

การศึกษาสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการบูรณะ
ด้วยวิธีนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่
: กรณีศึกษา แขวงการทางลพบุรีที่ 1

นายเรืองศิลป์ บุญละคร

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2556

การศึกษาสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการบูรณะ
ด้วยวิธีนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่
: กรณีศึกษา แขวงทางหลวงบุรีรัมย์ 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับ โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบโครงการ

(รศ. ดร. อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์)

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. พรศิริ จงกล)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ)

(รศ. ดร. ณัฏฐชัย โชติชัยชาญ)

กรรมการ

(รศ. ร.อ. ดร. กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

เรื่องศิลป์ บุญละคร : การศึกษาสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการบูรณะด้วยวิธีนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ : กรณีศึกษา แขวงการทางลพบุรีที่ 1 (THE STUDY OF DISTRESS OF HIGHWAY REHABILITATED BY PAVEMENT IN – PLACE RECYCLING METHOD : A CASE STUDY OF LOPBURI 1 HIGHWAY DISTRICT)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล

ความเสียหายของผิวทางในทางหลวงที่ผ่านการบูรณะด้วยวิธีนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ ในช่วงระยะเวลาต่างๆภายหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จจนกระทั่งหมดระยะเวลารับประกันผลงาน สามารถตรวจพบรูปแบบความเสียหายได้ในลักษณะที่เกิดกับผิวทางแบบยึดหยุ่นผสมกับผิวทางแบบแข็งเกร็ง จากการศึกษาวิจัยทำให้สามารถวิเคราะห์ แจกแจง และสรุปรูปแบบความเสียหาย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหาย กับ อายุบริการ ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงของคันทางได้ นับเป็นประโยชน์กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการบำรุงรักษาทางในสังกัด แขวงการทางลพบุรีที่ 1 เป็นอย่างยิ่ง สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาวางแผนการบำรุงรักษา และการจัดสรรงบประมาณ ตลอดจนการตัดสินใจ เลือกวิธีการบำรุงรักษาทางได้อย่างถูกต้องในเวลาที่เหมาะสมไม่ให้เกิดความเสียหายลุกลาม รักษาสภาพทางให้มีอายุการใช้งานยืนยาวนานที่สุด

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2556

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

RUENGSIL BOONLAKORN : THE STUDY OF DISTRESS OF HIGHWAY
REHABILITATED BY PAVEMENT IN - PLACE RECYCLING METHOD
: A CASE STUDY OF LOPBURI 1 HIGHWAY DISTRICT. ADVISOR :
ASSOC. PROF. PORNSIRI JONGKOL, Ph.D.

Distress of highway surface rehabilitated by pavement recycling method started from after construction until the end of warranty can be found as distress occurred on flexible surface and rigid surface. This research analyzed, distributed, and concluded distress types. Also, this study investigated the relationship between distress and service life, heavy truck amount, topography, and road bed height. This is benefit for government officers who maintained highways in Lopburi 1 highway district. The results can be used to plan maintenance, budget allocation, and decision making in highway maintenance method correctly at the right time. Such activities can prevent damage growing and maintained good condition of highways so that they can be used for a long time.

School of Civil Engineering
Academic Year 2013

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

โครงการมหาบัณฑิตนี้ สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ช่วยเหลือสนับสนุนด้านวิชาการ ตลอดจนการทำงานเพิ่มเติม เป็นอย่างดี ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิศวกรรมโยธา ให้แก่ผู้จัดทำ ขอระลึกถึงพระคุณบิดามารดา คุณครูและอาจารย์ ที่ได้สั่งสอนอบรมให้เป็นคนดี หมั่นศึกษาหาความรู้ ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารกรมทางหลวง ที่เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษา ให้โอกาส และ สนับสนุนทุนการศึกษา ขอขอบคุณพนักงานลูกจ้างหน่วยงานวางแผนแขวงทางหลวงบุรีที่ 1 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ การสำรวจข้อมูลในสนาม การถ่ายภาพ การพิมพ์เอกสาร ในการจัดทำโครงการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เรืองศิลป์ บุญละคร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 ปรัชญ์นั้วรรณกรรม.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 สาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายผิวทางและชั้น โครงสร้างทาง.....	4
2.3 โครงสร้างชั้นทาง.....	5
2.4 ความเสียหายของผิวทางและชั้นทาง.....	7
2.4.1 ประเภทและชนิดความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์.....	7
2.4.2 ประเภทและชนิดความเสียหายของผิวทางคอนกรีต.....	8
2.5 การตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหาย.....	9
2.6 การซ่อมบำรุงรักษาตามสภาพความเสียหาย.....	10
2.7 แบบฟอร์มสำรวจความเสียหายของผิวทาง.....	10
2.8 สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางแอสฟัลต์.....	12
2.9 สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางคอนกรีต.....	13
2.10 การซ่อมบำรุงรักษาตามสภาพความเสียหาย.....	14
2.11 รหัสงานบำรุงทางหลวง.....	14

3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	17
3.1	ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง.....	17
3.2	การเก็บข้อมูล.....	21
3.3	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	22
4	ผลการวิเคราะห์.....	23
4.1	การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา.....	23
4.2	การวิเคราะห์รูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวง.....	23
4.3	การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำแนกตาม อายุบริการ.....	33
4.4	การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำแนกตาม ปริมาณรถบรรทุกหนัก.....	40
4.5	การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำแนกตาม ลักษณะภูมิประเทศ.....	48
4.6	การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำแนกตาม ความสูงของคันทางเฉลี่ย.....	56
4.7	การวิเคราะห์การถดถอยความเสียหายของถนนที่ตรวจพบโดยกำหนด อายุบริการปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง เป็นตัวแปรอิสระ.....	64
5	สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	73
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	73
5.2	อภิปรายผลการวิจัย.....	74
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	75
	เอกสารอ้างอิง.....	77
	ภาคผนวก ก.....	78
	ภาคผนวก ข.....	83
	ประวัติผู้เขียน.....	86

สารบัญญัตินำ

ตารางที่	หน้า
3.1 รายละเอียดสายทางที่ทำการศึกษาคงสอบความเสียหาย	18
4.1 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตามขอบที่ตรวจพบ	24
4.2 ผลการวิเคราะห์หรือแยกเป็นตารางที่ตรวจพบ	24
4.3 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตรงขอบรอยต่อที่ตรวจพบ	25
4.4 ผลการวิเคราะห์หรือแยกระหว่างช่องจราจรที่ตรวจพบ	25
4.5 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่งที่ตรวจพบ	26
4.6 ผลการวิเคราะห์การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทางที่ตรวจพบ	27
4.7 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตามยาวที่ตรวจพบ	27
4.8 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตามขวางที่ตรวจพบ	28
4.9 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตามขอบที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ	33
4.10 ผลการวิเคราะห์หรือแยกเป็นตารางหรือรอยแยกจากการหดตัว ที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ	34
4.11 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตรงขอบรอยต่อ ที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ	35
4.12 ผลการวิเคราะห์หรือแยกระหว่างช่องจราจร ที่ตรวจพบจำแนกตามกับอายุบริการ	36
4.13 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่ง ที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ	37
4.14 ผลการวิเคราะห์การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง ที่ตรวจพบเทียบกับอายุบริการ	38
4.15 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตามยาว ที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ	39
4.16 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตามขวางและรอยแยกตามแนวทแยงมุมที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ	40
4.17 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตามขอบที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก	41
4.18 ผลการวิเคราะห์หรือแยกเป็นตารางหรือรอยแยกจากการหดตัว ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก	42
4.19 ผลการวิเคราะห์หรือแยกตรงขอบรอยต่อ ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก	43
4.20 ผลการวิเคราะห์หรือแยกระหว่างช่องจราจรที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก	44
4.21 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่ง ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก	45

4.22 ผลการวิเคราะห์การหลุดตัวต่างระดับของไหล่ทางที่ตรวจพบจำแนกตาม ปริมาณรถบรรทุกหนัก.....	46
4.23 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามยาว ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก.....	47
4.24 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม ที่ตรวจพบ จำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก.....	48
4.25 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขอบที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ.....	49
4.26 ผลการวิเคราะห์รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัวที่ตรวจพบจำแนกตาม ลักษณะภูมิประเทศ.....	50
4.27 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตรงขอบรอยต่อ ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ.....	51
4.28 ผลการวิเคราะห์รอยแตกระหว่างช่องจราจร ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ.....	52
4.29 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่ง ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ.....	53
4.30 ผลการวิเคราะห์การหลุดตัวต่างระดับของไหล่ทางที่ตรวจพบจำแนกตาม ลักษณะภูมิประเทศ.....	54
4.31 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามยาว ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ.....	55
4.32 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม ที่ตรวจพบ จำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ.....	56
4.33 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขอบที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง.....	57
4.34 ผลการวิเคราะห์รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัว ที่ตรวจพบ จำแนกตามความสูงคันทาง.....	58
4.35 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตรงขอบรอยต่อ ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง.....	59
4.36 ผลการวิเคราะห์รอยแตกระหว่างช่องจราจร ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง.....	60
4.37 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่ง ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง.....	61
4.38 ผลการวิเคราะห์การหลุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง ที่ตรวจพบจำแนกตาม ความสูงคันทาง.....	62
4.39 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามยาว ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง.....	63
4.40 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม ที่ตรวจพบ จำแนกตามความสูงคันทาง.....	64
4.41 ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกเป็นตาราง เทียบกับอายุการบริการของทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง.....	65
4.42 ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกตรงขอบรอยต่อ เทียบกับอายุการบริการของ ทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง.....	66

- 4.43 ผลการวิเคราะห์การถอดยกรูปตัวเป็นแอ่ง เทียบกับอายุการบริการของทางหลวง
ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง..... 68
- 4.44 ผลการวิเคราะห์การถอดยกรูปตัวต่างระดับของไหล่ทาง เทียบกับอายุการบริการ
ของทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนักและความสูงคันทาง..... 69
- 4.45 ผลการวิเคราะห์การถอดยกรอยแตกรอยแตกตามขวางเทียบกับอายุการบริการของ
ทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง..... 71

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างชั้นทางและการถ่ายน้ำหนักแบบหยุ่นตัว (Flexible Pavement).....	5
2.2 โครงสร้างชั้นทางและการถ่ายน้ำหนักแบบแข็งตัว (Rigid Pavement).....	6
2.3 โครงสร้างชั้นทางและการถ่ายน้ำหนักแบบกึ่งแข็งตัว(Semi-Rigid Pavement).....	7
2.4 แบบฟอร์มการสำรวจสภาพความเสียหายของผิวทาง.....	11
2.5 สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางแอสฟัลต์.....	12
2.6 สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางคอนกรีต.....	13
4.1 รอยแตกตามขอบ.....	29
4.2 รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัว.....	29
4.3 รอยแตกตรงขอบรอยต่อ.....	30
4.4 รอยแตกระหว่างช่องจราจร.....	30
4.5 การยุบตัวเป็นแอ่ง.....	31
4.6 การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง.....	31
4.7 รอยแตกตามยาว.....	32
4.8 รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม.....	32

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

กรมทางหลวงได้นำวิธีการก่อสร้างและบูรณะปรับปรุงชั้นทางเดิมด้วย วิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) มาใช้ในงานทางครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2537 จวบจนถึงปัจจุบันรวมระยะเวลาทั้งสิ้นกว่า 19 ปี ด้วยเป็นวิธีการก่อสร้างที่ช่วยลดการนำวัสดุจากแหล่งธรรมชาติมาใช้งาน ช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สามารถรักษาระดับของถนนเดิมไว้ได้ มีอายุการใช้งานที่ยาวขึ้น และมีความแข็งแรงทนทานยิ่งขึ้น เสมือนเป็นโครงสร้างชั้นทางแบบกึ่งแกร่งตัว (Semi-Rigid Pavement) มีอายุการใช้งาน และมีความแข็งแรงทนทานกว่าถนนลาดยางทั่วไป เหตุดังกล่าวการก่อสร้างและบูรณะผิวทางและพื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) จึงได้รับการอนุมัติเห็นชอบรวมทั้งมีการผลักดันจากทั้งส่วนราชการ และ ส่วนของการเมืองผู้ดูแลด้านการจัดสรรงบประมาณงบประมาณให้ดำเนินการ

ภายหลังการบูรณะปรับปรุง โครงสร้างชั้นทางจะมีลักษณะเป็นแบบกึ่งแกร่งตัว (Semi-Rigid Pavement) การกระจายน้ำหนักจากยานพาหนะจากชั้นผิวทางลงสู่ชั้นโครงสร้างทางจึงมีความแตกต่างจากโครงสร้างชั้นทางแบบหยุ่นตัว (Flexible Pavement) และ โครงสร้างชั้นทางแบบแกร่งตัว (Rigid Pavement) รูปแบบ ลักษณะ ความชำรุดเสียหายของผิวทางและชั้นโครงสร้าง รวมถึงสาเหตุแห่งความชำรุดเสียหายจึงมีความแตกต่างกันไป

กรมทางหลวงได้จัดทำคู่มือการตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทางซึ่งได้รวบรวมรูปแบบ จำแนกประเภท ชนิดของความเสียหาย บรรยายลักษณะ สาเหตุ ระดับความรุนแรง การวัดปริมาณ ตลอดจนให้ทางเลือกในการบำรุงรักษาความเสียหาย สำหรับผิวแบบหยุ่นตัว (Flexible Pavement) และ โครงสร้างชั้นทางแบบแกร่งตัว (Rigid Pavement) แต่ยังไม่มีการศึกษาและจัดทำคู่มือสำหรับ ผิวทางแบบกึ่งแกร่งตัว (Semi-Rigid Pavement)

พื้นที่ควบคุมของแขวงฯลพบุรีที่ 1 มีทางหลวงในความควบคุมเป็นระยะทางทั้งสิ้น 549.426 กิโลเมตร ในจำนวนนี้ ได้มีการดำเนินการก่อสร้างและบูรณะพื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) ในปี 2552-ปี 2554 จำนวน 11.069 กิโลเมตร , 11.776 กิโลเมตร , 31.580 กิโลเมตร ตามลำดับ รวมทางหลวงที่ผ่านการก่อสร้างและบูรณะพื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) จำนวน 54.425 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.09 ของทางหลวงในความควบคุม และมีแนวโน้มว่าจะมีการดำเนินการเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน

การตรวจสอบและศึกษารวบรวม รูปแบบ จำแนก ลักษณะความเสียหายทางหลวงที่เกิดขึ้นภายหลังการก่อสร้างและบูรณะพื้นทางด้วย วิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) ในทางหลวงที่ก่อสร้างแล้วเสร็จจนกระทั่งหมดระยะเวลารับประกันผลงาน ตามคู่มือการตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทาง ของกรมทางหลวง จะเป็นประโยชน์กับ แขวงการทางลพบุรีที่ 1 เป็นอย่างยิ่ง สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาวางแผนการบำรุงรักษา และการจัดสรรงบประมาณ ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการบำรุงรักษาทางได้อย่างถูกต้องในเวลาที่เหมาะสมไม่ให้เกิดความเสียหายลุกลาม รักษาสภาพทางให้มีอายุการใช้งานยืนยาวนานที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อทำการศึกษาและตรวจสอบสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการก่อสร้างและบูรณะพื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) ในทางหลวงพื้นที่ควบคุมของแขวงการทางลพบุรีที่ 1 ช่วงระยะเวลา 1 ปี 2 ปี และ 3 ปี ภายหลังจากระยะเวลารับประกันผลงาน
- 1.2.2 เพื่อรวบรวมและจำแนก รูปแบบ ความเสียหาย ความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการก่อสร้างและ บูรณะพื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาวางแผนการบำรุงรักษา และการจัดสรรงบประมาณ ตลอดจนการตัดสินใจ เลือกวิธีการบำรุงรักษาทางได้อย่างถูกต้อง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ที่จะทำการศึกษา และตรวจสอบได้แก่ ทางหลวงในความควบคุมของแขวงการทางลพบุรีที่ 1 ที่ผ่านการก่อสร้างและ บูรณะพื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) ที่ดำเนินการแล้วเสร็จในปี 2552 จำนวน 11.069 กิโลเมตร ปี 2553 จำนวน 11.776 กิโลเมตร และ ปี 2554 จำนวน 31.580 กิโลเมตร จำนวน 18 สายทาง รวมระยะทาง 54.425 กิโลเมตร
- 1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหาการศึกษา รูปแบบ จำแนก ประเภท ความเสียหายตามคู่มือการตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทาง ของกรมทางหลวง

1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบถึงรูปแบบ ลักษณะของความเสียหายของผิวทางที่ผ่านการก่อสร้างและ บำรุงรักษา
พื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) ที่
เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ ภายหลังพื้นระยะเวลารับประกันผลงาน
- 1.4.2 มีข้อมูลสภาพความเสียหายของผิวทางเพื่อนำไปประกอบการพิจารณาวางแผนการ
บำรุงรักษา และการจัดสรรงบประมาณ ตลอดจนการตัดสินใจ เลือกวิธีการรักษา
ทางได้อย่างถูกต้องในเวลาที่เหมาะสม ไม่ให้เกิดความเสียหายลุกลาม รักษาสภาพ
ทางให้มีอายุการใช้งานยืนยาวนานที่สุด

บทที่ 2

ปรัทัศนัวรรณกรรม

2.1 บทนำ

โครงการตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการก่อสร้างบูรณะด้วยวิธีการนำวัสดุหินเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In-Place Recycling) เป็นการจัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์และชั้นโครงสร้างทางบรรยายลักษณะความเสียหาย ระดับความรุนแรงของความเสียหาย การวัดปริมาณความเสียหายและทางเลือกในการบำรุงรักษาตาม “รายละเอียดครห์งานและลักษณะงานบำรุงทาง” กองบำรุง กรมทางหลวง กุมภพันธ์ 2544 เฉพะงานบำรุงปกติซึ่งมีความเสียหายเป็นแห่งๆ ปริมาณความเสียหายไม่มากนักเป็นงานบำรุงรักษาที่ต้องดำเนินการประจำตลอดเวลาการใช้งาน หากปริมาณความเสียหายมีมากและมีเงื่อนไขอื่น ๆ ก็จะครอบคลุมถึงงานบำรุงตามกำหนดเวลา งานบำรุงพิเศษ งานบูรณะ งานปรับปรุง งานแก้ไขและป้องกัน และงานฉุกเฉิน ความเสียหายของผิวทางและชั้นโครงสร้างทางเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น ปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น ลักษณะภูมิประเทศ การเคลื่อนตัวของชั้นดินคันทาง ได้รับผลกระทบจากอุทกภัย และการก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐาน เป็นต้น สาเหตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาก่อให้เกิดความเสียหายกับผิวทางและพื้นทางได้ทั้งสิ้น

2.2 สาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายผิวทางและชั้นโครงสร้างทาง

2.2.1 สาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายผิวทางและพื้นทาง มีดังต่อไปนี้

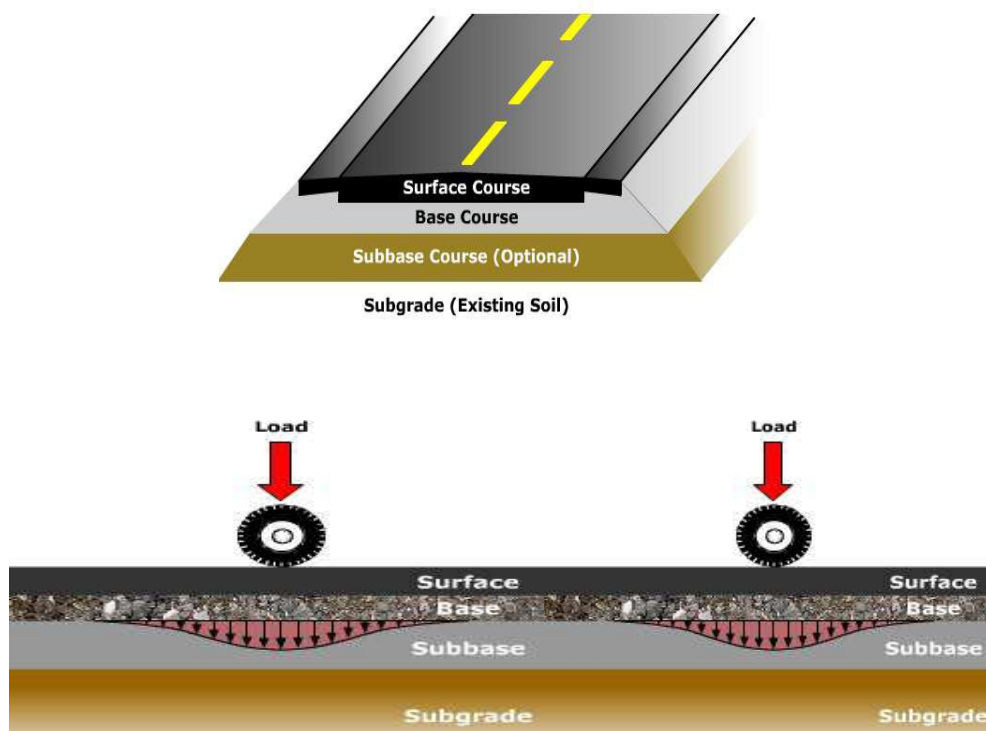
1. ปริมาณจราจร อาทการเพิ่มขึ้นของ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และการอนุญาตให้มีการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกสำหรับรถบรรทุกผลผลิตการเกษตร
2. ลักษณะภูมิประเทศ ทางหลวงที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม มีน้ำท่วมขัง ระบบการระบายน้ำสองข้างทางไม่ดีพอ
3. การเคลื่อนตัวของดินคันทาง จะเกิดขึ้นในทางหลวง ที่มีคันทางสูง และทางหลวงที่มีการขึ้นลง ของระดับน้ำข้างทาง เช่น ทางหลวงที่ก่อสร้างขนาน กับแนวคลอง หรือแม่น้ำ
4. ได้รับผลกระทบจากอุทกภัย ทางหลวงที่ถูกน้ำท่วมมักจะเกิดความเสียหายก่อนข้างรุนแรงเนื่องจาก จะถูกกัดเซาะ และปริมาณความชื้นในชั้นโครงสร้างทาง จะเพิ่มมากขึ้นความสามารถในการรับน้ำหนักจะลดลง

5. การก่อสร้าง ไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นการควบคุมงาน จะต้องให้ได้วัสดุ ที่มีความเหมาะสม มีเครื่องจักรเพียงพอ และมีเทคนิควิธีการก่อสร้างที่ถูกต้องตามข้อกำหนด

2.3 โครงสร้างชั้นทาง

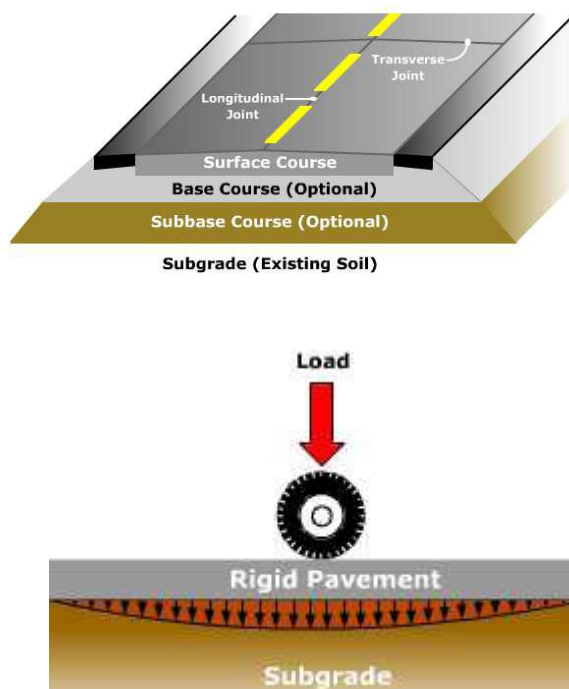
โครงสร้างชั้นทางแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. โครงสร้างชั้นทางแบบหยุ่นตัว (Flexible Pavement) (รูปที่ 2.1) ลักษณะของโครงสร้างชั้นทางแบบหยุ่นตัว ได้แก่ถนนลาดยาง ประกอบด้วยผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต หรือ Surface Treatment ชั้นพื้นทาง ชั้นรองพื้นทาง ชั้นวัสดุคัดเลือก และดินคั่นทาง



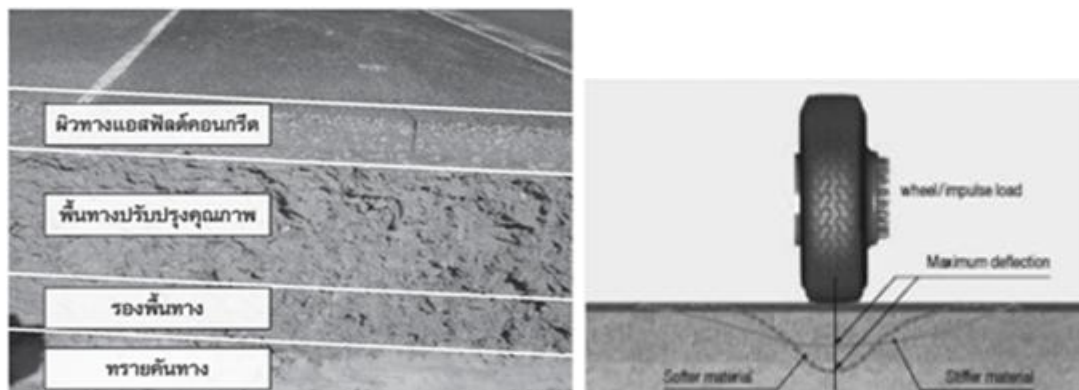
รูปที่ 2.1 โครงสร้างชั้นทางและการถ่ายน้ำหนักแบบหยุ่นตัว (Flexible Pavement)

2. โครงสร้างชั้นทางแบบแกร่งตัว (Rigid Pavement) (รูปที่ 2.2) ลักษณะของโครงสร้างชั้นทางแบบแกร่งตัว ได้แก่ถนนคอนกรีตประกอบด้วย ผิวทางคอนกรีต ชั้นหินคลุก หรือทรายรองพื้นคอนกรีต ชั้นรองพื้นทางและดินคั่นทาง



รูปที่ 2.2 โครงสร้างชั้นทางและการถ่ายน้ำหนักแบบเกร็งตัว (Rigid Pavement)

3. โครงสร้างชั้นทางแบบกึ่งเกร็งตัว (Semi-Rigid Pavement) (ภาพที่ 2.3) โครงสร้างทางของผิวทางและชั้นทางที่ผ่านการก่อสร้างบรูณะด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In-Place Recycling) เป็นโครงสร้างชั้นทางแบบกึ่งเกร็งตัว (Semi-Rigid Pavement) คือรูปแบบโครงสร้างชั้นทางแบบหยุนตัวที่ผ่านการบรูณะและปรับปรุงคุณภาพให้ สูงขึ้น มีอายุการใช้งานยาวนาน และมีความแข็งแรงทนทานกว่าถนนลาดยางทั่วไป แต่น้อยกว่าถนนคอนกรีต โครงสร้างชั้นทางแบบกึ่งเกร็งตัวจึงมีความแข็งแรงทนทาน และมีอายุการใช้งานที่ยืนยาวกว่าโครงสร้างชั้นทางแบบหยุนตัว (Flexible Pavement)



รูปที่ 2.3 โครงสร้างชั้นทางและการถ่ายน้ำหนักแบบกึ่งแกร่งตัว(Semi-Rigid Pavement)

2.4 ความเสียหายของผิวทางและชั้นทาง

2.4.1 ประเภทและชนิดความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์

ลักษณะความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์ พจะแบ่งออกได้ตามชนิดเป็น 4 ประเภทหลักคือ

1. รอยแตก (Crack)

1. รอยแตกหนังจระเข้ (Alligator Crack)
2. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack)
3. รอยแตกสะท้อน (Reflection Crack)
4. รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว (Block Crack or Shrinkage Crack)
5. รอยแตกเลื่อนไถล (Slippage Crack)
6. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)
7. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)
8. รอยแตกการขยายคันทาง (Widening Crack)

2. การเสียรูปร่าง หรือการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Distortion or Deformation)

9. ร่องล้อ (Rutting)
10. ผิวขรุขระเป็นลูกคลื่นคล้ายลูกกระนวด (Corrugation)
11. การปูดนูน (Shoving)
12. การบวมตัว (Swell or Upheaval)
13. การยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression)
14. การทรุดตัวจุดฝังสาธารณูปโภค (Utility Cut Depression)

3. รอยตำหนิบนผิวทาง (Surface Defects)

15. ผิวรวมรวมถูกขัดสีเป็นมัน (Polished Aggregate)
16. การเข้มน (Bleeding)
17. การหลุดล่อน (Raveling)
18. หลุมบ่อ (Pot Hole)
19. รอยปะซ่อม (Patching)

4. ความเสียหายอื่น ๆ (Miscellaneous Distress)

20. ความเสียหายตามขอบ (Edge Deterioration)
21. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

2.4.2 ประเภทและชนิดความเสียหายของผิวทางคอนกรีต

ลักษณะความเสียหายของผิวทางคอนกรีต พอจะแบ่งออกได้ตามชนิดเป็น 4 ประเภทหลัก

คือ

1. รอยแตก (Crack)

1. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)
2. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)
3. รอยแตกที่มุม (Corner Crack)
4. แผ่นพื้นถูกแบ่งแยก (Divided Slab)
5. ความเสียหายของระบบถ่ายน้ำหนักบริเวณรอยต่อ (Joint Load Transfer System Deterioration)
6. รอยแตกจากคอนกรีตสูญเสียความทนทาน (Durability "D" Crack)

2. ความเสียหายบริเวณรอยต่อ (Joint Deficiencies)

7. ความเสียหายของวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint Seal Damage)
8. รอยบิ่นกะเทาะที่มุม (Corner Spall)
9. รอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อตามขวาง รอยต่อตามยาว หรือรอยแตก (Transverse Joint Spall Longitudinal Joint Spall or Crack Spall)

3. รอยตำหนิบนผิวทาง (Surface Defects)

10. รอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage Crack)
11. ผิวแตกลายงาหรือผิวแตกร้าว (Map Cracking or Cracking)
12. ผิวหลุดลอก (Scaling)

13. ผิวมวลรวมถูกขัดสีเป็นมัน (Polished Aggregate)

4. ความเสียหายอื่น ๆ (Miscellaneous Distress)

14. การโก่งงอ (Blow-up or Buckling)

15. การอัดทะลัก (Pumping)

16. รอยเลื่อนต่างระดับ (Faulting)

17. รอยแตกกระแทก (Punch-out)

18. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

19. การแยกตัวของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Separation)

20. รอยปะซ่อมผิวคอนกรีต (Concrete Pavement Patching)

2.5 การตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหาย

การตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายนี้ ใช้วิธีประเมินด้วยสายตา (Visual Inspection) ตามคำจำกัดความของความเสียหายแต่ละชนิด ซึ่งจะอธิบายลักษณะและสาเหตุของความเสียหาย โดยใช้เครื่องมือประกอบ เช่น เทปวัดระยะทาง ไม้บรรทัดยาว 2 เมตร (Straight Edge) ลิ้มวัดความลึก (Wedge) เป็นต้น การวัดปริมาณให้ทำการวัดปริมาณตามบริเวณครอบคลุมพื้นที่ความเสียหาย เช่น

1. ความยาว (เมตร)
2. คู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของถนน กรมทางหลวง
3. พื้นที่ (ตารางเมตร)
4. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายต่อพื้นที่ที่สำรวจ
5. ปริมาณเปรียบเทียบ เช่น น้อย ปานกลาง มาก
6. นับเป็นจำนวน จุด แห่ง แผ่นพื้นที่เสียหาย

การวัดระดับความรุนแรง เป็นการวัดปริมาณหรือปริมาณการขยายตัวของความเสียหาย ความลึกการทรุดตัว ความกว้างของรอยแตกหรือรอยต่อ การบิ่นกะเทาะ คุณภาพในการขั้ตามความเสียหายที่เกิดขึ้น ซึ่งระดับความรุนแรงนี้จะเป็นตัวชี้ถึงการลุกลามความเสียหายที่พัฒนาขึ้นเรื่อยๆ เกณฑ์ระดับความรุนแรงได้แก่

เล็กน้อย (Low)

ปานกลาง (Medium)

สูง (High)

2.6 การซ่อมบำรุงรักษาตามสภาพความเสียหาย

เมื่อเกิดความเสียหายบนผิวทางเป็นแห่งๆ หรือเป็นจุดๆ ในบริเวณไม่กว้างขวางมากนัก ก็ทำการตรวจสอบลักษณะความเสียหายนั้นๆ วัดปริมาณ วัดความรุนแรง หาสาเหตุความเสียหาย และวิเคราะห์หาวิธีซ่อมบำรุงรักษาตามระดับความรุนแรง เพื่อไม่ให้ความเสียหายลุกลามขยายตัวเป็นบริเวณกว้าง หรือลุกลามมีความรุนแรงมากขึ้น ควรต้องรีบดำเนินการเป็นการป้องกันไว้ก่อนที่จะเสียหายมากขึ้นแล้วถึงจะซ่อมโดยวิธีการที่เสียค่าใช้จ่ายมากกว่า หรืออาจสายเกินแก้แล้วก็ได้ เรียกว่าเสียน้อยเสียยากเสียมากเสียง่ายทางเลือกในการซ่อมบำรุง ได้แก่ การอุดรอยแตก ฉาบผิว ปะซ่อม ชูคซ่อม ซ่อมวัสดุยาแนวรอยต่อ เป็นต้นในการทำงานเดียวกันหากพบว่าเกิดความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง หรือหลายๆ แห่งที่มีความถี่สูง หรือคาดว่าบริเวณส่วนอื่นใกล้เคียงกันอาจจะเสียหายเพิ่มในลักษณะเดียวกัน ก็ควรจะตรวจสอบหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือตรวจสอบสภาพทางอื่น ๆ เช่น ตรวจสอบอายุผิวทาง ตรวจสอบสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทาง ตรวจสอบสภาพความเรียบหรือความขรุขระของถนน ตรวจสอบความฝืดของผิวทาง ตรวจสอบประวัติการก่อสร้างและบำรุงรักษา เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการซ่อมบำรุงต่อไป

2.7 แบบฟอร์มการสำรวจสภาพความเสียหายของผิวทาง

การสำรวจความเสียหายของผิวทางใช้แบบฟอร์มการสำรวจดังแสดง (รูปที่ 2.4)

แบบสำรวจความคิดเห็นของสภาพทาง

ทางหลวงหมายเลข ๑๐๓ ๑๐๓๑๐๓ ๑๐๓๑๐๓๑๐๓ ๑๐๓๑๐๓๑๐๓๑๐๓
 ระหว่าง กม. ๒ ๓ ๔ ของสถานี
 สถานี ๒ ๓ ๔ ของสถานี

แผนที่
 วันที่สำรวจ

STA. STA.































หมายเหตุ ผู้สำรวจ.....
(นาย/นาง/นางสาว/นาย/นางสาว)

STA. STA.

รูปที่ 2.4 แบบฟอร์มการสำรวจสภาพความเสียหาย

2.8 สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางแอสฟัลต์





















การสำรวจความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์จะทำการบันทึกปริมาณงานและแสดงสัญลักษณ์ตามคู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทาง กรมทางหลวง. (2550). ดังแสดงในแบบ (รูปที่ 2.5)

สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์ตามชนิด					
<p>1. 1 ช่องแคบที่มีทราย</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>6. ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>11. ช่องแคบขรุขระ</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>16. ช่องลึก</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>20. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>21. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>
<p>2. 1 ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>7. ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>12. ความขรุขระ</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>17. ความขรุขระ</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>19. ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>21. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>
<p>3. ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>8. ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>13. ความขรุขระในร่อง</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>18. หลุม</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>20. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>21. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>
<p>4. 1 ช่องแคบเป็นระเบียบ</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>9. ทราย</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>14. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>19. ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>20. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>21. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>
<p>5. ช่องแคบเป็นร่อง</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>10. ผิวขรุขระเป็นร่อง</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>15. 1 ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>19. ช่องแคบตรงตาม</p>  <p>(ศ.บ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>20. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>	<p>21. ความเสียหายตรงตาม</p>  <p>(อ.) (อ., ม., ธ.)</p>

รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางแอสฟัลต์

2.9 สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางคอนกรีต

การสำรวจความเสียหายของผิวทางคอนกรีตจะทำการบันทึกปริมาณงานและแสดงสัญลักษณ์ตามคู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทาง กรมทางหลวง. (2550). ดังแสดงในแบบ(ภาพที่2.6)

สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางคอนกรีต				
 1. รอยแตกเส้นยาว (G.) (L, M, H)	 2. รอยแตกเส้นยาว และรอยแตกตามแนวขวาง (G.) (L, M, H)	 3. รอยแตกมุม (G.) (L, M, H)	 4. แตกหัก/หลุดลอก (G.) (L, M, H)	 5. รอยแตกเส้นยาว บนผิวที่หลุดลอก (G.) (L, M, H)
 6. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 7. รอยแตกผิวยุบตัว วัสดุผิวที่หลุด (G.) (L, M, H)	 8. รอยแตกผิวยุบตัว วัสดุผิวที่หลุด (G.) (L, M, H)	 9. รอยแตกผิวยุบตัว วัสดุผิวที่หลุด (G.) (L, M, H)	 10. รอยแตกผิวยุบตัว วัสดุผิวที่หลุด (G.) (L, M, H)
 11. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 12. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 13. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 14. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 15. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)
 16. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 17. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 18. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 19. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)	 20. รอยแตกผิวยุบตัว (G.) (L, M, H)

รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์รูปแบบความเสียหายผิวทางคอนกรีต

2.10 การซ่อมบำรุงรักษาตามสภาพความเสียหาย

เมื่อเกิดความเสียหายบนผิวทางเป็นแห่งๆ หรือเป็นจุดๆ ในบริเวณไม่กว้างขวางมากนัก ก็ทำการตรวจสอบลักษณะความเสียหายนั้นๆ วัดปริมาณ วัดความรุนแรง หาสาเหตุความเสียหาย และวิเคราะห์หาวิธีซ่อมบำรุงรักษาตามระดับความรุนแรง เพื่อไม่ให้ความเสียหายลุกลามขยายตัวเป็นบริเวณกว้าง หรือลุกลามมีความรุนแรงมากขึ้น ควรต้องรีบดำเนินการเป็นการป้องกันไว้ก่อนที่จะเสียหายมากขึ้นแล้วถึงจะซ่อมโดยวิธีการที่เสียค่าใช้จ่ายมากกว่า หรืออาจสายเกินแก้แล้วก็ได้ เรียกว่าเสียน้อยเสียยากเสียมากเสียง่ายทางเลือกในการซ่อมบำรุง ได้แก่ การอุดรอยแตก ฉาบผิว ปะซ่อม ชุคซ่อม ซ่อมวัสดุยาแนวรอยต่อ เป็นต้นในการทำงานเดียวกันหากพบว่าเกิดความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง หรือหลายๆ แห่งที่มีความถี่สูง หรือคาดว่าบริเวณส่วนอื่นใกล้เคียงกันอาจจะเสียหายเพิ่มในลักษณะเดียวกัน ก็ควรจะตรวจสอบหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือตรวจสอบสภาพทางอื่น ๆ เช่น ตรวจสอบอายุผิวทาง ตรวจสอบสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทาง ตรวจสอบสภาพความเรียบหรือความขรุขระของถนน ตรวจสอบความฝืดของผิวทาง ตรวจสอบประวัติการก่อสร้างและบำรุงรักษา เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการซ่อมบำรุงตามลักษณะความเสียหายและรหัสงานต่อไป

2.11 รหัสงานบำรุงรักษาทางหลวง

1000 งานบำรุงปกติ (ROUTINE MAINTENANCE)

หมายถึง งานกำกับดูแล และซ่อมแซมบำรุงรักษา ทำความสะอาดเสริมแต่งทางหลวง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องทำเป็นประจำ โดยมีปริมาณงานไม่มากนัก ทั้งนี้ ใ้รวมถึงการแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือต่อเติมได้บ้างตามความเหมาะสม เพื่อให้ทางหลวงคงสภาพใช้งานได้ดี สามารถอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทาง

1100 งานบำรุงรักษาผิวทาง (Pavement Maintenance)

1110 งานบำรุงรักษาผิวทางแอสฟัลต์ (Maintenance of Asphalt Pavement)

1111 งานอุดรอยแตก (Crack Filling) หมายถึง งานอุด หรือ ปิดรอยแตกบนผิวทางแอสฟัลต์ที่มีลักษณะ ไม่ต่อเนื่องกัน

- กรณีที่รอยแตกกว้างน้อยกว่า 3 มม. ให้ใช้แอสฟัลต์เหลวอุดหรือปิดรอยแตกนั้น
- กรณีรอยแตกกว้างมากกว่า 3 มม. ถ้ารอยแตกลึกไม่มาก ให้ใช้แอสฟัลต์เหลวผสมทรายอุดจนเต็มรอยแตกนั้น ถ้ารอยแตกลึกมาก ให้ใช้ทรายหรือทรายผสมปูนซีเมนต์หรือปูนขาว กรอกจนเกือบเต็มรอยแตก แล้วใช้แอสฟัลต์เหลวผสมทรายอุดจนเต็มรอยแตกนั้น

1112 งานฉาบผิวทาง (Surface Sealing) หมายถึง งานซ่อมผิวทางเดิมที่มีรอยแตกแบบต่อเนื่องกัน ผิวลื่น ผิวหลุดล่อน หรือ เสื่อมสภาพ โดยที่ระดับผิวทางเดิมไม่ทรุดตัวเป็นแอ่ง หรือ ร่องลึก ด้วยวิธี Fog Seal, Sand Seal, Slurry Seal, Chip Seal ฯลฯ ในกรณีผิวทางมียางเยิ้ม (Bleeding) ให้แก้ไขโดยวิธีสกัดทรายหรือ หินขณะร้อน หรือเผายางที่เยิ้ม หรือขูดออก

1113 งานปรับระดับผิวทาง (Surface Leveling) หมายถึง งานปรับแต่งผิวทางเดิมที่ขรุขระ ทรุด หรือ ยุบตัวเป็นแอ่งหรือเป็นร่อง (Corrugation, Grade Depression, Rutting) โดยที่พื้นทาง หรือ โครงสร้างทางยังคงความแข็งแรง ให้ได้ระดับ เรียบ และกลมกลืนกับ ผิวทางเดิม โดยทำการทาสาย (Tack Coat) แล้วปูทับด้วยวัสดุผสมแอสฟัลต์ (Cold Mix หรือ Hot Mix) อาจฉาบผิวเพื่อป้องกันน้ำซึมลงไปด้วยถ้าเห็นสมควร หรือจะดำเนินการซ่อมตามกระบวนการ หรือวิธีการสมัยใหม่ก็ได้

1114 งานปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching) หมายถึง งานซ่อมผิวทางที่แตกต่อเนื่องกันแบบหนังจระเข้ ผิวหลุดล่อน ผิวชำรุดเป็นหลุมบ่อ ผิวที่ชำรุดเนื่องจากการเลื่อนตัว และผิวที่เสียหายเนื่องจากอุบัติเหตุ ซึ่งความเสียหายเกิดเฉพาะผิวทาง ให้ทำการซ่อมโดยขูด รื้อผิวที่เสียหายออกเป็นรูปสี่เหลี่ยม ทำความสะอาดแล้วทาสาย (Tack Coat) ให้ทั่ว ใช้วัสดุผสมแอสฟัลต์ (Cold Mix หรือ Hot Mix) ปะซ่อมทำผิวทาง ใหม่ให้ได้ระดับ เรียบและกลมกลืนกับผิวทางเดิม อาจฉาบผิวเพื่อป้องกันน้ำซึมลงไปด้วยถ้าเห็นสมควร หรือจะดำเนินการซ่อมตามกระบวนการหรือ วิธีการสมัยใหม่ก็ได้

1115 งานขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching) หมายถึง งานซ่อมชั้นโครงสร้างทางที่มีลักษณะความเสียหายปรากฏ บนผิวทาง และความเสียหายนั้นเกิดถึงระดับชั้นคันทาง หรือชั้นพื้นทาง หรือ ชั้นรองพื้นทาง ให้ทำการซ่อมโดยขุดหรือเอาวัสดุที่ร่วนหรือเสียหายออกจน ถึงระดับชั้นที่เห็นว่าจำเป็น บดอัดกันหลุมให้แน่นและเรียบเสมอกัน นำวัสดุ ที่ได้มาตรฐานลงแทน บดอัดแน่น แล้วทำการ Prime Coat หรือทาสาย (Tack Coat) แล้วแต่กรณี ทำผิวทางใหม่ตามสภาพผิวทางเดิมหรือดีกว่า โดยรักษาระดับรอยต่อให้เรียบและกลมกลืนกับผิวทางเดิม อาจฉาบผิวเพื่อป้องกันน้ำซึมลงไปด้วยถ้าเห็นสมควร หรือจะดำเนินการซ่อมตามกระบวนการหรือวิธีการสมัยใหม่ก็ได้

1116 งานปาดแต่งผิวทางแอสฟัลต์ (Surface Grinding) หมายถึง งานปาด ตัด แต่ง ผิวทางชนิดแอสฟัลต์คอนกรีตที่นูน เป็นสัน หรือเป็นคลื่น เนื่องจากการเคลื่อนตัวเฉพาะชั้นผิวทาง อาจรวมถึงการปรับแต่งให้ได้ระดับและกลมกลืนกับผิวทางเดิม ด้วยวัสดุผสมแอสฟัลต์ (Cold Mix หรือ Hot Mix) ก็ได้

1117 งานทำความสะอาดผิวทาง (Surface Cleaning) หมายถึง งานเก็บกวาดวัสดุ สิ่ง
 ปฏิกูล ฯลฯ บนผิวทาง ทั้งนี้อาจรวมถึงการล้างทำความสะอาดผิวทางด้วยก็ได้

1120 งานบำรุงรักษาผิวทางคอนกรีต (Maintenance of Concrete Pavement)

1121 งานซ่อมวัสดุรอยต่อ (Repair of Joint Sealing) หมายถึง งานซ่อม เปลี่ยน วัสดุ
 รอยต่อเดิมระหว่างแผ่นพื้นคอนกรีต ที่ชำรุดหรือเสื่อมสภาพ โดยการเซาะเอาวัสดุเดิมออกจนหมด
 ทำความ สะอาดแล้วหยอดหรือทารอยต่อด้วย Primer ก่อนทำการอุดด้วยวัสดุยาแนวใหม่แทน จนมี
 สภาพรอยต่อคิ่ดังเดิม

1122 งานซ่อมผิวคอนกรีต (Concrete Patching) หมายถึง งานเจาะสกัดหรือลอกผิว
 คอนกรีตส่วนที่ชำรุดเสียหายออกบางส่วน หรือทั้งแผ่น รวมถึงการอุดหรือวัสดุรองพื้นส่วนที่เสียหาย
 ออกจนถึงระดับชั้นที่เห็นว่าจำเป็น บดอัดแน่นแล้วใช้วัสดุที่ได้มาตรฐานลงแทน บดอัดแน่นก่อน
 เสริมหรือทำผิวคอนกรีตใหม่

1123 งานอุดเชื่อมรอยแตก (Crack Sealing) หมายถึง งานอุดรอยแตก (Cracks) ที่เกิดขึ้น
 ในแผ่นพื้นคอนกรีตโดยทำความสะอาดรอยแตกด้วยเครื่องอัดลม แล้วใช้เอสฟลด์์เหลวหรือ
 Epoxy Resin อุดตามรอยแตกนั้น

1124 งานปรับระดับผิวคอนกรีต (Concrete Surface Leveling) หมายถึง งานปรับระดับ
 ผิวคอนกรีตเดิมที่ชำรุด โดยใช้วัสดุผสมทราย (Tack Coat) หรือฉาบวัสดุคั่นกลาง (Interlayer)
 แล้ว

1125 งานทำความสะอาดผิวทาง (Surface Cleaning) หมายถึง งานเก็บกวาดวัสดุ สิ่ง
 ปฏิกูล ฯลฯ บนผิวทาง ทั้งนี้ อาจรวมถึงการล้างทำความสะอาดผิวทางด้วยก็ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

การจัดทำโครงการครั้งนี้ดำเนินการในทางหลวงพื้นที่ควบคุมของแขวงชลพนบุรีที่ 1 จำนวน 18 สายทาง ที่ผ่านการดำเนินการก่อสร้างและบูรณะพื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In- Place Recycling) ในปี 2552-ปี 2554 จำนวน 11.069 กิโลเมตร, 11.776 กิโลเมตร, 31.580 กิโลเมตร ตามลำดับ รวมระยะทางที่จะทำการศึกษาทั้งสิ้น 54.425 กิโลเมตร รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดสายทางที่ทำการศึกษาตรวจสอบความเสียหาย

ลำดับ ที่	สัญญา เลขที่	ทางหลวงหมายเลข ตอน	กม.-กม.	ส่งมอบงาน	สิ้นสุด ระยะประกัน	ระยะทาง (กม.)
1	ลบ.1/4/52	3196 ตอน แยกทางหลวงหมายเลข 205 (บ้านหมี่) -	59+733 - 65+000	24-เม.ย.-52	23-เม.ย.-54	5.267
		บรรจบทางหลวงหมายเลข 311 (ลพบุรี)				
2	ลบ.1/12/52	3326 ตอน บ้านหมี่ - ทางหลวงหมายเลข 1(หนอง ม่วง)	9+210 - 14+000	14-ก.ค.-52	13-ก.ค.-54	4.790
3	ลบ.1/22/52	3016 ตอน แยกทางหลวงหมายเลข 3196 - ป่าหวาย	2+316 - 3+328	19-พ.ย.-52	18-พ.ย.-54	1.012
4	ลบ.1/26/52	3024 แยกทางหลวงหมายเลข 205(บ้านหมี่) - เขา ช่องลม	0+010 - 5+539	22-ม.ค.-53	21-ม.ค.-55	5.529
5	ลบ.1/4/53	205 บ้านหมี่ - ต่อเขตเทศบาลโคกสำโรงควมคุม	6+457 - 11+350	24-ส.ค.-53	24-ส.ค.-55	4.893
6	ลบ.1/29/53	1 วงเวียนเทพสตรีลพบุรี - โคกสำโรง	169+700 - 171+054	7-ธ.ค.-53	7-ธ.ค.-55	1.354
7	ลบ.1/1/54	3326 ตอน แยกทางหลวงหมายเลข 1(หนองม่วง) -	42+800 - 44+100	18-ม.ค.-54	18-ม.ค.-56	1.300
		บรรจบทางหลวงหมายเลข 205 (วังเพลิง)				
8	ลบ.1/3/54	3196 ตอน แยกทางหลวงหมายเลข 205 (บ้านหมี่) -	44+350 - 47+920	15-มี.ค.-54	15-มี.ค.-56	3.570
		บรรจบทางหลวงหมายเลข 311 (ลพบุรี)				

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สัญญา เลขที่	ทางหลวงหมายเลข ตอน	กม.-กม.	ส่งมอบงาน	สิ้นสุด ระยะประกัน	ระยะทาง (กม.)
9	ลบ.1/13/54	3196 ตอน แยกทางหลวงหมายเลข 205 (บ้านหมี) -	70+510 - 72+200	10-พ.ค.-54	10-พ.ค.-56	1.690
		บรรจบทางหลวงหมายเลข 311 (ลพบุรี)				
10	ลบ.1/14/54	3024 แยกทางหลวงหมายเลข 205(บ้านหมี) - เขา ช่องลม	11+720 - 14+120	10-พ.ค.-54	10-พ.ค.-56	2.400
11	ลบ.1/23/54	3196 ตอน แยกทางหลวงหมายเลข 205 (บ้านหมี) -	57+500 - 59+400	10-พ.ค.-54	10-พ.ค.-56	1.900
		บรรจบทางหลวงหมายเลข 311 (ลพบุรี)				
12	ลบ.1/26/54	3196 ตอน แยกทางหลวงหมายเลข 205 (บ้านหมี) -	42+500 - 44+350	22-เม.ย.-54	22-เม.ย.-56	1.850
13		บรรจบทางหลวงหมายเลข 311 (ลพบุรี)				
	ลบ.1/32/54	2089 ตอน กม.16+000 (ต่อเขตแขวงฯสระบุรี) - กม.33+760(ต่อเขตแขวงลพบุรีที่2)	24+565 -31+435	26-พ.ค.-54	26-พ.ค.-56	6.870
14	ลบ.1/24/54	3196 ตอน แยกทางหลวงหมายเลข 205 (บ้านหมี) -	65+500 - 67+400	4-ก.ค.-54	4-ก.ค.-56	3.800
		บรรจบทางหลวงหมายเลข 311 (ลพบุรี)				
15	ลบ.1/25/54	3354 ตอน หนองกระเบียน - หนองม่วง	7+520 - 10+000	20-ก.ค.-54	20-ก.ค.-56	2.480
16	ลบ.1/41/54	3354 ตอน หนองกระเบียน - หนองม่วง	0+140 - 2+875	7-ต.ค.-54	7-ต.ค.-56	2.735

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สัญญา เลขที่	ทางหลวงหมายเลข ตอน	กม.-กม.	ส่งมอบงาน	สิ้นสุด ระยะประกัน	ระยะทาง (กม.)
17	ลบ.1/46/54	2340 ตอน กม.36+000(ต่อเขตแขวงฯลพบุรีที่2) -	52+320 - 54+580	3-ต.ค.-54	3-ต.ค.-56	2.260
		บรรจบทางหลวงหมายเลข 3326(สระ โปสถ์)				
18	ลบ.1/48/54	3017 แยกทางหลวงหมายเลข 21 - วังม่วง	4+075 - 4+800	8-ส.ค.-54	8-ส.ค.-56	0.725
					รวม	54.425

3.2 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะทำการตรวจสอบสภาพความเสียหายตามแบบฟอร์มการสำรวจและประเมินสภาพความเสียหายถนน “คู่มือการตรวจสอบและประเมินความเสียหายของถนน” โดยเริ่มจากการพิจารณาลักษณะ ความเสียหายที่เกิดขึ้นด้วยสายตา พร้อมกับวัดปริมาณและระดับความรุนแรง จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจวัดลงในแบบสำรวจความเสียหายของผิวทาง เพื่อแสดงถึงตำแหน่งและขอบเขตที่แน่นอนของความเสียหายแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นบนทางหลวงกลุ่มตัวอย่าง โดยลักษณะของความเสียหายที่จะทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลเพื่อทำการศึกษามีประมาณ 26 รูปแบบดังนี้

1. รอยแตกหนังจระเข้ (Alligator Crack)
2. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack)
3. รอยแตกสะท้อน (Reflection Crack)
4. รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว (Block Crack or Shrinkage Crack)
5. รอยแตกเลื่อนไถล (Slippage Crack)
6. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)
7. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)
8. รอยแตกการขยายคันทาง (Widening Crack)
9. ร่องล้อ (Rutting)
10. ผิวขรุขระเป็นลูกคลื่นคล้ายลูกกระพอน (Corrugation)
11. การปูดนูน (Shoving)
12. การบวมตัว (Swell or Upheaval)
13. การยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression)
14. การทรุดตัวจุดฝังสาธารณูปโภค (Utility Cut Depression)
15. ผิวมวลรวมถูกขัดสีเป็นมัน (Polished Aggregate)
16. การซึม (Bleeding)
17. การหลุดล่อน (Raveling)
18. หลุมบ่อ (Pot Hole)
19. รอยปะซ่อม (Patching)
20. ความเสียหายตามขอบ (Edge Deterioration)
21. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)
22. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

23. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)
24. รอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage Crack)
25. ผิวแตกลายงาหรือผิวแตกร้าว (Map Cracking or Crazeing)
26. การโก่งงอ (Blow-up or Buckling)

3.2.1 อุปกรณ์เบื้องต้นที่จำเป็นที่ต้องใช้ประกอบในการสำรวจ ประกอบด้วย

- แบบฟอร์มสำรวจความเสียหายของสภาพทาง
- คู่มือการตรวจสอบและประเมินความเสียหายของถนน
- เทปวัดระยะทาง หรือ มาตรวัดระยะทาง (Hand Odometer)
- ไม้บรรทัดเหล็กยาว 2 เมตร (Straightedge)
- ไม้บรรทัดเหล็กยาว 30 เซนติเมตร ที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1 มิลลิเมตร
- เครื่องคิดเลข
- กล้องดิจิทัล

นอกจากอุปกรณ์เบื้องต้นแล้ว ยังมีอุปกรณ์ประกอบบางชนิดที่อาจจำเป็นต้องใช้ในการช่วยระบุระดับความรุนแรงของความเสียหาย เช่น ในความเสียหายที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพในการขับขี่ คู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทาง กรมทางหลวง 83 (Ride Quality) อาจจำเป็นต้องใช้รถยนต์นั่งทั่วไปขับผ่านบริเวณที่เสียหายเพื่อการระบุระดับความรุนแรงเป็นต้น

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แบบสำรวจสภาพความเสียหายของถนน

ตามคู่มือการตรวจสอบและประเมินความเสียหายของผิวทาง กรมทางหลวง ดังแสดงในภาคผนวก ก.

3.3.2 แบบทดสอบข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในสนาม ลงในแบบทดสอบที่จัดทำขึ้น เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ทำการจำแนก ประเภทความเสียหาย ความถี่เพื่อวิเคราะห์และสรุปข้อมูล ดังแสดงใน ภาคผนวก ก.

3.3.3 โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ใช้ข้อมูลการสำรวจสภาพความเสียหายของทางหลวงจากสนามทำการบันทึกลงในแบบทดสอบที่จัดทำขึ้น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม SPSS for Windows (Statistical Packer for Social Science) ซึ่งเป็น โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการจัดการข้อมูลอย่างมีระบบ โดยมีการแสดงค่าสถิติต่าง ๆ พร้อมกราฟและตาราง ฯลฯ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

โครงการตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการก่อสร้างบูรณะด้วยวิธีการนำวัสดุหินเวียมาซีใหม่ (Pavement In- Place Recycling) กรมศึกษาแขวงการทางหลวงพริที่ 1 ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพความเสียหายในสนามมาบันทึกในแบบทดสอบที่จัดทำขึ้น กำหนดตัวแปรในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาที่ได้นำเสนอในรูปตาราง และความเรียง โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา
2. การวิเคราะห์รูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวง
3. การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบ
4. การวิเคราะห์การถดถอยความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบ

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย จำแนกความถี่ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแต่ละตัวแปร จากจำนวนตัวอย่างสายทาง 18 สายทาง มีผลปรากฏว่าเส้นทางส่วนใหญ่ (ร้อยละ 50) มีอายุบริการ 2 ปี ปริมาณรถบรรทุกหนักอยู่ในช่วง 100-299 คันต่อวัน ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ (ร้อยละ 50) ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในภาคผนวก ข

4.2 การวิเคราะห์รูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 สายทาง โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. รอยแตกหนังจระเข้ (Alligator Crack)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

2. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack)

ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่จะมีความเสียหายวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 8 สายทางจาก 18 สายทาง โดยคิดเป็นร้อยละ 44.4 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขอบที่ตรวจพบ

ปริมาณความเสียหาย	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่สะสม
ไม่พบความเสียหาย	4	22.2	22.2
100 ม./กม.	4	22.2	44.4
200 ม./กม.	8	44.4	88.8
มากกว่า 200 ม./กม.	2	11.2	100.0
รวม	18	100.00	

3. รอยแตกสะท้อน (Reflection Crack)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

4. รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว (Block Crack or Shrinkage Crack)

ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่จะไม่พบความเสียหายจำนวน 16 สายทาง จาก 18 สายทาง โดยคิดเป็นร้อยละ 88.8 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์รอยแตกเป็นตารางที่ตรวจพบ

ปริมาณความเสียหาย	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่สะสม
ไม่พบความเสียหาย	16	88.8	88.8
100 ตรม./กม.	1	5.6	94.4
มากกว่า 100 ตรม./กม.	1	5.6	100.0
รวม	18	100.00	

5. รอยแตกเลื่อนไถล (Slippage Crack)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

6. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)

ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่จะมีความเสียหายวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 8 สายทางจาก18สายทางโดยคิดเป็นร้อยละ 44.4 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตรงขอบรอยต่อที่ตรวจพบ

ปริมาณความเสียหาย	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่สะสม
ไม่พบความเสียหาย	4	22.2	22.2
100 ม./กม.	3	16.7	38.9
200 ม./กม.	8	44.4	84.3
มากกว่า 200 ม./กม.	3	16.7	100.0
รวม	18	100.00	

7. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)

ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่จะมีความเสียหายวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 8 สายทางจาก18สายทางโดยคิดเป็นร้อยละ 44.4 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์รอยแตกระหว่างช่องจราจรที่ตรวจพบ

ปริมาณความเสียหาย	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่สะสม
ไม่พบความเสียหาย	6	33.4	33.4
100 ม./กม.	2	11.1	44.5
200 ม./กม.	8	44.4	88.9
มากกว่า 200 ม./กม.	2	11.1	100.0
รวม	18	100.00	

8. รอยแตกการขยายคันทาง (Widening Crack)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

9. ร่องล้อ (Rutting)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

10. ผิวขรุขระเป็นลูกคลื่นคล้ายลูกกระนาค (Corrugation)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง
11. การปูดนูน (Shoving)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง
12. การบวมตัว (Swell or Upheaval)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง
13. การยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression)
ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่จะไม่พบความเสียหายจำนวน 13 สายทาง จาก 18 สายทาง โดยคิดเป็นร้อยละ 72.2 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่งที่ตรวจพบ

ปริมาณความเสียหาย	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่สะสม
ไม่พบความเสียหาย	13	72.2	72.2
100 ตรม./กม.	1	5.6	77.8
มากกว่า 100 ตรม./กม.	4	22.2	100.0
รวม	18	100.00	

14. การทรุดตัวขุดฝังสาธารณูปโภค (Utility Cut Depression)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง
15. ผิวมวลรวมถูกขัดสีเป็นมัน (Polished Aggregate)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง
16. การเยิ้ม (Bleeding)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง
17. การหลุดล่อน (Raveling)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง
18. หลุมบ่อ (Pot Hole)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง
19. รอยปะซ่อม (Patching)
ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

20. ความเสียหายตามขอบ (Edge Deterioration)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

21. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่จะไม่พบความเสียหายจำนวน 14 สายทาง จาก 18 สายทาง โดยคิดเป็นร้อยละ 77.8 พบความเสียหาย 200 ม./กม. เพียง 4 สายทาง คิดเป็นร้อยละ 22.2 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทางที่ตรวจพบ

ปริมาณความเสียหาย	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่สะสม
ไม่พบความเสียหาย	14	77.8	77.8
100 ม./กม.	0	0	77.8
200 ม./กม.	4	22.2	100.0
มากกว่า 200 ม./กม.	0	0	100.0
รวม	18	100.00	

22. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่จะมีความเสียหายวัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 9 สายทาง จาก 18 สายทาง โดยคิดเป็นร้อยละ 50.0 ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามยาวที่ตรวจพบ

ปริมาณความเสียหาย	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่สะสม
ไม่พบความเสียหาย	2	11.1	11.1
100 ม./กม.	2	11.1	22.2
200 ม./กม.	5	27.8	50.0
มากกว่า 200 ม./กม.	9	50.0	100.0
รวม	18	100.00	

23. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)

ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่จะไม่พบความเสียหายจำนวน 9 สายทางจาก 18 สายทางแต่ยังคงพบความเสียหายวัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 8 สายทาง โดยคิดเป็นร้อยละ 44.4 และวัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทางจาก 18 สายทาง โดยคิดเป็นร้อยละ 5.6 ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขวางที่ตรวจพบ

ปริมาณความเสียหาย	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่สะสม
ไม่พบความเสียหาย	9	50.0	50.0
100 ม./กม.	8	44.4	94.4
200 ม./กม.	1	5.6	100.0
มากกว่า 200 ม./กม.	0	0	100.0
รวม	18	100.00	

24. รอยแตกจากการหดหัว (Shrinkage Crack)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

25. ผิวแตกลายงาหรือผิวแตกร้าว (Map Cracking or Crazeing)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

26. การโก่งงอ (Blow-up or Buckling)

ผลปรากฏว่าไม่พบความเสียหายทั้ง 18 สายทาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวงกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 สายทาง โดยการแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ พบรูปแบบความเสียหายของทางหลวงจำนวน 8 รูปแบบ ได้แก่

1. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack)

รอยแตกตามขอบเป็นรอยแตกเป็นทางยาวขนานไปกับขอบผิวทางโดยห่างจากขอบผิวทางประมาณ 30 ซม. บางแห่งอาจมีรอยแตกแขนงไปยังไหล่ทางด้วย มีสาเหตุมาจากแรงดันด้านข้าง (Lateral Support) ไม่เพียงพอ แต่สำหรับกรณีนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากการแยกตัวระหว่างชั้นพื้นทางเดิมกับชั้นพื้นทางใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 รอยแตกตามขอบ

2. รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว (Block Crack or Shrinkage Crack)

รอยแตกเป็นตารางเป็นรอยแตกที่แบ่งแยกผิวแอสฟัลต์ออกเป็นช่องๆรูปสี่เหลี่ยมมีขนาดตั้งแต่ 0.30 เมตร ถึง 3.00 เมตร สาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตร (การยืดหดตัว) ของวัสดุผิวแอสฟัลต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัว

3. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)

รอยแตกตรงขอบรอยต่อเป็นรอยแตกระหว่างช่องจราจรกับไหล่ทางอาจมีการทรุดตัวต่างระดับตามรอยแตกนี้ด้วย สาเหตุเนื่องจากการก่อสร้างรอยต่อระหว่างไหล่ทางกับช่องจราจรไม่ดีพอหรือไหล่ทางมีการเคลื่อนตัว ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 รอยแตกตรงขอบรอยต่อ

4. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)

รอยแตกระหว่างช่องจราจรเป็นรอยแตกระหว่างช่องจราจรที่ติดกัน สาเหตุมาจากการก่อสร้างระหว่างรอยต่อไม่ดีพอ การเสื่อมคุณภาพของวัสดุ ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 รอยแตกระหว่างช่องจราจร

5. การยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression)

การยุบตัวเป็นแอ่งมีลักษณะการยุบตัวของผิวจราจรเป็นแอ่งกระทะมีระดับต่ำกว่าผิวทางข้างเคียงเป็นแห่งๆ สาเหตุมาจากการทรุดตัวของชั้นโครงสร้างใต้พื้นทาง ก่อนการบูรณะอาจมีการทรุดตัวอยู่แล้ว หรือระหว่างการก่อสร้างมีการบดอัดพื้นทางไม่ดีพอ ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การยวบตัวเป็นแอ่ง

6. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง มีลักษณะการต่างระดับระหว่างผิวทางกับไหล่ทาง มีสาเหตุมาจากการทรุดตัวของไหล่ทางอันเนื่องมาจากการบดอัดไม่ดีพอ หรือการระบายน้ำของทางไม่ดีเกิดน้ำขังซึมลงไปทำลายความแข็งแรงของชั้นโครงสร้างใต้พื้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง

7. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

รอยแตกตามยาว เป็นรอยแตกตรงกลางตามแนวช่องจราจร สาเหตุมาจากการก่อสร้างรอยต่อระหว่างการบูรณะไม่ดีพอไม่อยู่ในระยะเวลาที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 4.7



รูปที่ 4.7 รอยแตกตามยาว

8. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)

รอยแตกตามขวาง เป็นรอยแตกตามขวางตั้งฉากหรือทแยงเป็นมุมกับผิวจราจร สาเหตุมาจากการก่อสร้างรอยต่อระหว่างการบูรณะไม่ดีพอไม่อยู่ในระยะเวลาที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม

4.3 การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ

ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำนวน 8 รูปแบบจำแนกตามอายุบริการภายหลังหมดระยะเวลารับประกันผลงาน(ระยะเวลารับประกันผลงานมีกำหนด 2 ปีนับจากวันส่งมอบงาน) ที่ 1 ปี 2 ปี และ 3 ปี ตามลำดับ โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีภายหลังหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 5 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 2 ปีภายหลังหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 5 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 3 ปีภายหลังหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 4 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขอบที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ

อายุบริการ	จำนวนสายทางที่ตรวจพบ	ปริมาณรอยแตกตามขอบ				รวม
		ไม่พบความเสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./กม.	
1 ปี	จำนวน	0	1	3	1	5
	ร้อยละ	0	20.0	60.0	20.0	27.8
2 ปี	จำนวน	3	1	5	0	9
	ร้อยละ	33.3	11.1	55.6	0	50.0
3 ปี	จำนวน	1	2	0	1	4
	ร้อยละ	25.0	50.0	0	25.0	22.2
รวม	จำนวน	4	4	8	2	18
	ร้อยละ	22.2	22.2	44.4	11.2	100.00

2. รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว (Block Crack or Shrinkage Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 5 สายทางไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีอายุบริการ 2 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหาย สายทางที่มีอายุบริการ 3 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 4 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง วัดได้ 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัว ที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ

อายุบริการ	จำนวนสายทางที่ตรวจพบ	ปริมาณรอยแตกเป็นตาราง			รวม
		ไม่พบความเสียหาย	100 ตรม./กม.	200 ตรม./กม.	
1 ปี	จำนวน	5	0	0	5
	ร้อยละ	0	0	0	36.0
2 ปี	จำนวน	9	0	0	9
	ร้อยละ	100.0	0	0	50.0
3 ปี	จำนวน	2	1	1	4
	ร้อยละ	50.0	25.0	25.0	14.0
รวม	จำนวน	16	1	1	18
	ร้อยละ	88.8	5.6	5.6	100.0

3. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 5 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 2 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 4 สายทางมากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 3 ปีภายหลังก่อนหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 4 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง,วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตรงขอบรอยต่อ ที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ

อายุบริการ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตรงขอบรอยต่อ				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
1 ปี	จำนวน	0	1	3	1	5
	ร้อยละ	0	20.0	60.0	20.0	27.8
2 ปี	จำนวน	3	1	4	1	9
	ร้อยละ	33.3	11.1	44.4	11.1	50.0
3 ปี	จำนวน	1	1	1	1	4
	ร้อยละ	25.0	25.0	25.0	25.0	22.2
รวม	จำนวน	4	3	8	3	18
	ร้อยละ	22.2	16.7	44.4	16.7	100.00

4. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีภายหลังก่อนหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 5 สายทางไม่พบความเสียหาย 1 สายทาง,วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทางและ วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 2 ปีภายหลังก่อนหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 4 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ,วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทางและวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 3 ปีภายหลังก่อนหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 4 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ร้อยละระหว่างช่องจราจร ที่ตรวจพบจำแนกตามกับอายุบริการ

อายุบริการ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตรงขอบรอยต่อ				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
1 ปี	จำนวน	1	1	3	0	5
	ร้อยละ	20.0	20.0	60.0	0	27.8
2 ปี	จำนวน	4	1	3	1	9
	ร้อยละ	44.4	11.1	33.3	11.1	50.0
3 ปี	จำนวน	1	0	2	1	4
	ร้อยละ	25.0	0	50.0	25.0	22.2
รวม	จำนวน	6	2	8	2	18
	ร้อยละ	33.3	11.1	44.4	11.1	100.00

5. การยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีภายหลังหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 5 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้ มากกว่า 100 ตรม./กม. 2 สายทาง สายทางที่มีอายุบริการ 2 ปีภายหลังหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 7 สายทาง วัดได้ 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 3 ปีภายหลังหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 4 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่

4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่ง ที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ

อายุบริการ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจพบ	ปริมาณการยุบตัวเป็นแอ่ง			รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ตรม./กม.	200 ตรม./กม.	
1 ปี	จำนวน	3	0	2	5
	ร้อยละ	60.0	0	40.0	36.0
2 ปี	จำนวน	7	1	1	9
	ร้อยละ	77.8	11.1	11.1	50.0
3 ปี	จำนวน	3	0	1	4
	ร้อยละ	75.0	0	25.0	14.0
รวม	จำนวน	13	1	4	18
	ร้อยละ	72.2	5.6	22.2	100.0

6. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 4 สายทางและวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 2 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 7 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 3 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 4 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง ที่ตรวจพบเทียบกับอายุบริการ

อายุบริการ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณ การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
1 ปี	จำนวน	4	0	1	0	5
	ร้อยละ	80.0	0	20.0	0	27.8
2 ปี	จำนวน	7	0	2	0	9
	ร้อยละ	77.8	0	22.2	0	50.0
3 ปี	จำนวน	3	0	1	0	4
	ร้อยละ	75.0	0	25.0	25.0	22.2
รวม	จำนวน	14	0	4	0	18
	ร้อยละ	77.8	0	22.2	0	100.00

7. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 5 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 2 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง ,วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 2 สายทางวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 3 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 4 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามยาว ที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ

อายุบริการ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตามยาว				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
1 ปี	จำนวน	0	0	2	3	5
	ร้อยละ	0	0	40.0	60.0	27.8
2 ปี	จำนวน	1	2	3	3	9
	ร้อยละ	11.2	22.2	33.3	33.3	50.0
3 ปี	จำนวน	1	0	0	3	4
	ร้อยละ	25.0	0	0	75.0	22.2
รวม	จำนวน	2	2	5	9	18
	ร้อยละ	11.1	11.1	27.8	50.0	100.00

8. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 4 สายทาง และวัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 2 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 4 สายทาง และวัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 5 สายทาง

สายทางที่มีอายุบริการ 3 ปีภายหลังจากหมดระยะเวลารับประกันมีจำนวน 4 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง ,วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 2 สายทางและวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุมที่ตรวจพบจำแนกตามอายุบริการ

อายุบริการ	จำนวนสายทางที่ตรวจพบ	ปริมาณรอยแตกตามขวาง				รวม
		ไม่พบความเสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./กม.	
1 ปี	จำนวน	4	1	0	0	5
	ร้อยละ	80.0	20.0	0	0	27.8
2 ปี	จำนวน	4	5	0	0	9
	ร้อยละ	44.4	55.6	0	0	50.0
3 ปี	จำนวน	1	2	1	0	4
	ร้อยละ	25.0	50.0	25.0	0	22.2
รวม	จำนวน	9	8	1	0	18
	ร้อยละ	50.0	44.4	5.6	0	100.00

4.4 การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก

ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำนวน 8 รูปแบบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก (รถที่มีน้ำหนักลงเพลา 2 เพลา ตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป) ที่มีปริมาณน้อยกว่า 100 คันต่อวัน ,มากกว่า 100 คันต่อวัน,มากกว่า 300 คันต่อวัน และ มากกว่า 500 คันต่อวัน โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทางไม่พบความเสียหาย 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง วัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขอบที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก

ปริมาณรถบรรทุกหนัก	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตามขอบ				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	1	1	1	0	3
	ร้อยละ	33.3	33.3	33.3	0	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	2	3	3	1	9
	ร้อยละ	22.2	33.3	33.3	11.1	50.0
มากกว่า 300 คันต่อวัน	จำนวน	1	0	2	0	3
	ร้อยละ	33.3	0	66.7	0	16.7
มากกว่า 500 คันต่อวัน	จำนวน	0	0	2	1	3
	ร้อยละ	0	0	66.7	33.3	16.7
รวม	จำนวน	4	4	8	2	18
	ร้อยละ	22.2	22.2	44.4	11.2	100.0

2. รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว (Block Crack or Shrinkage Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทางไม่พบความเสียหาย สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 8 สายทาง วัดได้ 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 2 สายทาง วัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัว ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรอบรทุกหนัก

ปริมาณรอบรทุกหนัก	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกเป็นตาราง			รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ตรม./กม.	มากกว่า 100 ตรม./กม.	
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	3	0	0	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	8	1	0	9
	ร้อยละ	88.9	11.1	0	50.0
มากกว่า 300 คันต่อวัน	จำนวน	3	0	0	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	16.7
มากกว่า 500 คันต่อวัน	จำนวน	2	0	1	3
	ร้อยละ	66.7	0	33.3	16.7
รวม	จำนวน	16	1	1	18
	ร้อยละ	88.8	5.6	5.6	100.0

3. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีปริมาณรอบรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 2 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรอบรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 3 และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรอบรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรอบรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง วัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตรงขอบรอยต่อ ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุก
หนัก

ปริมาณรถบรรทุกหนัก	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตามขอบรอยต่อ				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	2	1	0	0	3
	ร้อยละ	66.7	33.3	0	0	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	2	2	3	2	9
	ร้อยละ	22.2	22.2	33.4	22.2	50.0
มากกว่า 300 คันต่อวัน	จำนวน	0	0	3	0	3
	ร้อยละ	0	0	100.0	0	16.7
มากกว่า 500 คันต่อวัน	จำนวน	0	0	2	1	3
	ร้อยละ	0	0	66.7	33.3	16.7
รวม	จำนวน	4	3	8	3	18
	ร้อยละ	22.2	16.7	44.4	16.7	100.0

4. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 2 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 4 และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง วัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ร้อยละระหว่างช่องจราจร ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก

ปริมาณรถบรรทุกหนัก	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกระหว่างช่องจราจร				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./ กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	2	0	1	0	3
	ร้อยละ	66.7	0	33.3	0	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	3	1	4	1	9
	ร้อยละ	33.4	11.1	44.4	11.1	50.0
มากกว่า 300 คันต่อวัน	จำนวน	1	1	1	0	3
	ร้อยละ	33.3	33.3	33.3	0	16.7
มากกว่า 500 คันต่อวัน	จำนวน	0	0	2	1	3
	ร้อยละ	0	0	66.7	33.3	16.7
รวม	จำนวน	6	2	8	2	18
	ร้อยละ	33.4	11.1	44.4	11.1	100.0

5. การยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวัน ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 7 สายทาง วัดได้ 100 ตรม./กม.จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง วัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 1 สายทาง วัดได้ 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง วัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่ง ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก

ปริมาณรถบรรทุกหนัก	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณการยุบตัวเป็นแอ่ง			รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ตรม./กม.	มากกว่า 100 ตรม./กม.	
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	3	0	0	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	8	1	0	9
	ร้อยละ	88.9	11.1	0	50.0
มากกว่า 300 คันต่อวัน	จำนวน	3	0	0	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	16.7
มากกว่า 500 คันต่อวัน	จำนวน	2	0	1	3
	ร้อยละ	66.7	0	33.3	16.7
รวม	จำนวน	16	1	1	18
	ร้อยละ	88.8	5.6	5.6	100.0

6. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวันมีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 6 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทางไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 2 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทางที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก

ปริมาณรถบรรทุกหนัก	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	3	0	0	0	3
	ร้อยละ	100	0	0	0	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	6	0	3	0	9
	ร้อยละ	66.7	0	33.3	0	50.0
มากกว่า 300 คันต่อวัน	จำนวน	3	0	0	0	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	0	16.7
มากกว่า 500 คันต่อวัน	จำนวน	2	0	1	0	3
	ร้อยละ	66.7	0	33.3	0	16.7
รวม	จำนวน	14	0	4	0	18
	ร้อยละ	77.8	0	22.2	0	100.0

7. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวันมีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 6 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 2 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามยาว ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก

ปริมาณรถบรรทุกหนัก	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	1	0	1	1	3
	ร้อยละ	33.3	0	33.3	33.3	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	1	2	2	4	9
	ร้อยละ	11.2	22.2	22.2	44.4	50.0
มากกว่า 300 คันต่อวัน	จำนวน	0	0	0	3	3
	ร้อยละ	0	0	0	100.0	16.7
มากกว่า 500 คันต่อวัน	จำนวน	0	0	2	1	3
	ร้อยละ	0	0	66.7	33.3	16.7
รวม	จำนวน	2	2	5	9	18
	ร้อยละ	11.1	11.1	27.8	50.0	100.0

8. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 6 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม ที่ตรวจพบจำแนกตามปริมาณรบบรรทุกหนัก

ปริมาณรบบรรทุกหนัก	จำนวนสายทางที่ตรวจพบ	ปริมาณการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง				รวม
		ไม่พบความเสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./กม.	
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	1	2	0	0	3
	ร้อยละ	33.3	66.7	0	0	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	จำนวน	6	3	0	0	9
	ร้อยละ	66.7	33.3	0	0	50.0
มากกว่า 300 คันต่อวัน	จำนวน	2	1	0	0	3
	ร้อยละ	66.7	33.3	0	0	16.7
มากกว่า 500 คันต่อวัน	จำนวน	0	2	1	0	3
	ร้อยละ	0	66.7	33.3	0	16.7
รวม	จำนวน	9	8	1	0	18
	ร้อยละ	50.0	44.4	5.6	0	100.0

4.5 การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำนวน 8 รูปแบบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศทางราบ ทางขนานคลอง ลูกเนิน และทางภูเขา โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง และ วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนินมีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.
จำนวน 1 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขอบที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตามขอบ				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
ทางราบ	จำนวน	3	3	3	0	9
	ร้อยละ	33.3	33.3	33.3	0	50.0
ทางขนานคลอง	จำนวน	1	0	3	2	6
	ร้อยละ	16.7	0	50.0	33.3	33.3
ทางลูกเนิน	จำนวน	0	1	2	0	3
	ร้อยละ	0	33.3	66.7	0	16.7
รวม	จำนวน	4	4	8	2	18
	ร้อยละ	22.2	22.2	44.4	11.2	100.00

2. รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว (Block Crack or Shrinkage Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 8 สายทาง วัดได้ 100 ตรม./กม จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 5 สายทาง วัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม. 1 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนิน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย ดังแสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัวที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกเป็นตาราง			รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ตรม./กม.	มากกว่า 100 ตรม./กม.	
ทางราบ	จำนวน	8	1	0	9
	ร้อยละ	88.9	11.1	0	50.0
ทางขนานคลอง	จำนวน	5	0	1	6
	ร้อยละ	83.3	0	16.7	33.3
ทางลูกเนิน	จำนวน	3	0	0	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	16.7
รวม	จำนวน	16	1	1	18
	ร้อยละ	88.8	5.6	5.6	100.0

3. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 4 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง และ วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 4 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทางวัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนินมีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตรงขอบรอยต่อ ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตรงขอบรอยต่อ				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
ทางราบ	จำนวน	4	1	4	0	9
	ร้อยละ	44.4	11.1	44.4	0	50.0
ทางขนานคลอง	จำนวน	0	1	2	3	6
	ร้อยละ	0	16.7	33.3	50.0	33.3
ทางลูกเนิน	จำนวน	0	1	2	0	3
	ร้อยละ	0	33.3	66.7	0	16.7
รวม	จำนวน	4	3	8	3	18
	ร้อยละ	22.2	16.7	44.4	16.7	100.00

4. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 5 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง และ วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 3 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนินมีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์ร้อยละระหว่างช่องจราจร ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกระหว่างช่องจราจร				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
ทางราบ	จำนวน	5	1	3	0	9
	ร้อยละ	55.6	11.1	33.3	0	50.0
ทางขนานคลอง	จำนวน	1	0	3	2	6
	ร้อยละ	16.7	0	50.0	33.3	33.3
ทางลูกเนิน	จำนวน	0	1	2	0	3
	ร้อยละ	0	33.3	66.7	0	16.7
รวม	จำนวน	6	2	8	2	18
	ร้อยละ	33.3	11.1	44.4	11.1	100.00

5. การขุดตัวเป็นแอ่ง (Depression)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 8 สายทาง วัดได้ มากกว่า 100 ตรม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 2 สายทางวัดได้ 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนิน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย ดังแสดงในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์การrubตัวเป็นแอ่ง ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกเป็นตาราง			รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ตรม./กม.	มากกว่า 100 ตรม./กม.	
ทางราบ	จำนวน	8	0	1	9
	ร้อยละ	88.9	0	11.1	50.0
ทางขนานคลอง	จำนวน	2	1	3	6
	ร้อยละ	33.3	16.7	50.0	33.3
ทางลูกเนิน	จำนวน	3	0	0	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	16.7
รวม	จำนวน	13	1	4	18
	ร้อยละ	72.2	5.6	22.2	100.0

6. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 2 สายทางวัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 4 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนิน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหาย ดังแสดงในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
ทางราบ	จำนวน	8	0	0	0	9
	ร้อยละ	100.0	0	0	0	50.0
ทางขนานคลอง	จำนวน	2	0	4	0	6
	ร้อยละ	33.3	0	66.7	0	33.3
ทางลูกเนิน	จำนวน	3	0	0	0	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	0	16.7
รวม	จำนวน	14	0	4	0	18
	ร้อยละ	77.8	0	22.2	0	100.00

7. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง และ วัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 4 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง และ วัดได้มากกว่า 200 ม./กม. 4 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนิน มีจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง และ วัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามยาว ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตามยาว				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
ทางราบ	จำนวน	2	1	2	4	9
	ร้อยละ	22.2	11.1	22.2	44.4	50.0
ทางขนานคลอง	จำนวน	0	1	1	4	6
	ร้อยละ	0	16.7	16.7	66.7	33.3
ทางลูกเนิน	จำนวน	0	0	2	1	3
	ร้อยละ	100.0	0	0	0	16.7
รวม	จำนวน	2	2	5	9	18
	ร้อยละ	11.1	11.1	27.8	50.0	100.00

8. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 4 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 5 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทางไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 2 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนิน มีจำนวน 3 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง และ วัดได้ 100 ม./กม.จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม ที่ตรวจพบจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	จำนวนสายทางที่ตรวจพบ	ปริมาณรอยแตกตามยาว				รวม
		ไม่พบความเสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./กม.	
ทางราบ	จำนวน	4	5	0	0	9
	ร้อยละ	44.4	55.6	0	0	50.0
ทางขนานคลอง	จำนวน	3	2	1	0	6
	ร้อยละ	50.0	33.3	16.7	0	33.3
ทางลูกเนิน	จำนวน	2	1	0	0	3
	ร้อยละ	66.7	33.3	0	0	16.7
รวม	จำนวน	9	8	1	0	18
	ร้อยละ	50.0	44.4	5.6	0	100.00

4.6 การวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงของคันทางเฉลี่ย

ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ตรวจพบจำนวน 8 รูปแบบจำแนกตามความสูงของคันทางที่มีความสูง 1 เมตร , 2 เมตร , 3 เมตร และมากกว่า 3 เมตร โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง วัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขอบที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง

ความสูงคันทาง	จำนวนสายทางที่ตรวจพบ	ปริมาณรอยแตกตามขอบ				รวม
		ไม่พบความเสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./กม.	
1 เมตร	จำนวน	0	1	1	0	2
	ร้อยละ	0	50.0	50.0	0	11.1
2 เมตร	จำนวน	2	2	1	0	5
	ร้อยละ	40.0	40.0	20.0	0	27.8
3 เมตร	จำนวน	1	1	3	0	5
	ร้อยละ	20.0	20.0	60.0	0	27.8
มากกว่า 3 เมตร	จำนวน	1	0	3	2	6
	ร้อยละ	16.7	0	50.0	33.3	33.3
รวม	จำนวน	4	4	8	2	18
	ร้อยละ	22.2	22.2	44.4	11.2	100.0

2. รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว (Block Crack or Shrinkage Crack)
 ผลปรากฏว่าสายทางที่มีมีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง ไม่พบความเสียหาย
 สายทางที่มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 4 สายทาง วัดได้ 100 ตรม./กม. จำนวน 1 สายทาง
 สายทางที่มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหาย
 สายทางที่มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 5 สายทาง วัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม. จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัว ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง

ความสูงคันทาง	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกเป็นตาราง			รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ตรม./กม.	มากกว่า 100 ตรม./กม.	
1 เมตร	จำนวน	2	0	0	2
	ร้อยละ	100.0	0	0	11.1
2 เมตร	จำนวน	4	1	0	5
	ร้อยละ	80.0	20.0	0	27.8
3 เมตร	จำนวน	5	0	0	5
	ร้อยละ	100.0	0	0	27.8
มากกว่า 3 เมตร	จำนวน	5	0	1	6
	ร้อยละ	83.3	0	16.7	33.3
รวม	จำนวน	16	1	1	18
	ร้อยละ	88.8	5.6	5.6	100.0

3. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 2 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง วัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตรงขอบรอยต่อ ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง

ความสูงคันทาง	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกตามขอบรอยต่อ				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
1 เมตร	จำนวน	1	0	1	0	2
	ร้อยละ	50.0	0	50.0	0	11.1
2 เมตร	จำนวน	2	1	2	0	5
	ร้อยละ	40.0	20.0	40.0	0	27.8
3 เมตร	จำนวน	1	1	3	0	5
	ร้อยละ	20.0	20.0	60.0	0	27.8
มากกว่า 3 เมตร	จำนวน	0	1	2	3	6
	ร้อยละ	0	16.7	33.3	50.0	33.3
รวม	จำนวน	4	3	8	3	18
	ร้อยละ	22.2	16.7	44.4	16.7	100.0

4. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง และวัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง วัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทางดังแสดงในตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.36 ผลการวิเคราะห์ร้อยละระหว่างช่องจราจร ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง

ความสูงคันทาง	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณรอยแตกระหว่างช่องจราจร				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
1 เมตร	จำนวน	1	0	1	0	2
	ร้อยละ	50.0	0	50.0	0	11.1
2 เมตร	จำนวน	1	2	2	0	5
	ร้อยละ	20.0	40.0	40.0	0	27.8
3 เมตร	จำนวน	3	0	2	0	5
	ร้อยละ	60.0	0	40.0	0	27.8
มากกว่า 3 เมตร	จำนวน	1	0	3	2	6
	ร้อยละ	16.7	0	50.0	33.3	33.3
รวม	จำนวน	6	2	8	2	18
	ร้อยละ	33.4	11.1	44.4	11.1	100.0

5. การขูดตัวเป็นแอ่ง (Depression)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีมีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 4 สายทาง วัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 สายทาง ไม่พบความเสียหาย 2 สายทาง วัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 1 สายทาง และวัดได้มากกว่า 100 ตรม./กม.จำนวน 3 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 ผลการวิเคราะห์การยุบตัวเป็นแอ่ง ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง

ความสูงคันทาง	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณการยุบตัวเป็นแอ่ง			รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ตรม./กม.	มากกว่า 100 ตรม./กม.	
1 เมตร	จำนวน	2	0	0	2
	ร้อยละ	100.0	0	0	11.1
2 เมตร	จำนวน	5	0	0	5
	ร้อยละ	100.0	0	0	27.8
3 เมตร	จำนวน	4	0	1	5
	ร้อยละ	80.0	0	20.0	27.8
มากกว่า 3 เมตร	จำนวน	2	1	3	6
	ร้อยละ	33.3	16.7	33.3	33.3
รวม	จำนวน	13	1	4	18
	ร้อยละ	72.2	5.6	22.2	100.0

6. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

สายทางที่มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 สายทาง ไม่พบความเสียหาย

จำนวน 2 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม.จำนวน 4 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง

ความสูงคันทาง	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./ กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
1 เมตร	จำนวน	2	0	0	0	2
	ร้อยละ	100.0	0	0	0	11.1
2 เมตร	จำนวน	5	0	0	0	5
	ร้อยละ	100.0	0	0	0	27.8
3 เมตร	จำนวน	5	0	0	0	5
	ร้อยละ	100.0	0	0	0	27.8
มากกว่า 3 เมตร	จำนวน	2	0	4	0	6
	ร้อยละ	33.3	0	66.7	33.3	33.3
รวม	จำนวน	14	0	4	0	18
	ร้อยละ	77.8	0	22.2	0	100.0

7. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทางวัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทางวัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 2 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง และวัดได้มากกว่า 200 ม./กม. จำนวน 4 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.39 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามยาว ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง

ความสูงคันทาง	จำนวน สายทาง ที่ตรวจ พบ	ปริมาณการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง				รวม
		ไม่พบ ความ เสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./ กม.	
1 เมตร	จำนวน	1	0	1	0	2
	ร้อยละ	50.0	0	50.0	0	11.1
2 เมตร	จำนวน	1	1	1	2	5
	ร้อยละ	20.0	20.0	20.0	40.0	27.8
3 เมตร	จำนวน	0	0	2	3	5
	ร้อยละ	0	0	40.0	60.0	27.8
มากกว่า 3 เมตร	จำนวน	0	1	1	4	6
	ร้อยละ	0	16.7	16.7	66.7	33.3
รวม	จำนวน	2	2	5	9	18
	ร้อยละ	11.1	11.1	27.8	50.0	100.0

8. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)

ผลปรากฏว่าสายทางที่มีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง ไม่พบความเสียหาย จำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 4 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 1 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 4 สายทาง

สายทางที่มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 สายทาง ไม่พบความเสียหายจำนวน 3 สายทาง วัดได้ 100 ม./กม. จำนวน 3 สายทาง วัดได้ 200 ม./กม. จำนวน 1 สายทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.40 ผลการวิเคราะห์รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม ที่ตรวจพบจำแนกตามความสูงคันทาง

ความสูงคันทาง	จำนวนสายทางที่ตรวจพบ	ปริมาณการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง				รวม
		ไม่พบความเสียหาย	100 ม./กม.	200 ม./กม.	มากกว่า 200 ม./กม.	
1 เมตร	จำนวน	1	0	1	0	2
	ร้อยละ	50.0	0	50.0	0	11.1
2 เมตร	จำนวน	1	1	1	2	5
	ร้อยละ	20.0	20.0	20.0	40.0	27.8
3 เมตร	จำนวน	0	0	2	3	5
	ร้อยละ	0	0	40.0	60.0	27.8
มากกว่า 3 เมตร	จำนวน	0	1	1	4	6
	ร้อยละ	0	16.7	16.7	66.7	33.3
รวม	จำนวน	9	8	1	0	18
	ร้อยละ	50.0	44.4	5.6	0	100.0

4.7 การวิเคราะห์การลดถอยความเสียหายของถนนที่ตรวจพบโดยกำหนดอายุบริการ ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง เป็นตัวแปรอิสระ

จากการวิเคราะห์การลดถอยความเสียหายของทางหลวง กำหนด ตัวแปรอิสระเป็นอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง ตัวแปรตามเป็นรอยแตกตามขอบ รอยแตกเป็นตาราง รอยแตกตรงขอบรอยต่อ รอยแตกระหว่างช่องจราจร การยุบตัวเป็นแอ่ง การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง รอยแตกตามยาว และรอยแตกตามขวางและแนวทแยงมุม ผลปรากฏดังนี้

1. รอยแตกตามขอบ (Edge Crack) ผลการวิเคราะห์การลดถอยรอยแตกตามขอบ ไม่มี ความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง
2. รอยแตกเป็นตาราง (Block Crack) ผลการวิเคราะห์การลดถอยรอยแตกเป็นตารางไม่มี ความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ และ ความสูงคันทาง ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง และ ปริมาณรถบรรทุกหนัก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างรอยแตกเป็นตาราง กับอายุการบริการของทางหลวง และ ปริมาณรถบรรทุกหนัก ดังตารางที่ 4.41 จะเห็นได้ว่า ค่า p-value = 0.028 และ 0.004 น้อยกว่า 0.05 แสดงว่ารอยแตกตรงของบรอยต่อ มีความสัมพันธ์กับอายุบริการอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า R² เท่ากับ 0.317 และ 0.558 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.41 ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกเป็นตารางเทียบกับอายุการบริการของทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.518(a)	.268	.222	.729	.268	5.864	1	16	.028
2	.720(b)	.519	.455	.610	.251	7.820	1	15	.014

a Predictors: (Constant), Service Life

b Predictors: (Constant), Service Life, Volume of Heavy Truck

ANOVA(c)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3.114	1	3.114	5.864	.028(a)
	Residual	8.497	16	.531		
	Total	11.611	17			
2	Regression	6.026	2	3.013	8.092	.004(b)
	Residual	5.585	15	.372		
	Total	11.611	17			

a Predictors: (Constant), Service Life

b Predictors: (Constant), Service Life, Volume of Heavy Truck

c Dependent Variable: Block Crack

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.130	.504		.259	.799
	Service Life	.590	.244	.518	2.422	.028
2	(Constant)	-1.272	.656		-1.941	.071
	Service Life	.774	.214	.679	3.610	.003
	Volume of Heavy Truck	.448	.160	.526	2.796	.014

a Dependent Variable: Block Crack

3. รอยแตกตรงขอบรอยต่อ (Edge Joint Crack) ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกตรงขอบรอยต่อ ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง และลักษณะภูมิประเทศ ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างรอยแตกตรงขอบรอยต่อ กับปริมาณรถบรรทุกหนัก และความสูงคันทาง ดังตารางที่ 4.42 จะเห็นได้ว่า ค่า p-value = 0.015 และ 0.002 น้อยกว่า 0.05 แสดงว่ารอยแตกตรงขอบรอยต่อ มีความสัมพันธ์กับอายุบริการอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า R² เท่ากับ 0.317 และ 0.558 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.42 ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกตรงขอบรอยต่อเทียบกับอายุการบริการของทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.563(a)	.317	.274	.888	.317	7.414	1	16	.015
2	.747(b)	.558	.499	.737	.242	8.199	1	15	.012

a Predictors: (Constant), Volume of Heavy Truck

b Predictors: (Constant), Volume of Heavy Truck , Height of Embankment

ANOVA(c)

Model		Sum of Squares	d f	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.840	1	5.840	7.414	.015(a)
	Residual	12.604	16	.788		
	Total	18.444	17			
2	Regression	10.295	2	5.147	9.474	.002(b)
	Residual	8.150	15	.543		
	Total	18.444	17			

a Predictors: (Constant), Volume of Heavy Truck

b Predictors: (Constant), Volume of Heavy Truck , Height of Embankment

c Dependent Variable: Edge Joint Crack

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.146	.558		2.052	.057
	Volume of Heavy Truck	.604	.222	.563	2.723	.015
2	(Constant)	-.175	.654		-.268	.793
	Volume of Heavy Truck	.573	.185	.534	3.107	.007
	Height of Embankment	.492	.172	.492	2.863	.012

a Dependent Variable: Edge Joint Crack

4. รอยแตกระหว่างช่องจราจร (Lane Joint Crack) ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกระหว่างช่องจราจร ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง
5. การยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression) ผลการวิเคราะห์การถดถอยการยุบตัวเป็นแอ่ง ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ลักษณะภูมิประเทศ ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับความสูงคันทาง

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการยุบตัวเป็นแอ่ง กับ ความสูงคันทาง ดังตารางที่ 4.43 จะเห็นได้ว่า ค่า $p\text{-value} = 0.013$ น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าการยุบตัวเป็นแอ่ง มีความสัมพันธ์กับความสูงคันทางอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.330

ตารางที่ 4.43 ผลการวิเคราะห์การถดถอยการยุบตัวเป็นแอ่งเทียบกับอายุการบริการของทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.575(a)	.330	.288	1.104	.330	7.884	1	16	.013

a Predictors: (Constant), Height of Embankment

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9.610	1	9.610	7.884	.013(a)
	Residual	19.502	16	1.219		
	Total	29.111	17			

a Predictors: (Constant), Height of Embankment

b Dependent Variable: Depression

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-.264	.772		-.342	.737
	Height of Embankment	.721	.257	.575	2.808	.013

a Dependent Variable: Depression

6. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง (Lane to Shoulder Drop off)

ผลการวิเคราะห์การถดถอยการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ลักษณะภูมิประเทศ ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับความสูงคันทาง

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการยุบตัวเป็นแอ่ง กับ ความสูงคันทาง ดังตารางที่ 4.44 จะเห็นได้ว่า ค่า $p\text{-value} = 0.007$ น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าการยุบตัวเป็นแอ่ง มีความสัมพันธ์กับความสูงคันทางอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.378

ตารางที่ 4.44 ผลการวิเคราะห์การถดถอยการทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง เทียบกับอายุการบริการของทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.615(a)	.378	.340	.695	.378	9.739	1	16	.007

a Predictors: (Constant), Height of Embankment

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	d f	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.709	1	4.709	9.739	.007(a)
	Residual	7.736	16	.483		
	Total	12.444	17			

a Predictors: (Constant), Height of Embankment

b Dependent Variable: Lane to Shoulder Drop off

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.015	.486		.031	.976
	Height of Embankment	.505	.162	.615	3.121	.007

a Dependent Variable: Lane to Shoulder Drop off

7. รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกตามยาว ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง

8. รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse Crack and Diagonal Crack)

ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกเป็นตาราง ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ และ ความสูงคันทาง ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง และ ปริมาณรถบรรทุกทุกหนัก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างรอยแตกเป็นตาราง กับอายุการบริการของทางหลวง และ ปริมาณรถบรรทุกทุกหนัก ดังตารางที่ 4.45 จะเห็นได้ว่า ค่า p-value = 0.050 และ 0.005 น้อยกว่า 0.05

แสดงว่ารอยแตกตรงขอบรอยต่อ มีความสัมพันธ์กับอายุบริการอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า R2 เท่ากับ 0.219 และ 0.500 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.45 ผลการวิเคราะห์การถดถอยรอยแตกรอยแตกตามขวางเทียบกับอายุการบริการของทางหลวง ลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.468(a)	.219	.171	.561	.219	4.495	1	16	.050
2	.707(b)	.500	.434	.463	.281	8.438	1	15	.011

a Predictors: (Constant), Service Life

b Predictors: (Constant), Service Life, Volume of Heavy Truck

ANOVA(c)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.413	1	1.413	4.495	.050(a)
	Residual	5.031	16	.314		
	Total	6.444	17			
2	Regression	3.225	2	1.612	7.511	.005(b)
	Residual	3.220	15	.215		
	Total	6.444	17			

a Predictors: (Constant), Service Life

b Predictors: (Constant), Service Life, Volume of Heavy Truck

c Dependent Variable: Transvers Crack

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.783	.388		2.018	.061
	Service Life	.398	.187	.468	2.120	.050
2	(Constant)	-.324	.498		-.651	.525
	Service Life	.542	.163	.639	3.333	.005
	Volume of Heavy Truck	.353	.122	.557	2.905	.011

a Dependent Variable: Transvers Crack

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและตรวจสอบสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการก่อสร้างและบูรณะพื้นทางด้วยวิธีการนำวัสดุหินเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In-Place Recycling) ภายหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ และ หมระยะเวลารับประกันผลงานที่มีอายุบริการ 1 ปี, 2 ปี และ 3 ปี การศึกษานี้ดำเนินการเก็บข้อมูลเส้นทางในพื้นที่ควบคุมของแขวงทางหลวงพวริที่ 1 จำนวน 18 สายทาง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้แก่ แบบฟอร์มสำรวจความเสียหายของสภาพทางหลวง แบบทดสอบความเสียหายของทางหลวง, เทปวัดระยะทาง, ไม้บรรทัดเหล็ก และ กล้องดิจิทัล เมื่อเก็บข้อมูลแล้วทำการบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ตัวอย่างสายทางจำนวน 18 สายทางส่วนใหญ่มีอายุบริการหลังสิ้นสุดระยะประกันผลงาน 2 ปี ปริมาณรถบรรทุกหนักอยู่ในช่วง 100-299 คันต่อวัน ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ
2. รูปแบบความเสียหายที่ตรวจพบมี 8 รูปแบบคือ รอยแตกตามขอบ รอยแตกเป็นตารางหรือรอยแตกจากการหดตัว รอยแตกตรงขอบรอยต่อ รอยแตกระหว่างช่องจราจร การยุบตัวเป็นแอ่ง การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง รอยแตกตามยาว รอยแตกตามขวาง และรอยแตกตามแนวทแยงมุม
3. เมื่อจำแนกตามอายุบริการ พบว่าสายทางที่มีอายุบริการ 1 ปีจำนวน 5 สายทาง, อายุบริการ 2 ปีจำนวน 9 สายทาง และ อายุบริการ 3 ปีจำนวน 4 สายทาง
4. เมื่อจำแนกตามปริมาณรถบรรทุกหนัก พบว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนัก น้อยกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 100 คันต่อวัน มีจำนวน 9 สายทาง มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 300 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวัน มีจำนวน 3 สายทาง
5. เมื่อจำแนกตามลักษณะภูมิประเทศ พบว่าสายทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางราบ มีจำนวน 9 สายทาง มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางขนานคลองมีจำนวน 6 สายทาง มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทางลูกเนินมีจำนวน 3 สายทาง

6. เมื่อจำแนกตามความสูงของคันทางเฉลี่ย พบว่าสายทางที่มีความสูงคันทาง 1 เมตร มีจำนวน 2 สายทาง มีความสูงคันทาง 2 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง มีความสูงคันทาง 3 เมตร มีจำนวน 5 สายทาง มีความสูงคันทางมากกว่า 3 เมตร มีจำนวน 6 สายทาง
7. จากการวิเคราะห์การลดถอยความเสียหายของทางหลวงโดยมีตัวแปรอิสระเป็นอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง ตัวแปรตามเป็นรอยแตกตามขอบ รอยแตกเป็นตาราง รอยแตกตรงขอบ รอยต่อ รอยแตกระหว่างช่องจราจร การขุดตัวเป็นแอ่ง การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง รอยแตกตามยาว และรอยแตกตามขวางและแนวทแยงมุม

รอยแตกตามขอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง

รอยแตกเป็นตาราง ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ และ ความสูงคันทาง ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง และ ปริมาณรถบรรทุกหนัก

รอยแตกตรงขอบรอยต่อ ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง และลักษณะภูมิประเทศ ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ความสูงคันทาง

รอยแตกระหว่างช่องจราจร ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง

การขุดตัวเป็นแอ่ง ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ลักษณะภูมิประเทศ ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับความสูงคันทาง

การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก และ ลักษณะภูมิประเทศ ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับความสูงคันทาง

รอยแตกตามยาว ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง

รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ และ ความสูงคันทาง ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับอายุการบริการของทางหลวง และ ปริมาณรถบรรทุกหนัก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยการตรวจสอบสภาพความเสียหายของทางหลวงที่ผ่านการก่อสร้างและบูรณะพื้นทางด้วยวิธีนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ในสายทางพื้นที่ควบคุม แขวงการทางลพบุรีที่ 1 ภายหลังสิ้นสุดระยะเวลารับประกันผลงาน ที่ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถตรวจพบ จำแนก แยกแยะ และ

รูปแบบความเสียหายของทางหลวงได้ 8 รูปแบบ สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ความเสียหายกับอายุบริการของทางหลวง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ลักษณะภูมิประเทศ และความสูงคันทาง ได้นับเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ความเสียหายของทางหลวงสามารถตรวจพบได้ในทุกช่วงอายุบริการ อาจจะมีสาเหตุจากการก่อสร้าง สภาวะแวดล้อม หรืออายุบริการ แยกตามรูปแบบของความเสียหายได้ดังนี้

1. ความเสียหายที่ตรวจพบได้ภายหลังการก่อสร้างและสิ้นสุดระยะเวลารับประกันผลงานสาเหตุอาจเกิดจากการก่อสร้างไม่ดีพอ จากการเสื่อมคุณภาพของวัสดุ การเคลื่อนตัวของคันทาง และชั้นโครงสร้าง มีแนวโน้มน้ำที่จะเพิ่มมากขึ้น โดยมีความสัมพันธ์กับอายุบริการอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว และ รอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม
2. ความเสียหายที่ตรวจพบได้ภายหลังการก่อสร้างและสิ้นสุดระยะเวลารับประกันผลงานสาเหตุอาจเกิดจากการ จากการเสื่อมคุณภาพของวัสดุ การเคลื่อนตัวของคันทาง และโครงสร้างได้พื้นทางเดิมไม่แข็งแรงหรือการบดอัดระหว่างการก่อสร้างไม่ดีพอ มีความสัมพันธ์กับปริมาณรถบรรทุกหนัก อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ รอยแตกเป็นตาราง หรือ รอยแตกจากการหดตัว และรอยแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม
3. ความเสียหายที่ตรวจพบได้ภายหลังการก่อสร้างและสิ้นสุดระยะเวลารับประกันผลงานสาเหตุอาจเกิดจากการ จากการเสื่อมคุณภาพของวัสดุ การเคลื่อนตัวของคันทาง และโครงสร้างได้พื้นทางเดิมไม่แข็งแรงหรือการบดอัดระหว่างการก่อสร้างไม่ดีพอ มีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ รอยแตกระหว่างช่องจราจร การยุบตัวเป็นแอ่ง รอยแตกตามยาว
4. ความเสียหายที่ตรวจพบได้ภายหลังการก่อสร้างและสิ้นสุดระยะเวลารับประกันผลงานสาเหตุอาจเกิดจากการ จากการเสื่อมคุณภาพของวัสดุ การเคลื่อนตัวของคันทาง และโครงสร้างได้พื้นทางเดิมไม่แข็งแรงหรือการบดอัดระหว่างการก่อสร้างไม่ดีพอ มีความสัมพันธ์กับความสูงคันทาง อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ รอยแตกตรงขอบรอยต่อ การยุบตัวเป็นแอ่ง รอยแตกตามยาว

5.3 ข้อเสนอแนะ

การก่อสร้างหรือบูรณะพื้นทางและผิวทางด้วย วิธีการนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In-Place Recycling) เป็นการดำเนินการในทางหลวงที่มีการก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดการจราจรให้บริการแก่ผู้ใช้ทาง มาเป็นเวลานาน มีความเสียหายเกิดขึ้นเป็นปริมาณสูงเกินกว่าจะ

ทำการบำรุงรักษาด้วยงานบำรุงปกติได้ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นภายหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ ดังนั้นในระหว่างการก่อสร้างจะต้องทำการควบคุมการก่อสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนด ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขชั้นโครงสร้างทางเดิมให้มีความแข็งแรงพอ มีการควบคุมระยะเวลาการก่อสร้างรอยต่อให้อยู่ภายในระยะเวลาที่กำหนด และต้องมีบริหารจัดการจราจรในระหว่างการก่อสร้างที่ดี

ภายหลังหมดระยะเวลารับประกันผลงานผู้มีส่วนรับผิดชอบด้านการบำรุงรักษาต้องมีการสำรวจรวบรวมข้อมูลสภาพความเสียหายของทางหลวง การวางแผนการซ่อมบำรุงให้เหมาะสม สอดคล้องกับรูปแบบความเสียหาย ตามคำแนะนำหรือข้อกำหนดของกรมทางหลวง ภายในระยะเวลาที่รวดเร็วเพื่อป้องกันมิให้ความเสียหายลุกลามเป็นการช่วยยืดอายุบริการของถนนให้สามารถให้บริการผู้ใช้ทางได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ช่วยให้ประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

กรมทางหลวง. (2550). คู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทาง

กรมทางหลวง. (2539). รายละเอียดครุภัณฑ์ และ ลักษณะงานบำรุงทาง

กษิตศ วัฒนศัพท์, สถิตพงษ์ อภิเมธีธารง, อัครพัฒน์ สว่างสุริย์. (2555). แนวทางพิจารณา

โครงสร้างชั้นทางแบบกึ่งแกร่งตัว (Semi - Rigid Pavement) ในงานบูรณะและปรับปรุง

ทางหลวงวิจัยวิชาการ ฉบับที่ 5 กรมทางหลวง

Gene Skok ,Thomas Westover , Joseph Labuz. (2008). **Pavement Rehabilitation Selection,**

Final Report Minnesota Department of Transportation Research Services

ภาคผนวก ก

ทางหลวงหมายเลข.....

แบบทดสอบการตรวจสอบและสำรวจสภาพความเสียหาย

ผิวทางและพื้นทางที่ผ่านการบูรณะปรับปรุงด้วยวิธีนำวัสดุหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (Pavement In – Place Recycling)

1. อายุการใช้งานภายหลังสิ้นสุดระยะเวลารับประกันผลงาน

1 ปี 2 ปี 3 ปี มากกว่า 3 ปี

2. ปริมาณรถบรรทุกหนัก

100 คัน/วัน มากกว่า 100 คัน/วัน มากกว่า 300 คัน/วัน มากกว่า 500 คัน/วัน

3. ลักษณะภูมิประเทศ

ที่ราบลุ่ม ทางขนาดคลอง ลูกเนิน ภูเขา

4. ความสูงคันทางเฉลี่ย

1 เมตร 2 เมตร 3 เมตร มากกว่า 3 เมตร

5. จำนวนช่องจราจร

2 ช่องจราจร 4 ช่องจราจร. มากกว่า 4 ช่องจราจร

6. ความหนาผิวทาง

5 ซม. 10 ซม. มากกว่า 10 ซม.

7. รอยแตกแบบหนังจระเข้

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

8. รอยแตกตามขอบ

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

9. รอยแตกสะเก็ดอื่น

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

10. รอยแตกเป็นตาราง

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

11. รอยแตกเลื่อนไถล

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

12. รอยแตกตรงขอบ

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

13. รอยแตกระหว่างช่องจราจร

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

14. รอยแตกขยายคันทาง

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

15. ร่องล้อ

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

16. ผิวขรุขระเป็นลูกคลื่นคล้ายลูกกระนาค

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

17. การปูคูนูน

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

18. การบวมตัว

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

19. การยุบตัวเป็นแอ่ง

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

20. การทรุดตัวจุดฝังสาธารณูปโภค

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

21. มวลรวมถูกขั้วดี

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

22. การเย็บ

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

23. การหลุดร่อน

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

24. หลุมบ่อ

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

25. รอยปะช่อม

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

26. ความเสียหายตามขอบ

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

27. การทรุดตัวต่างระดับของไหล่ทาง

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

28. รอยแตกตามยาว

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

29. รอยแตกตามขวาง และรอยแตกตามแนวทแยงมุม

ไม่พบความเสียหาย 100 ม./กม. 200 ม./กม. มากกว่า 200 ม./กม.

30. รอยแตกจากการหดตัว

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

31. แตกร้าว

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

32. การโค้งงอ

ไม่พบความเสียหาย 50 ตรม./กม. 100 ตรม./กม. มากกว่า 100 ตรม./กม.

ภาคผนวก ข

ตารางแจกแจงข้อมูลสายทางจำนวนทั้งหมด 18 สายทาง ที่ทำการศึกษา

อายุบริการหลังพ้นระยะประกันผลงาน

อายุบริการ	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
1 ปี	5	27.8	27.8
2 ปี	9	50.0	77.8
3 ปี	4	22.2	100.0
รวม	18	100.0	

ปริมาณรถบรรทุกหนัก

ปริมาณรถบรรทุกหนัก	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
น้อยกว่า 100 คันต่อวัน	3	16.7	16.7
มากกว่า 100 คันต่อวัน	9	50.0	66.7
มากกว่า 300 คันต่อวัน	3	16.7	83.3
มากกว่า 500 คันต่อวัน	3	16.7	100.0
รวม	18	100.0	

ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ทางราบ	9	50.0	50.0
ขนานคลอง	6	33.3	83.3
ลูกเนิน	3	16.7	100.0
รวม	18	100.0	

ความสูงของคันทาง

ความสูงของคันทาง	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม	
1 ม.	2	11.1	11.1	
2 ม.	5	27.8	38.9	
3 ม.	5	27.8	66.7	
มากกว่า 3 ม.	6	33.3	100.0	
รวม	18	100.0		

จำนวนช่องจราจร

จำนวนช่องจราจร	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม	
2 ช่อง	14	77.8	77.8	
4 ช่อง	4	22.2	100.0	
รวม	18	100.0		

ความหนาผิวจราจร

ความหนาผิวจราจร	ความถี่	ร้อยละ	ร้อยละสะสม	
5 ซม.	18	100.0	100.0	

ประวัติผู้เขียน

นายเรืองศิลป์ บุญละคร เกิดวันที่ 23 พฤษภาคม 2507 ที่ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระดับประกาศนียบัตร และ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างก่อสร้าง จากวิทยาลัยเทคนิคลพบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีปี พ.ศ. 2552 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และในปี พ.ศ. 2555 ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่ง นายช่างโยธาชำนาญงาน ปฏิบัติหน้าที่หัวหน้าหน่วยงานวางแผน แขวงทางหลวงลพบุรีที่ 1 กรมทางหลวง