การศึกษาการทดสอบความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวถนน

(กรณีศึกษา น้ำยางพาราตกปนเปื้อนผิวถนน)

The Study of Skid Resistance on Flexible Pavements

(Case Study : Latex spilled on Flexible Pavements)

นายชนิศร์ โพธิ์ดง รหัส 52363776

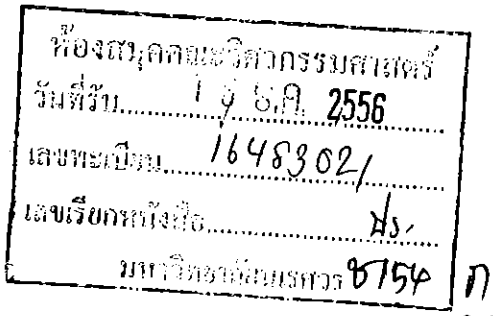
นายพุทธทรง บัณฑุรัตน์ รหัส 52364070

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2556



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การศึกษาการทดสอบความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวถนน กรณีศึกษา น้ำยางพาราตกปนเปื้อนผิวถนน

ผู้ดำเนินโครงงาน นายชนิศร์ โพธิ์ดง รหัส 52363776

นายพุทธทรง บัณฑุรัตน์ รหัส 52364070

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์บุญพล มีไชโย

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2556

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์บุญพล มีไชโย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาการทดสอบความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวถนน กรณีศึกษา น้ำยางพาราตกปนเปื้อนผิวถนน	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายชนิศร์ โพธิ์ดง	รหัส 52363776
	นายพุทธทรง บัณฑุรัตน์	รหัส 52364070
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์บุญพล มีไชโย	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2556	

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางลาดยางขณะที่เปื้อนน้ำยางพารา โดยมีจุดประสงค์เพื่อทราบถึงตัวแปรต่างๆ และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง และประหยัดงบประมาณมากที่สุด และจากการทดลองสามารถหาตัวแปรอื่นๆ ไปประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคต และสามารถตรวจสอบว่าค่าความต้านทานการลื่นไถลสูงกว่าค่ามาตรฐาน ที่กำหนดสำหรับถนนทั่วไป คือ 45 จึงถือว่าปลอดภัย โดยการวัดด้วยเครื่องมือ Portable Skid Resistance Tester โดยทำการทดสอบ พื้นผิวถนนจำลองที่เปื้อนน้ำยางพารา แล้วใช้ตัวแปร 4 ประเภทในการแก้ไข คือ น้ำเปล่า น้ำยาล้างจาน น้ำส้มควันไม้ น้ำหมักชีวภาพ (EM) และทำการวิเคราะห์ค่าความต้านทานการลื่นไถล (SRV)

จากการศึกษาพบว่า ค่าความต้านทานการลื่นไถลที่ใช้น้ำเปล่า และน้ำส้มควันไม้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.8 และ 46.8 ตามลำดับ และน้ำเปล่ากับน้ำส้มควันไม้นั้นค่าเฉลี่ยหลังจากที่ใช้ตัวแปรในการแก้ไขมากขึ้นกว่านั้นก็คือว่าทำให้ถนนเกิดการฝืด เท่ากับ 56.8 เปอร์เซ็นต์ และ 40.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในส่วนของน้ำยางล้างจาน และน้ำหมักชีวภาพ (EM) มีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดเท่ากับ 12.5 และ 8.14 ตามลำดับ ซึ่งดูจากผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลองจากข้างต้นนั้น การที่ใช้น้ำเปล่าเป็นตัวแปรในการแก้ไขจึงเหมาะสมที่สุด เพราะมากกว่าค่ามาตรฐาน ใช้ต้นทุนต่ำ จัดหาได้ง่าย เป็นต้น

Project title	The Study of Skid Resistance on Flexible Pavements	
	(Case Study : Latex spilled on Flexible Pavements)	
Name	Mr. Chanit Phodong	ID. 52363776
	Mr. Putthsong Banturat	ID. 52364070
Project advisor	Mr. Boonphol Meechaiyo	
Major	Civil Engineering	
Department	Civil Engineering	
Academic year	2013	

.....

Abstract

This research studied about the Skid Resistance Value of Flexible Pavement when it dirtied with Latex. The purpose of this research were knowing factors, properly solving, and saving budgets. This test found other factors to adapt with another case in the future. Moreover, Skid Resistance Value was higher than the standard score which specified for safety of pavement was SRV 45. The test used Portable Skid Resistance Tester for test with Flexible Pavements was spilled by Latex. Then, it used 4 factors were water, dishwashing liquid, pyroligneous acid and organic acids (Effective Microorganisms: EM). After that, to analysis the Skid Resistance Value.

The study found that the averages of the Skid Resistance Value by water and pyroligneous acid equaled 56.8 and 46.8. This using water and pyroligneous acid made the road was friction more than did not use of them. The results of averages were 56.8 percent and 40.54 percent respectively. Besides, the averages by using dishwashing liquid and EM was less than the standard score, there were 12.5 and 8.14 respectively. The result of the experiment above can be said that the water was the best factor because average of its was higher than the standard score. On the other hand, there were low-cost and it easy for providing.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลงได้ ทางคณะผู้ดำเนินงานต้องขอขอบคุณ อาจารย์บุญพล มีไชโย ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้ทางคณะผู้จัดทำสามารถนำหนังสือไปใช้เพื่อค้นคว้า

ขอขอบคุณฝ่ายอาคารปฏิบัติการของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ยืมอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณคณะอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดามารดาที่ให้การอุปภาระทางด้านการเงิน และทางด้านจิตใจจนกระทั่งโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายชนิศร์ โพธิ์ดง
นายพุทธทรง บัณฑุรัตน์
ตุลาคม 2556

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ช
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 แผนการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 4
2.1 การทดสอบความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ของพื้นผิวถนน 4
2.1.1 หลักการทั่วไป 4
2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานการลื่นไถล 4
2.1.3 การวัดความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทาง 5
2.1.4 หลักการหาค่าความต้านทานการลื่นไถล 7
2.1.5 การปรับแก้อุณหภูมิ 8
2.2 การทดสอบหาความต้านทานการลื่นไถล โดย Portable Skid Resistance Tester 9
2.2.1 เครื่องมือทดสอบ 9
2.2.2 การทดสอบพื้นถนน 10
2.2.3 ผลการทดสอบ 11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 การทำน้ำส้มควันไม้....12
2.3.1 วัสดุอุปกรณ์....12
2.3.2 ประโยชน์น้ำส้มควันไม้....12
2.3.3 วิธีการเผา....13
2.3.4 ข้อควรระวังในการใช้น้ำส้มควันไม้....16
2.3.5 ผลดีที่จะได้กับดิน....17
2.3.6 การเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้....17
2.3.7 การนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ด้านอื่นๆ....17
2.4 น้ำยางพารา (Latex)....18
2.4.1 ส่วนประกอบของน้ำยาง....19
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน....20
3.1 แผนการดำเนินโครงงานในห้องปฏิบัติงาน....20
3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างวัสดุ....21
3.3 การติดตั้งเครื่องมือ....22
3.4 การวัดค่าความต้านทานการลื่นไถลในห้องปฏิบัติการ....23
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์....25
4.1 ผลการทดลอง....25
4.1.1 รายการคำนวณ....26
4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง....28
4.2.1 กราฟแสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยก่อน-หลัง ของความต้านทาน
การลื่นไถล....28
4.2.2 กราฟแสดงค่าผลต่าง ก่อน-หลัง ของความต้านทานการลื่นไถล....29
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....30
5.1 บทสรุป....30
5.2 การเปรียบเทียบผลการทดลองในห้องปฏิบัติการระหว่างค่าเฉลี่ยความต้านทาน
การลื่นไถลกับค่ามาตรฐานความต้านทานการลื่นไถลต่ำสุด....31
5.3 ข้อเสนอแนะ....31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง..... 32
ภาคผนวก ก..... 34
ภาคผนวก ข..... 35
ประวัติผู้ดำเนินงาน..... 36

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการศึกษาโครงงาน....3

2.1 ค่าความต้านทานการลื่นไถลต่ำสุด.... 11

4.1 ผลการทดลองพื้นถนนเปื้อนน้ำยางพารา และตัวแปรต่างๆในการแก้ปัญหา.... 25

5.1 แสดงค่าความต้านทานการลื่นไถล (SRV) ก่อน-หลัง ร้อยละ ของตัวแปร 4 ประเภท 30

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 Portable Skid Resistance Tester หรือ Portable British Pendulum Tester 6

2.2 The Sideways Force Coefficient Routine Investigation Machine 7

2.3 หลักการหาค่าความต้านทานการลื่นไถล 7

2.4 เครื่องมือ Portable Skid Resistance Taster 9

2.5 ส่วนประกอบของเครื่องมือ Portable Skid Resistance Taster 10

2.6 ขุดร่องดินเพื่อวางถังในลักษณะแนวนอน 13

2.7 ถังบรรจุไม้เข้าไปในถังให้วางคาน 14

2.8 ใส่ไม้เข้าไปจนเต็มถังแล้วให้นำฝาถังมาปิดที่ปากถัง 15

2.9 นำข้อต่อซีเมนต์ ขนาด 4 นิ้ว ต่อตรงก้นถัง (ช่องควันออก) 16

2.10 น้ำยางพารา 17

3.1 แผนการดำเนินงาน 21

3.2 ตัวแปรต่างๆ และน้ำยางพารา 22

3.3 พื้นถนนจำลองที่ราดน้ำยางพารา 22

3.4 เครื่องมือ Portable Skid Resistance Tester 23

3.5 แสดงการทดสอบพื้นผิวถนนจำลองที่ราดน้ำยางพารา 24

3.6 แสดงการทดสอบพื้นผิวถนนจำลองที่ราดตัวแปรต่างๆทับน้ำยางพารา 24

4.1 กราฟแสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยก่อนหลัง 28

4.2 กราฟแสดงค่าผลต่าง ก่อน-หลัง ของการทดลอง 29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญที่มาของปัญหา

ในอดีตการปลูกต้นยางพาราเป็นที่แพร่หลายในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยโดยเฉพาะจังหวัดสุราษฎร์ธานี สงขลา ยะลา และจังหวัดตรัง ฯลฯ แต่ในปัจจุบันมีการปลูกต้นยางพาราเพิ่มมากขึ้นในบริเวณภาคเหนือ เช่น จังหวัด น่าน แพร่ พิษณุโลก เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของยางพาราในประเทศและต่างประเทศโดยเฉพาะการส่งออก และเพื่อเป็นการป้องกันและบรรเทาปัญหาจากภัยธรรมชาติคือ อุทกภัยทางภาคใต้ เนื่องจากมีการนำยางพารามาใช้วัสดุต่างๆ จึงต้องมีการประยุกต์สู่ภาคอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้มากยิ่งขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการ โดยการนำยางพาราไปสู่โรงงานในบริเวณทางภาคใต้ของประเทศไทยนั้นจะมีโรงงานอุตสาหกรรมรีดแผ่นยางพาราไม่ไกลจากจุดที่ปลูกต้นยางพารามากนักจึงทำให้การขนส่งไม่ค่อยประสบปัญหามากนัก

แต่การขนส่งยางพาราทางภาคเหนือที่มีการขนส่งระหว่างสวนยางพาราและโรงงานยางพารามีระยะทางที่ห่างไกล และขาดประสบการณ์ในการขนส่งยางพาราไปสู่โรงงานอุตสาหกรรมยางพาราจึงประสบปัญหาการรั่วไหลของน้ำยางพาราจากการขนส่งเป็นสาเหตุให้เกิดการถนนลื่นและเกิดอุบัติเหตุของรถยนต์และพาหนะที่สัญจรไปมาได้ง่ายและบ่อยครั้ง จึงเกิดการศึกษาถึงปัญหาจากการลื่นไถลจากน้ำยางพาราบนพื้นถนนและศึกษาวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงโดยอ้างอิงจากทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

โดยโครงงานนี้จะมุ่งเน้นศึกษาความต้านทานการลื่นไถลจากสภาพถนนในสภาพเปื้อนน้ำยางพาราเพื่อลดอุบัติเหตุจากสภาพถนนที่เปื้อนยางพาราจากการขนส่งบนพื้นถนน เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาความลื่นบนพื้นถนนที่เปื้อนยางพาราอย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการลื่นไถลของถนนที่เปื้อนยางพาราโดยวิธีต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance)
2. เพื่อศึกษาการทดลองในห้องปฏิบัติการจริงเพื่อให้ทราบถึงตัวแปรต่างๆ และวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม
3. เพื่อหาข้อสรุปจากการทดลองเพื่อนำผลที่ได้รับไปประยุกต์ใช้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงพฤติกรรมการลื่นไถลของพื้นถนน
2. ทราบถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาของพื้นถนนที่เปื้อนน้ำยางพารา

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

ศึกษาปัญหาการลื่นไถลจากพื้นถนนโดยนำตัวอย่างมาจากพื้นถนนจริงที่มีการเปื้อนของน้ำยางพารา และนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่องมือในการทดลองคือ Portable Skid Resistance Taster (ASTM E303) และตัวแปรต่างๆ เช่น น้ำส้มควันไม้ น้ำหมักชีวภาพ น้ำยาล้างจาน และน้ำเปล่า เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการชะล้างสารปนเปื้อน (ยางพารา) ที่นำมาเพื่อหาผลลัพธ์ว่าตัวแปรใดมีความเหมาะสมที่สุด

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- ศึกษาถึงงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง
- ศึกษาคุณสมบัติของน้ำยางพาราและตัวแปรต่างๆที่ใช้แก้ปัญหา
- การทดสอบต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ในห้องปฏิบัติการ
- หาขอบเขตงานและวิเคราะห์ผลสรุปของงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	พฤษภาคม 2556	มิถุนายน 2556	กรกฎาคม 2556	สิหาคม 2556
1.6.1 ศึกษาข้อมูลและวางแผนการทำงาน	←	→		
1.6.2 ทดสอบการลื่นไถลของถนนที่เปื้อนน้ำยางพารา และหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแปรต่าง ๆ		←	→	
1.6.3 วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง			←	→
1.6.4 จัดทำรูปเล่มรายงาน				↔

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 การทดสอบความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ของพื้นผิวถนน

Resistance Tester เป็นการทดสอบที่จุดทดสอบบนพื้นผิวถนน เพื่อหาค่าความต้านทานการลื่นไถล ค่าที่ทดสอบได้มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการห้ามล้อของยางล้อรถชนิดที่มีดอกยางบนถนนที่เปียกแฉะได้ในขณะที่รถวิ่งในอัตราเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวถนนใช้ประกอบการตัดสินใจในการบำรุงรักษาสภาพของพื้นผิวถนน ให้สภาพพื้นผิวถนนมีความต้านทานการลื่นไถลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามประเภทความสำคัญของ ทาง ซึ่งส่งผลให้ผู้ใช้ทางสามารถเดินทางได้อย่างปลอดภัย

อย่างไรก็ตามคุณสมบัติหลายๆ ประการของพื้นผิวถนนสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนในช่วงอัตราเร็วตั้งแต่ 50 จนถึง 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังนั้นค่าความต้านทานการลื่นไถล ซึ่งเป็นค่าที่วัดในขณะที่อัตราเร็วอยู่ที่ประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจึงไม่สามารถนำไปใช้แสดงประสิทธิภาพของถนนที่อัตราเร็วสูงกว่านั้นได้อย่างถูกต้อง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวถนนจะลดลงไปเมื่ออัตราความเร็วของรถเพิ่มสูงขึ้นบนถนนที่เปียกแฉะ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะความหยาบของพื้นผิวถนนด้วยเช่นกันโดยความต้านทานการลื่นไถลของถนนที่มีพื้นผิวหยาบนั้นมักจะมากกว่าถนนที่มีผิวเรียบ ดังนั้นเมื่อต้องการใช้เครื่องมือทดสอบกับถนนที่ใช้อัตราเร็วสูง

2.1.1 หลักการทั่วไป

ค่าความต้านทานการลื่นไถลของล้อยานพาหนะบนถนนมีความสำคัญต่อความปลอดภัย ความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวถนนใช้ประกอบการตัดสินใจในการบำรุงรักษาสภาพของพื้นผิวถนน ให้สภาพพื้นผิวถนนมีความต้านทานการลื่นไถลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามประเภทความสำคัญของทาง ซึ่งส่งผลให้ผู้ใช้ทางสามารถเดินทางได้อย่างปลอดภัย

2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานการลื่นไถล

ความต้านทานการเลื่อนไถลของถนน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักที่สำคัญ4 ปัจจัยดังนี้

1.) **คุณลักษณะของพื้นผิวทาง (Pavement Characteristics)** เช่น ความหยาบละเอียด (Texture), ความขรุขระ (Roughness), ร่องล้อ (Rutting) ความหยาบละเอียดของพื้นผิวถนนส่งผลให้ความต้านทานการลื่นไถลดีขึ้น ความขรุขระของถนนอาจทำให้ล้อยานพาหนะเกิดอาการ

กระเด้งเมื่อขับผ่าน ซึ่งส่งผลให้ความเสียดทานระหว่างล้อและผิวถนนลดลง ร่องล้อที่เกิดขึ้นบนผิวถนนโดยเฉพาะเมื่อมีน้ำขังมีส่วนทำให้ค่าความเสียดทานระหว่างล้อและผิวถนนลดลง

2.) **คุณลักษณะของล้อยาง (Tire Characteristics) เช่น ชนิดของยาง** (Tire Type), ดอกยาง (Tire Tread), ลมยาง (Inflation Pressure) การออกแบบล้อยางโดยทั่วไปจะเลือกออกแบบให้ล้อยางคุณลักษณะที่ดีอย่างใดอย่างหนึ่ง ระหว่างในด้านความทนทานต่อการสึกหรอหรือด้านความต้านทานการลื่นไถล ล้อยางที่ถูกออกแบบให้มีเนื้อยางแข็งจะมีความทนทานต่อการสึกหรอมากกว่าล้อยางที่ถูกออกแบบให้มีเนื้อยางอ่อน ในขณะเดียวกัน เนื้อยางที่อ่อนจะช่วยในการต้านทานการลื่นไถลได้ดีกว่าล้อยางที่มีเนื้อยางแข็ง ล้อยางที่มีดอกยางสภาพดีสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพต้านทานการลื่นไถลได้และช่วยรีดน้ำในขณะแล่นบนถนนเปียกได้ดี ลมยางที่มากหรือน้อยเกินไปมีผลให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลลดลง

3.) คุณลักษณะของการใช้รถ (Vehicle Operational Characteristics) เช่น ความเร็ว (Speed), อาการล้อลื่น (Tire Slip), น้ำหนักรถ (Axle Load), ชนิดของรถ (Type of Vehicle) ความเร็วของยานพาหนะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความต้านทานการลื่นไถล ความเร็วที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การรีดน้ำบนถนนที่เปียกลดลงส่งผลให้สภาพเปียกของถนนมีผลต่อการเบรคยานพาหนะ เมื่อทำการเบรค ความเร็วของล้อจะลดลงถ้าความเร็วของล้อรถลดลงด้วยอัตราที่สูงกว่าความเร็วของรถล้อยางจะมีอาการลื่น(ไม่หมุน)ไปบนพื้นถนน และเมื่อเกิดภาวะเบรคล็อค ล้อรถที่อยู่ในสภาพลื่นจะลื่นไถลไปบนพื้นถนน ระบบ Anti-lock Break System (ABS) ถูกออกแบบเพื่อช่วยสร้างสมดุลความเร็วของล้อและรถในขณะเบรค ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการลื่นไถล

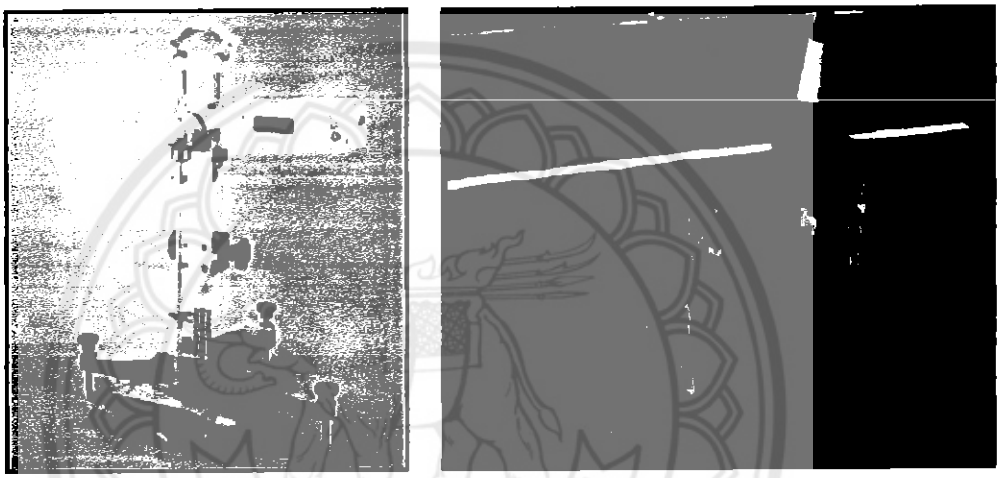
4.) สภาพแวดล้อมอื่นๆ (Environmental Factors) เช่น สภาพเปียก (Wetness), สิ่งเปรอะเปื้อน (Contamination), อุณหภูมิ (Temperature) ถนนที่มีสภาพเปียก หรือ มีสิ่งเปรอะเปื้อนเช่นโคลน น้ำมันบนผิวถนน จะลดประสิทธิภาพความต้านทานการลื่นไถล อุณหภูมิของอากาศและอุณหภูมิล้อยางที่สูงขึ้นจะลดค่าความต้านทานการลื่นไถลได้

2.1.3 การวัดความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทาง

การวัดความต้านทานการลื่นไถลมี 2 วิธี ได้แก่ การวัดในเชิงสถิตยศาสตร์ (Static) และการวัดในเชิงพลศาสตร์ (Dynamic)

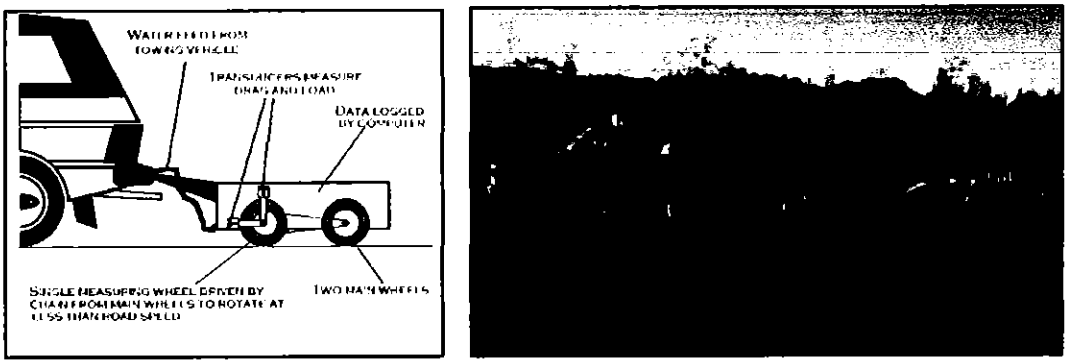
1.) **การวัดในเชิงสถิตยศาสตร์**เป็นการวัดความต้านทานการลื่นไถลโดยใช้เครื่องมือทดสอบเคลื่อนที่ผ่านจุดของพื้นผิวถนนที่ทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ทดสอบหาความต้านทานการลื่นไถล คือ เครื่อง Portable Skid Resistance Tester หรือ Portable British Pendulum Tester การวัดในเชิงสถิตยศาสตร์ถูกใช้ในห้องปฏิบัติการ และ บนพื้นผิวถนนในงานสนาม เครื่อง Portable Skid Resistance Tester จะมีชุดแขนเหวี่ยงและหัวเหวี่ยงแท่นยางที่ปลายแขนเหวี่ยง การทดสอบจะวัดค่าแรงเสียดทานระหว่างแท่นยางและจุดสัมผัสของพื้นผิวถนน โดยที่แท่นยางกับผิวทดสอบจะมีระยะผิวสัมผัสประมาณ 125 มิลลิเมตร บริเวณจุดทดสอบจะต้องอยู่ในสภาพที่เปียกเมื่อแขนเหวี่ยง

ถูกปล่อยแล้วแท่นยางผ่านผิวสัมผัส จะได้ค่าความต้านทานการลื่นไถลที่อ่านได้จากมาตรโค้งบนเครื่องมือเป็นค่า British Pendulum Number; BPN ซึ่งก็คือค่า Skid Resistance Value; SRV ค่า BPN มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของในการห้ามล้อของยางล้อรถ บนถนนที่เปียกแฉะได้ในขณะที่รถวิ่งในอัตราเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเครื่อง Portable Skid Resistance Tester นี้ไม่ได้ออกแบบสำหรับที่ความเร็วสูงกว่านี้ และค่าที่ได้จากเครื่อง Portable Skid Resistance Tester ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ไปยังค่าที่ได้จากการทดสอบแบบ full-scale ในเชิงพลศาสตร์โดยใช้ล้อยาง



รูปที่ 2.1 Portable Skid Resistance Tester หรือ Portable British Pendulum Tester

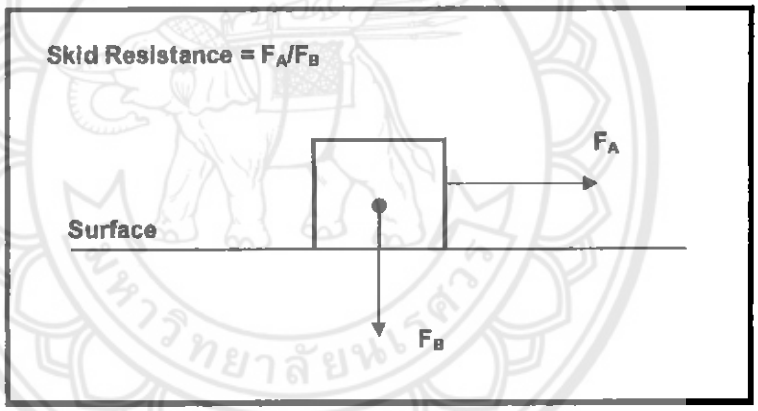
2.) การวัดในเชิงพลศาสตร์เป็นการวัดความต้านทานด้วยล้อยางรถยนต์ในขณะที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่บนพื้นผิวถนน เครื่องมือทดสอบที่ใช้เช่น The Sideways Force Coefficient Routine Investigation Machine; SCRIM หรือ MU Meter โดยในการทดสอบจะเป็นการตอบสนองระหว่างพื้นผิวถนนกับล้อยางที่ถูกล็อคไว้ไม่ให้หมุนของรถทดสอบ โดยล้อยางขนาดมาตรฐานจะถูกติดตั้งไว้ที่ท้ายรถหรือรถพ่วง และมีการปล่อยน้ำบริเวณล้อยางขณะยังมีการเคลื่อนที่ ล้อยางจะถูกล็อคในขณะที่รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ประมาณ 65 กิโลเมตร/ชั่วโมง และจะได้ค่าความต้านทานการลื่นไถลระหว่างล้อยางกับพื้นผิวถนนที่เปียกน้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่ใช้ในการทำให้ล้อยางลื่นไถลหารด้วยน้ำหนักล้อและคูณด้วย 100 ค่าที่ได้นี้เป็น Skid Number (SN) หรือ Friction Number (FN)



รูปที่ 2.2 The Sideways Force Coefficient Routine Investigation Machine

2.1.4 หลักการหาค่าความต้านทานการลื่นไถล

ความต้านทานการลื่นไถลโดยทั่วแสดงค่าในรูปของ ค่าสัมประสิทธ์ ความเสียดทาน (Coefficient of Friction; f) หรือ ค่าความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance Value; SRV)



รูปที่ 2.3 หลักการหาค่าความต้านทานการลื่นไถล

1.) ค่าสัมประสิทธ์ความเสียดทาน (Coefficient of Friction; f)

$$f = \frac{F_A}{F_B}$$

เมื่อ F_A = แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส (แรงที่ทำให้วัตถุ เริ่มเคลื่อนที่)

F_B = น้ำหนักที่กระทำลงบนพื้น ตั้งฉากกับผิวสัมผัส

2.) ค่าความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance Value; SRV)

$$SRV = 100 \times f$$

ค่าความต้านทานการลื่นไถลที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องมือ Portable Skid Resistance Tester มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการห้ามล้อของยางล้อรถชนิดที่มีดอกยางบนถนนที่เปียกแฉะได้ในขณะที่รถวิ่งในอัตราเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คุณสมบัติหลายๆ ประการของพื้นถนนสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนในช่วงอัตราเร็วตั้งแต่ 50 จนถึง 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังนั้นค่าความต้านทานการลื่นไถล ซึ่งเป็นค่าที่วัดในขณะที่อัตราเร็วอยู่ที่ประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจึงไม่สามารถนำไปใช้แสดงประสิทธิภาพของถนนที่อัตราเร็วสูงกว่านั้นได้อย่างถูกต้อง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วความต้านทานการลื่นไถลของถนนจะลดลงไปเมื่ออัตราความเร็วของรถเพิ่มสูงขึ้นบนถนนที่เปียกแฉะ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะความหยาบของพื้นผิวถนนด้วยเช่นกันโดยความต้านทานการลื่นไถลของถนนที่มีพื้นผิวหยาบนั้นมักจะมากกว่าถนนที่มีผิวเรียบ ถ้าต้องการใช้เครื่องทดสอบกับถนนที่ใช้อัตราเร็วสูง จำเป็นที่จะต้องระบุรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับวัสดุและความหยาบของพื้นผิวถนนลงไปด้วย

2.1.5 การปรับแก้อุณหภูมิ

ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อการคืนตัวของแท่นยางมีอิทธิพลต่อการวัดค่าความต้านทานการลื่นไถลในประเทศอังกฤษ ค่าความต้านทานการลื่นไถลอยู่ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียลจากการศึกษาของ Maclean and Shergold (1978) แนะนำให้ใช้สัดส่วนของอุณหภูมิ ปรับแก้ค่าที่อ่านได้จากการศึกษาของ Beaven and Tubey (1978) ในประเทศมาเลเซีย ได้ปรับปรุงสูตรเพื่อปรับแก้ค่าความต้านทานการลื่นไถลที่อุณหภูมิทดสอบ เป็นค่าความต้านทานการลื่นไถลที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้อ้างอิงในบริเวณโซนเมืองร้อน

$$SRV(35) = \frac{(100+t)}{135} \times SRV(t)$$

เมื่อ SRV(35) = Equivalent Skid Resistance Value at 35 c°

SRV(t) = Measured Skid Resistance Value

T = Temperature at Test Site

2.2 การทดสอบหาความต้านทานการลื่นไถล โดย Portable Skid Resistance Tester

2.2.1 เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือ Portable Skid Resistance Taster ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญดังนี้

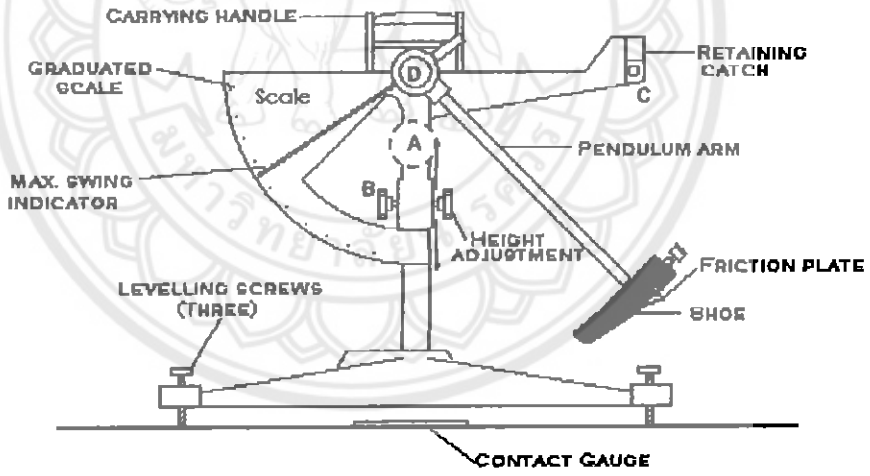
1.) ชุดขาตั้งเครื่องมือ (A)

2.) ชุดแกนตั้งปรับระดับเครื่องมือในแนวดิ่ง (B)

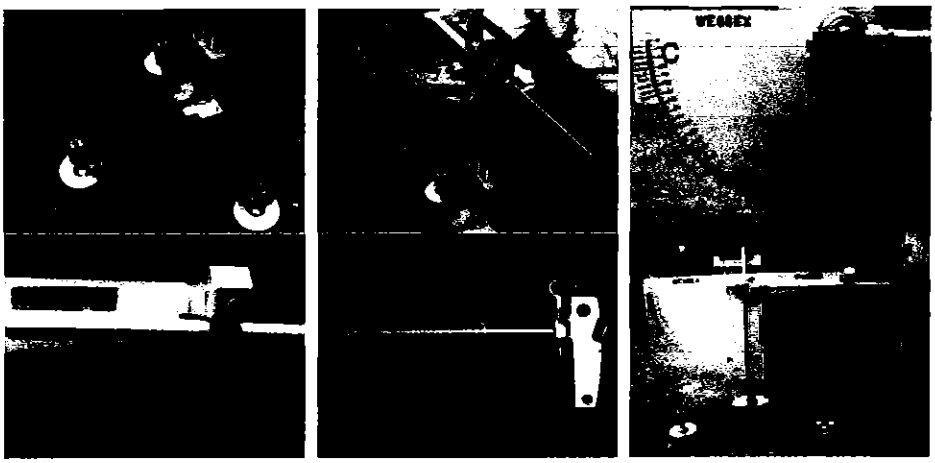
3.) ชุดมาตรโค้ง เข็มชี้ค่า (C)

4.) ชุดตัวจับยึดแขนเหวี่ยง (D)

5.) ชุดแขนเหวี่ยงและชุดหัวเหวี่ยงแท่นยาง (E)



รูปที่ 2.4 เครื่องมือ Portable Skid Resistance Taster



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของเครื่องมือPortable Skid Resistance Taster

2.2.2 การทดสอบบนพื้นถนน

วิธีการทดสอบ

1.) ตรวจสอบถนนและเลือกบริเวณที่ต้องการทดสอบ

2.) ตั้งเครื่องมือทดสอบบนพื้นผิวของถนนในบริเวณที่ได้ทำการเลือกไว้แล้ว โดยให้แท่นยาง มีการแกว่งตัวอยู่ในทิศทางเดียวกับการจราจร บนพื้นถนนที่มีลักษณะของสันเนินหรือผิวคอนกรีตที่ไม่มีความเรียบควรทำการทดสอบโดยให้ แท่นยางทำงานที่ประมาณ 80 ของสันเนินดังกล่าว ให้ทำการทดสอบหาค่าเฉลี่ยจากค่าที่อ่านได้ 5 ตัวอย่าง โดยมาจากพื้นผิว 5 จุด ภายในบริเวณที่ทำการทดสอบเดียวกัน(ควรจะใช้บริเวณด้านที่ใกล้กับช่องทางรถวิ่ง) โดยให้แต่ละจุดห่างกันประมาณ 5 ถึง10 เมตร ตามความยาวของพื้นที่ทำการทดสอบ ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทั้ง 5 ครั้งที่ถือเป็นค่าต้านทานความลื่นไถลของถนน การทดสอบทั้ง 5 ครั้งควรกระทำในพื้นผิวถนนที่อยู่ในสภาพเปียก

3.) ความลื่นของถนนมักจะแตกต่างกันไปตลอดความกว้างของพื้นถนน และบางครั้งจุดที่อยู่สูงสุดของถนนมักจะเป็นส่วนที่มีความลื่นสูงสุด หากไม่แน่ใจในผลการทดสอบ ควรเลือกทำการทดสอบในบริเวณจุดสูงสุดของพื้นถนนด้วยทุกครั้ง

2.2.3 ผลการทดสอบ

ค่าที่อ่านได้จากเข็มชี้ค่าบนมาตรโค้ง ได้แก่ค่า British Pendulum number; BPN หรือค่าความต้านทานการลื่นไถล (Skid-Resistance Value; SRV)

1.) ทำการปรับแก้ค่า SRV ที่อุณหภูมิทดสอบเป็นค่า SRV ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล จากสมการ

$$srv_{35} = \frac{(100+t)}{135} \times srv_t$$

2.) หาค่าเฉลี่ยSRV จากการสมการ

$$SRV = \frac{(srv_1 + srv_2 + srv_3 + srv_4 + srv_5)}{5}$$

3.) หา Coefficient of Friction; f

$$f = \frac{SRV}{100}$$

4.) ตารางที่ 2.1 ค่าความต้านทานการลื่นไถลต่ำสุด (ในสภาพถนนเปียก)

กลุ่ม	ชนิดของพื้นถนน	ค่าความต้านทานการลื่นไถลต่ำสุด
A	ถนนที่มีลักษณะซับซ้อน เช่น 1. ทางเลี้ยวกวน 2. ทางโค้งที่มีรัศมีน้อยกว่า 150 เมตรบนถนนที่ไม่จำกัดอัตราความเร็ว 3. ทางลาดชัน ขนาด 1 ใน 20 หรือชันกว่านั้น ของระยะมากกว่า 100 เมตร 4. ทางบรรจบกับไฟถนนบนถนนที่ไม่จำกัดอัตราความเร็ว	65
B	ทางหลวงระหว่างเมือง อุโมงค์ และถนนระดับชั้นที่ 1 และถนนในแถบปริมณฑลที่มีการจราจรแออัดสูง (มีรถวิ่งผ่านไม่น้อยกว่า 2000 คันต่อวัน)	55
C	ถนนชนิดอื่นๆ	45

2.3 การทำน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้ เป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นควันไม้ ได้มาจากการควบแน่นของควันที่เกิดจากการผลิตถ่านไม้ ช่วงที่ไม้กำลังจะเปลี่ยนเป็นถ่านถ่ายเทความร้อนจากปล่องดักควันสู่อากาศ รอบปล่องดักควันความชื้นในควัน จะควบแน่นเป็นหยดน้ำ ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติก มีความเป็นกรดต่ำ มีสีน้ำตาลแกมแดง นำน้ำส้มควันไม้ที่ได้ทิ้งไว้ในภาชนะพลาสติกประมาณ 3 เดือนในที่ร่มไม่สั่นสะเทือนเพื่อให้น้ำส้มควันไม้ที่ได้ตกตะกอนและแยกตัวเป็น 3 ชั้น คือ น้ำมันเบา (ลอยอยู่ผิวน้ำ) น้ำส้มไม้และน้ำมันทาร์(ตกตระกอนอยู่ด้านล่าง) แยกน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์ต่อไป

2.3.1 วัสดุอุปกรณ์

1.) อิฐ 500 ก้อน

2.) ถังน้ำมัน 200 ลิตร 2 ถัง

3.) ไม้ไผ่ยาว 8 เมตร พร้อมเจาะรู จำนวน 2 ลำ

4.) ความกว้าง 1.75 เมตร ยาว 1.15 เมตร สูง 60 เซนติเมตร

2.3.2 ประโยชน์น้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆมากมาย เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรจะมีคุณสมบัติ เช่น เป็นสารปรับปรุงดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสารเร่งการเติบโตของพืช นอกจากนี้ มีการนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม เช่น ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว ผลิตสารปรับผิวนุ่ม ใช้ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง เป็นต้น เนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีความเป็นกรดสูง ดังนั้นก่อนที่จะนำไปใช้ควรจะนำมาเจือจางให้เกิดสภาวะที่เหมาะสม

1.) ด้านครัวเรือน

- น้ำส้มควัน 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้รักษาแผลสด
- น้ำส้มควัน 20 เท่า ทำลายปลวกและมด
- น้ำส้มควัน 50 เท่า ป้องกันปลวก มด และแมลงต่างๆ
- น้ำส้มควัน 100 เท่า และ 200 เท่า และลดกลิ่นและแมลง ผสมผลถ่านใช้ย่อยและป้องกันโรคท้องเสีย ปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัตว์ให้ใหญ่และแดงเพิ่มปริมาณวิตามิน

2.) ด้านการเกษตร

- ผสมน้ำ 20 เท่า พ่นลงดินทำลายจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์
- ผสมน้ำ 50 เท่า ฆ่าจุลินทรีย์ที่ทำลายพืช
- ผสมน้ำ 200 เท่า ฉีดพ่นใบไม้ขับไล่แมลงและป้องกันเชื้อรา

3.) ด้านอุตสาหกรรมครัวเรือน

- ใช้ผลิตสารดับกลิ่น,สารปรับผิวนุ่ม,ทำให้เนื้อนิ่ม
- ใช้ย้อมผ้า
- ป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง
- เป็นยารักษาโรคผิวหนังเชื้อไทฟอยด์
- เสริมภูมิต้านทานฮอร์โมนทางเพศ
- น้ำส้มควันไม้ที่ผ่านกระบวนการกลั่นแล้วนำไปใช่กระบวนการอาหาร เช่น หยดรม เคลือบหรือเติมแผลสด แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก บรรเทาอาการเจ็บปวดต่างๆ

2.3.3 วิธีการเผา

1.) นำถังโลหะขนาดบรรจุ 200 ลิตร เปิดฝาล็อคออก

2.) เจาะฝาปิดถังให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 8 นิ้ว x 8 นิ้ว (ตรงส่วนที่ใช้เป็นด้านล่างของถัง)

3.) เจาะก้นถังให้เป็นรูปวงกลมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว (ตรงส่วนที่ใช้เป็นด้านล่างของถัง)

4.) ขุดร่องดินเพื่อวางถังในลักษณะแนวนอน ยาวจนสุดตัวถัง โดยให้ปากถังเอียงขึ้นเล็กน้อย ประมาณ 10 องศาเซลเซียล เพื่อให้การไหลเวียนอากาศดีขึ้น และให้ส่วนที่เจาะก้นถังวางอยู่ด้านล่างตรงกลางร่อง

รูปที่ 2.6 ขุดร่องดินเพื่อวางถังในลักษณะแนวนอน

5.) บรรจุไม้เข้าไปในถังให้วางคาน เพื่อรับน้ำหนักท่อนไม้ 3 ช่วง คือ ช่วงปากถัง ช่วงกลาง และช่วงปลายถัง ทั้งนี้เพื่อให้การไหลเวียนอากาศและการเผาไหม้ดีขึ้น เสร็จแล้วนำไม้แห้งหมาด (ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์) บรรจุเข้าไปในถัง โดยเรียงลำดับขนาดท่อนไม้จากขนาดเล็กเข้าไป จนถึงขนาดใหญ่สุด (ไว้ด้านบนสุด) ในการบรรจุไม้เข้าไปในถังนั้นต้องเรียงหัวท้ายให้ไปในทิศทางเดียวกัน โดยให้ส่วนปลายของไม้ไปทางก้นถัง

รูปที่ 2.7 ถังบรรจุไม้เข้าไปในถังให้วางคาน

6.) เมื่อใส่ไม้เข้าไปจนเต็มถังแล้วให้นำฝาถังมาปิดที่ปากถัง โดยให้ส่วนที่เจาะฝาถัง (8 นิ้ว x 8 นิ้ว) อยู่ด้านล่างตรงกับส่วนที่จะกันถัง เสร็จแล้วนำดินเหนียวผสมแกลบดำผสมน้ำย่ำให้เหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาปิดตรงบริเวณรอยต่อระหว่างฝาถังกับตัวถังเพื่อไม่ให้อากาศเข้า-ออก

รูปที่ 2.8 ใส่ไม้เข้าไปจนเต็มถังแล้วให้นำฝาถังมาปิดที่ปากถัง

7.) นำข้อต่อซีเมนต์ ขนาด 4 นิ้ว ต่อตรงก้นถัง (ช่องควันออก) โดยให้ข้อต่อข้องอหงายขึ้น เสร็จแล้วนำท่อซีเมนต์ท่อตรงยาว 1 เมตร ต่อกับข้องอ ซึ่งจะเป็นท่อตรงขึ้นมาเพื่อให้ควันจากการเผาไหม้ออก และตรงปลายท่อตรงให้ต่อด้วยข้อต่อซีเมนต์ ขนาด 4 นิ้วอีกตัว โดยให้ส่วนปลายข้อต่อทั้งหมดเพื่อไม่ให้เกิดรอยรั่ว

รูปที่ 2.9 นำข้อต่อซีเมนต์ ขนาด 4 นิ้ว ต่อตรงก้นถัง (ช่องควันออก)

8.) ตรงส่วนฝาปิดถังด้านหน้าให้ขุดร่องดิน กว้าง 8 นิ้ว ยาว 16 นิ้ว หรือความกว้าง, ยาวและลึก เท่ากับขนาดของอิฐบล็อก โดยให้ร่องไปจรดกับฝาถังที่เจาะรูไว้ (เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8นิ้วx8นิ้ว) เสร็จแล้ว วางอิฐบล็อกตรงขอบร่องทั้งสองข้างๆ ละ 2 ก้อน แล้ววางทับด้านบนตามแนวยาวอีก 1 ก้อน ทั้งนี้อิฐบล็อกจะต้องชิดกับรอยเจาะที่ฝาถัง เสร็จแล้วนำดินเหนียวปิดทับรอยต่อระหว่างฝาถังกับอิฐบล็อกไม่ให้เกิดรอยรั่ว กลบดินบริเวณถังอบให้สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร เพื่อช่วยระบายความร้อนและอุดรูรั่วต่างๆ ภายในถังอบ

9.) นำฟืนที่เป็นเชื้อเพลิงกองบริเวณร่องอิฐบล็อกด้านหน้าห่างจากฝาถังประมาณ 8 นิ้ว หรือ 1 ช่วงอิฐบล็อก เสร็จแล้วจุดไฟที่ฟืนเชื้อเพลิง อากาศจะดูดเอาเปลวไฟไปเผาไหม้ภายในถัง (ข้อควรระวังอย่าจุดไฟเผาบริเวณที่ติดกับไม้ในถังโดยตรงเพราะจะทำให้ถ่านที่จะได้กลายเป็นขี้เถ้า)

10.) หลังจากจุดไฟประมาณ 45 นาที จะเห็นควันไฟพุ่งออกตรงช่อง ท่อซีเมนต์ที่ส่วนของก้นถังให้ตรวจสอบดูว่าสามารถที่จะกักเอาน้ำส้มควันไม้ได้หรือยัง วิธีการตรวจสอบโดยใช้กระเบื้องแผ่นเรียบปิดตรงช่องท่อซีเมนต์ที่ควันออกแล้วสังเกตถ้าหากพบว่ามีคราบสีน้ำตาลเกาะที่แผ่นกระเบื้อง ดมดูมีกลิ่นฉุนมากแสดงว่าสามารถรองเอาน้ำจากการสลั่นตัวของไอร้อนจากควัน กลายเป็นหยดน้ำได้แล้ว โดยการนำเอาไม้ไผ่ที่ทะลุปล้องแล้วต่อเข้ากับข้อต่อข้องอตรงปลายท่อซีเมนต์ ปิดทับรอยต่อด้วยดินเหนียว และนำหลักค้ำยันท่อไม้ไผ่ไว้เพื่อรับน้ำหนักให้ท่อไม้ไผ่ชี้ไปตรงตามทิศทางลม หลังจากนั้นเจาะรูท่อไม้ไผ่ด้านล่างให้ห่างจากปลายรอยต่อประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อให้น้ำที่กลั่นตัวแล้วไหลหยดลงช่องนี้ และนำภาชนะ เช่น ถังหรือแกลอน รองรับน้ำที่หยดลงมาเก็บไว้นำไปใช้ประโยชน์ (ภาชนะที่ใช้เก็บน้ำส้มควันไม้ไม่ควรเป็นโลหะ)

2.3.4 ข้อควรระวังในการใช้น้ำส้มควันไม้

1.) ก่อนนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ต้องทิ้งไว้จากการกักเก็บก่อนอย่างน้อย 3 เดือน

2.) เนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีความเป็นกรดสูง ควรระวังอย่าให้เข้าตา อาจทำให้ตาบอดได้

3.) น้ำส้มควันไม้ไม่ใช่ปุ๋ยแต่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นการนำไปใช้ทางการเกษตรจะเป็นตัวเสริมประสิทธิภาพให้กับพืช แต่ไม่สามารถใช้แทนปุ๋ยได้

4.) การใช้เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในดิน ควรทำก่อนเพาะปลูกอย่างน้อย 10 วัน

5.) การนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ต้องผสมน้ำให้เจือจางตามความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้

6.) การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ เพื่อให้ดอกติดผล ควรฟ่นก่อนที่ดอกจะบาน หากฉีดฟน หลังจากดอกบาน แมลงจะไม่เข้ามาผสมเกสรและดอกจะร่วงง่าย เพราะกลิ่นฉุนของน้ำส้มควันไม้

2.3.5 ผลดีที่จะได้กับดินมีดังนี้

1.) ความเสียหายที่เกิดจากแมลงและโรคในดินลดลง

2.) น้ำส้มควันไม้เพิ่มประสิทธิภาพให้ปุ๋ย โดยทำให้ง่ายต่อการดูดซึมของพืช

3.) น้ำส้มควันไม้ลดความเสียหายอันเกิดจากความเค็ม

2.3.6 การเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้

การเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้ต้องเก็บในที่เย็นร่มหรือเก็บไว้ในภาชนะทึบแสงและไม่มีสิ่งรบกวนหากเก็บไว้ที่โล่งแจ้งน้ำส้มควันไม้จะทำปฏิกิริยากับอากาศและรังสีอันตราไวโอเลต ในแสงอาทิตย์กลายเป็นน้ำมันดิน ซึ่งในน้ำมันดินก็จะมีสารก่อมะเร็งด้วย และหากนำไปใช้กับพืช น้ำมันจะจับกับใบไม้ ทำให้ต้นไม้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ดี

2.3.7 การนำน้ำส้มควันไม้ ไปใช้ด้านอื่นๆ

นอกจากการนำไปใช้ทางด้านเกษตรและปศุสัตว์แล้ว ยังสามารถนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ด้านอื่นๆ ได้อีก เช่น

1.) ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้รักษาแผลสด แผลถูกน้ำร้อน รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง

2.) น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 20 เท่า ราดทำลายปลวกและมด

3.) น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 50 เท่า ใช้ป้องกันปลวกมด และสัตว์ต่างๆ เช่น ตะขาบ แมงป่อง

4.) น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 100 เท่า ใช้ฉีดพ่นถังขยะเพื่อป้องกันกลิ่นและแมลงวัน ใช้ดับกลิ่นในห้องน้ำ ห้องครัวและบริเวณชื้นแฉะ

2.4 น้ำยาง (Latex)

น้ำยาง เป็นของเหลวสีขาวถึงขาวปนเหลือง ขุ่นข้นอยู่ในท่อน้ำยางซึ่งเรียงตัวกันอยู่ในเปลือกของต้นยาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลือกด้านในซึ่งอยู่กับเยื่อเจริญ การเอาน้ำยางออกจากต้นยางจะต้องทำให้ท่อน้ำยางขาดออกจากกัน ในน้ำยางจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นเนื้อยางและส่วนที่ไม่ใช่ยาง ตามปกติในน้ำยางจะมีเนื้อยางแห้งประมาณ 25-45 เปอร์เซ็นต์ เนื้อยางแห้งนี้เองเป็นวัสดุมหัศจรรย์ที่มนุษย์นำไปใช้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต จนกลายเป็นสิ่งจำเป็นในการสำหรับชีวิตประจำวันของสังคมมนุษย์ในปัจจุบัน

น้ำยางเป็นสารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจน มีสูตรเอมไพริเคิล คือ C_5H_8 และมีความหนาแน่น 0.975-0.980 กรัม/มิลลิลิตร มี pH ประมาณ 6.5-7.0 อนุภาคยางมีรูปร่างกลมหรือรูปลูกแพร์ ขนาด 0.05-5 ไมครอน มีอนุภาคต่างๆ แขวนลอยอยู่ในของเหลว อนุภาคเหล่านี้มีประจุเป็นลบ ผลักกันอยู่ตลอดเวลา ทำให้อนุภาคเหล่านั้นแขวนลอยและคงสภาพเป็นน้ำยางอยู่ได้ จนกว่าจะมีสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ มารบกวน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะทำให้น้ำยางเสียเสถียรสภาพและจับตัวกันเป็นก้อน

รูปที่ 2.10 น้ำยางพารา

ที่มา: http://www.bloggang.com/data/puran/picture/1216654837.jpg

2.4.1 ส่วนประกอบของน้ำยาง

ปริมาณของแข็งทั้งหมด	22-48 เปอร์เซ็นต์
ปริมาณเนื้อยางแห้ง	20-45 เปอร์เซ็นต์
สารจำพวกโปรตีน	1.5 เปอร์เซ็นต์
สารพวกเรซิน	2.0 เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	1.0 เปอร์เซ็นต์
สารอนินทรีย์	0.5 เปอร์เซ็นต์

ในส่วนประกอบของน้ำยางสามารถแบ่งเป็นส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1.) ส่วนที่เป็นเนื้อยางประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ในเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content) ประกอบด้วย

ยาง (Hydrocabon)	86 เปอร์เซ็นต์
น้ำ (กระจายอยู่ใน Hydrocabon)	10 เปอร์เซ็นต์
สารพวกไขมัน	3 เปอร์เซ็นต์
สารพวกโปรตีน	1 เปอร์เซ็นต์

2.) ส่วนที่ไม่ใช่ยางประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน
ส่วนที่เป็นน้ำ หรือที่เรียกว่า ซีรัม (Serum) ประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์
ส่วนของลูตอยด์และสารอื่น หรือที่เรียกว่า อนุภาค เฟรวิสลิ่ง (Frey wyssling) ประมาน 10 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 แผนการดำเนินโครงงานในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาโครงงานครั้งนี้จะทำการทดสอบค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทาง (SRV) ในสภาพที่ที่พื้นผิวถนนจำลองปนเปื้อนน้ำยางพารา ด้วยเครื่อง Portable Skid-Resistance Tester โดยมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1.) การจัดหาเตรียมตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ ในการทดลอง

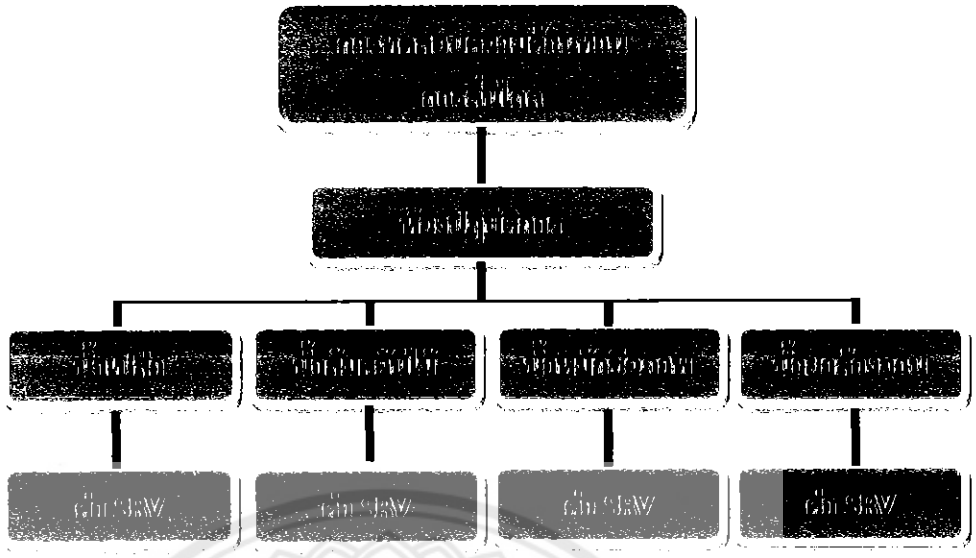
2.) ทำการติดตั้งเครื่อง Portable Skid-Resistance Tester เพื่อการทดลอง

3.) ทำการทดลองแผ่นพื้นถนนจำลองที่เปื้อนน้ำยางพารา แล้วนำวัสดุทั้ง 4 ประเภทมาแก้ไขซึ่งได้แก่

- น้ำเปล่า
- น้ำยาล้างจาน
- น้ำส้มควันไม้
- น้ำ EM

4.) ทำการบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลหาข้อเสนอแนะ

ซึ่งแผนการดำเนินงานได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 จะทำการทดสอบกับพื้นถนนจำลองที่ได้เตรียมเอาไว้ โดยน้ำยางพาราราดลงพื้อถนนจำลอง แล้วทำการทดสอบห่าค่า SRV เป็นจำนวน 10 ครั้ง แล้วบันทึกผลการทดสอบ แล้วนำตัวแปรที่เตรียมไว้ มาราดลงทับน้ำยางพารา แล้วทำการทดสอบหาค่า SRV เป็นจำนวน 10 ครั้ง



รูปที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างวัสดุ

- น้ำยางพารา สามารถหาได้จาก ไร่ยางพาราจาก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก แต่ในกรณีที่น้ำยางได้แข็งตัวลง ให้นำน้ำยางพาราที่แข็งตัวลง มาทำการต้มโดยผสมกับน้ำมันดีเซล แต่ต้องใช้งานอย่างระมัดระวัง และต้องค่อยใส่น้ำมันดีเซลไปทีละนิด
- น้ำหมัก EM หาซื้อตามร้านขายอุปกรณ์และสารเคมีทางการเกษตร ร้านขายต้นไม้ ทั่วไป
- พื้นถนนจำลอง ดังรูปที่ 3.3
- น้ำส้มควันไม้ ทำโดยวิธี ใส่ไม้ลงถัง 200 ลิตร ประมาณ 80 กิโลกรัม โดยเริ่มเก็บน้ำส้มที่อุณหภูมิปากปล่อง 80 องศาเซลเซียล และหยุดเก็บที่ 150 องศาเซลเซียล โดยอุณหภูมิดังกล่าวจะไม่มีสารก่อมะเร็ง ใช้เวลาเผา 10 ชั่วโมง ได้ถ่าน 15 กิโลกรัม ได้น้ำส้มควันไม้ 2 ลิตร

โดย น้ำส้มควันไม้ น้ำEM น้ำยาล้างจาน จะผสมกับน้ำเปล่า ในอัตราส่วน 1:20 ดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 ตัวแปรต่าง ๆ และน้ำยางพารา

รูปที่ 3.3 พื้นถนนจำลองที่ราดน้ำยางพารา

3.3 การติดตั้งเครื่องมือ

1.) ติดตั้งชุดขาตั้ง ชุดแกนปรับระดับในแนวดิ่ง ชุดมาตรฐานโค้ง

2.) ติดตั้งแขนเหวี่ยงแท่นยาง ขันน็อตปรับแต่งให้แน่น

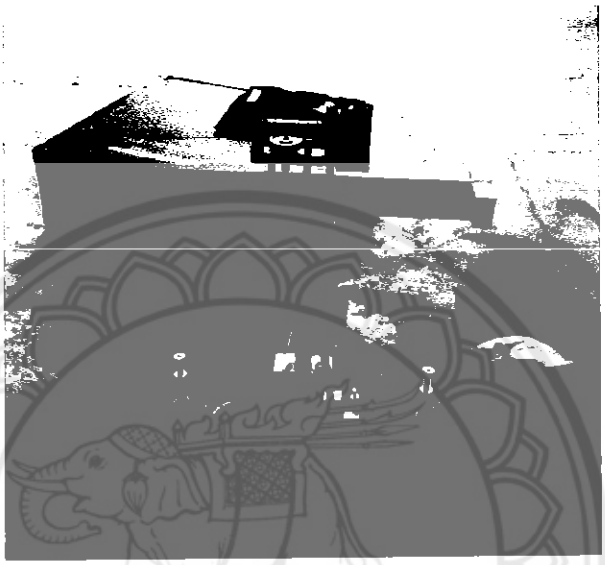
3.) ปรับระดับของขาชุดมาตรฐาน โดยใช้วิธีปรับระดับจากช่องลูกน้ำ และสกรูปรับระดับ

4.) ปรับระดับหัวเหวี่ยงเพื่อให้ได้แนวดิ่งเพื่อให้แนวการเหวี่ยงมาสัมผัสกับพื้นผิวมากเกินไป

5.) ตั้งค่าเครื่องมือให้เป็นศูนย์เพื่อให้เข็มชี้ตำแหน่งที่เลขศูนย์บนเข็มมาตรฐาน

6.) ตั้งค่าแนวดิ่งของเครื่องมือทดสอบโดยการจัดวางและกำหนดระยะห่างโดยใช้เครื่องมือวัดระยะห่างในการลื่นไถล

7.) จัดแขนให้อยู่ในระดับตัวจับยึด และเริ่มการทดสอบ



รูปที่ 3.4 เครื่องมือ Portable Skid Resistance Tester

3.4 การวัดค่าความต้านทานการลื่นไถลในห้องปฏิบัติการ

การตรวจสอบวัดค่าความต้านทานการลื่นไถลในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่อง British Portable Tester (BPT) มีดังนี้

กดไกที่ยึดแขนแกว่งไว้ให้แขนแกว่นตกลงมา แล้วแผ่นยางจะสัมผัสกับผิวทางจำลองที่จะหาค่า SRV ในสภาพที่พื้นผิวถนนที่ราดน้ำยางพารา เป็นจำนวน 10 ครั้ง จดบันทึกค่าที่เข็มดัชนี (Pointer) นำตัวแปรที่ผสมกับน้ำเปล่า ในอัตราส่วน 1:20 ฝา มา 1 ตัวแปรราดทับน้ำยางพาราแล้วทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จดบันทึกค่าที่เข็มดัชนี (Pointer) ทำอย่างนี้จนครบทุกตัวแปร แล้วนำค่าผลการการทดลองไปวิเคราะห์ผลการทดลอง

รูปที่ 3.5 แสดงการทดสอบพื้นผิวถนนจำลองที่ราดน้ำยางพารา

รูปที่ 3.6 แสดงการทดสอบพื้นผิวถนนจำลองที่ราดตัวแปรต่างๆทับน้ำยางพารา

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองถนนเปื้อนน้ำยางพารา ของตัวแปร 4 ประเภท ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำส้มควันไม้ น้ำEM น้ำยาล้างจาน เพื่อหาค่า ความต้านทานการลื่นไถล (SRV) ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองพื้นถนนเปื้อนน้ำยางพารา และตัวแปรต่างๆ ในการแก้ปัญหา

ตัวแปร / ครั้งที่	น้ำเปล่า		น้ำยางล้างจาน		น้ำส้มควันไม้		น้ำEM	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	35	55	[illegible]	32	33	45	[illegible]	34
2	35	55	40	30	[illegible]	45	27	[illegible]
3	36	55	43	31	32	46	25	37
4	[illegible]	58	44	33	34	45	27	35
5	35	[illegible]	42	33	33	48	29	36
6	36	55	43	[illegible]	32	46	28	38
7	36	59	45	32	33	[illegible]	27	37
8	37	57	44	34	34	49	27	37
9	35	58	42	33	32	48	26	38
10	36	56	43	32	35	47	25	37
ค่าเฉลี่ย	35.75	56.63	43.25	32.5	33.25	46.75	27	36.86

	น้ำเปล่า	น้ำยางล้างจาน	น้ำส้มควันไม้	น้ำEM
ผลต่าง	20.88	-10.75	13.5	9.86

* หมายเหตุ - □ ค่าน้อยสุด

- ■ ค่ามากสุด

โดยการคำนวณในแต่ละตัวแปรทั้งก่อนและหลัง จะต้องตัดค่าสูงสุดและต่ำสุดออกไป แล้วนำค่าที่เหลือมาหาค่าเฉลี่ย ตามรายการคำนวณดังต่อไปนี้

4.1.1 รายการคำนวณ

1). น้ำเปล่า

ก. ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง

$$\frac{35+36+35+36+36+37+35+36}{8} = 35.75$$

ข. ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง

$$\frac{55+55+58+55+59+57+58+56}{8} = 56.63$$

ค. ผลต่าง ก่อน-หลัง การทดลอง

$$56.63 - 35.75 = 20.88$$

2). น้ำยาล้างจาน

ก. ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง

$$\frac{43+44+42+43+45+44+42+43}{8} = 43.25$$

ข. ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง

$$\frac{32+31+33+33+32+34+33+32}{8} = 32.50$$

ค. ผลต่าง ก่อน-หลัง การทดลอง

$$32.50 - 43.25 = -10.75$$

3). น้ำส้มควันไม้

ก. ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง

$$\frac{33+34+33+32+33+34+32+35}{8} = 33.25$$

ข. ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง

$$\frac{45+46+45+48+46+49+48+47}{8} = 46.75$$

ค. ผลต่าง ก่อน-หลัง การทดลอง

$$46.75 - 33.25 = 13.50$$

4). น้ำ EM

ก. ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง

$$\frac{27+27+29+28+27+27+26+25}{8} = 27$$

ข. ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง

$$\frac{37+35+36+38+37+37+38+37}{8} = 36.86$$

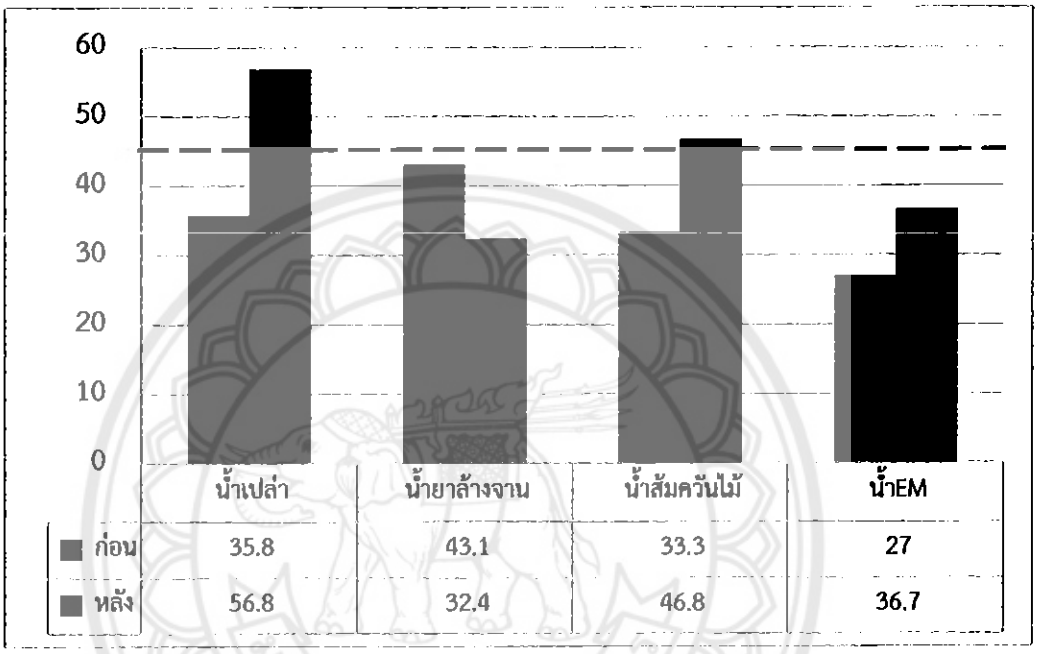
ค. ผลต่าง ก่อน-หลัง การทดลอง

$$36.86 - 27 = 9.86$$

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 สามารถนำมาวิเคราะห์เป็นกราฟผลการทดลองค่าเฉลี่ยก่อน-หลังการใช้ตัวแปรในการแก้ไข และผลต่างระหว่างก่อน-หลังการใช้ตัวแปรได้ดังนี้

4.2.1 กราฟแสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยก่อน-หลัง ของความต้านทานการลื่นไถล



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยก่อนหลัง

จากรูปที่ 4.1 จึงสามารถวิเคราะห์กราฟผลการทดลองค่าเฉลี่ยก่อน-หลังของความต้านทานการลื่นไถล ได้ดังนี้

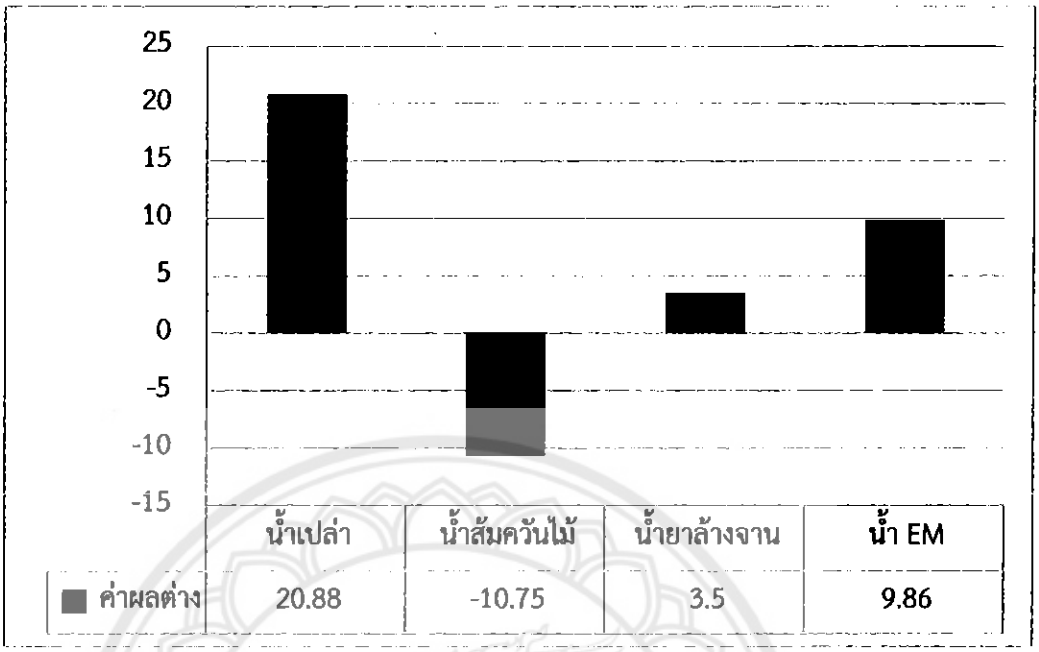
1.) การทดลอง 10 ครั้ง โดยตัดค่าสูงสุด ต่ำสุดออก อย่างละ 1 ค่า จะพบว่าค่าเฉลี่ยขณะที่น้ำยางพาราเปื้อนถนนอยู่มีค่า 35.75 และหลังใช้น้ำเปล่าขัดบนพื้นถนนจะได้ค่าเฉลี่ย 56.63

2.) ทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยตัดค่าสูงสุด ต่ำสุดออก อย่างละ 1 ค่าจะพบว่าค่าเฉลี่ยขณะที่น้ำยางพาราเปื้อนถนนอยู่มีค่า 43.25 และหลังใช้น้ำยาล้างจานลาดบนพื้นถนนจะได้ค่าเฉลี่ย 32.50

3.) ทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยตัดค่าสูงสุด ต่ำสุดออก อย่างละ 1 ค่าจะพบว่าค่าเฉลี่ยขณะที่น้ำยางพาราเปื้อนถนนอยู่มีค่า 33.25 และหลังใช้น้ำส้มควันไม้ลาดบนพื้นถนนจะได้ค่าเฉลี่ย 46.75

4.) ทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยตัดค่าสูงสุด ต่ำสุดออก อย่างละ 1 ค่าจะพบว่าค่าเฉลี่ยขณะที่น้ำยางพาราเปื้อนถนนอยู่มีค่า 27 และหลังใช้น้ำEMลาดบนพื้นถนนจะได้ค่าเฉลี่ย 36.86

4.2.2 กราฟแสดงค่าผลต่าง ก่อน-หลัง ของความต้านทานการลื่นไถล



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าผลต่าง ก่อน-หลัง ของการทดลอง

จากรูปที่ 4.2 จึงสามารถวิเคราะห์กราฟผลการทดลองค่าผลต่างก่อน-หลัง**ของความต้านทานการลื่นไถล** ได้ดังนี้

1.) ค่าเฉลี่ยความแตกต่างทั้งก่อนและหลังจึงมีค่าเป็นทางบวกอยู่ที่ 20.88 **จึงทำให้ถนนนั้นเกิดความฝืด**

2.) ค่าเฉลี่ยความแตกต่างทั้งก่อนและหลังจึงมีค่าเป็นทางลบอยู่ที่ 10.75 **จึงทำให้ถนนนั้นเกิดความลื่นไถล**

3.) ค่าเฉลี่ยความแตกต่างทั้งก่อนและหลังจึงมีค่าเป็นทางบวกอยู่ที่ 13.5 **จึงทำให้ถนนนั้นเกิดความฝืด**

4.) **ค่าเฉลี่ยความแตกต่างทั้งก่อนและหลังจึงมีค่าเป็นทางบวกอยู่ที่ 9.86 จึงทำให้ถนนนั้นเกิดความฝืด**

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากตารางผลทดลองที่ 4.1 ได้ทำการศึกษาหาค่าความต้านทานการลื่นไถลทั้งในขณะที่พื้นผิวถนนเปื้อนน้ำยางพารา และใช้ตัวแปรทั้ง 4 ประเภท คือ น้ำเปล่า น้ำส้มควันไม้ น้ำยาล้างจาน น้ำหมักชีวภาพ (EM) โดยทำการทดลองแล้วบันทึกผลการทดลอง โดยได้ค่า SRV ขณะที่พื้นผิวถนนเปื้อนน้ำยางพารา และใช้ตัวแปรในการแก้ไขปัญหา โดยการที่ใช้น้ำเปล่าเป็นตัวแปรในการแก้ไขนั้น ค่า SRV จะเพิ่มขึ้น 56.8 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้ถนนเกิดการยึดเกาะดีขึ้น ต่อมาใช้น้ำส้มควันไม้เป็นตัวแปรในการปัญหาพบว่า ค่า SRV หลังที่ใช้น้ำส้มควันไม้เป็นตัวแปรในการแก้ไขนั้นได้เพิ่มขึ้น 40.54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะน้อยกว่าการที่ใช้น้ำเปล่าเป็นตัวแปร แต่ก็สามารถทำให้ถนนเกิดการยึดเกาะดีขึ้น ต่อมาใช้ได้ใช้น้ำหมักชีวภาพ (EM) ค่า SRV ก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการที่ใช้น้ำเปล่า และน้ำส้มควันไม้ แต่ในกรณีที่ใช้น้ำหมักชีวภาพ (EM)นั้น จะมีค่า SRV เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 35.93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่า 2 ตัวแปรที่กล่าวมา และในส่วนตัวแปรสุดท้ายก็คือ น้ำยาล้างจานทำการทดลองขณะก่อนใช้น้ำยาล้างจานแก้ไข และหลังใช้น้ำยาล้างจานเป็นตัวแก้ไข ซึ่งปรากฏว่า ค่า SRV นั้นมีการลดลงได้อย่างชัดเจน อยู่ที่ 24.83 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นผลทำให้ถนนเกิดการลื่นไถลมากกว่าเดิมด้วยซ้ำ

จากข้อมูลข้างสามารถสรุปมาเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความต้านทานการลื่นไถลลื่นไถล (SRV) ก่อน-หลัง ร้อยละ ของตัวแปรทั้ง 4 ประเภท

ตัวแปรในการทดลอง	ร้อยละการต้านทานการลื่นไถล
น้ำเปล่า	เพิ่มขึ้น 56.8 เปอร์เซ็นต์
น้ำส้มควันไม้	เพิ่มขึ้น 40.54 เปอร์เซ็นต์
น้ำยาล้างจาน	ลดลง 24.83 เปอร์เซ็นต์
น้ำหมักชีวภาพ (EM)	เพิ่มขึ้น 35.93 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าค่า SRV ที่เพิ่มและลดโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นนั้น น้ำเปล่า น้ำส้มควันไม้ และน้ำหมักชีวภาพ (EM) มีค่าเพิ่มขึ้นมากน้อยตามลำดับ ในส่วนของ น้ำยาล้างจาน ค่าร้อยละของ SRV จะลดลงโดยเห็นได้ชัดเจน

5.2 การเปรียบเทียบผลการทดลองในห้องปฏิบัติการระหว่างค่าเฉลี่ยความต้านทานการลื่นไถล กับค่ามาตรฐานความต้านทานการลื่นไถลต่ำสุด

จากค่ามาตรฐานในตารางที่ 2.1 สภาพพื้นผิวถนนที่ได้จำลองที่ได้มานั้นจะอยู่ในประเภทที่ 3 ของค่ามาตรฐานความต้านทานการลื่นไถลต่ำสุด ซึ่งค่าที่จะได้มาเปรียบเทียบมีค่าเท่ากับ 45 ซึ่งจะนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความต้านทานการลื่นไถล (SRV) หลังใช้ตามตัวแปรต่างๆ ดังตารางที่ 4.1 จะได้ความแตกต่างกับค่ามาตรฐานความต้านทานการลื่นไถลต่ำสุดคือ ในการใช้น้ำเปล่าแก้ไขปัญหานั้นจะมีค่าเฉลี่ยผลต่าง SRV มากกว่าค่ามาตรฐานเท่ากับ 11.63 ซึ่งถ้าใช้น้ำส้มควันไม้ค่าเฉลี่ยผลค่าง SRV ก็จะมากกว่าค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.75 ในส่วนของน้ำยาล้างจานและน้ำหมักชีวภาพ (EM) ต่างก็จะมีค่าเฉลี่ยผลต่าง SRV ที่น้อยกว่าค่ามาตรฐานเท่ากับ 12.5 และ8.14 ตามลำดับ

จากข้อมูลข้างต้นจึงสรุปผลจากการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยความต้านทานการลื่นไถลหลังใช้ตัวแปร กับค่ามาตรฐานความต้านทานการลื่นไถลต่ำสุด จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยผลต่าง SRV ที่ใช้น้ำเปล่าเป็นตัวแก้ไขปัญหานั้นมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดมากที่สุด และน้ำยางล้างจานจะมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานมากที่สุด ควรเลือกใช้น้ำเปล่ากับน้ำส้มควันไม้ เป็นตัวแปรที่แก้ไขได้ ซึ่งจะทำให้ถนนนั้นเกิดความฝืดกับพื้นผิวถนน และเพิ่มความยึดเกาะกับหน้ายางของยานพาหนะ ส่วนน้ำยาล้างจานกับน้ำหมักชีวภาพ ไม่ควรนำมาเป็นตัวแปรที่จะแก้ไข ซึ่งจะทำให้ถนนนั้นเกิดความลื่นกับพื้นผิวถนน และเพิ่มความลื่นไถลกับหน้ายางของยานพาหนะ แต่ถ้าจะเลือกใช้ตัวแปรที่ดีที่สุด ประหยัดกับงบประมาณมากที่สุด และซื้อหาง่ายที่สุดคือ การใช้น้ำเปล่าเป็นตัวแปร และถ้าให้ผลออกมามีความลื่นไถลน้อยลงควรทำการขัดพื้นผิวถนนที่เปื้อนน้ำยางพาราหลังใช้น้ำเปล่าลาดลงไป

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลสรุปข้างต้นเราก็จะมาวิธีแก้ไขโดยเสนอแนะการแก้ไขจะทำอย่างไรไม่ให้เกิดอุบัติเหตุหรือว่าทำให้อุบัติเหตุน้อยลงมาจากเดิม โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1.) ควรทำการประชุมกับผู้ประกอบการขนส่งน้ำยางพาราว่าควรทำอย่าไรไม่ให้น้ำยางพาราหกลงมาเปื้อนผิวถนน
2.) ควรเขียนป้ายหรือติดตั้งป้ายตักเตือน ให้ระมัดระวังกับผู้ที่ต้องเดินทางในเส้นทางที่มีปัญหาน้ำยางพาราหกเปื้อนผิวถนน
3.) ถ้ายังคงเกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่ ควรใช้ตัวแปรที่ได้ทำการทดลองมาใช้แก้ไขปัญหาดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

วรายุทธ ฉิมพาลี,สุรศักดิ์ หาญจริง และอดิศักดิ์ เสระสับ. (2547). **การศึกษาค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางลาดยางและผิวทางคอนกรีต(กรณศึกษาผิวทางภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร**. การศึกษาด้วยตนเองปริญญานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก

ดร. อดิศัย รุ่งวิชานิวัฒน์. (2554). **ความรู้เกี่ยวกับน้ำยาง และองค์ประกอบต่างๆ ในน้ำยาง**. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2556, จาก http://km.rubber.co.th/index.php

ประเสริฐ บุญธรักษา และชาโณ พยงค์ศรี. (2555). **การทดสอบความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ของพื้นผิวถนน โดย Portable Skid Resistance Tester**. กรุงเทพมหานคร : ส่วนสำรวจและประเมินสถาพทาง, สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ, กรมทางหลวง.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลองพื้นถนนเปื้อนน้ำยางพารา

ตัวแปร / ครั้งที่	น้ำเปล่า		น้ำยางล้างจาน		น้ำส้มควันไม้		น้ำEM	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	35	55	45	32	33	45	29	34
2	35	55	40	30	35	45	27	38
3	36	55	43	31	32	46	25	37
4	37	58	44	33	34	45	27	35
5	35	60	42	33	33	48	29	36
6	36	55	43	34	32	46	28	38
7	36	59	45	32	33	49	27	37
8	37	57	44	34	34	49	27	37
9	35	58	42	33	32	48	26	38
10	36	56	43	32	35	47	25	37

ภาคผนวก ข

วิธีการใช้เครื่องมือ Portable Skid Resistance

1.) ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือทุกอย่างให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผ่นยางที่ใช้นั่น โดยเฉพาะริมขอบแผ่นยางจะต้องไม่สึกจนบางเกินไป โดยข้อแนะนำของการใช้เครื่อง นั้นกำหนดให้แผ่นยาง (Sliding Rubber) แผ่นหนึ่งใช้ได้ไม่เกิน 500 ครั้ง

2.) เมื่อตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์เรียบร้อยแล้วนำเครื่อง นี้วางบนบริเวณหรือแนวที่จะวัดค่า SRV ให้ได้ระดับโดยการปรับหมุนสกรูที่ขาตั้งทั้งสามของตัวเครื่อง ปรับจนระดับน้ำที่โคนขาตั้งด้านหนึ่งอยู่ในกรอบกึ่งกลางพอดี แสดงว่าแกนเครื่องอยู่ในแนวดิ่ง

3.) ทำการจัดและตรวจสอบการแกว่งของแขนแกว่งให้ได้ศูนย์เสมอ (ก่อนทำการวัดค่าทุกครั้ง) สิ่งที่ควรระมัดระวังตอนนี้คือ ต้องไม่ให้แผ่นยางตอนปลายของแขนแก่วงสัมผัสพื้นผิวทางในขณะตรวจสอบการแกว่งนี้

4.) ถ้าเข็มดัชนีไม่ตรงกับศูนย์ ให้หมุนสกรูที่แขนแกว่ง ถ้าเข็มต่ำกว่าศูนย์ให้หมุนสกรูออกและถ้าเข็มสูงกว่าศูนย์ให้หมุนสกรูเข้า

5.) ทำการปรับ (Adjust) แผ่นยางให้แตะหรือสัมผัสพอดีกับผิวทางเป็นระยะประมาณ 7.6 เซนติเมตร ก่อนทำการวัด

6.) กดไกที่ยึดแขนแกว่งไว้ให้แขนแกว่งตกลงมา แล้วแผ่นยางจะสัมผัสกับผิวทางที่จะหาค่า SRV ในสภาพผิวทางแห้ง จดบันทึกค่าที่เข็มดัชนี ชี้บ่งไว้บนแผ่นดัชนีอลูมิเนียมอย่างน้อย 5-7 ค่า

ข้อควรระวัง

- ต้องระมัดระวังตรวจแผ่นยางอยู่เสมอ (แผ่นยางหนึ่งอันใช้ได้ไม่เกิน 500 Swing)
- ต้อง Set และ Check การแกว่งของ Pendulum ให้ได้ศูนย์เสมอก่อนทดลองทุกครั้ง
- ต้องตรวจสอบเครื่องมือโดยละเอียด อย่างน้อยปีละครั้ง
- การ Adjust แผ่นยางให้แตะพอดีกับผิวถนนก่อนทำการทดลอง
- ควรศึกษาคู่มือการใช้งานทุกครั้ง