

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพประกอบ	(13)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(15)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	3
2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความนำ	5
2.2 ความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับสะพาน	7
2.2.1 การจำแนกประเภทของสะพาน	7
2.2.2 ส่วนประกอบของโครงสร้างสะพาน	9
2.3 แบบมาตรฐานสะพานคอนกรีตของกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท	10
2.3.1 การเลือกใช้ช่วงพื้นสะพาน	10
2.3.2 การเลือกใช้ตอม่อ	12
2.3.3 การเลือกใช้ฐานรากสะพาน	13
2.3.4 ดินถมคอสะพานและถนนช่วงประชิดสะพาน	13
2.4 ระบบการจัดการสะพาน (Bridge Management System: BMS)	15
2.5 ระบบการจัดการสะพานในต่างประเทศ	16
2.5.1 ระบบการจัดการสะพานในประเทศสหรัฐอเมริกา	16
2.5.2 ระบบการจัดการสะพานในประเทศฟินแลนด์	17

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.5.3 ระบบการจัดการสะพานในประเทศเนเธอร์แลนด์	18
2.5.4 ระบบการจัดการสะพานในประเทศอิตาลี	19
2.5.5 ระบบการจัดการสะพานในประเทศญี่ปุ่น	20
2.5.6 ระบบการจัดการสะพานในประเทศโปแลนด์	21
2.5.7 ระบบการจัดการสะพานในประเทศสวีเดน	21
2.6 ระบบการจัดการสะพานของกรมทางหลวง	22
2.6.1 บัญชีสะพาน	23
2.6.2 การตรวจสภาพทั่วไป	24
2.6.3 การตรวจสภาพครั้งใหญ่	24
2.6.4 การตรวจสภาพเป็นพิเศษ	25
2.6.5 การหาขีดความสามารถในการรับน้ำหนัก	25
2.6.6 การจัดลำดับการซ่อมบำรุง	25
2.6.7 การจัดสรรงบประมาณ	26
2.6.8 การจัดเส้นทางรถบรรทุกหนัก	26
2.7 งานวิจัยระบบการจัดการสะพานภายในประเทศ	26
2.7.1 การจัดแผนการบำรุงรักษาสะพานทางหลวง	26
2.7.2 การเพิ่มประสิทธิภาพและปรับปรุงรูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)	27
2.7.3 ระบบการจัดการและบำรุงรักษาสะพาน	29
2.8 ประเภทของการตรวจสอบสะพาน (Bridge Inspection)	29
2.8.1 ประเภทของการตรวจสอบสะพานที่มีในประเทศสวีเดน	29
2.8.2 ประเภทของการตรวจสอบสะพานของ OECD	30
2.8.3 ประเภทของการตรวจสอบสะพานของประเทศออสเตรเลีย	31
2.9 ความเสียหายของสะพาน	32
2.9.1 ความเสียหายของคอนกรีต	32

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.9.2 สิ่งที่ยกถึงการเสื่อมสภาพในโครงสร้างที่มีคอนกรีตเป็นส่วนประกอบ	33
2.10 การศึกษาความเสียหายของสะพานในประเทศไทย	36
2.10.1 งานวิจัยของ นกคต ประไพตระกูล	36
2.10.2 งานวิจัยของ โสฬส เตมีบุตร	40
2.10.3 ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับสะพานคอนกรีต	43
3 แนวทางของระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.	45
3.1 ความนำ	45
3.2 โครงสร้างของระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.	45
3.3 การกำหนดประเภทของการตรวจสอบสะพาน	47
3.3.1 ประเภทของการซ่อมบำรุงทางหลวงชนบท รพช.	47
3.3.2 ประเภทของการตรวจสอบสะพานที่กำหนดในระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.	48
3.4 มูลเหตุในการเลือกวิธีการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)	49
3.5 การกำหนดเป้าหมายในการสร้างฐานข้อมูล	50
3.6 หลักการที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพาน	51
3.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพสะพาน	51
3.6.2 ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจการซ่อมบำรุงและการบำรุงรักษาสะพานในระดับโครงข่าย	52
3.6.3 สมการที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ	53
3.6.4 หลักเกณฑ์การหาค่าความเสียหาย (DP: Defect Point)	55
3.6.5 การกำหนดน้ำหนักของความเสียหาย (DW: Defect Weight)	58
3.6.6 การหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (FW: Factor Weight)	59
3.6.7 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ (FW)	61
3.7 การตรวจสอบสะพานเพื่อประเมินสภาพ	63
3.7.1 คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพาน	63

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.7.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสะพาน	65
3.7.3 ความปลอดภัยในการตรวจสอบสะพาน	66
3.7.4 แบบรายงานการตรวจสอบสภาพสะพาน	67
4 การทดสอบระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.	69
4.1 ความนำ	69
4.2 ความสำคัญของสะพานที่มีความยาวไม่เกิน 50 เมตร	70
4.3 การทดสอบการตรวจสอบสะพาน	71
4.3.1 ผู้ร่วมการทดสอบ	71
4.3.2 สะพานที่ใช้ในการทดสอบ	72
4.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ	72
4.3.4 ผลการทดสอบ	73
4.4 การทดสอบการจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพาน	75
4.4.1 ผู้ร่วมการทดสอบ	76
4.4.2 สะพานที่ใช้ในการทดสอบ	76
4.4.3 การจัดลำดับความสำคัญในการตรวจสอบสภาพผิวภายนอก (Superficial Inspection)	77
4.4.4 การจัดลำดับความสำคัญในการตรวจสอบประจำ (Routine Inspection)	79
5 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม	82
5.1 ความนำ	82
5.2 โปรแกรม Microsoft Access 97	82
5.3 หลักการพัฒนาโปรแกรม ARDBAM	84
5.3.1 การติดต่อกับผู้ใช้งาน	84
5.3.2 การสร้างฐานข้อมูล	85
5.3.3 การกำหนดความสัมพันธ์ (Relationship)	86
5.3.4 การแบ่งระดับผู้ใช้งาน	86

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.4 รายละเอียดของฐานข้อมูล	87
5.4.1 กลุ่มข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของสะพาน	87
5.4.2 กลุ่มข้อมูลการสำรวจสะพานเพื่อการออกแบบ	88
5.4.3 กลุ่มข้อมูลการออกแบบสะพาน	90
5.4.4 กลุ่มข้อมูลการก่อสร้าง	91
5.4.5 กลุ่มข้อมูลการตรวจสอบสภาพสะพาน	93
5.4.6 กลุ่มข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงสะพาน	94
6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	96
6.1 ความนำ	96
6.2 สรุปประเภทของการตรวจสอบสะพาน	96
6.3 สรุปวิธีการตรวจสอบสะพาน	97
6.4 สรุปหลักการที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพาน	98
6.5 สรุปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้น	99
6.6 ข้อเสนอแนะ	99
บรรณานุกรม	101
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบสอบถามและผลสรุปสำหรับการคำนวณหา น้ำหนักความสำคัญ	104
ภาคผนวก ข แบบรายงานการตรวจสอบสภาพสะพานและข้อเสนอแนะในการบันทึก	113
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบสภาพสะพานเพื่อจัดลำดับความสำคัญ ในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพาน	126
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการบันทึกรายงานการตรวจสอบสภาพสะพาน	138
ภาคผนวก จ ภาพประกอบแสดงสภาพของปัจจัยที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพาน	147
ประวัติผู้เขียน	156

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การวิเคราะห์ความเสียหายและสาเหตุ	40
2.2 ความเสียหายของสะพานที่ทำด้วยคอนกรีต	41
2.3 ความเสียหายของแบร็ง	42
2.4 ความเสียหายของดินถมคอสะพาน	42
2.5 ความเสียหายของร่องน้ำ	42
2.6 ความเสียหายของผิวลาดยางบนพื้นสะพาน	42
2.7 ความเสียหายของรูระบายน้ำบนพื้นสะพาน	43
2.8 ความเสียหายของรอบต่อระหว่างช่วงสะพาน	43
3.1 ความสามารถของวิธีการสำรวจเพื่อค้นหาความเสียหายในโครงสร้างคอนกรีต	50
3.2 ความสัมพันธ์ของการตรวจสอบและปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจใน 2 ระดับ	53
3.3 การแบ่งช่วงระดับค่า PCR เพื่อแสดงถึงสภาพของผิวทาง	54
3.4 ค่าน้ำหนักความรุนแรงของความเสียหายในแต่ละระดับ	56
3.5 ค่าน้ำหนักขอบเขตของความเสียหายในแต่ละระดับ	57
3.6 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเงื่อนไข	58
3.7 ค่าน้ำหนักความเสียหาย	58
3.8 ค่าน้ำหนักความสำคัญที่มีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงของสะพาน	61
3.9 ค่าน้ำหนักความสำคัญที่มีผลต่อความปลอดภัยและการให้บริการ ของผู้สัญจร	62
3.10 ค่าน้ำหนักความสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจซ่อมบำรุงในระดับโครงข่าย	62
3.11 คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพานในต่างประเทศ	63
3.12 คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพานที่ได้กำหนดสำหรับการตรวจสอบสะพานในการวิจัย	64
3.13 ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพานตามประเภทของการตรวจสอบ	68
4.1 สรุปความยาวของสะพานในเขตความรับผิดชอบของศูนย์ปฏิบัติการ รพช. ประจันตคาม	70
4.2 คุณสมบัติของผู้ร่วมการทดสอบ	71
4.3 รายละเอียดเบื้องต้นของสะพานที่ใช้ในการทดสอบ	72
4.4 ความสมบูรณ์ของการบันทึกรายงานระหว่างทำการตรวจสอบสะพาน	73

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 ผลการสอบถามผู้ตรวจสอบถึงความเหมาะสมของแบบรายงานการตรวจสอบ สภาพสะพาน	75
4.6 รายละเอียดเบื้องต้นของสะพานที่ใช้ในการทดสอบ	76
4.7 ลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพาน	80
5.1 การแบ่งระดับความสามารถของผู้ใช้โปรแกรม	87

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 พื้นที่ศึกษา 9 จังหวัดในความรับผิดชอบของศูนย์ปฏิบัติการ รพช. ประจันตคาม	4
2.1 สะพานข้ามลำน้ำในเทือกเขาหิมาลัย	5
2.2 สะพานวัดไชยทิศ ธนบุรี	6
2.3 สะพานประเภทต่างๆ จำแนกตามโครงสร้างส่วนบน	8
2.4 ส่วนประกอบของโครงสร้างสะพาน	9
2.5 ตัวอย่างแบบมาตรฐานพื้นสะพานชนิด Slab	10
2.6 ตัวอย่างแบบมาตรฐานพื้นสะพาน คอร. ชนิดส่วนกลวงเป็นวงกลม	11
2.7 ตัวอย่างแบบมาตรฐานพื้นสะพาน คอร. ชนิดส่วนกลวงเป็นสี่เหลี่ยม	11
2.8 ตัวอย่างแบบมาตรฐานตอม่อกลางน้ำและริมฝั่ง	13
2.9 ส่วนประกอบของการจัดการสะพาน	15
2.10 โครงสร้างระบบการจัดการจัดสะพานในประเทศฟินแลนด์	18
2.11 โครงสร้างระบบการจัดการสะพานในประเทศเนเธอร์แลนด์	18
2.12 โครงสร้างระบบการจัดการสะพานในประเทศอิตาลี	19
2.13 โครงสร้างระบบการจัดการสะพานในประเทศญี่ปุ่น	20
2.14 โครงสร้างระบบการจัดการสะพานในประเทศโปแลนด์	21
2.15 โครงสร้างระบบการจัดการสะพานในประเทศสวีเดน	22
2.16 รูปแบบของความเสียหายเนื่องมาจากการกัดกร่อนของเหล็กเสริม	32
3.1 โครงสร้างของระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.	46
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสะพาน	66
5.1 โปรแกรม Microsoft Access 97	83
5.2 ส่วนประกอบสำคัญของโปรแกรม Microsoft Access	83
5.3 เมนูหลักที่ใช้เข้าสู่การบันทึกข้อมูลในกลุ่มต่างๆ	84
5.4 โครงสร้างของฐานข้อมูล ARDBAM	85
5.5 อนุญาตให้ผู้ใช้ระดับบริหารเท่านั้นที่ได้รับสิทธิในการแก้ไขค่าน้ำหนัก	86
5.6 ผู้ใช้ทำการลงทะเบียนสะพานเพื่อบันทึกกลุ่มข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของสะพาน	88
5.7 การสร้างฟอร์มสำหรับใช้บันทึกกลุ่มข้อมูลการสำรวจ	90

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
5.8 ฟอรั่มสำหรับใช้บันทึกกลุ่มข้อมูลการออกแบบสะพาน	90
5.9 ฟอรั่มสำหรับใช้บันทึกกลุ่มข้อมูลการก่อสร้าง	92
5.10 ฟอรั่มสำหรับใช้บันทึกกลุ่มข้อมูลการตรวจสอบที่แยกแต่ละส่วน	93
5.11 ตัวอย่างฟอรั่มสำหรับใช้บันทึกผลการตรวจสอบเพื่อรับค่าไปใช้ในการประมวลผล	94
5.12 ฟอรั่มสำหรับใช้บันทึกกลุ่มข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงสะพาน	95

ตัวย่อและสัญลักษณ์

คสท.	= คอนกรีตเสริมเหล็ก
คอร.	= คอนกรีตอัดแรง
รพช.	= กรมการเร่ร่อนพัฒนาชนบท
AASHTO	= American Association of State Highway and Transportation Officials
ARD	= Accelerated Rural Development
BCS	= Bridge Condition Score
BMMS	= Bridge Management and Maintenance System
BMS	= Bridge Management System
CF	= Condition Factor
CFS	= Condition Factor Score
CR	= Composite Rank
DP	= Defect Point
DW	= Defect Weight
EW	= Extent Weight
FW_i	= Factor Weight
FHWA	= Federal Highway Administration
HBRRP	= Highway Bridge Replacement and Rehabilitation Program
NBIP	= The National Bridge Inspection Program
NCHRP	= National Cooperative Highway Research Program
OECD	= Organization for Economic Co-operation and Development
PDA	= Personal Digital Assistant
R	= Rank
RMS	= Road Maintenance Management System
SNRA	= The Swedish National Road Administration
SW	= Severity Weight
TPMS	= Thailand Pavement Management System
Σ	= ผลรวม