recycling)

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ พบว่ารูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำนวน 10 รูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รูปแบบความเสียหายที่ตรวจพบ

รูปแบบความเสียหาย	จำนวนตอนควบคุมที่พบ
1. รอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)	6 ตอนควบคุม
2. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)	4 ตอนควบคุม
3. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)	5 ตอนควบคุม
4. รอยแตกการขยายช่องจราจร (Widening Crack)	1 ตอนควบคุม
5. ร่องล้อ (Rutting	4 ตอนควบคุม
6. ผิวมวลรวมถูกขัดสี (Polished Aggregate)	2 ตอนควบคุม
7. ผิวหน้าเยิ้ม (Bleeding)	6 ตอนควบคุม
8. ผิวหลุดร่อน (Raveling)	4 ตอนควบคุม
9. หลุมบ่อ (Pot Hole)	6 ตอนควบคุม
10. รอยปะซ่อม (Patching)	6 ตอนควบคุม

ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบความเสียหาย

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลต่อความเสียหาย ตัวแปรอิสระต้องไม่มีความสัมพันธ์กันสูงเกินไป (Multicollinearity) จึงจะถือว่าตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์ไม่ก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์กันสูงเกินไป (Multicollinearity) ดังตารางที่ 4 และแยกผลการวิเคราะห์ทางสถิติความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลต่อความเสียหาย ตามความเสียหายแต่ละรูปแบบแสดงผลการวิเคราะห์ดังตัวอย่าง ที่แสดงในตารางที่ 6 ถึงตารางที่ 12

ตารางที่ 4 ทดสอบเงื่อนไขโดยการหาค่า Tolerance และVIF

Model		Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	(Constant)		
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	.880	1.137
	ลักษณะภูมิประเทศ	.590	1.694
	ความสูงของคันทาง	.411	2.431
	อายุการใช้งาน	.615	1.626

1. รอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)

ตารางที่ 5 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างรอยแตกแบบหนังจระเข้กับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.855[a]	.731	.697	17.65152

a. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ANOVA[a]

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Model
1	Regression	6765.171	1	6765.171	21.713	.002[b]
	Residual	2492.609	8	311.576		
	Total	9257.780	9			

a. Dependent Variable: รอยแตกแบบหนังจระเข้

b. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-27.357	34.939		-.783	.469
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	-.001	.002	-.097	-.400	.705
	ลักษณะภูมิประเทศ	-.064	.752	-.025	-.086	.935
	ความสูงของคันทาง	.423	9.877	.015	.043	.968
	อายุการใช้งาน	29.393	9.894	.864	2.971	.031

a. Dependent Variable: รอยแตกแบบหนังจระเข้

จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y = -27.357+29.393X_4$ (4)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = 0.864X_4$ (5)

2. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)

ตารางที่ 6 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างรอยแตกตรงขอบรอยต่อกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.781[a]	.610	.561	21.75739
2	.917[b]	.841	.796	14.83253

a. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน

b. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน ปริมาณรถบรรทุกหนัก

ANOVA[a]

	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5912.738	1	5912.738	12.490	.008[b]
	Residual	3787.073	8	473.384		
	Total	9699.810	9			
2	Regression	8159.783	2	4079.892	18.545	.002[c]
	Residual	1540.027	7	220.004		
	Total	9699.810	9			

a. Dependent Variable: รอยแตกตรงขอบรอยต่อ b. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน

c. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน ปริมาณรถบรรทุกหนัก

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-53.974	26.083		-2.069	.093
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	.004	.002	.471	2.658	.045
	ลักษณะภูมิประเทศ	.285	.561	.110	.508	.633
	ความสูงของคันทาง	6.335	7.374	.223	.859	.430
	อายุการใช้งาน	19.147	7.386	.550	2.592	.049

a. Dependent Variable: รอยแตกตรงขอบรอยต่อ

จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y = -53.974+0.004X_1+19.147X_4$ (6)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = 0.471X_1+0.550X_4$ (7)

3. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)

ตารางที่ 7 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างรอยแตกระหว่างช่องจราจรกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.783a	.613	.564	9.39881
2	.939b	.881	.847	5.57040

a. Predictors: (Constant) ปริมาณรถบรรทุกหนัก

b. Predictors: (Constant) ปริมาณรถบรรทุกหนัก อายุการใช้งาน

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1118.177	1	1118.177	12.658	.007b
	Residual	706.701	8	88.338		
	Total	1824.879	9			
2	Regression	1607.674	2	803.837	25.906	.001c
	Residual	217.205	7	31.029		
	Total	1824.879	9			

a. Dependent Variable: รอยแตกระหว่างช่องจราจร b. Predictors: (Constant), ปริมาณรถบรรทุกหนัก

c. Predictors: (Constant), ปริมาณรถบรรทุกหนัก , อายุการใช้งาน

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Model		Coefficients[a] Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-27.939	7.414		-3.768	.013
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	.002	.000	.604	5.200	.003
	ลักษณะภูมิประเทศ	.357	.160	.318	2.240	.075
	ความสูงของคันทาง	2.628	2.096	.213	1.254	.265
	อายุการใช้งาน	8.044	2.100	.533	3.831	.012

a. Dependent Variable: รอยแตกระหว่างช่องจราจร

จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y = -27.939+0.002X_1+8.044X_4$ (8)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = 0.604X_1+0.533X_4$ (9)

4. รอยแตกการขยายช่องจราจร (Widening Crack)

จากผลการวิเคราะห์พบว่ารอยแตกการขยายช่องจราจรไม่มีอิทธิพลกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

5. ผิวหลุดร่อน (Raveling)

ตารางที่ 8 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างผิวหลุดร่อนกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.689a	.475	.409	15.45908

a. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1726.956	1	1726.956	7.226	.028[b]
	Residual	1911.866	8	238.983		
	Total	3638.823	9			

a. Dependent Variable: ผิวหลุดร่อน

b. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	31.369	15.301		2.050	.096
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	.002	.001	.345	2.034	.098
	ลักษณะภูมิประเทศ	-1.175	.329	-.740	-3.566	.052
	ความสูงของคันทาง	-10.796	4.325	-.620	-2.496	.055
	อายุการใช้งาน	14.940	4.333	.701	3.448	.018

a. Dependent Variable: ผิวหลุดร่อน

จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y = 31.369+14.940X_4$ (10)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = 0.701X_4$ (11)

6. หลุมบ่อ (Pot Hole)

ตารางที่ 9 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างหลุมบ่อกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.680[a]	.462	.395	2.51208

a. Predictors: (Constant), อายุการใช้งาน

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	43.385	1	43.385	6.875	.031[b]
	Residual	50.484	8	6.311		
	Total	93.869	9			

a. Dependent Variable: หลุมบ่อ b. Predictors: (Constant), อายุการใช้งาน

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.319	2.720		1.588	.173
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	.000	.000	-.355	-1.887	.118
	ลักษณะภูมิประเทศ	-.159	.059	-.625	-2.723	.052
	ความสูงของคันทาง	-1.250	.769	-.447	-1.626	.165
	อายุการใช้งาน	2.833	.770	.827	3.679	.014

a. Dependent Variable: หลุมบ่อ

จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y = 4.319+2.833X_4$ (12)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = 0.827X_4$ (13)

7. ร่องล้อ (Rutting)

ตารางที่ 10 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างร่องล้อกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.795[a]	.632	.586	8.82988
2	.958[b]	.918	.894	4.46250

a. Predictors: (Constant), อายุการใช้งาน b. Predictors: (Constant), อายุการใช้งาน, ปริมาณรถบรรทุกหนัก

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1069.531	1	1069.531	13.718	.006[b]
	Residual	623.734	8	77.967		
	Total	1693.265	9			
2	Regression	1553.868	2	776.934	39.015	.000[c]
	Residual	139.397	7	19.914		
	Total	1693.265	9			

a. Dependent Variable: ร่องล้อ b. Predictors: (Constant), อายุการใช้งาน

c. Predictors: (Constant), อายุการใช้งาน , ปริมาณรถบรรทุกหนัก

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-24.937	6.879		-3.625	.015
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	.002	.000	.524	4.685	.005
	ลักษณะภูมิประเทศ	.175	.148	.161	1.179	.291
	ความสูงของคันทาง	2.962	1.945	.249	1.523	.188
	อายุการใช้งาน	8.018	1.948	.551	4.116	.009

a. Dependent Variable: ร่องล้อ

จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y = -24.937+0.002X_1+8.018X_4$ (14)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = 0.524X_1+0.551X_4$ (15)

8. ผิวหน้าเยิ้ม (Bleeding)

ตารางที่ 11 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างผิวหน้าเยิ้มกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.794a	.630	.584	50.80153
2	.925b	.855	.813	34.03663

a. Predictors: (Constant), ปริมาณรถบรรทุกหนัก

b. Predictors: (Constant), ปริมาณรถบรรทุกหนัก , อายุการใช้งาน

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	35189.173	1	35189.173	13.635	.006[b]
	Residual	20646.363	8	2580.795		
	Total	55835.536	9			
2	Regression	47726.090	2	23863.045	20.598	.001[c]
	Residual	8109.446	7	1158.492		
	Total	55835.536	9			

a. Dependent Variable: ผิวหน้าเยิ้ม b. Predictors: (Constant), ปริมาณรถบรรทุกหนัก

c. Predictors: (Constant) ปริมาณรถบรรทุกหนัก อายุการใช้งาน

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-67.672	62.193		-1.088	.326
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	.014	.004	.667	3.782	.013
	ลักษณะภูมิประเทศ	.258	1.339	.041	.193	.855
	ความสูงของคันทาง	-5.736	17.582	-.084	-.326	.757
	อายุการใช้งาน	46.542	17.612	.557	2.643	.046

a. Dependent Variable: ผิวหน้าเยิ้ม

จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y = -67.672+0.014X_1+46.542X_4$ (16)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = 0.667X_1+0.557X_4$ (17)

9. ผิวมวลรวมถูกขัดสี (Polished Aggregate)

จากผลการวิเคราะห์พบว่าผิวมวลรวมถูกขัดสีไม่มีอิทธิพลกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

10. รอยปะซ่อม (Patching)

ตารางที่ 12 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างรอยปะซ่อมกับปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.744[a]	.554	.498	45.68042

a. Predictors: (Constant), อายุการใช้งาน

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	20740.734	1	20740.734	9.939	.014[b]
	Residual	16693.604	8	2086.700		
	Total	37434.338	9			

a. Dependent Variable: รอยปะซ่อม b. Predictors: (Constant) อายุการใช้งาน

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-24.347	66.040		-.369	.727
	ปริมาณรถบรรทุกหนัก	-.007	.004	-.421	-1.840	.125
	ลักษณะภูมิประเทศ	-1.199	1.422	-.235	-.844	.437
	ความสูงของคันทาง	4.494	18.669	.080	.241	.819
	อายุการใช้งาน	49.890	18.701	.729	2.668	.044

a. Dependent Variable: รอยปะซ่อม

จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ $Y = -24.347+49.890X_4$ (18)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน $\hat{y} = 0.729X_4$ (19)

อภิปรายผล

1. ความเสียหายที่พบมีทั้งหมด 10 รูปแบบ และมีปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสียหาย 2 ปัจจัย คือ อายุการใช้งาน และปริมาณรถบรรทุกหนัก ดังแสดงตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหาย

รูปแบบความเสียหาย	อายุการใช้งาน	ลักษณะภูมิประเทศ	ความสูงของคันทาง	ปริมาณรถบรรทุกหนัก
1. รอยแตกแบบหนังจระเข้	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล
2. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ส่งผล
3. รอยแตกระหว่างช่องจราจร	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ส่งผล
4. รอยแตกการขยายช่องจราจร	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล
5. ร่องล้อ	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล
6. ผิวมวลรวมถูกขัดสี	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล
7. ผิวหน้าเยิ้ม	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ส่งผล
8. ผิวหลุดร่อน	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล
9. หลุมบ่อ	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล
10. รอยปะซ่อม	ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล	ไม่ส่งผล

2. จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบความเสียหาย

รอยแตกแบบหนังจระเข้ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (R^2) แสดงถึงตัวแปรอายุการใช้งานสามารถอธิบายการแปรผันตัวแปรรอยแตกแบบหนังจระเข้ได้ 73.1% และจากค่า Sig เท่ากับ 0.002 แสดงว่าอายุการใช้งานสามารถพยากรณ์รอยแตกแบบหนังจระเข้ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.998%

รอยแตกตรงขอบรอยต่อ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (R^2) แสดงถึงตัวแปรอายุการใช้งาน และปริมาณรถบรรทุกหนัก สามารถอธิบายการแปรผันตัวแปรรอยแตกตรงขอบรอยต่อได้ 84.1% และจากค่า Sig เท่ากับ 0.002 แสดงว่าอายุการใช้งานและปริมาณรถบรรทุกหนักสามารถพยากรณ์รอยแตกตรงขอบรอยต่อได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.998%

รอยแตกระหว่างช่องจราจร พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (R^2) แสดงถึงตัวแปรปริมาณรถบรรทุกหนัก และอายุการใช้งานสามารถอธิบายการแปรผันตัวแปรรอยแตกระหว่างช่องจราจรได้ 88.1% และจากค่า Sig เท่ากับ 0.001 แสดงว่าปริมาณรถบรรทุกหนัก และอายุการใช้งานสามารถพยากรณ์รอยแตกระหว่างช่องจราจรได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.999%

ผิวหลุดร่อน พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (R^2) แสดงถึงตัวแปรอายุการใช้งานสามารถอธิบายการแปรผันตัวแปรผิวหลุดร่อนได้ 47.5% และจากค่า Sig เท่ากับ 0.028 แสดงว่าอายุการใช้งานสามารถพยากรณ์ผิวหลุดร่อนได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.972%

หลุมบ่อ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (R^2) แสดงถึงตัวแปรอายุการใช้งานสามารถอธิบายการแปรผันตัวแปรหลุมบ่อได้ 46.2% และจากค่า Sig เท่ากับ 0.031 แสดงว่าอายุการใช้งานสามารถพยากรณ์หลุมบ่อได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.969%

ร่องล้อ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (R^2) แสดงถึงตัวแปรอายุการใช้งานสามารถอธิบายการแปรผันตัวแปรร่องล้อได้ 91.8% และจากค่า Sig เท่ากับ 0.000 แสดงว่าอายุการใช้งานสามารถพยากรณ์ร่องล้อได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 100.000%

ผิวหน้าเยิ้ม พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (R^2) แสดงถึงตัวแปรปริมาณรถบรรทุกหนักสามารถอธิบายการแปรผันตัวแปรผิวหน้าเยิ้มได้ 85.5% และจากค่า Sig เท่ากับ 0.001 แสดงว่าปริมาณรถบรรทุกหนักสามารถพยากรณ์ผิวหน้าเยิ้มได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.999%

รอยปะซ่อม พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (R^2) แสดงถึงตัวแปรอายุการใช้งานสามารถอธิบายการแปรผันตัวแปรรอยปะซ่อมได้ 55.4% และจากค่า Sig เท่ากับ 0.014 แสดงว่าอายุการใช้งานสามารถพยากรณ์รอยปะซ่อมได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.986%

รอยแตกการขยายช่องจราจร และผิวมวลรวมถูกขัดสี พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของคันทาง และอายุการใช้งาน

ในตารางที่ 14 ข้อที่ 2 กล่าวคือ ตัวอย่างความหมายในสมการของรูปแบบความเสียหายรอยแตกตรงขอบรอยต่อ เมื่อปริมาณรถบรรทุกหนักเพิ่มขึ้น 1 คัน/วัน จะทำให้รูปแบบความเสียหายรอยแตกตรงขอบรอยต่อเพิ่มขึ้น 0.004 ตารางเมตร อายุการใช้งานเพิ่มขึ้น 1 ปี จะทำให้รูปแบบความเสียหายรอยแตกตรงขอบรอยต่อเพิ่มขึ้น 19.147 ตารางเมตร และเมื่อปริมาณรถบรรทุกหนักเพิ่มขึ้น 1 หน่วยมาตรฐาน จะทำให้รูปแบบความเสียหายรอยแตกตรงขอบรอยต่อเพิ่มขึ้น 0.471 หน่วยมาตรฐาน เมื่ออายุการใช้งานเพิ่มขึ้น 1 หน่วยมาตรฐาน จะทำให้รูปแบบความเสียหายรอยแตกแบบหนังจระเข้เพิ่มขึ้น 0.550 หน่วยมาตรฐาน ซึ่งจากงานวิจัยของถนนแอสฟัลต์คอนกรีต รูปแบบความเสียหายแบบร่องล้อ รอยปะซ่อม มีผลจากปัจจัยปริมาณรถบรรทุกหนัก และรอยแตก ร่องล้อ และรอยปะซ่อมมีผลจากปัจจัยอายุการ

ใช้งาน (Wisaruttamai, Savasdisant, & Anuwet Sirikeat, 2008; Wisaruttamai, 2008; Subsompon & Chaipetch, 2010) และจากงานวิจัยของถนนที่ได้รับการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้งานใหม่ พบรูปแบบความเสียหาย 8 รูปแบบ และรอยแตกตรงขอบรอยต่อมีผลจากปัจจัยปริมาณรถบรรทุกหนักและอายุการใช้งาน (Boonlakorn, 2013) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับผลการศึกษาในงานวิจัยนี้ เพื่อนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนของบประมาณ กำหนดลำดับความสำคัญในการบูรณะซ่อมแซมต่อไปได้

ตารางที่ 14 การเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากปริมาณรถบรรทุกหนัก และอายุการใช้งาน ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

ตัวแปรตาม	สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ		สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน	
	การเพิ่มขึ้น/ลดลงจากปริมาณรถบรรทุกหนัก	การเพิ่มขึ้น/ลดลงจากอายุการใช้งาน	การเพิ่มขึ้น/ลดลงจากปริมาณรถบรรทุกหนัก	การเพิ่มขึ้น/ลดลงจากอายุการใช้งาน
1. รอยแตกแบบหนังจระเข้	-	29.393	-	0.864
2. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ	0.004	19.147	0.471	0.550
3. รอยแตกระหว่างช่องจราจร	0.002	8.044	0.604	0.533
4. รอยแตกการขยายช่องจราจร	-	-	-	-
5. ร่องล้อ	0.002	8.018	0.524	0.551
6. ผิวมวลรวมถูกขัดสี	-	-	-	-
7. ผิวหน้าเยิ้ม	0.014	46.542	0.667	0.557
8. ผิวหลุดร่อน	-	14.940	-	0.701
9. หลุม	-	2.833	-	0.827
10. รอยปะซ่อม	-	49.890	-	0.729

สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์แรกเพื่อศึกษาตรวจสอบสภาพความเสียหาย และรวบรวมจำแนกรูปแบบความเสียหายของผิวถนนรีไซคลิงบนทางหลวงในเขตควบคุมของแขวงการทางสงขลาที่ 1 และแขวงการทางสงขลาที่ 2 (นาหม่อม) ประเมินความเสียหายของผิวทาง วัตถุประสงค์ที่สองเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบความเสียหายที่ตรวจพบ ใช้โปรแกรม SPSS for Windows (Statistical Packer for Social) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) ผลการศึกษาสรุปผลได้ดังนี้ ลักษณะความเสียหายของ

ผิวถนนรีไซคลิงบนทางหลวงจังหวัดสงขลามีทั้งหมด 10 รูปแบบ คือ รอยแตกแบบหนังจระเข้ รอยแตกตรงขอบรอยต่อ รอยแตกระหว่างช่องจราจร รอยแตกการขยายช่องจราจร ผิวหลุดร่อน หลุมบ่อ ร่องล้อ ผิวหน้าเยิ้ม ผิวมวลรวมถูกขัดสี และรอยปะซ่อม การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลระหว่างรูปแบบความเสียหาย พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบความเสียหายมี 2 ปัจจัยคือ (1) อายุการใช้งานมีอิทธิพลต่อความเสียหายแบบรอยแตกแบบหนังจระเข้ รอยแตกตรงขอบรอยต่อ รอยแตกระหว่างช่องจราจร ผิวหลุดร่อน หลุมบ่อ ร่องล้อ ผิวหน้าเยิ้มและรอยปะซ่อม และ (2) ปริมาณรถบรรทุกหนัก มีอิทธิพลต่อความเสียหายแบบรอยแตกตรงขอบรอยต่อ รอยแตกระหว่างช่องจราจร ร่องล้อ ผิวหน้าเยิ้ม

ข้อเสนอแนะ

การเก็บข้อมูลในภาคสนามจำเป็นต้องมีบุคลากรดำเนินการที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านการตรวจสอบลักษณะความเสียหายของผิวทาง และมีประสบการณ์ทางด้านงานบำรุงทาง เพื่อให้การตรวจสอบเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน และในการตรวจสอบเส้นทางที่มีปริมาณการจราจรสูง ต้องมีอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยในระหว่างการเก็บข้อมูล เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานและความปลอดภัย การตรวจสอบสภาพความเสียหายให้ทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มที่เป็นเอกสาร หรือทำการบันทึกลงใน Microsoft Office Excel โดยตรง มีการกำหนดปัจจัยอื่น ๆ ในการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อหาว่ามีปัจจัยอื่นใดบ้างที่มีอิทธิต่อ ความเสียหาย

รายการอ้างอิง (References)

Boonlakorn, R. (2013). *The Study of Distress of Highway Rehabilitated by Pavement In-Place Recycling Method: A Case Study of Lopburi 1 Highway District.* Master of Engineering Thesis. School of Civil Engineering, Suranaree University of Technology. (in Thai).

Bureau of Highway Maintenance Management. (2020). *Maintenance Management System.* Retrieved January 3, 2020 from http://bmm.doh.go.th/website/index.php.

Bureau of Road Research and Development. (2015). *Accelerated Pavement Testing Project in Thailand (phase 2).* Bureau of Road Research and Development. (In Thai.)

Bureau of Standards and Evaluation. (2020). *Standards for Highway Construction (DH.-S).* Retrieved January 3, 2020 from http://www.hwstd.com/Uploads/Downloads/9/dhs213-43.pdf.

Chanaboon, S. (2017). *Inferential Data Analysis by Dr. Sutin Chanaboon, Statistics and Data Analysis in Research*. Khon Kaen Provincial Health Office. (in Thai).

Charoenkij, S. (2017). *Improving Engineering Properties of Lateritic Soil with Natural Rubber Latex*. Master of Engineering Thesis. Prince of Songkla University. (in Thai).

Chen, X., & Wang, H. (2018*). Life cycle assessment of asphalt pavement recycling for greenhouse gas emission with temporal aspect.* Journal of Cleaner Production 2018.

DOH Training. (2016). *Training project for the course of highway construction control and maintenance for the 2016 fiscal year*. Department of Highways.

Hair, Jr., William, C., Black, B.J., Rolph, B.E., & Joseph, A.F. (2010). *Multivariate data analysis (7th ed).* New Jersey: Prentice Hall.

Office of Transport and Traffic Policy and Planning. (2018). *Road accident situation analysis report 2017*. Ministry of Transport. (In Thai.)

Office of Transport and Traffic Policy and Planning. (2019). *Road accident situation analysis report 2018*. Ministry of Transport. (In Thai.)

Subsompon, W., & Chaipetch, P. (2010). Work Estimation Model for Pavement Routine Maintainace, *Research and Development Journal*, 21(4).

Wisaruttamai, J. (2008). *Relationship between rutting and engineering properties of asphalt concrete and other characteristics of flexible pavement in thailand.* Master of Engineering Thesis, Chulalongkorn University. (In Thai.)

Wisaruttamai, J., Savasdisant, T., & Anuwet Sirikeat, S. (2008). *A project to examine the damage of roads in Thailand to solve the problem of damaged roads prematurely*. The 3rd Seminar on Highway Engineering. (In Thai.)