

แบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง

WORK ESTIMATION MODEL FOR PAVEMENT ROUTINE MAINTENANCE

วิศณุ ทรัพย์สมพล และ ปวโรธร ไชยเพชร

Wisanu Subsompon and Pawarotorn Chaipetch

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Email: wisanu.s@chula.ac.th, pawarotorn.c@gmail.com

บทคัดย่อ

วิธีการประมาณงบประมาณประจำปีในงานบำรุงปกติงานทางในปัจจุบัน ใช้ระยะทางเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณา ทำให้งบประมาณที่ได้รับอาจไม่สอดคล้องกับลักษณะความเสียหายและความต้องการของแต่ละสายทาง บทความนี้จึงนำเสนอแบบจำลองเพื่อใช้ในการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางตลอดกลุ่มกิจกรรมงานปะซ่อมผิวทางและขุดซ่อมผิวทาง โดยศึกษาข้อมูลงานบำรุงปกติที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ได้แก่ อายุการใช้งานของผิวทาง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อปริมาณงานปะซ่อมผิวทาง แต่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณขุดซ่อมผิวทางเมื่อผิวทางมีอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี โดยแบบจำลองได้พัฒนาขึ้น 2 รูปแบบ คือ แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก จะใช้กับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน และแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี จะใช้กับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกน้อยกว่า 100 คันต่อวัน ทั้งนี้แบบจำลองแบ่งกลุ่มอายุการใช้งานของผิวทางออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี เพื่อให้สามารถใช้ประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางให้สอดคล้องกับอายุการใช้งาน สภาพพื้นที่ และลักษณะการใช้งาน อันส่งผลให้การวางแผนงบประมาณบำรุงปกติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

Abstract

The annual budget consideration for road routine maintenance at present is mainly based on length of roads. As a result, the allocated budget may be insufficient or inappropriate for maintenance needs in each area. This paper presents a model for estimating work quantities of pavement routine maintenance including skin patching and deep patching. The study is based on data from the Department of Rural Roads. It is found that factors that are statistically correlated with work quantities of pavement patching are pavement service life, volume of heavy truck, average annual daily traffic (AADT), and type of structure. In addition, rainfall is not statistically correlated with skin patching quantity, but correlated with deep patching quantity when the road is in-service more than 7 years. The estimation models are developed into two types. One uses heavy truck data which is appropriate for high volume of truck roads or more than 100 trucks per day. Another type of model relies on AADT data instead which is appropriate for low volume of truck road. Moreover, the models are categorized into 3 groups based on their service lives: less than 3 years, between 3 – 7 years, and more than 7 years. The objective of this research is to propose quantifying models for pavement routine maintenance according to each geographic, road usage, and road condition in order to planning routine maintenance budget efficiently.

1. บทนำ

ทางหลวงนั้นเมื่อเปิดใช้งานไปได้ระยะหนึ่ง ความสามารถบริการของทางหลวงนั้นจะลดลงเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน ปริมาณการจราจร น้ำหนักยานพาหนะ สภาพอากาศ [1] เพื่อเป็นการดูแลและการบำรุงรักษาทางหลวงให้สามารถใช้งานได้ดี กรมทางหลวงชนบทได้แบ่งการบำรุงรักษาเป็น 4 ลักษณะได้แก่ งานบำรุงปกติ งานบำรุงตามกำหนดเวลา งานบำรุงพิเศษและบูรณะ และงานซ่อมฉุกเฉิน [2] โดยงานบำรุงปกติเป็นการบำรุงรักษาที่ดำเนินการตลอดทั้งปี เพื่อให้ทางอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ผู้ใช้ถนนได้รับความสะดวก รวดเร็วและปลอดภัยในการขับขี่ และป้องกันมิให้ความเสียหายลุกลาม

ปัจจุบันการจัดสรรงบประมาณบำรุงปกติจัดสรรเป็นราคาต่อหน่วยต่อความยาวของถนน (บาท/กิโลเมตร/2-ช่องจราจร) โดยงบประมาณที่ได้รับโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 24,000 บาทต่อกิโลเมตรต่อ 2 ช่องจราจร [3] ซึ่งงบประมาณดังกล่าวอาจไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมในบางสายทาง จึงทำให้เกิดความเสียหายเกิดการขยายตัวและอาจต้องดำเนินการบูรณะ หรือก่อสร้างใหม่ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณกว่าที่ควรจะเป็น

จากเหตุผลข้างต้นการจัดสรรงบประมาณดังกล่าวไม่สอดคล้องกับความต้องการในการนำไปใช้ในการซ่อมบำรุงเนื่องจากในแต่ละสายทางมีความแตกต่างกัน เช่น ความเสียหายที่เกิดขึ้น อายุการใช้งาน ปริมาณการจราจร ทำให้ปริมาณงานการซ่อมบำรุงในแต่ละสายทางมีปริมาณไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงวิธีการจัดสรรงบประมาณให้เหมาะสม โดยการพัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานสำหรับงานบำรุงปกติผิวทางลาดยาง โดยพิจารณาความเสียหาย อายุการใช้งาน ปริมาณจราจรโดยเฉลี่ย ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี เพื่อให้การวางแผนงบประมาณมีความเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการ และเพียงพอต่อการดำเนินงานซ่อมบำรุงตลอดปี

2. การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงปกติ

กิจกรรมบำรุงปกติงานทางในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบทหมายถึง การบำรุงรักษาทางอยู่เป็นประจำเพื่อให้ทางอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี แต่จะไม่รวมถึงงานที่เกี่ยวข้องกับการเสริมแต่งปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม เพื่อให้ทางหลวงมีสภาพดีกว่า [2] ซึ่งกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1. กิจกรรมปะซ่อม (Skin patching) หมายถึง การบำรุงรักษาผิวทางซึ่งชำรุดเฉพาะผิวทางเท่านั้น ไม่ลึกลงไปถึงชั้นโครงสร้าง
2. กิจกรรมขุดซ่อม (Deep patching) หมายถึง การบำรุงรักษาผิวทางซึ่งความเสียหายเกิดขึ้นถึงชั้นโครงสร้างทาง ซึ่งจะต้องขุดเอาวัสดุในชั้นทางที่เสียหายออกให้หมด

2.1 ปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพความเสียหายของทาง

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับผลกระทบของการซ่อมบำรุงปกติต่อสภาพของผิวทางลาดยาง [4] สามารถสรุปปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผิวทางออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. อายุการใช้งานของผิวทาง โดยเริ่มนับจากปีที่ก่อสร้างใหม่ หรือปีที่เสริมผิวใหม่ หรือปีที่ดำเนินการบูรณะสายทางใหม่
2. น้ำหนักบรรทุกที่เกิดขึ้นจากการจราจร โดยทั่วไปในสายทางจะประกอบไปด้วยยานพาหนะหลายประเภท เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก เป็นต้น
3. สภาพอากาศ [5] เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ เป็นต้น
4. การออกแบบและก่อสร้าง ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออย่างชัดเจนคือ ชนิดของผิวทาง และ ความหนาของผิวทาง

5. การซ่อมบำรุงรักษา โดยประเภทการซ่อมบำรุง ระดับการซ่อมบำรุง ระยะเวลาในการเข้าไปดำเนินงานซ่อม ล้วนส่งผลให้พฤติกรรมของทางแตกต่างกัน

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาถึงปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของทางเช่นกัน โดยวิศณุและคณะ [1] ได้พัฒนาแบบจำลองสภาพความเสียหายของผิวทางลาดยาง

โดยวิธีใช้ค่า IRI ในประเทศไทยพบว่า อายุการใช้งาน ปริมาณจราจร นำหนักยานพาหนะ สภาพอากาศ และการบำรุงรักษา ล้วนส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของทางทั้งสิ้น

3. การพัฒนาการประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติ

จากการศึกษาการพัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานบำรุงปกติ งานทางของปวโรธรและวิเศษ [6] พบว่ามีข้อจำกัดในการนำไปใช้งาน 2 ประการคือ

1. การประมาณปริมาณงานบำรุงปกติจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลการสำรวจความเสียหายมาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลอง แต่แบบจำลองมีข้อจำกัดในการคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของปริมาณงานบำรุงในป็นั้นๆเท่านั้น หากไม่มีการสำรวจความเสียหายหรือข้อมูลความเสียหายไม่ครบถ้วน ส่งผลให้ไม่สามารถประมาณปริมาณงานบำรุงปกติงานทางได้ตลอดทั้งปี

2. ร้อยละรถบรรทุกหนัก เนื่องจากในแต่ละสายทางมีส่วนสัดส่วนปริมาณจราจร และปริมาณรถบรรทุกหนักแตกต่างกัน ซึ่งการใช้ร้อยละรถบรรทุกหนักเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ส่งผลให้ไม่เกิดความสอดคล้องในการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติ

จากข้อจำกัดข้างต้นเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ ถูกต้อง และเป็นการลดข้อจำกัดในการนำไปใช้งาน ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับการใช้ในการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติงานทาง ให้ครอบคลุมถึงข้อจำกัดทางด้านปริมาณรถบรรทุกหนัก เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้นั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนงบประมาณได้ตลอดทั้งปี โดยข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อวิเคราะห์ถึงปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง มีรายละเอียดดังนี้

1. ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Average Annual Daily Traffic: AADT) แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ดังตารางที่ 1
2. ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก (HV) คือ ผลรวมของรถบรรทุกหนัก แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ดังตารางที่ 2
3. ข้อมูลโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม (Structure) โดยในแต่ละจังหวัดมีโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมแตกต่างกัน โดย

เป็นข้อมูลซึ่งสำรวจ และเก็บรวบรวมโดยสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 3

4. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (Rainfall) เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนซึ่งสำรวจ และเก็บรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ปริมาณ AADT ตามมาตรฐานชั้นทาง

กลุ่ม	ปริมาณ AADT (คันต่อวัน)	ตัวแทนในการวิเคราะห์
1	น้อยกว่า 300	1
2	300 – 1,000	2
3	1,000 – 2000	3
4	2,000 – 4,000	4
5	4,000 – 8,000	5
6	มากกว่า 8,000	6

ตารางที่ 2 ปริมาณรถบรรทุกหนักเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

กลุ่ม	ปริมาณ HV (คันต่อวัน)	ตัวแทนในการวิเคราะห์
1	น้อยกว่า 20	1
2	20 – 50	2
3	50 – 100	3
4	100 – 200	4
5	200 – 500	5
6	มากกว่า 500	6

ตารางที่ 3 ลักษณะของข้อมูลโครงสร้างชั้นพื้นทาง

ค่า %CBR	ลักษณะ	ตัวแทนในการวิเคราะห์
มากกว่า 7	ดินแข็งมาก	1
3 – 7	ดินแข็งปานกลาง	2
น้อยกว่า 3	ดินอ่อนมาก	3

ตารางที่ 4 สภาพลักษณะของข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี

ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ยต่อปี (มม.)	ลักษณะ	ตัวแทนในการ วิเคราะห์
น้อยกว่า 1,000	น้อย	1
1,000 – 2,000	ปานกลาง	2
มากกว่า 2,000	มาก	3

3.1 การวิเคราะห์ปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงานบำรุง ปกติผิวทาง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และปริมาณชุดซ่อมผิวทางของสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบทปีงบประมาณ 2552 เพื่อสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกิจกรรมปะซ่อมผิวทางและอายุการใช้งาน และปริมาณชุดซ่อมผิวทางและอายุการใช้งาน พบว่าทั้งปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณชุดซ่อมผิวทางมีการกระจายตัวออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี ดังรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะซ่อมผิวทาง ปริมาณชุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ ผู้วิจัยได้อาศัยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นวิธีการในการวิเคราะห์ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะซ่อมผิวทาง ร่วมกับปัจจัยต่างๆพบว่า อายุการใช้งาน ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยในกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปีพบว่าปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด และในกลุ่มอายุการใช้งานของผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมี

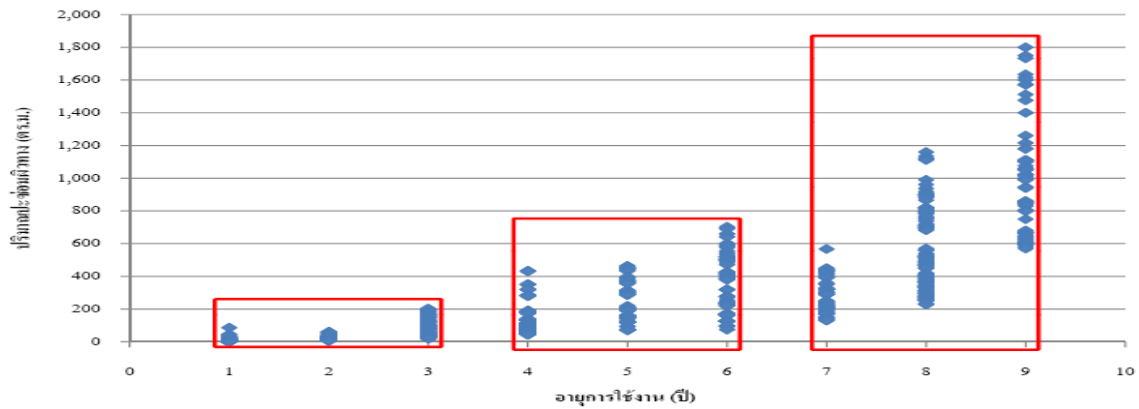
สาเหตุเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพของวัสดุผิวทาง และความล้าสะสมอันเนื่องมาจากการรับน้ำหนักอย่างต่อเนื่อง

2. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณชุดซ่อมผิวทางและปัจจัยต่างๆพบว่า อายุการใช้งาน ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดเมื่ออายุการใช้งานของผิวทางน้อยกว่า 7 ปี แต่ในกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกัน และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีเป็นปัจจัยเพิ่มเติม โดยมีสาเหตุเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพของวัสดุผิวทาง และความล้าสะสมอันเนื่องมาจากการรับน้ำหนักอย่างต่อเนื่อง และเริ่มมีการซึมผ่านของน้ำฝนเข้าสู่โครงสร้างชั้นพื้นทาง

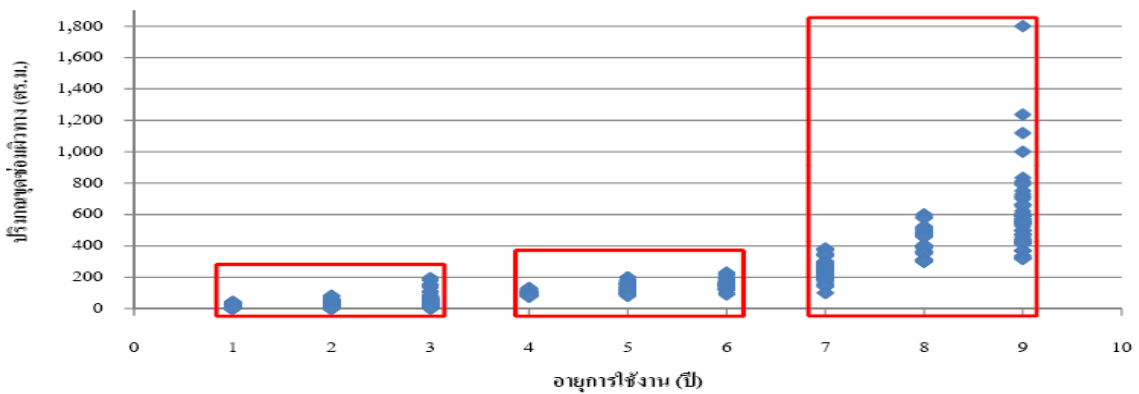
3.2 การพัฒนาแบบจำลองปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง

การพัฒนาแบบจำลอง อาศัยการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression) โดยพิจารณาให้ปัจจัยซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นตัวแปรต้น และปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางเป็นตัวแปรตาม

ในการพัฒนาแบบจำลองผู้วิจัยได้แยกพัฒนาแบบจำลองออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มซึ่งมีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คัน/วันโดยใช้ปัจจัยปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีเป็นปัจจัยในการพิจารณา และกลุ่มซึ่งมีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน โดยใช้ปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยในการพิจารณา นอกจากนี้ยังแยกพิจารณาอายุการใช้งานของผิวทางออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี เพื่อให้แบบจำลองสามารถนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องมากยิ่งขึ้น พบว่าทุกแบบจำลองให้ค่า R^2 มากกว่า 0.77 ขึ้นไป โดยรายละเอียดแบบจำลองทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 6



รูปที่ 1 การแบ่งกลุ่มตามอายุการใช้งานกิจกรรมปะชอมผิวทาง



รูปที่ 2 การแบ่งกลุ่มตามอายุการใช้งานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะชอมผิวทาง ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ

กลุ่ม	จำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์				
		Age	AADT	HV	Structure	Rainfall
กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง						
$Age \leq 3$	585	0.698	0.712	0.805	0.622	0.166
$3 < Age < 7$	722	0.635	0.638	0.822	0.462	0.159
$Age \geq 7$	436	0.711	0.560	0.678	0.487	0.137
กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง						
$Age \leq 3$	825	0.436	0.655	0.752	0.480	0.048
$3 < Age < 7$	255	0.668	0.639	0.875	0.504	0.253
$Age \geq 7$	328	0.727	0.698	0.706	0.608	0.424

ตารางที่ 6 แบบจำลองประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง

กลุ่ม	อายุการใช้งาน (Age) (ปี)	แบบจำลองประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติ	ความ เชื่อมั่น (R ²)
กลุ่มปริมาณรถบรรทุกหนัก	แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง (ตร.ม.)		
	$Age \leq 3$	$-65 + (11 \times \text{Service life}) + (18 \times \text{HV}) + (20 \times \text{Structure})$	0.770
	$3 < Age < 7$	$-427 + (69 \times \text{Service life}) + (65 \times \text{HV}) + (58 \times \text{Structure})$	0.881
	$Age \geq 7$	$-1,501 + (184 \times \text{Service life}) + (135 \times \text{HV}) + (194 \times \text{Structure})$	0.792
	แบบจำลองประมาณปริมาณชุดซ่อมผิวทาง (ตร.ม.)		
	$Age \leq 3$	$-39 + (9 \times \text{Service life}) + (11 \times \text{HV}) + (12 \times \text{Structure})$	0.797
	$3 < Age < 7$	$-4 + (15 \times \text{Service life}) + (14 \times \text{HV}) + (10 \times \text{Structure})$	0.915
	$Age \geq 7$	$-640 + (57 \times \text{Service life}) + (67 \times \text{HV}) + (72 \times \text{Structure}) + (128 \times \text{Rainfall})$	0.842
กลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง (ตร.ม.)		
	$Age \leq 3$	$-39 + (9 \times \text{Service life}) + (7 \times \text{AADT}) + (12 \times \text{Structure})$	0.842
	$3 < Age < 7$	$-325 + (53 \times \text{Service life}) + (42 \times \text{AADT}) + (54 \times \text{Structure})$	0.773
	$Age \geq 7$	$-1,366 + (137 \times \text{Service life}) + (152 \times \text{AADT}) + (248 \times \text{Structure})$	0.808
	แบบจำลองประมาณปริมาณชุดซ่อมผิวทาง (ตร.ม.)		
	$Age \leq 3$	$-34 + (7 \times \text{Service life}) + (8 \times \text{AADT}) + (10 \times \text{Structure})$	0.823
	$3 < Age < 7$	$-24 + (15 \times \text{Service life}) + (12 \times \text{AADT}) + (18 \times \text{Structure})$	0.884
	$Age \geq 7$	$-575 + (60 \times \text{Service life}) + (51 \times \text{AADT}) + (78 \times \text{Structure}) + (82 \times \text{Rainfall})$	0.847

3.3 การทดสอบแบบจำลอง

การทดสอบแบบจำลองนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการทดสอบความถูกต้องของทั้ง 12 แบบจำลอง ซึ่งการทดสอบแบบจำลองได้นำข้อมูลการดำเนินงานกิจกรรมบำรุงปกติที่เกิดขึ้นจริงระหว่างปีงบประมาณ 2553 ของสายทางในแต่ละกลุ่มอายุการใช้งานและกลุ่มที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากว่าและน้อยกว่า 100 คันต่อวัน จำนวนกลุ่มละ 30 ตัวอย่าง (30 กิโลเมตร) เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกิจกรรมปะซ่อมผิวทางและชุดซ่อมผิวทางจากแบบจำลอง ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 7 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางและชุดซ่อมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 10

2. ความคลาดเคลื่อนสูงสุดของแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางที่ประเมินจากข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีและที่ประเมินจากปริมาณรถบรรทุกหนัก มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 26 และร้อยละ 20 ตามลำดับ

3. แบบจำลองประมาณปริมาณชุดซ่อมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 17

4. สำหรับสายทางที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 7 ปีแบบจำลองประมาณปริมาณชุดซ่อมผิวทางให้ผลความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 5 และค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 7

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อประเมินปริมาณกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกิจกรรมชุดซ่อมผิวทางในงานบำรุงปกติ

โดยใช้ข้อมูลจากกรมทางหลวงชนบท โดยแบ่งกลุ่มทางหลวงออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี พบว่า กลุ่มที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปี ปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญสูงที่สุดทั้งในส่วน of ปริมาณปะชอมผิวทาง และปริมาณชุดชอมผิวทาง แต่สำหรับกลุ่มที่อายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีนั้น พบว่าอายุการใช้งาน ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมล้วนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญใกล้เคียงกัน แต่ในส่วน of ปริมาณชุดชอมผิวทางมีปัจจัยเพิ่มเติมคือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี ดังนั้น แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น จึงพัฒนาเป็น 2

รูปแบบ คือ แบบจำลองที่ใช้ปัจจัยปริมาณรถบรรทุกหนัก เพื่อใช้กับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน และแบบจำลองที่ใช้ปัจจัยปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีเหมาะกับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกต่ำ หรือน้อยกว่า 100 คันต่อวัน

การทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะชอมผิวทาง และชุดชอมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อน โดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 10 และค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 26 และน้อยกว่าร้อยละ 17 ตามลำดับ ประโยชน์ของแบบจำลองนี้ จึงสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนงบประมาณกิจกรรมงานบำรุงปกติได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้นและสอดคล้องกับลักษณะความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นตลอดทั้งปี

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบแบบจำลอง

อายุการใช้งาน (ปี)	ร้อยละของความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในกลุ่ม ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี			ร้อยละของความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในกลุ่ม ปริมาณรถบรรทุกหนัก		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)
แบบจำลองประมาณปริมาณปะชอมผิวทาง						
$Age \leq 3$	6.94	15.00	-15.33	8.18	14.55	-12.38
$3 < Age < 7$	9.98	25.91	-23.15	9.68	20.54	-20.33
$Age \geq 7$	7.66	17.32	-9.17	7.11	16.86	-17.60
แบบจำลองประมาณปริมาณชุดชอมผิวทาง						
$Age \leq 3$	2.86	7.14	-8.33	5.82	12.99	-13.19
$3 < Age < 7$	6.43	16.92	-16.04	6.22	12.33	-15.29
$Age \geq 7$	2.75	5.40	-5.32	4.05	7.01	-7.02

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] วิชญ์ ทรัพย์สมพล, ประพนธ์ ชินอุดมทรัพย์, จุมพล ผลประเสริฐ, และภูศักร ศิริอิศรกรกุล, 2543. การพัฒนา

แบบจำลองสภาพความเสียหายของผิวทางลาดยางโดยวิธีใช้ค่า IRI ในประเทศไทย. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีที่ 11, ฉบับที่ 4: 29-35.

[2] กรมทางหลวงชนบท, 2549. คู่มือบำรุงปกติผิวทางลาดยาง, กรุงเทพมหานคร: สำนักบำรุงทาง.

[3] มานพ สุสิงห์, 2551. การพัฒนาการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาโครงข่ายทางหลวงชนบท. รายงานการศึกษา

ส่วนบุคคล วิทยาลัยนักบริหาร สถาบันพัฒนาข้าราชการ
พลเรือน สำนักงานงาน ก.พ.

[4] Abdullah, I., Al-Mansour, Sinha, K.C. and Kuczek, T.,
1994. Effect of Routine Maintenance on Flexible Pavement
Condition. Journal of Transportation Engineering.
Vol. 120, No.1.

[5] Fwa, T.F., and Sinha, K.C., 1985. A Routine
Maintenance and Pavement Performance Relationship

Model for Highways. Rep. No. JHRP-85/11. School of
Civil Engineering Purdue University.

[6] ปวโรธร ไชยเพชร และวิศณุ ทรัพย์สมพล. 2553. การ
พัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานบำรุงปกติงานทาง. เอกสาร
ประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ
ครั้งที่ 15.