

ผลของการทำฉาบผิวต่อสภาพของผิวทาง: กรณีศึกษาในประเทศไทย

EFFECT OF SLURRY SEAL IN PAVEMENT CONDITIONS: A CASE STUDY IN THAILAND

กัญจน์ อุดมเกียรติกุล, วิจัยกมล พานิช, อนุสรณ์ ศิริกิจพาณิชย์กุล และวิศณุ ทรัพย์สมบัติ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทร. 0-2218-3278 โทรสาร 0-2251-7304

E-Mail: wisanu.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการทำฉาบผิวต่อสภาพความเสียหายของผิวทาง และสร้างแบบจำลองแสดงสภาพความเสียหายของผิวทางที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการทำฉาบผิว รวมทั้งหาช่วงเวลาในการทำฉาบผิวที่เหมาะสมโดยอาศัยค่าดัชนีความเรียบสากล (International Roughness Index, IRI) ในการแสดงสภาพความเสียหายของผิวทาง โดยใช้ข้อมูลผิวทางลาดยางที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 จนถึง พ.ศ. 2542 จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า การทำฉาบผิวมีผลต่อสภาพความเสียหายของผิวทางอย่างมีนัยสำคัญในแง่ที่ช่วยในการปรับปรุงสภาพความเสียหายของผิวทางให้ดีขึ้นในการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเรียบสากลได้สร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพความเสียหายของผิวทางที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการทำฉาบผิวกับตัวแปรอิสระต่างๆ ได้แก่ ค่าดัชนีความเรียบสากล ณ ปีที่มีการทำฉาบผิว ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี สัดส่วนของรถหนักเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของปริมาณการจราจรทั้งหมด และปริมาณฝนเฉลี่ย โดยแบ่งกลุ่มของแบบจำลองตามค่าความชันของภูมิประเทศ พบว่ารูปแบบที่เหมาะสมของแบบจำลองแสดงสภาพความเสียหายของผิวทางที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการทำฉาบผิวอยู่ในรูปของฟังก์ชันเส้นตรงกับปัจจัยต่างๆที่ได้ทำการศึกษา โดยปัจจัยที่ส่งผลกระทบที่สุดได้แก่ สภาพความเสียหายของผิวทาง ณ ปีที่มีการทำฉาบผิว การวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายเป็นการหาช่วงเวลาในการทำฉาบผิวที่เหมาะสม โดยการหาเวลาที่เมื่อมีการทำฉาบผิวที่เวลานี้แล้วจะทำให้ได้ค่าสภาพความเสียหายของผิวทางน้อยที่สุดเมื่อพิจารณาที่เวลาสิ้นสุดรอบอายุของการทำ Overlay พบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำฉาบผิวมีแนวโน้มอยู่ในช่วงต้นของรอบการทำ Overlay โดยขึ้นกับปัจจัยด้านปริมาณการจราจรด้วย

ABSTRACT

The purposes of this project are to study the effect of slurry seal on pavement condition, to develop a pavement deterioration model, and to find the suitable duration for pavement maintenance by slurry seal method. The International Roughness Index (IRI) is used as a

representative of pavement condition. Based on the data of flexible pavement under responsibility of the Department of Highways from 1990 to 1999, the preliminary analysis shows that slurry seal can apparently improve pavement condition. The deterioration model is then developed to determine the relation between deterioration rate (ΔIRI) as a dependent variable and factors affecting pavement condition such as IRI in the year which slurry seal is done (IRI_0), the Average Annual Daily Traffic (AADT), the percentage of heavy vehicles, and the average rainfall as independent variables. The model is determined comparably among each topography gradient. It is found that the deterioration model is in a linear function with all independent variables. The variable that has the most impact on deterioration rate is the initial IRI (IRI_0). The final analysis is to determine pavement condition which has the least IRI at the end of overlay duration. The result of the analysis shows that the suitable time for slurry seal is in the early stage of the overlay cycle which depends on the traffic volume as well.

1. บทนำ

ระบบโครงข่ายถนนถือเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐานที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในประเทศไทย เมื่อมีโครงข่ายถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาคือขาดการบำรุงรักษาถนนที่เหมาะสม เนื่องจากงบประมาณด้านการซ่อมบำรุงมีสัดส่วนน้อยเมื่อเทียบกับงบประมาณรวม ทำให้อายุการใช้งานของถนนน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นการศึกษาดูแลสภาพความเสียหายของถนน โดยการสร้างแบบจำลองสภาพความเสียหายของถนนและผลกระทบจากการซ่อมบำรุงจึงเป็นสิ่งสำคัญและเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผนงานซ่อมบำรุง

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาที่เกี่ยวข้องกับการทำ Overlay และการทำซ่อมปะผิว (Patching) จะดีที่สุดจะอยู่ในช่วงต้นของช่วงอายุผิวทาง [1] แต่การศึกษาของ Markow และคณะ [2] พบว่าประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาประจำ

RECEIVED 27 JUNE, 2001

ACCEPTED 8 MARCH, 2002

(Routine Maintenance) จะดีที่สุดในตอนกลางของช่วงอายุผิวทาง นอกจากรู้อย่างที่สภาพความเสียหายของผิวทางก่อนการบำรุงรักษา เป็นปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสภาพความเสียหายของผิวทางหลังจากการทำ Overlay [3]

การบำรุงรักษาถนนด้วยการทำฉาบผิว (Slurry Seal) ถือเป็นวิธีที่กรมทางหลวงใช้ในการบำรุงรักษาผิวทาง ตามกำหนดเวลาควบคู่กับการทำ Overlay โดยกรมทางหลวงมีนโยบายในการทำฉาบผิวทุก 2-3 ปี และการทำ Overlay ทุก 5-7 ปีขึ้นกับปริมาณการจราจร ซึ่งนโยบายดังกล่าวนี้กรมทางหลวงได้ถือปฏิบัติมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แต่เนื่องจากสภาพการจราจรที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา ทำให้การบำรุงรักษาผิวทางตามกำหนดเวลาดังกล่าวอาจมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควรในปัจจุบัน

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาช่วงเวลาในการทำฉาบผิวที่เหมาะสม โดยใช้ข้อมูลในอดีตของสภาพผิวทางมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สามารถแสดงผลของการทำฉาบผิวที่มีต่อสภาพผิวทาง และเพื่อสรุปให้ได้ว่าการฉาบผิวมีผลเช่นไรต่อสภาพผิวทาง และการทำฉาบผิวในช่วงใดที่มีผลต่อการปรับปรุงสภาพของผิวทางมากที่สุด เพื่อที่จะได้นำไปกำหนดแนวทางการซ่อมบำรุงให้เกิดประสิทธิผล และสอดคล้องกับงบประมาณของประเทศที่มีอยู่อย่างจำกัด

2. การวิเคราะห์ผลของการทำฉาบผิว

ในการวิเคราะห์ผลของการทำฉาบผิวนี้ได้ทำการแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ว่าการฉาบผิวมีผลต่อการยืดอายุของผิวทางอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ และถ้าการฉาบผิวมีผลต่อการยืดอายุของผิวทางอย่างมีนัยสำคัญแล้ว ก็จะทำการศึกษาวิเคราะห์หาสภาพความเสียหายของผิวทางที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการทำฉาบผิวนั้น เพื่อใช้ทำนายถึงสภาพความเสียหายของผิวทางในอนาคต

การวิเคราะห์ผลของการทำฉาบผิวต่อการยืดอายุของผิวทางนั้นใช้วิธีการทางสถิติ คือ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากรแบบจับคู่ โดยกลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดสอบนี้ ได้แก่ ค่าสภาพความเสียหายของผิวทางที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงระยะเวลา 1 ปี (ΔIRI) ของกลุ่มถนนที่ไม่มีการทำฉาบผิว และของกลุ่มถนนที่มีการทำฉาบผิวภายหลังการทำฉาบผิว จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าสภาพความเสียหายของผิวทางมากที่สุด

สุด [4] ได้แก่ ปัจจัยทางด้านประวัติของผิวทาง และปัจจัยทางด้านปริมาณการจราจร ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้ค่าสภาพความเสียหายของผิวทาง ณ ปีที่มีการทำฉาบผิว (IRI_0) และค่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) แทนปัจจัยด้านประวัติของผิวทางและปัจจัยด้านปริมาณการจราจรตามลำดับ และทำการควบคุมปัจจัยทั้งสองนี้ให้มีความใกล้เคียงกันสำหรับกลุ่มประชากรแต่ละคู่ที่จับคู่กัน

ตารางที่ 1 แสดงผลทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่า ΔIRI ของข้อมูลถนนชุดที่ทำการฉาบผิวและไม่มีการฉาบผิว พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า ΔIRI ของข้อมูลถนนชุดที่ไม่มีการทำฉาบผิวมีค่า 0.2893 และค่าเฉลี่ยของค่า ΔIRI ของข้อมูลถนนชุดที่มีการทำฉาบผิวมีค่า 0.1378 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของค่า ΔIRI ของข้อมูลถนนชุดที่ไม่มีการทำฉาบผิวมีค่าสูงกว่าข้อมูลถนนชุดที่มีการทำฉาบผิวอยู่ประมาณ 0.1515 แสดงว่าการทำฉาบผิวจะมีผลทำให้อัตราการเสื่อมสภาพของถนนในช่วงระยะเวลาหนึ่งลดลง ซึ่งจากค่าทางสถิติของข้อมูลแต่ละชุดดังกล่าวเป็นการแสดงแนวโน้มเบื้องต้นก่อนจะทำการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของค่า ΔIRI ของข้อมูลที่มีและไม่มีการทำฉาบผิว

	Mean	N	Std.
No-SEAL	0.2893	113	9.957E-02
SEAL	0.1378	113	8.799E-02

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงค่าความแตกต่างระหว่างค่า ΔIRI ของข้อมูลทั้ง 2 ชุด ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.1362 ถึง 0.1668 ที่ความเชื่อมั่น 95 % โดยมีค่าสถิติทดสอบ t เป็นค่าบวกเท่ากับ 19.610 และมีค่า Sig. T เท่ากับศูนย์ ซึ่งหมายความว่าค่า ΔIRI ของข้อมูลถนนชุดที่ไม่มีการทำฉาบผิวมีค่าสูงกว่าข้อมูลถนนชุดที่มีการทำฉาบผิวอย่างมีนัยสำคัญหรือกล่าวได้ในอีกแง่หนึ่งว่า การทำฉาบผิวจะช่วยทำให้ผิวทางมีอัตราการเสื่อมสภาพของผิวทางลดลงกว่าการที่ไม่มีการทำฉาบผิวเลย หรือสามารถช่วยในการยืดอายุการใช้งานของผิวทางให้นานขึ้นได้นั่นเอง

หลังจากการทดสอบว่าการทำฉาบผิวมีผลต่อการยืดอายุของผิวทางอย่างมีนัยสำคัญแล้ว จึงได้ทำการวิเคราะห์หาสภาพความเสียหายของผิวทางที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการทำฉาบผิว โดยเริ่มจากแบ่งข้อมูลถนนตามความชันของภูมิประเทศออกเป็น 3 กลุ่ม จากนั้นทำการหา

ตารางที่ 2 ผลที่ได้จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ประชากรแบบจับคู่

	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
	Lower	Upper			
NO_SEAL - SEAL	0.1362	0.1668	19.610	112	0.000

รูปแบบสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า ΔIRI กับ ค่า IRI_0 ที่เหมาะสมที่สุด พบว่าสมการในรูปแบบเส้นตรงมีค่า R^2 สูงที่สุดเท่ากับ 0.391 และพบว่าตัวแปรค่า IRI_0 มีผลต่อค่า ΔIRI ในเชิงแปรผันตามกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้รูปแบบสมการแบบเส้นตรงในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองสภาพความเสียหายของผิวทางที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการทำจราจร ในขั้นตอนต่อไปได้ทำการวิเคราะห์ให้ละเอียดยิ่งขึ้น โดยนำตัวแปรทางด้านลักษณะการจราจร คือ ค่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (AVE. AADT) กับ ค่าสัดส่วนของรถหนักเฉลี่ย (%HV) และตัวแปรทางด้านลักษณะสภาพแวดล้อม คือ ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (AVE. RAIN) เพิ่มเข้ามาในการวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์เดิมที่ใช้ตัวแปรค่า IRI_0 และค่าความชันของภูมิประเทศอยู่แล้ว โดยใช้ค่าความชันของภูมิประเทศเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ขณะที่ตัวแปรค่า IRI_0 ค่า AVE. AADT ค่า %HV และค่า AVE. RAIN เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ผลการวิเคราะห์พบว่า ถนนกลุ่มที่มีความชันของภูมิประเทศน้อยกว่า 5% นั้น ตัวแปรทุกตัวมีส่วนส่งผลต่อค่า ΔIRI แต่ในส่วนถนนกลุ่มที่มีความชันของภูมิประเทศมากกว่า 5% นั้น พบว่าตัวแปรค่า AVE. AADT ค่า %HV และค่า AVE. RAIN มีผลต่อค่า ΔIRI ไม่ผ่านระดับนัยสำคัญที่กำหนด หรืออาจกล่าวได้ว่า สำหรับถนนที่มีความชันของภูมิประเทศมากกว่า 5% ผลของตัวแปรที่พิจารณาต่อค่า ΔIRI มีค่าน้อยมาก และพบว่าทุกตัวแปรจะมีความสัมพันธ์ในทางบวก คือแปรผันตรงกันกับค่า ΔIRI นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่ได้มีการกระจายตัวของข้อมูลปานกลาง โดยมีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.4 ถึง 0.7 และจากการพิจารณาพบว่าแบบจำลองที่ได้จะมีการกระจายตัวของข้อมูลที่ลดลงเมื่อมีการเพิ่มตัวแปรเข้าไปในสมการของแบบจำลอง โดยตัวแปรที่มีผลต่อค่า ΔIRI มากที่สุดได้แก่ ค่า IRI_0 โดยตัวแปรที่มีผลรองลงไปคือ ค่า AVE. AADT ค่า %HV และ ค่า AVE. RAIN ตามลำดับ โดยรูปแบบสมการที่มีค่า R^2 สูงสุด แสดงในตารางที่ 3

3. การวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำจราจร

หลักสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ เวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำจราจรในช่วงรอบ Overlay ก็คือ เวลาที่เมื่อมีการทำจราจรที่เวลานี้แล้วจะทำให้ได้ค่าสภาพความเสียหายของผิวทางน้อยที่สุดเมื่อพิจารณาที่เวลาสิ้นสุดรอบอายุ (Life Cycle) ของการทำ Overlay ซึ่งสมมติให้เป็น 7 ปี แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูลที่เกี่ยวข้องรวบรวมได้ ทำให้มีข้อมูลค่าสภาพความเสียหายของผิวทาง (IRI) ที่เวลาสิ้นสุดรอบอายุของการทำ Overlay จำนวนน้อยมาก ดังนั้นเพื่อให้มีปริมาณข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์จึงอาศัยการขยายผลข้อมูลจากข้อมูลที่มีอยู่ คือ ค่า IRI ณ ปีที่มีการทำจราจร (IRI_0) และค่า IRI ถัดจากปีที่มีการทำจราจร 1 ปี (IRI_1) โดยในการขยายผลดังกล่าว ได้อาศัยแบบจำลองแสดงสภาพความเสียหายของผิวทาง [5] ดังแสดงในสมการที่ 1

$$IRI = 1.979 * e^{(6.698 * 10^{-2} * AGE) + (6.257 * 10^{-6} * AVE. AADT)} \quad (1)$$

เมื่อ AGE คือ อายุของผิวทางหลังจากการทำ Overlay ครึ่ง
ล่าสุด (ปี)

AVE. AADT คือ ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีตลอด
ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

3.1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำจราจร

1. นำข้อมูลของถนนที่มีการทำจราจรมาทำการแบ่งกลุ่มเพื่อนำไปวิเคราะห์ทีละกลุ่ม โดยจะแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่มตามค่า AVE.AADT ได้แก่

กลุ่มที่ 1: AVE.AADT < 4000: ปริมาณการจราจรน้อย

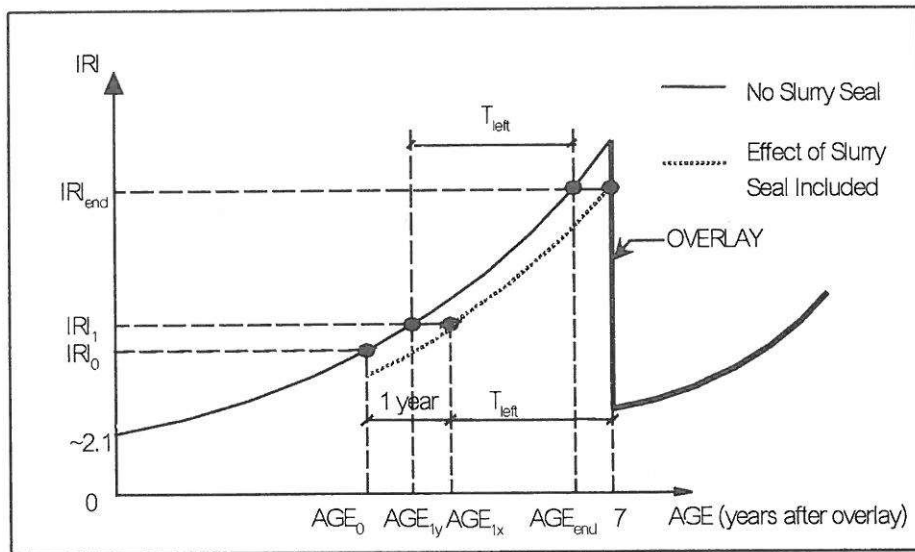
กลุ่มที่ 2: AVE.AADT 4000-8000: ปริมาณการจราจรปานกลาง

กลุ่มที่ 3: AVE.AADT > 8000: ปริมาณการจราจรมาก

ตารางที่ 3 แบบจำลองในการพยากรณ์ค่า ΔIRI ภายหลังจากการจราจรหนึ่งปี

$\Delta IRI = a + (b_1 * IRI_0) + (b_2 * AVE. AADT) + (b_3 * \%HV) + (b_4 * AVE. RAIN)$				
	% Gradient			
	0 - 3 %	3 - 5 %	> 5 %	Total
a	-0.132	-0.172	-0.218	-0.094
$b_1 (* 10^{-2})$	4.607	5.626	6.632	4.882
$b_2 (* 10^{-6})$	3.246	6.551	13.888	3.170
$b_3 (* 10^{-3})$	1.415	2.408	3.788	0.763
$b_4 (* 10^{-5})$	2.084	2.190	7.878	1.303
R^2	0.651	0.561	0.505	0.445

หมายเหตุ: สำหรับถนนที่มีความชันของภูมิประเทศมากกว่า 5% ตัวแปรค่า AVE. AADT ค่า %HV และค่า AVE. RAIN มีผลต่อค่า ΔIRI ไม่ผ่านระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.05)



รูปที่ 1 ขั้นตอนในการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำฉาบผิว

2. ทำการแยกวิเคราะห์ที่ละกลุ่ม เริ่มต้นจากการหาค่าอายุของผิวทางที่สอดคล้องกับค่า IRI_0 โดยอาศัยการแทนค่า IRI_0 และ AVE. AADT ของข้อมูลหนึ่งๆลงในสมการที่ 1 เพื่อแก้สมการหาค่าอายุของผิวทาง ซึ่งค่าอายุของผิวทางหลังการ Overlay ที่ได้นี้จะกำหนดให้เป็น AGE_0

3. นำค่า AGE_0 ของทุกข้อมูลในกลุ่มบวกด้วย 1 ซึ่งเป็นการเพิ่มอายุของผิวทางอีก 1 ปีจากปีที่มีการฉาบผิว กำหนดค่าอายุของผิวทางใหม่นี้เป็น AGE_{1x}

4. นำค่าช่วงรอบอายุในการทำ Overlay ซึ่งสมมติให้เป็น 7 ปี หลังจากการทำ Overlay ครั้งล่าสุดมาลบกับค่า AGE_{1x} ก็จะได้เป็นช่วงอายุที่เหลือหลังจาก 1 ปีที่มีการทำฉาบผิวไปแล้ว กำหนดให้ช่วงอายุที่เหลือนี้เป็น T_{left}

5. กำหนดให้ค่า IRI ที่ AGE_{1x} ซึ่งได้มาจากสภาพจริงของถนนที่เก็บมาได้เป็นค่า IRI_1

6. นำค่า IRI_1 มาย้อนกลับไปหาค่าอายุของผิวทางอีกครั้ง โดยอาศัยการแทนค่า IRI_1 และ AVE. AADT ของข้อมูลหนึ่งๆลงในสมการที่ 1 เพื่อแก้สมการหาค่าอายุของผิวทาง กำหนดให้เป็น AGE_{1y}

7. นำค่า AGE_{1y} มาบวกกับค่า T_{left} ได้อายุของผิวทางอีกค่าหนึ่งกำหนดให้เป็น AGE_{end}

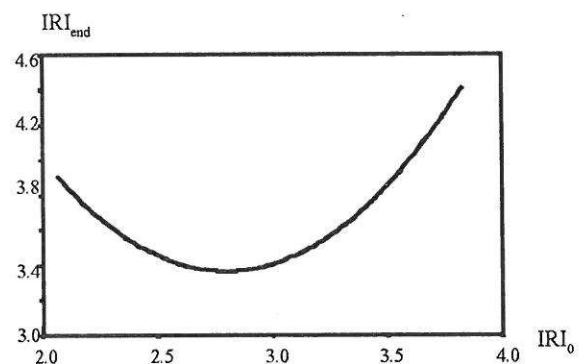
8. นำค่า AGE_{end} และ AVE. AADT ของข้อมูลหนึ่งๆมาแทนลงในสมการที่ 1 จะได้ค่า IRI อีกค่าหนึ่ง กำหนดให้เป็น IRI_{end} ซึ่งค่านี้จะ เป็นค่า IRI ที่เวลาสิ้นสุดรอบอายุของการทำ Overlay นั้นเอง

จากขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถสรุปได้โดยรูปที่ 1 ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมานั้นเป็นวิธีการเลื่อน

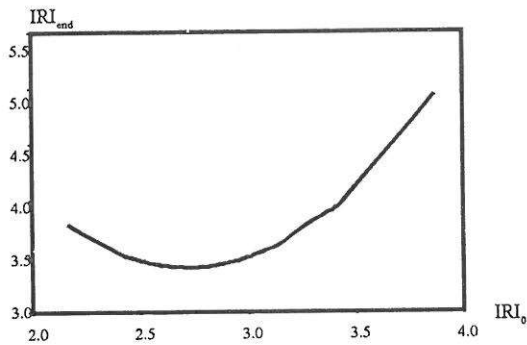
กราฟ (Shift) ที่ไม่มีผลของการทำฉาบผิวออกไปเนื่องมาจากการทำฉาบผิวมันเอง

3.2 ผลการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำฉาบผิว

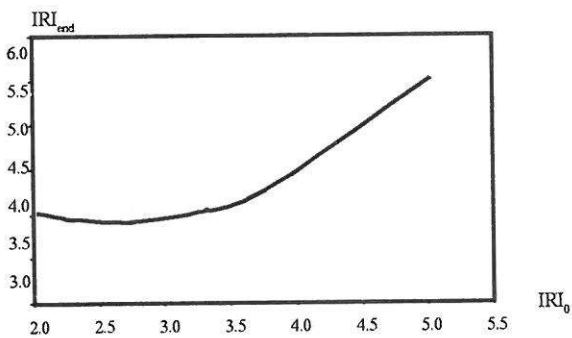
ผลการวิเคราะห์หาแบบความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI_0 กับค่า IRI_{end} ของกลุ่มถนนทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มถนนที่มีค่า AADT เฉลี่ย 0-4000, 4000-8000 และมากกว่า 8000 โดยมีจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ 63, 34 และ 20 ข้อมูลตามลำดับ พบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ฟังก์ชัน Quadratic เป็นรูปแบบสมการที่มีค่า R^2 สูงที่สุดในทุกกลุ่มถนน (0.428, 0.379, และ 0.500 ตามลำดับ) ดังแสดงในรูปที่ 2 - 4



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI_0 กับค่า IRI_{end} ของกลุ่มถนนที่มีค่า AVE. AADT น้อยกว่า 4000



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI₀ กับค่า IRI_{end} ของกลุ่มถนนที่มีค่า AVE. AADT น้อยกว่า 4000-8000



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI₀ กับค่า IRI_{end} ของกลุ่มถนนที่มีค่า AVE. AADT มากกว่า 8000

จากรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 4 พบว่าจุดที่ทำการฉาบผิวแล้วทำให้ได้ค่า IRI_{end} ต่ำที่สุด ของกลุ่มถนนที่มีค่า AVE.AADT น้อยกว่า 4000, 4000-8000 และมากกว่า 8000 คือจุดที่มีค่า IRI₀ ประมาณ 2.80, 2.75 และ 2.70 ตามลำดับ จากสมการที่ 1 สามารถหาได้ว่า อายุของผิวทาง ณ เวลาที่ทำการฉาบผิวแล้ว ทำให้ได้ค่า IRI_{end} ต่ำที่สุด คือ 3.86, 3.36 และ 1.83 ปี หลังการทำการ Overlay ตามลำดับ จะเห็นว่า อายุของผิวทางที่ควรทำการฉาบผิวดังกล่าว มีแนวโน้มลดลงถ้าถนนมีค่า AVE.AADT เพิ่มขึ้น

4. สรุปผลการศึกษา

การทำการฉาบผิวถือเป็นวิธีการซ่อมบำรุงผิวทางที่สำคัญอย่างหนึ่งของกรมทางหลวง ด้วยงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดทำให้ต้องมีการวิจัยถึงผลและแนวทางของการทำการฉาบผิวที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผลของการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า การทำการฉาบผิวมีผลต่อสภาพความเสียหาย

ของผิวทางอย่างมีนัยสำคัญ ในแง่ที่ช่วยในการชะลอความเสียหายของผิวทางได้ดีขึ้น และพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมของแบบจำลองแสดงสภาพความเสียหายของผิวทางที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการทำการฉาบผิวอยู่ในรูปของฟังก์ชันเส้นตรง กับปัจจัยต่างๆที่ได้ทำการศึกษา โดยปัจจัยที่ส่งผลกระทบที่สุดได้แก่ สภาพความเสียหายของผิวทาง ณ ปีที่มีการทำการฉาบผิว อีกทั้งพบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำการฉาบผิวมีแนวโน้มอยู่ในช่วงต้นของรอบการทำการ Overlay โดยขึ้นกับปัจจัยด้านปริมาณการจราจรด้วย

5. เอกสารอ้างอิง

1. R. Smith, M. Darter, S. Carpenter, and M. Shahin. Adjusting Performance Curves for the Influence of Maintenance and Rehabilitation, Proc., Second North American Conference on Managing Pavements, Toronto, Canada, Vol. 2, 1987.
2. M. Markow, F. Humplick, and B. Brademeyer. Life Cycle Cost Evaluation of Pavement Construction, Maintenance, and 4R Projects. FHWA, U.S. Department of Transportation, 1988.
3. A. Rajagopal and K. George. Pavement Maintenance Effectiveness, Transportation Research Record 1276, National Research Council, 1990, pp.62-68.
4. R. Ramaswamy and M. Ben-Akiva. Estimation of Highway Pavement Deterioration from In-service Pavement Data, Transportation Research Record 1272, National Research Council, 1990, pp. 96-106.
5. วิศณุ ทรัพย์สมพล และคณะ. การพัฒนาแบบจำลองสภาพความเสียหายของผิวทางลาดยางโดยวิธีใช้ค่า IRI ในประเทศไทย, วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 11 ฉบับที่ 4, 2543, หน้า 29-35.

