**สารบัญ**

**หน้า**

**บทที่ 1 ความก้าวหน้าของงานแต่ละด้าน 1-1**

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 1-1

1.2 ความก้าวหน้าในการดำเนินงาน 1-4

**บทที่ 2 ความก้าวหน้าของงานในหัวข้อ 4.7 และ 4.8 2-1**

2.1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวงเพื่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน
ของผิวทางในระยะยาว (Long Term Pavement Performance) ของผิวทางลาดยาง 2-1

2.2 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง 2-6

**บทที่ 3 ผลสรุปการปฏิบัติงานในช่วงที่ผ่านมา 3-1**

3.1 พื้นที่สำรวจ 3-1

3.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง 3-3

3.3 การสำรวจสภาพทาง 3-31

3.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ 3-72

3.5 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet 3-94

3.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet 3-114

3.7 สื่อวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์โครงการ 3-132

**บทที่ 4 ผลการสำรวจสภาพทางไม่น้อยกว่า 15,000 กิโลเมตร 4-1**

**บทที่ 5 ความล่าช้าและปัญหา 5-1**

5.1 รายงานความล่าช้า 5-1

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน 5-3

**บทที่ 6 แผนดำเนินงาน และแผนการทำงานของบุคลากรในโครงการ 6-1**

6.1 เอกสาร รายงานและกำหนดการส่งมอบ 6-1

6.2 ระยะเวลาดำเนินการและแผนดำเนินการ (Master Plan) 6-5

**ภาคผนวก ก รายงานปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจ**

**สารบัญตาราง**

**หน้า**

ตารางที่ 1-1 สรุปผลการดำเนินงานแต่ละด้าน 1-4

ตารางที่ 2-1 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง 2-5

ตารางที่ 2-2 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต 2-5

ตารางที่ 3-1 แสดงระยะทางสำรวจรายสำนัก แบ่งตามอุปกรณ์การสำรวจ 3-1

ตารางที่ 3-2 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 3-14

ตารางที่ 3-3 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) 3-15

ตารางที่ 3-4 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์แบบ LCMS 3-16

ตารางที่ 3-5 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง โดยการใช้อุปกรณ์ LCMS 3-18

ตารางที่ 3-6 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 3-20

ตารางที่ 3-7 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) 3-20

ตารางที่ 3-8 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 3-22

ตารางที่ 3-9 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง LCMS
(ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 3-22

ตารางที่ 3-10 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางอุปกรณ์ LCMS 3-23

ตารางที่ 3-11 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) 3-23

ตารางที่ 3-12 แสดงรายละเอียดเครื่องมือวัดระยะทาง 3-26

ตารางที่ 3-13 รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS/GNSS) 3-30

ตารางที่ 3-14 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น 3-35

ตารางที่ 3-15 ระยะทางสำรวจแบ่งตามประเภทชุดเครื่องมือเลเซอร์ 3-38

ตารางที่ 3-16 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า IRI 3-46

ตารางที่ 3-17 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า RUTTING 3-48

ตารางที่ 3-18 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า MPD 3-50

ตารางที่ 3-19 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง 3-75

ตารางที่ 3-20 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต 3-76

ตารางที่ 3-21 ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จากการอุปกรณ์สำรวจด้วย LCMS
และโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง 3-84

ตารางที่ 3-22 แสดงตัวอย่างชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ
(Root Mean Square Error : RMSE) 3-103

ตารางที่ 3-23 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง 3-107

ตารางที่ 3-24 แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน 3-111

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 3-25 แสดงรายละเอียดในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) กระบวนการภายใน 3-115

ตารางที่ 3-26 แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวลาดยาง 3-118

ตารางที่ 3-27 แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวคอนกรีต 3-119

ตารางที่ 3-28 ร่างเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ 3-132

ตารางที่ 4-1 สรุประยะทางส่งมอบจากในระบบ Roadnet ในรายงานขั้นกลาง (Interim Report) 4-1

ตารางที่ 5-1 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการสำรวจสภาพทาง 5-3

ตารางที่ 6-1 สรุปรายการส่งมอบงาน 6-4

**สารบัญรูป**

**หน้า**

รูปที่ 1-1 ภาพรวมการดำเนินงานโครงการ 1-3

รูปที่ 2-1 การคัดเลือกช่วงอายุผิวทาง 2-2

รูปที่ 2-2 เงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกของผิวทาง (Cracking) ลงในวิธีการซ่อม Para Slurry Seal 2-6

รูปที่ 3-1 ตำแหน่งของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 แห่ง 3-2

รูปที่ 3-2 ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางที่ติดตั้งบนยานพาหนะ 3-3

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างการจำแนกระดับขั้น (Class) ของอุปกรณ์ตรวจวัด
ตามระดับความแม่นยำ และความถี่ของการบันทึกข้อมูลตามระยะทางสำรวจ
เพื่อประมวลผลค่าโพรไฟล์ของผิวทาง (Pavement Profile) ตามมาตรฐาน ASTM E950 3-4

รูปที่ 3-4 ผังการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 3-5

รูปที่ 3-5 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ 3-5

รูปที่ 3-6 แสดงการทำงานเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 3-6

รูปที่ 3-7 อุปกรณ์ Laser Crack Measurement System (LCMS) 3-7

รูปที่ 3-8 หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดความเรียบของผิวทาง 3-8

รูปที่ 3-9 หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ร่วมกับอุปกรณ์ Accelerometer
ติดตั้งที่ระยะ +-/ 750 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของรถสำรวจ 3-9

รูปที่ 3-10 การตรวจวัดความลึกร่องล้อด้วยเลเซอร์ 7 หัว 3-9

รูปที่ 3-11 แสดงตัวอย่างการเก็บค่า MPD 3-10

รูปที่ 3-12 แสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า MPD 3-10

รูปที่ 3-13 กราฟแสดงค่าการ Bounce Test 3-11

รูปที่ 3-14 หน้าโปรแกรมแสดงการทำ Block Calibration 3-12

รูปที่ 3-15 การคำนวณผลลัพธ์ค่า MPD จากเครื่องมือ Laser 3-12

รูปที่ 3-16 ค่า MPD ที่ตรวจวัดได้เป็นค่าความฝืดของผิวทางในระดับ Macro-Texture 3-13

รูปที่ 3-17 การประมวลผลค่า MTD ตามมาตรฐาน ASTM E965-15 3-13

รูปที่ 3-18 การประมวลผลค่า MTD ตามมาตรฐาน ASTM E1845-15 3-14

รูปที่ 3-19 อุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS) และตัวอย่างภาพจากอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS) 3-17

รูปที่ 3-20 กล้องบันทึกภาพผิวทาง และตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง 3-19

รูปที่ 3-21 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง 3-21

รูปที่ 3-22 ตัวอย่างภาพถ่ายที่มีขนาดความกว้างยาวครอบคลุมผิวทาง และทรัพย์สินข้างเขตทาง 3-24

รูปที่ 3-23 เครื่องมือวัดความเร่ง 3-25

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 3-24 รายละเอียดเครื่องวัดระยะทาง 3-25

รูปที่ 3-25 เครื่องวัดระยะทาง 3-26

รูปที่ 3-26 อุปกรณ์รับสัญญาณและชุดบันทึกข้อมูล 3-27

รูปที่ 3-27 แสดงการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ภายในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล 3-27

รูปที่ 3-28 ลักษณะของรถสำรวจที่ใช้ในการสำรวจ 3-28

รูปที่ 3-29 ตัวอย่างเครื่องมือระบุพิกัดด้วยดาวเทียม 3-29

รูปที่ 3-30 หลักการทำงานของการรับพิกัดและค่าแก้ DGPS 3-29

รูปที่ 3-31 อุปกรณ์ Inertial Measurement Unit (IMU) 3-30

รูปที่ 3-32 แสดงโครงข่ายการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ของกรมทางหลวง 3-31

รูปที่ 3-33 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจเพื่อหลีกเลี่ยงงานซ่อมบำรุงถนนจากระบบ Plannet 3-32

รูปที่ 3-34 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าสภาพทางจากระบบ MIIS 3-32

รูปที่ 3-35 เพื่อใช้ในประเมินจัดทำแผนวิเคราะห์ใช้ในงานซ่อมบำรุงจากระบบ HRIS 3-33

รูปที่ 3-36 เพื่อนำข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบ TIMS มาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง 3-33

รูปที่ 3-37 แผนที่แสดงแผนการสำรวจสายทางแบ่งตามประเภทของสายทาง 3-39

รูปที่ 3-38 พื้นที่ทดสอบที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 352 ตอน 100 3-41

รูปที่ 3-39 พื้นที่ทดสอบที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 3592 ตอน 100 3-41

รูปที่ 3-40 พื้นที่ทดสอบที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 3312 ตอน 200 3-42

รูปที่ 3-41 พื้นที่ทดสอบที่ 4 ทางหลวงหมายเลข 3050 ตอน 100 3-42

รูปที่ 3-42 ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot (Lind, 2023) 3-44

รูปที่ 3-43 ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot (สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล, 2022) 3-44

รูปที่ 3-44 Boxplots ค่า IRI ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน 3-47

รูปที่ 3-45 Boxplots ค่า RUT ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน 3-49

รูปที่ 3-46 Boxplots ค่า MPD ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน 3-51

รูปที่ 3-47 ที่มา : Lavrakas (2008) 3-53

รูปที่ 3-48 LCMS คำนวณค่า IRI มาจากค่าเฉลี่ยจุดเลเซอร์ทั้งหมดในร่องล้อ (Wheel Path กว้าง 750 mm) จำนวน 750 จุด ทำให้มีข้อมูลสำรวจสำหรับคำนวณค่า IRI จำนวนมากกว่า 3-54

รูปที่ 3-49 (ก) LASER PROFILER ใช้ข้อมูลจากเลเซอร์ 2 จุด บริเวณกึ่งกลางร่องล้อ
(ข.) LCMS มีจำนวนเลเซอร์ทั้งสิ้น 4,096 จุด เก็บข้อมูลได้กว้าง 4.0 ม.
(ค.) การแบ่งพื้นที่ร่องล้อสำหรับคำนวณค่า IRI ของ LCMS 3-54

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 3-50 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 7 จุด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ 3-55

รูปที่ 3-51 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 15 จุด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ 3-56

รูปที่ 3-52 แสดงความแตกต่างระหว่างจำนวนจุดเลเซอร์ในการเก็บข้อมูลสภาพทาง 3-56

รูปที่ 3-53 แสดงการเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด Rutting 3-57

รูปที่ 3-54 อุปกรณ์เลเซอร์ของรถสำรวจลักษณะที่ 1 ที่ใช้สำหรับเก็บค่า MPD 3-58

รูปที่ 3-55 แสดงการเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด 3-59

รูปที่ 3-56 แสดงขั้นตอนการทำงานจากก่อนนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ 3-60

รูปที่ 3-57 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 352 ตอนควบคุม 0100
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile 3-60

รูปที่ 3-58 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 3592 ตอนควบคุม 0100
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile 3-61

รูปที่ 3-59 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3312 ตอนควบคุม 0200
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile 3-61

รูปที่ 3-60 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3050 ตอนควบคุม 0100
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile 3-61

รูปที่ 3-61 เอกสารรับรองผล Calibrate อุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 1 3-62

รูปที่ 3-62 เอกสารรับรองผล Calibrate อุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 2 3-63

รูปที่ 3-63 การ Calibrate อุปกรณ์สำรวจ Laser Profiler คันที่ 1 3-64

รูปที่ 3-64 เอกสารรับรองผล Calibrate อุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2 3-65

รูปที่ 3-65 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุด 3-67

รูปที่ 3-66 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง 3-67

รูปที่ 3-67 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน 3-68

รูปที่ 3-68 แสดงภาพการเข้าสำรวจทางขนาน 3-69

รูปที่ 3-69 ภาพมุมสูงแสดงการวิ่งเมื่อเข้าสู่สองช่องจราจร 3-69

รูปที่ 3-70 แสดงภาพเมื่อเข้าสำรวจด้านซ้ายสุดของถนนไม่ได้ 3-70

รูปที่ 3-71 แสดงภาพสายทางที่เปียกจนไม่สามารถสำรวจได้ 3-70

รูปที่ 3-72 แสดงภาพเมื่อไม่สามารถเข้าสำรวจได้
เนื่องจากมีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวางทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้ 3-71

รูปที่ 3-73 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความลึกร่องล้อบนผิวทาง 3-72

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 3-74 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง 3-72

รูปที่ 3-75 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง 3-73

รูปที่ 3-76 แสดงภาพถ่ายผิวทางที่สร้างขึ้นจากเลเซอร์ 3-74

รูปที่ 3-77 แสดงความละเอียดภาพถ่ายสภาพความเสียหายผิวทาง (Distress)
จากอุปกรณ์ ROMDAS Pavement Camera 3-74

รูปที่ 3-78 กระบวนการทำงานการประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง 3-76

รูปที่ 3-79 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทางจากอุปกรณ์ ROMDAS 3-77

รูปที่ 3-80 ภาพพื้นผิวถนนที่สร้างจากเลเซอร์
สามารถทำความละเอียดสูงสุดได้ที่ 4,090x10,000 Pixels 3-83

รูปที่ 3-81 ภาพรวมการประมวลผลของซอฟต์แวร์วิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง 3-83

รูปที่ 3-82 ตัวอย่างการประเมินความเสียหายผิวทางด้วยวิธีการ Manual Process
ผ่านโปรแกรมประเมินเฉพาะทางและอุปกรณ์ LCMS Process 3-85

รูปที่ 3-83 ตัวอย่างความละเอียดข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง 3-86

รูปที่ 3-84 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพถนนและพื้นที่
ภายในบริเวณเขตทางทั้งสองข้างบนระบบ Roadnet3 3-86

รูปที่ 3-85 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่อง
ที่สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว พร้อมบ่งชี้ช่วง กม. บนระบบ Roadnet3 ได้ 3-87

รูปที่ 3-86 ตัวอย่างข้อมูลสำรวจที่ผ่านการประมวลผล
และถูกจัดอยู่ในรูปแบบ Microsoft Access นามสกุล .mdb 3-89

รูปที่ 3-87 แผนผังแสดงการเพิ่มประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูล
ด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL 3-90

รูปที่ 3-88 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS)
โดยพิจารณาถึงระบบ พิกัดอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บ
ในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม 3-90

รูปที่ 3-89 แสดงภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับสายทางที่สำรวจ 3-91

รูปที่ 3-90 แสดงพิกัดค่าความเสียหายที่สัมพันธ์กับสายทางสำรวจ 3-92

รูปที่ 3-91 แสดงการประมวลผลการสำรวจในรูปแบบแผนที่ (GIS)
ข้อมูลที่เกิดความเสียหายสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย IRI ที่สูงตามข้อมูลประเมิน 3-92

รูปที่ 3-92 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลจากรถสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3 3-94

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 3-93 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลความเสียหายผิวทาง
จากรถสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3 3-95

รูปที่ 3-94 แสดงแบบจำลองโครงสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ตามมาตรฐาน ISO/OGC 3-96

รูปที่ 3-95 การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมก่อนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภูมิสารสนเทศ 3-97

รูปที่ 3-96 การ Convert (\*.csv file) to Shapefile (Point) 3-97

รูปที่ 3-97 การ Convert Points to Paths 3-98

รูปที่ 3-98 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม HKE
ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจ ในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB) 3-99

รูปที่ 3-99 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรมให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูล 3-100

รูปที่ 3-100 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง 3-100

รูปที่ 3-101 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบำรุงทาง 3-101

รูปที่ 3-102 แสดงตัวอย่างจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน GCP 3-104

รูปที่ 3-103 แสดงตัวอย่างจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ ตำแหน่งที่ 1 3-105

รูปที่ 3-104 แสดงตัวอย่างจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ ตำแหน่งที่ 2 3-105

รูปที่ 3-105 แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง 3-109

รูปที่ 3-106 แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล (NAS) 3-111

รูปที่ 3-107 แสดงภาพ Database Storage คงเหลือ 18 TB ณ ปัจจุบัน 3-112

รูปที่ 3-108 แสดงการเชื่อมโยงบนระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin 3-112

รูปที่ 3-109 แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูล
เข้าสู่ระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin 3-113

รูปที่ 3-110 แสดงกระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet3 3-114

รูปที่ 3-111 ตัวอย่างการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงตำแหน่งบริเวณทางแยก 3-115

รูปที่ 3-112 ตัวอย่างการตรวจสอบพื้นที่สำรวจและอ้างอิงตำแหน่งภาพจาก Google Map 3-116

รูปที่ 3-113 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวแอสฟัลต์และรอยต่อผิวลาดยาง 3-116

รูปที่ 3-114 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวคอนกรีตและรอยต่อผิวลาดยาง 3-117

รูปที่ 3-115 ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI)
ที่สภาพความเสียหายสอดคล้องในพื้นที่ 3-118

รูปที่ 3-116 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายลาดยาง 3-119

รูปที่ 3-117 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายคอนกรีต 3-120

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 3-118 ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายที่มีคราบมูลนก 3-121

รูปที่ 3-119 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพสัดส่วนที่มีความสอดคล้อง 3-121

รูปที่ 3-120 ตัวอย่างการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวที่ไม่ซ้ำกัน 3-122

รูปที่ 3-121 ตัวอย่างการแสดงการแสดงพิกัดสายทางหมายเลขทางหลวงที่ 1 ตอนควบคุมที่ 1102 3-123

รูปที่ 3-122 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายแขวงทางหลวง 3-124

รูปที่ 3-123 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC5 3-125

รูปที่ 3-124 กระบวนการขั้นตอนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ 3-126

รูปที่ 3-125 QR code LINE Open Chat สำหรับแจ้งระบบ HRIS 3-130

รูปที่ 3-126 QR code LINE Open Chat Roadnet Survey สำหรับเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาค 3-130

รูปที่ 3-127 ตัวอย่างเอกสารในการแจ้งผล กรณีหลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet3
ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสํารวจ โดยระบุหมายเลขสายทางหลวง ตอนควบคุม
และข้อมูลช่วงหลักกิโลเมตร 3-131

รูปที่ 5-1 สรุปผลการดำเนินงานและผลการล่าช้าคิดเป็นร้อยละ รวม 2 อุปกรณ์ 5-1

รูปที่ 5-2 สรุปผลการดำเนินงานตามกำหนดแผนการนำส่ง QC4 รวม 2 อุปกรณ์ 5-2

รูปที่ 5-3 สรุปผลการดำเนินงานตามกำหนดแผนการนำส่ง QC5 รวม 2 อุปกรณ์ 5-2

รูปที่ 6-1 แผนการดำเนินงานโครงการ 6-5