การศึกษาประสิทธิภาพต้านการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต

เอกภัทร ชาญณรงค์[1*] และ กิตติชัย ธนทรัพย์สิน[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพให้กับสถานีตรวจสอบน้ำหนักยานพาหนะ มีความสำคัญกับผู้ใช้เส้นทางบริเวณสถานีตรวจสอบน้ำหนักยานพาหนะเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาประสิทธิภาพต้านการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต บริเวณถนนของสถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย บนทางหลวงหมายเลข 346 ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ทำเครื่องหมายบนผิวทางอีกชนิดหนึ่งในการเพิ่มความปลอดภัยบริเวณสถานีตรวจสอบน้ำหนักยานพาหนะ โดยทำการศึกษาถึง 1) ปัจจัยภายใน เช่น ความหนา สี 2) ปัจจัยภายนอก เช่น ระยะเวลา ปริมาณจราจร น้ำหนักรถบรรทุก สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ที่มีผลต่อค่าต้านการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าต้านการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่า ความสัมพันธ์ของค่าต้านการลื่นไถลกับปัจจัยที่ส่งผลต่าง ๆ พบว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับค่าต้านการลื่นไถล ได้แก่ ปริมาณจราจรสะสม อายุการใช้งาน ปริมาณน้ำฝน และความหนา

คำสำคัญ: ต้านการลื่นไถล, สีโคลด์พลาสติก

รับพิจารณา: 31 สิงหาคม 2560
แก้ไข: 21 ตุลาคม 2563
ตอบรับ: 6 พฤศจิกายน 2563

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2] รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +669 8135 9541 อีเมล: aekapatcha@gmail.com

A Study of Skid Resistance Efficiency of Cold Plastic Pavement Marking on Concrete Pavement

Aekapat Channarong[1*] and Kittichai Thanasupsin[2]

Abstract

Weigh Station efficiency enhancement is highly important to the people who utilize the road ways around Weigh Station. This research emphasizes on A Study of Skid Resistance Efficiency of Cold Plastic Pavement Marking on Concrete Road at Sai Noi Weigh Station on the highways No.346 by study 1) internal factors, such as thickness, color 2) external factors, such as, time, traffic value, truck weight and climate that affect Skid Resistance (BPN) of cold plastic (Anti-Skid Resistance). Road marking paint is produced for another pavement to increase the safety around weigh station. To be aware of the factors that affect Skid Resistance of cold plastic on concrete pavement by Analytic Statistic to find Correlation of Skid Resistance. Found that factors related to skidding were traffic volume, length of service, rainfall and thickness decreases efficiency of cold plastic.

Keywords: Skid Resistance (PBN), Cold plastic

Received: August 31, 2017
Revised: October 21, 2020
Accepted: November 6, 2020

[1] Master Degree Student, School of Transportation Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
[2] Associate Professor School of Transportation Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
* Corresponding Author Tel. +669 8135 9541 e-mail: aekapatcha@gmail.com

1. บทนำ

งานสีจราจรสำหรับพ่นหรือทาผิวจราจร เพื่อแบ่งช่องทางจราจรเครื่องหมายจราจรและทิศทางการจราจรนั้น เป็นหนึ่งในงาน ที่สำคัญของการบูรณะบำรุงทางตลอดจนคุณภาพและประสิทธิภาพของสีสำหรับทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทางให้สามารถใช้งานได้นานตามระดับคุณภาพของสี และระดับทางด้านความปลอดภัย ได้อย่างสอดคล้องกับมาตรฐานระดับสากล ในการศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต บริเวณสถานีตรวจสอบน้ำหนักยานพาหนะ ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในทำเครื่องหมายบนผิวทางอีกชนิดที่ใช้ในการลดอุบัติเหตุบริเวณจุดที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ เพื่อศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความหนา ระยะเวลา ปริมาณจราจร ความกว้างของแถบสี น้ำหนักบรรทุก เป็นต้น ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต ที่จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องหมายจราจรบนผิวทางลดลง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยภายใน เช่น สี ความหนา ที่มีผลต่อการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต

2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยภายนอก เช่น ระยะเวลา ปริมาณจราจร สภาพภูมิอากาศ ที่มีผลต่อการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต โดยมีปัจจัยการศึกษา ได้แก่ ความหนา ระยะเวลา ปริมาณจราจร และสภาพภูมิอากาศ

3.2 ช่วงที่ทำการศึกษา เฉพาะถนนบริเวณสถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) บนทางหลวงหมายเลข 346 ตอน แยกนพวงศ์-บางเลน ระหว่าง กม.40+300 - กม.40+000 จ.นนทบุรี และสถานีตรวจสอบน้ำหนักลาดบัวหลวง (ขาเข้า) บนทางหลวงหมายเลข 340 ตอน ตลิ่งชันสุพรรณ ระหว่าง กม.26+700 - กม.26+330 จ.นนทบุรี

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 พื้นที่ศึกษา โดยเลือกใช้สถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) บนทางหลวงหมายเลข 346 ตอน แยกนพวงศ์-บางเลน ระหว่าง กม.40+300 - กม.40+000 จ.นนทบุรี ดังแสดงในรูปที่ 1 และ รูปที่ 2 แผนที่ตั้งโครงการ เพื่อดำเนินการทำเครื่องหมายบนผิวทางชนิดโคลด์พลาสติก (Cold Plastic) บนผิวจราจรคอนกรีตถนนทางเข้าสถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) และบนผิวจราจรคอนกรีต ทางหลวงหมายเลข 346 หน้าสถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แผนที่ตั้งโครงการ สถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) ทางหลวงหมายเลข 346

4.2 สมมติฐานและข้อกำหนด ในการศึกษานี้ผู้ศึกษาจะทำการศึกษาโดยมีสมมุติฐานที่ว่าด้วยปัจจัยที่มีผลต่อการลื่นไถลสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีตของถนนทางเข้าสถานีตรวจสอบน้ำหนักและทางหลวงหมายเลข 346 ว่าเป็นอย่างไรบ้าง ทั้งในระยะเริ่มต้นและระยะเปิดใช้บริการ โดยมีข้อกำหนดในการศึกษาดังนี้

4.2.1 ทำการศึกษาประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต ตั้งแต่เริ่มเปิดบริการจนถึงอายุการใช้งาน 4 เดือนเท่านั้น

4.2.2 สีโคลด์พลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทางที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มอก. 2611-2556 เท่านั้น [1]

4.3 ขั้นตอนการวิจัย ในการวิจัยนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจร

คอนกรีต ผู้ศึกษาได้กำหนดแปลงทดสอบเพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต โดยทำการเก็บข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ในภาคสนาม อาทิเช่น ความหนา ระยะเวลา ปริมาณจราจรสะสม ปริมาณรถบรรทุก ซึ่งการทดลองบนแปลงทดสอบจะใช้พื้นที่บนถนนทางเข้าของสถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) และ ถนนทางหลวงหมายเลข 346 (หน้าสถานีฯ) มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการลื่นไถลสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต ต่อไป

4.4 แปลงทดสอบ ในการดำเนินการทำเครื่องหมายบนผิวทางที่แปลงทดสอบมีขั้นตอนวิธีการ และปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่ต้องทำการควบคุมและปฏิบัติให้เป็นไปตามรายละเอียดและข้อกำหนดการจัดทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทางอย่างถูกต้อง โดยในการออกแบบการทดลองที่แปลงทดสอบได้คำนึงถึง 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ประสิทธิภาพและข้อจำกัด ประสิทธิภาพ คือ การเลือกศึกษาเฉพาะตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีตมากที่สุดและข้อจำกัดคือข้อจำกัดของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การทำการทดลองบนถนนสาธารณะจะต้องไม่รบกวนระบบคมนาคมขนส่งของพื้นที่และต้องไม่ทำการทดลองซึ่งคาดว่าจะส่งผลต่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้รถใช้ถนนซึ่งสามารถสรุปจำนวนตัวแปรที่เหมาะสมในการศึกษาที่แปลงทดสอบได้ดังนี้

4.4.1 สถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า)

4.4.2 ตำแหน่ง (ถนนทางเข้าสถานีและถนนทางหลวงหมายเลข 346)

4.4.3 มี 20 ตัวอย่าง (สำหรับหาค่าการลื่นไถลของเครื่องหมายบนผิวทาง)

4.4.4 มี 1 ประเภทผิวทาง (ชนิดคอนกรีต)

4.4.5 มี 1 ประเภทสี (สีโคลด์พลาสติก)

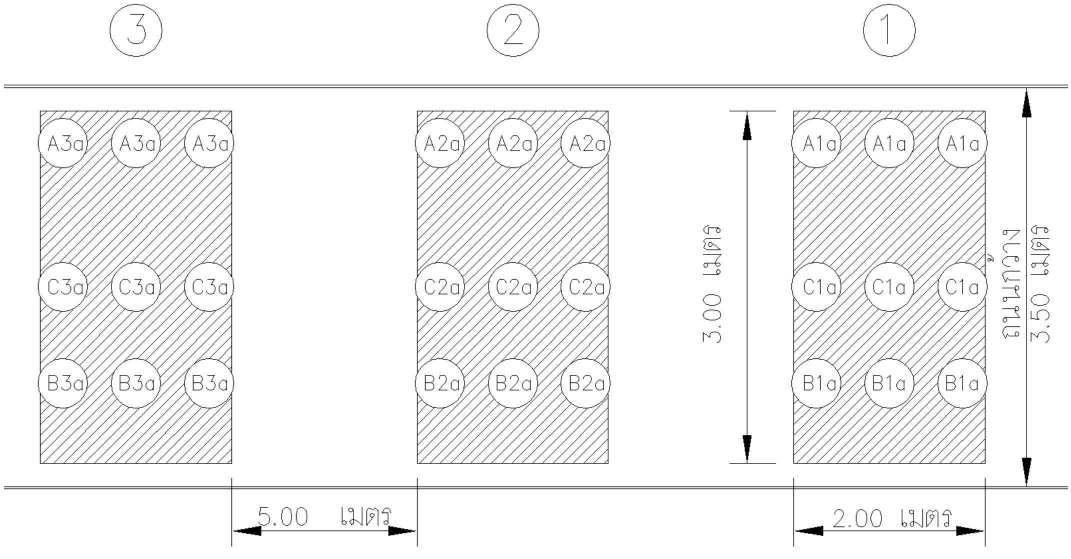
4.4.6 มี 2 สี (แดงและขาว)

4.4.7 มี 3 ระดับความหนา (ระดับ 1 (2 มิลลิเมตร) ระดับ 2 (3 มิลลิเมตร) และระดับ 3 (4 มิลลิเมตร))

4.4.8 มี 1 รูปแบบ (เส้นทึบตามขวาง)

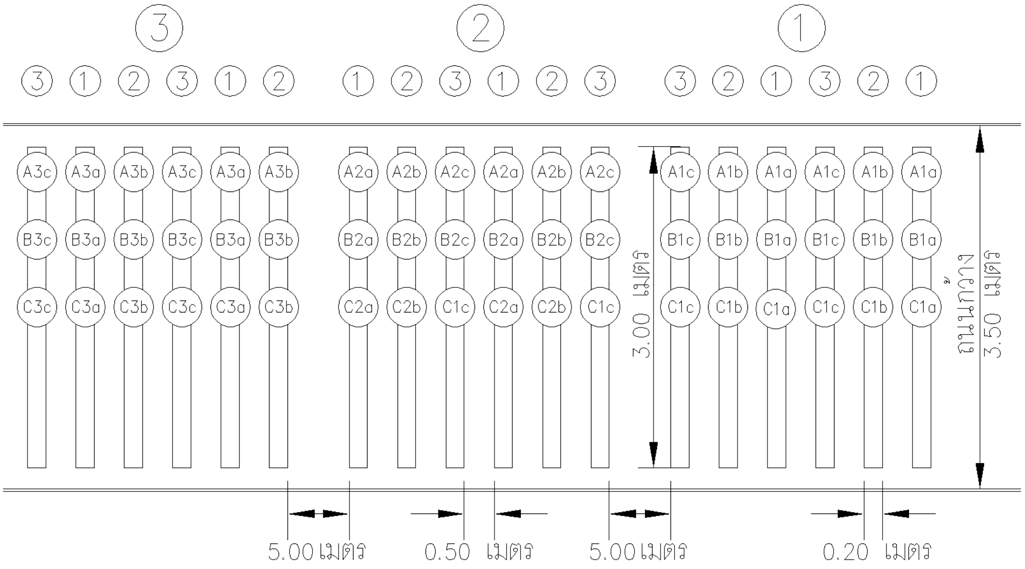
4.4.9 มี 8 ระดับอายุการใช้งาน โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 15 วัน และ 30 วัน ของทุกเดือน เป็นเวลาประมาณ 4 เดือน

ในการออกแบบแปลงทดสอบนั้น ผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงรูปแบบแปลงทดสอบของกรมทางหลวง [2] มาประยุกต์ใช้โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของความหนาและค่าการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติก โดยได้กำหนดแปลงทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 2 และรูปที่ 3



รูปที่ 2 แบบขยายเส้นจราจรตามขวางสีแดงถนนทางเข้าสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

_21-0060(001-172).indd 105 29/1/2564 BE 13:08



รูปที่ 3 แบบขยายเส้นจราจรตามขวางสีขาวถนนทางหลวงหมายเลข 346

4.5 ในการเก็บข้อมูลค่าการลื่นไถลโดยใช้ British Pendulum Tester (BPT) มาตรฐานการทดสอบ ASTM E 303 [3] เป็นเครื่องมือทดสอบที่ใช้หลักการวัดแรงเสียดทานด้วยการเหวี่ยงแท่นยางสัมผัสพื้นผิวทดสอบ สามารถใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่กรมทางหลวงใช้งานในปัจจุบัน โดยผลการทดสอบแสดงเป็นค่า BPN (British Pendulum Number)

4.6 แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษานี้ผู้ศึกษาจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในสนาม เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความหนา ระยะเวลา ปริมาณจราจรสะสม ปริมาณรถบรรทุกหนักสะสม และ สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีตของสถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) ซึ่งต้องใช้ความรู้ทางด้านสถิติต่าง ๆ

5. ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต ผู้ศึกษาได้ทำการแบ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น

5.1 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

5.1.1 ลักษณะทางกายภาพของถนนการศึกษานี้ผู้ศึกษาได้เลือกใช้สถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) บนทางหลวงหมายเลข 346 ตอน แยกนพวงศ์ - บางเลน ระหว่าง กม.40+300 - กม.40+000 จ.นนทบุรี ของกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม เป็นพื้นที่ศึกษาโดยเป็นถนนทางหลวงหมายเลข 346 ซึ่งเป็นผิวทางชนิดคอนกรีตโดยเลือกใช้ ช่องจราจรซ้าย จำนวน 1 ช่องจราจร มีขนาดช่องจราจร กว้าง 3.50 เมตร และถนนทางเข้าสถานีฯ ซึ่งเป็นผิวทางชนิดคอนกรีต มีช่องจราจร 1 ช่องจราจร กว้าง 3.50 ม. ดังแสดงในรูปที่ 4 สภาพพื้นที่ศึกษา

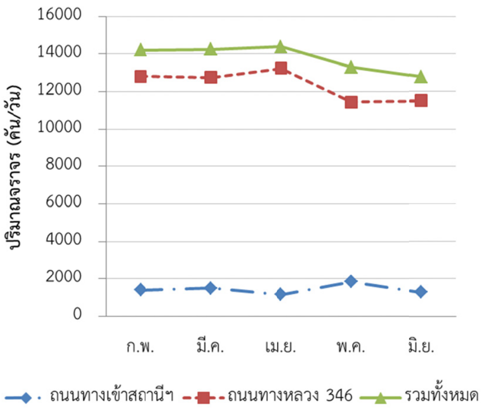
รูปที่ 4 สภาพพื้นที่ศึกษา

5.1.2 แปลงทดสอบ การศึกษานี้ผู้ศึกษาได้พิจารณาถึงลักษณะทางกายภาพของถนน อันจะก่อให้เกิดความสะดวก ปลอดภัย ในการดำเนินการจัดทำแปลงทดสอบและการจัดเก็บข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา รวมถึงงบประมาณที่จำกัด จึงทำให้ผู้ศึกษาได้เลือกทำแปลงทดสอบที่บริเวณสถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย (ขาเข้า) บนทางหลวงหมายเลข 346 ตอน แยกนพวงศ์ - บางเลน ระหว่าง กม.40+300 - กม.40+000 จ.นนทบุรี ของกรมทางหลวง ซึ่งแบ่งเป็นผิวทางคอนกรีตเพื่อใช้ในการทาสีเคลือบผิวจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) ดังแสดงในรูปที่ 5 แสดงการทำแปลงทดสอบ

รูปที่ 5 การทำแปลงทดสอบ

5.2 สภาพการจราจรที่แปลงทดสอบ ในการศึกษาสภาพการจราจรที่แปลงทดสอบผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจปริมาณจราจรและน้ำหนักบรรทุกของรถแต่ละประเภท เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการจราจรของพื้นที่ศึกษาโดยได้ผลดังต่อไปนี้

5.2.1 ปริมาณจราจรที่แปลงทดสอบ ผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจปริมาณจราจรด้วยระบบการนับรถและแยกประเภทรถของสถานีตรวจสอบน้ำหนักไทรน้อย ซึ่งแยกเป็นระบบ Image Processing ที่ใช้ในการตรวจสอบรถบรรทุกที่วิ่งฝ่าด่าน และระบบ Classified ที่ใช้ในการคัดแยกประเภทรถที่จะเข้าชั่งน้ำหนักที่สถานีฯ พร้อมบันทึกด้วยระบบ CCTV ตลอด 24 ชั่วโมง จากการสำรวจปริมาณจราจรทั้ง 4 เดือน ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึงเดือน พฤษภาคม 2560 ได้ผล ดังแสดงในรูปที่ 6 พบว่าถนนทางหลวงหมายเลข 346 มีปริมาณจราจรเฉลี่ย 12,352 คัน/วัน เป็นรถบรรทุกหนัก (%HV.) ประมาณ 7% และถนนทางเข้าสถานีฯ มีปริมาณจราจรเฉลี่ย 1,428 คัน/วัน เป็นรถบรรทุกหนัก (%HV.) ประมาณ 100% สัดส่วนปริมาณจราจร ถนนทางหลวง 346 : ถนน ทางเข้าของสถานีฯ เป็น 0.90 : 0.10 ในการพิจารณาปริมาณจราจรที่ส่งผลกระทบต่อการเสื่อมสภาพของเส้นจราจร ผู้ศึกษาได้พิจารณา เส้นจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติกสีขาว (Anti Skid Resistance) แบบตามขวาง (Rumble Strips) ขนาด 0.20x3.00 ม. บนถนนทางหลวง 346 มีปริมาณจราจรเฉลี่ยประมาณ 12,352 คัน/วัน และเส้นจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติกสีแดง (Anti Skid Resistance) แบบตามขวาง (Rumble Strips) ขนาด 2.00x3.00 ม. บนถนนทางเข้าสถานีฯ มีปริมาณจราจรเฉลี่ยประมาณ 1,428 คัน/วัน



รูปที่ 6 ปริมาณจราจรที่แปลงทดสอบ

5.2.2 ค่าการลื่นไถล (BPN) เริ่มต้นของสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) บนผิวจราจรคอนกรีตที่ระดับความหนาต่าง ๆ ในการศึกษานี้ผู้ศึกษาได้ทำการตีเส้นจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรแบบคอนกรีต (Anti Skid Resistance) ที่ถนนทางหลักกับถนนทางเข้าสถานีฯ ทั้งหมด 2 จุด ประกอบด้วย ถนนทางหลัก 1 จุด เส้นจราจรสีขาว ตามขวาง (Rumble Strips) ขนาด 0.20x3.00 เมตร จำนวน 3 จุด จุดละ 6 เส้น โดยมีอัตราความหนา 2 – 4 มิลลิเมตร สำหรับเส้นจราจรสีขาว ส่วน

ถนนทางเข้าสถานีฯ 1 จุด เป็นเส้นจราจรสีแดง ตามขวาง (Rumble Strips) ขนาด 0.20x3.00 เมตร จำนวน 3 จุด จุดละ 6 เส้น โดยมีอัตราความหนา 2 – 4 มิลลิเมตร แล้วทำการวัด ค่าการลื่นไถลกับความหนา แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าการลื่นไถลและค่าความหนาเริ่มต้นของเส้นจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) บนผิวทางคอนกรีตในแต่ละตำแหน่ง

ลำดับ	ตำแหน่ง		กลุ่ม	สี	ค่าการลื่นไถล	ค่าความหนา
1	RA1	ถนนทางเข้าสถานีฯ	1	แดง	93	2.31
2	RB1	ถนนทางเข้าสถานีฯ	1	แดง	93	2.51
3	RC1	ถนนทางเข้าสถานีฯ	1	แดง	97	1.85
				เฉลี่ย	94	2.22
4	RA2	ถนนทางเข้าสถานีฯ	2	แดง	95	2.91
5	RB2	ถนนทางเข้าสถานีฯ	2	แดง	95	3.75
6	RC2	ถนนทางเข้าสถานีฯ	2	แดง	93	2.75
				เฉลี่ย	94	3.14
7	RA3	ถนนทางเข้าสถานีฯ	3	แดง	93	4.38
8	RB3	ถนนทางเข้าสถานีฯ	3	เฉลี่ย	92	3.54
9	RC3	ถนนทางเข้าสถานีฯ	3	ขาว	93	3.68
				เฉลี่ย	93	3.87
10	WA1	ถนนทางหลวง 346	1	ขาว	92	2.24
11	WB1	ถนนทางหลวง 346	1	ขาว	96	2.45
12	WC1	ถนนทางหลวง 346	1	ขาว	94	2.43
				เฉลี่ย	94	2.37
13	WA2	ถนนทางหลวง 346	2	ขาว	96	3.65
14	WB2	ถนนทางหลวง 346	2	ขาว	94	3.27
15	WC2	ถนนทางหลวง 346	2	ขาว	84	3.19
				เฉลี่ย	91	3.37
16	WA3	ถนนทางหลวง 346	3	ขาว	94	4.07
17	WB3	ถนนทางหลวง 346	3	ขาว	84	3.83
18	WC3	ถนนทางหลวง 346	3	ขาว	82	3.87
				เฉลี่ย	87	3.92

5.2.3 การเสื่อมสภาพของสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) บนผิวจราจรคอนกรีต ในการศึกษานี้ผู้ศึกษาได้จัดทำแปลงทดสอบตามตำแหน่งของเส้นจราจรและระดับความหนาของเส้นจราจร ดังแสดงในตารางที่ 2 แสดงจำนวนตัวอย่างที่แปลงทดสอบแล้วทำการเก็บข้อมูลค่าการลื่นไถลและความหนาทุก ๆ 0.5 - 1 เดือน เป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน รวม 8 ครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามตำแหน่งโดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 จำนวนตัวอย่างที่แปลงทดสอบ

สัญลักษณ์	รายละเอียด	ระยะห่าง (เมตร)	จำนวน (ตัวอย่าง)
1	RUMBLE STRIPS สีแดงโรยลูกแก้วทับหน้า ระดับที่ 1	5.00	18
2	RUMBLE STRIPS สีแดงโรยลูกแก้วทับหน้า ระดับที่ 2	5.00	18
3	RUMBLE STRIPS สีแดงโรยลูกแก้วทับหน้า ระดับที่ 3	5.00	18
4	RUMBLE STRIPS สีขาวโรยลูกแก้วทับหน้า ระดับที่ 1	0.50	18
5	RUMBLE STRIPS สีขาวโรยลูกแก้วทับหน้า ระดับที่ 2	0.50	18
6	RUMBLE STRIPS สีขาวโรยลูกแก้วทับหน้า ระดับที่ 3	0.50	18
รวม (จำนวนตัวอย่าง 1 - 6)			108

5.2.4 การเสื่อมสภาพของสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) ของค่าการลื่นไถล (BPN) ที่ระดับความหนาต่าง ๆ ของสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Sistance) บนผิวจราจรคอนกรีต จากข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าการลื่นไถล (BPN) ในแปลงทดสอบทั้งเส้นจราจรตามขวาง 0.20x3.00 ม. สีขาวและเส้นจราจรตามขวาง 2.00x3.00 ม. สีแดง สามารถสรุปตามตำแหน่งได้ดังนี้

1) เส้นจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) สีขาว จากการเก็บข้อมูลในสนามที่ผ่านมา ผู้ศึกษาได้นำค่าเฉลี่ยของค่าการลื่นไถล (BPN) อายุการใช้งานของเส้นจราจร และปริมาณจราจรสะสม ที่ได้จากการหาพื้นที่ใต้กราฟของปริมาณจราจร (คัน/วัน) กับอายุการใช้งาน (วัน) ของเส้นจราจรชนิดโคลด์พลาสติกสีขาว ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 7

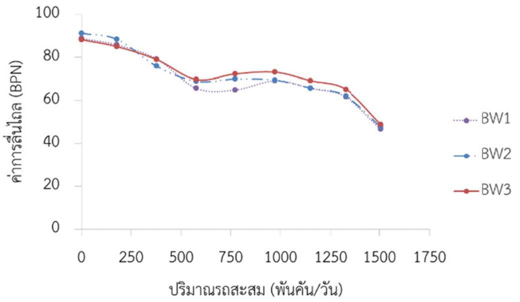
ตารางที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการลื่นไถล (BPN) อายุการใช้งานและปริมาณจราจรสะสมเส้นจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) สีขาว

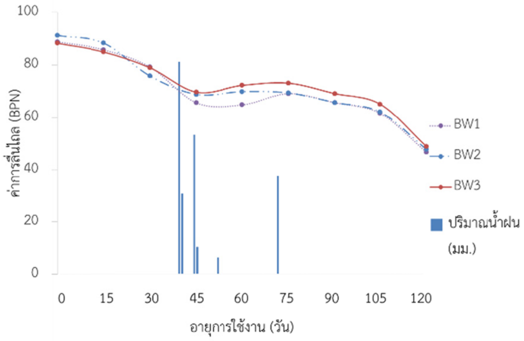
ครั้งที่	อายุการใช้งาน	ปริมาณรถสะสม (พันคัน/วัน)	BW1	BW2	BW3
0	0	0	89	91	88
1	15	179	86	88	85
2	30	377	79	76	79
3	45	575	66	69	70
4	60	773	65	70	72
5	75	972	69	69	73
6	90	1,149	66	66	69
7	105	1,327	62	62	65
8	120	1,505	47	48	49

เมื่อ ระดับ BW1 คือ เส้นจราจรตามขวาง 0.20x3.00 ม. สีขาว หนาโดยประมาณ 2 มิลลิเมตร

ระดับ BW2 คือ เส้นจราจรตามขวาง 0.20x3.00 ม. สีขาว หนาโดยประมาณ 3 มิลลิเมตร

ระดับ BW3 คือ เส้นจราจรตามขวาง 0.20x3.00 ม. สีขาว หนาโดยประมาณ 4 มิลลิเมตร





รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการลื่นไถล (BPN) กับปริมาณจราจรสะสมและอายุการใช้งานเส้นจราจรตามขวาง 0.20x3.00 ม. สีขาว

2) เส้นจราจรชนิดโคลด์พลาสติก เส้นจราจรตามขวาง 2.00x3.00 ม. สีแดง จากการเก็บข้อมูลในสนามที่ผ่านมาดังตารางที่ 4 และรูปที่ 8

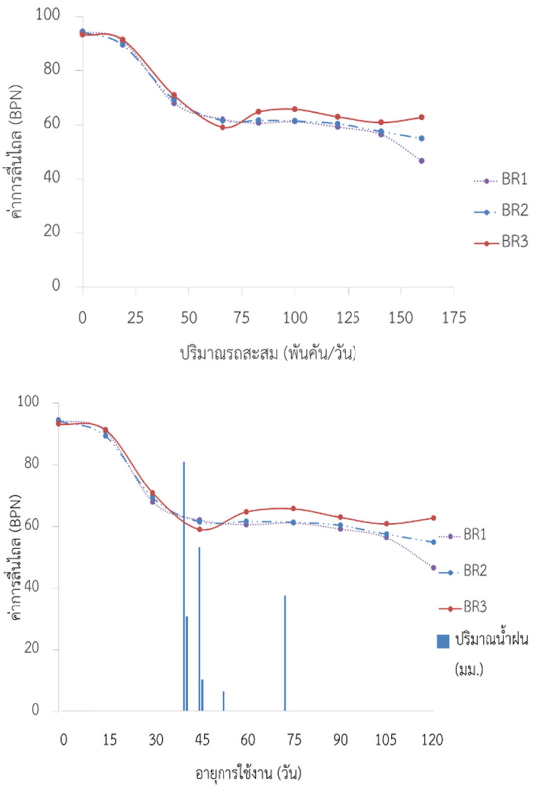
ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการลื่นไถล (BPN) อายุการใช้งาน และปริมาณจราจรสะสมของเส้นจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) สีแดง

ครั้งที่	อายุการใช้งาน	ปริมาณรถสะสม (พันคัน/วัน)	BR1	BR2	BR3
0	0	0	94	94	93
1	15	19	91	89	91
2	30	43	68	69	71
3	45	66	62	62	59
4	60	83	61	62	65
5	75	100	61	61	66
6	90	120	59	60	63
7	105	141	56	58	61
8	120	160	47	55	63

เมื่อ ระดับ BR1 คือ เส้นจราจรตามขวาง 2.00x3.00 ม. สีแดง หนาโดยประมาณ 2 มิลลิเมตร

ระดับ BR2 คือ เส้นจราจรตามขวาง 2.00x3.00 ม. สีแดง หนาโดยประมาณ 3 มิลลิเมตร

ระดับ BR3 คือ เส้นจราจรตามขวาง 2.00x3.00 ม. สีแดง หนาโดยประมาณ 4 มิลลิเมตร



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการลื่นไถล (BPN) กับปริมาณจราจรสะสมและอายุการใช้งานเส้นจราจรตามขวาง 2.00x3.00 ม. สีแดง

5.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ส่งผลต่อค่าการลื่นไถลของสีโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธี Linear Regression [4] เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ (Correlations) การพยากรณ์ (Model Summary) และสัมประสิทธิ์การถดถอย (Coefficients) ของค่าการลื่นไถล (BPN) กับปัจจัยที่ส่งผล ได้แก่ ปริมาณจราจรสะสม (ADT), อายุการใช้งาน (DAYS), ปริมาณน้ำฝน (RAIN), ค่าความหนา (THICKNESS), ตำแหน่ง (POSITION), สี (COLOR) และ กลุ่ม (GROUP) ดังตารางที่ 5 ถึงตารางที่ 7

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการลื่นไถล (BPN)

		Correlations							
		BPN	THICKNESS	COLOR	POSITION	GROUP	DAYS	ADT	RAIN
Pearson Correlation	BPN	1.000	0.326	-0.070	-0.057	-0.051	-0.340	-0.456	-0.119
	THICKNESS	0.326	1.000	-0.194	-0.133	-0.034	-0.299	-0.045	0.033
	COLOR	-0.070	-0.194	1.000	0.008	0.862	0.794	-0.647	0.004
	POSITION	-0.057	-0.133	0.008	1.000	0.010	0.016	-0.005	-0.002
	GROUP	-0.051	-0.034	0.862	0.010	1.000	0.688	-0.564	0.005
	DAYS	-0.340	-0.299	0.794	0.016	0.688	1.000	-0.513	-0.027
	ADT	-0.456	-0.045	-0.647	-0.005	-0.564	-0.513	1.000	-0.084
	RAIN	-0.119	0.033	0.004	-0.002	0.005	-0.027	-0.084	1.000

จากตารางที่ 5 สามารถอธิบายรายละเอียดปัจจัยที่ส่งผลได้ดังนี้ ความหนา มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ 0.326 สี มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ -0.070 ตำแหน่ง มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ -0.057 กลุ่ม มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ -0.051 อายุการใช้งาน มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ -0.340 ปริมาณจราจรสะสม มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ -0.456 ปริมาณน้ำฝน มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ -0.119 ซึ่งพบว่า ปริมาณจราจรสะสม มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์มากที่สุด

ตารางที่ 6 การพยากรณ์กับปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการลื่นไถล (BPN)

Model Summary[f]		1	2	3	4
Model		1	2	3	4
R		0.456[a]	0.810[b]	0.837[c]	0.839[d]
R Square		0.2079	0.6553	0.7009	0.7044
Adjusted R Square		0.2068	0.6543	0.6996	0.7026
Std. Error of the Estimate		12.3164	8.1307	7.5795	7.5413
Change Statistics	R Square Change	0.2079	0.4474	0.0456	0.0034
	F Change	179.307	885.232	103.810	7.913
	df1	1	1	1	1
	df2	683	682	681	680
	Sig. F Change	$1.77x10^{-36}$	$2.44x10^{-125}$	$8.70x10^{-23}$	0.0051

a. Predictors: (Constant), ADT

b. Predictors: (Constant), ADT, DAYS

c. Predictors: (Constant), ADT, DAYS, RAIN

d. Predictors: (Constant), ADT, DAYS, RAIN, THICKNESS

จากตารางที่ 6 สามารถอธิบายรายละเอียด Model ได้ดังนี้ โมเดล 1 มีปัจจัย 1 ตัวคือ ปริมาณการจราจรสะสม ที่สามารถพยากรณ์ค่าการลื่นไถลได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ R เท่ากับ 0.456 โมเดล 2 มีปัจจัย 2 ตัว คือ ปริมาณจราจรสะสม และอายุการใช้งานที่สามารถพยากรณ์ค่าการลื่นไถลได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ R เท่ากับ 0.810 โมเดล 3 มีปัจจัย 3 ตัวคือ ปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งานและปริมาณน้ำฝนที่สามารถพยากรณ์ค่าการลื่นไถลได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ R เท่ากับ 0.837 โมเดล 4 มีปัจจัย 4 ตัวคือ ปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งาน, ปริมาณน้ำฝนและความหนา ที่สามารถพยากรณ์ค่าการลื่นไถลได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ R เท่ากับ 0.837 ซึ่งพบว่า โมเดล 1 มีปัจจัย 1 ตัว คือ ปริมาณจราจรสะสม ที่สามารถพยากรณ์ค่าการลื่นไถลได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ R เท่ากับ 0.456 มากที่สุด

ตารางที่ 7 สัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการลื่นไถล (BPN)

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	76.882	0.660		116.492	-
	ADT	-0.012	0.001	-0.456	-13.391	$1.77x10^{-36}$
2	(Constant)	87.963	0.573		153.469	-
	ADT	-0.022	0.001	-0.856	-32.681	$1.07x10^{-141}$
	DAYS	-0.00024	0.00001	-0.779	-29.753	$2.44x10^{-125}$
3	(Constant)	89.564	0.557		160.818	-
	ADT	-0.023	0.001	-0.885	-35.992	$1.04x10^{-159}$
	DAYS	-0.00025	0.00001	-0.800	-32.642	$2.08x10^{-141}$
	RAIN	-0.151	0.015	-0.215	-10.189	$8.70x10^{-23}$
4	(Constant)	86.423	1.246		69.340	-
	ADT	-0.023	0.001	-0.868	-34.430	$3.73x10^{-151}$
	DAYS	-0.00024	0.00001	-0.772	-29.366	$4.78x10^{-123}$
	RAIN	-0.151	0.015	-0.215	-10.236	$5.74x10^{-23}$
	THICKNESS	0.987	0.351	0.063	2.813	0.00505

a. Dependent Variable: BPN

จากตารางที่ 7 สามารถอธิบายรายละเอียดสัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการลื่นไถล ได้ดังนี้ โมเดล 1 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ปริมาณจราจรสะสม เท่ากับ -0.012 ค่าคงที่เท่ากับ 76.882 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย เท่ากับ 0.001 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ -0.456 มีค่าสถิติที เท่ากับ -13.391 มีค่าความน่าจะเป็น เท่ากับ $1.77x10^{-36}$ โมเดล 2 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ปริมาณจราจรสะสมและอายุการใช้งานเท่ากับ -0.022 และ -0.00024 ค่าคงที่เท่ากับ 87.963 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย

_21-0060(001-172).indd 111 29/1/2564 BE 13:08

ปริมาณจราจรสะสมและอายุการใช้งาน เท่ากับ 0.001 และ 0.00001 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐานปริมาณจราจรสะสมและอายุการใช้งาน เท่ากับ -0.856 และ -0.779 มีค่าสถิติที ปริมาณจราจรสะสมและอายุการใช้งานเท่ากับ -32.681 และ -29.753 มีค่าความน่าจะเป็น ปริมาณจราจรสะสมและอายุการใช้งานเท่ากับ 1.07×10^{-141} และ 2.44×10^{-125} โมเดล 3 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งานและปริมาณน้ำฝนเท่ากับ -0.023, -0.00025 และ -0.151 ค่าคงที่เท่ากับ 89.564 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย ปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งานและปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 0.001, 0.00001 และ 0.015 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน ปริมาณจราจรสะสม,อายุการใช้งานและปริมาณน้ำฝนเท่ากับ -0.885, -0.800 และ -0.215 มีค่าสถิติที ปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งานและปริมาณน้ำฝนเท่ากับ -35.992, -32.642 และ -10.189 มีค่าความน่าจะเป็น ปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งานและปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 1.04×10^{-159}, 2.08×10^{-141} และ 8.7×10^{-23} โมเดล 4 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งาน,ปริมาณน้ำฝนและความหนาเท่ากับ -0.023, -0.00024, -0.151 และ 0.987 ค่าคงที่เท่ากับ 86.423 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย ปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งาน, ปริมาณน้ำฝนและความหนาเท่ากับ 0.001, 0.00001, 0.015 และ 0.351 มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งาน, ปริมาณน้ำฝนและความหนาเท่ากับ -0.886, -0.772, -0.215 และ 0.063 มีค่าสถิติทีปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งาน,ปริมาณน้ำฝนและความหนาเท่ากับ-34.430, -29.366, 10.236 และ 2.813 มีค่าความน่าจะเป็นปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งาน, ปริมาณน้ำฝนและความหนาเท่ากับ 3.73×10^{-151}, 4.78×10^{-123}, 5.74×10^{-23} และ 0.005

6. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาเกี่ยวกับค่าต้านการลื่นไถลเริ่มต้นของสีโคลด์พลาสติก (Anti Skid Resistance) กับระดับความหนาต่าง ๆ พบว่าค่าการลื่นไถลเริ่มต้นของสีขาวส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 87 – 94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ มอก. 2611-2556 เท่านั้น [1] ที่กำหนดไว้ซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 55 ส่วนค่าการลื่นไถลเริ่มต้นของสีแดง ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 93 – 94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ มอก. 2611-2556 เท่านั้น [1] ที่กำหนดไว้ซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 55 และยังสามารถทำให้การเปิดให้บริการได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อเปิดใช้งานไปได้ระยะเวลาหนึ่งค่าการลื่นไถลลดลงแต่เมื่อทำความสะอาดเส้นจราจรชนิดสีโคลด์พลาสติก แล้วดำเนินการทดสอบหาค่าการลื่นไถลซึ่งได้ค่าที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยโครงการศึกษาค่าความเสียดทานของผิวทางที่มีผลต่อความปลอดภัยทางถนน กรณีศึกษา : ผลกระทบของน้ำเมือกปลาบนถนนพระราม 2 จังหวัดสมุทรสาคร Kanitpong [5] ได้กล่าวว่าการทำความสะอาดผิวทางสามารถช่วยกำจัดคราบน้ำเมือกปลาที่เคลือบสะสมอยู่บนผิวทางและเพิ่มค่าความเสียดทานได้ แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ในการทำความสะอาด และจากตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการลื่นไถล พบว่า

6.1 ปัจจัยภายใน โดยวิธี Linear Regression พบว่าโมเดลที่ 4 ซึ่งมีตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์กับค่าการลื่นไถล ได้แก่ ความหนา

6.2 ปัจจัยภายนอก เมื่อวิเคราะห์ทางวิธีสถิติ โดยวิธี Linear Regression พบว่า โมเดลที่ 4 ซึ่งมีตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์กับค่าการลื่นไถล ได้แก่ ปริมาณจราจรสะสม, อายุการใช้งานและปริมาณน้ำฝน

7. ข้อเสนอแนะครั้งนี้และครั้งต่อไป

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการลื่นไถล คือ ปริมาณจราจรสะสม ที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของเส้นสีจราจรโคลด์พลาสติกบนผิวจราจรคอนกรีต เพื่อให้การดำเนินงานตีเส้นจราจรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้เส้นทาง จะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลายอย่าง ซึ่งผู้ศึกษาจะขอให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานดังกล่าวดังนี้

1) วัสดุที่นำมาใช้นั้นมีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานที่ได้รับการรับรอง

2) วิธีการตีเส้นจราจรจะต้องเป็นผู้ที่มีทักษะ ความรู้ ความชำนาญ เกี่ยวกับวิธีการตีเส้นจราจร และปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด

3) เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการตีเส้นจราจรต้องมีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของเส้นจราจรอย่างเพียงพอ

4) การบำรุงรักษา การควบคุมงานตีเส้นจราจรจะต้องมีกระบวนการบำรุงรักษาผิวจราจรให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกมาปิดทับเส้นจราจร ทำให้ประสิทธิภาพของสีโคลด์พลาสติกต่ำลงเร็วกว่าเวลาอันควรได้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Thai Industrial Standards, Cold Plastic Road Marking Standard TIS.2611-2556, Bangkok: Ministry of Industry, 2013. (in Thai)

[2] Department of Highways, Specification For Road Marking, Bangkok: Ministry of Transport, 2008. (in Thai)

[3] American Society for Testing Materials (ASTM) (2008), Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester. ASTM E303-93, West Conshohocken. PA: International West Conshohocken, 2008.

[4] K. Vanichbuncha, "SPSS for Windows Data Analysis," Chulalongkorn University, Bangkok, 2003. (in Thai)

[5] K. Kanitpong, "Study of road surface friction that affects road safety. Case study: Impact of fish slime on Rama 2 Road, Samut Sakhon," roadsafetythai, [Online]. Available: http://roadsafetythai.org/uploads/userfiles/ACC_53004.pdf. [Accessed 25 November 2016]. (in Thai)