บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1 ความนำ

สะพานเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดในการเชื่อมโครงข่ายทางให้มีความสมบูรณ์ หากพิจารณางบประมาณในการก่อสร้างต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ระหว่างถนนกับสะพานแล้ว จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันหลายเท่า แต่เนื่องจากถนนมีปริมาณที่มากประกอบกับการออกแบบที่มีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าสะพาน จึงทำให้หลายหน่วยงานที่รับผิดชอบทางด้านทางหลวงได้ให้ความสำคัญในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาถนนมากกว่าสะพาน อย่างไรก็ดีสะพานมีความต้องการในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยและการให้บริการแก่ผู้สัญจรเป็นสำคัญโดยอาศัยการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนั้นปัญหาความเสียหายต่อความมั่นคงของโครงสร้างสะพานที่มีการตรวจพบก่อน หากได้รับการซ่อมบำรุงก่อนความเสียหายนั้นจะเพิ่มขึ้น ย่อมเป็นการประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

ระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. เป็นอีกหนทางหนึ่งที่ช่วยในการเปรียบเทียบสภาพส่วนประกอบต่างๆ ของสะพานแห่งเดียวกันถือเป็นการประเมินสภาพสะพานในระดับโครงการ นอกจากนั้นยังช่วยประเมินสภาพสะพานเพื่อเปรียบเทียบระหว่างสะพานหลายๆ แห่ง ซึ่งเป็นการประเมินสภาพสะพานในระดับโครงข่าย ตลอดการวิจัยที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางของระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. มีองค์ประกอบสำคัญที่รวมอยู่ในระบบหลายส่วน สามารถสรุปประเด็นสำคัญของแต่ละส่วน ตลอดจนข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยในหัวข้อถัดไป

6.2 สรุปประเภทของการตรวจสอบสะพาน

การแบ่งประเภทของการตรวสอบสะพานได้แบ่งให้สอดคล้องกับประเภทของการตรวจสอบถนนเพื่อการซ่อมบำรุงของ รพช. โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

6.2.1 การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก (Superficial Inspection) สามารถดำเนินการควบคู่กับการตรวจสอบถนนเพื่อซ่อมบำรุงปกติ (Regular Maintenance) การตรวจสอบในประเภทนี้ได้มุ่งเน้นความปลอดภัยและการให้การบริการแก่ผู้สัญจร โดยกำหนดให้มีการตรวจสอบทุกปี

6.2.2 การตรวจสอบประจำ (Routine Inspection) สามารถดำเนินการควบคู่กับการตรวจสอบถนนเพื่อการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา (Periodic Maintenance) การตรวจสอบในประเภทนี้ได้มุ่ง

เน้นความมั่นคงของโครงสร้างสะพาน โดยกำหนดให้มีการตรวจสอบทุก 2 ปี ในสะพานที่มีอายุการใช้งาน 5 ปี ขึ้นไป

6.2.3 การตรวจสอบกรณีพิเศษ (Special Inspection) เป็นการตรวจสอบในกรณีที่สะพานได้รับความเสียหายที่รุนแรงจากภัยธรรมชาติหรือมีการตรวจสอบใน 2 ประเภทแรกแล้วพบว่าควรมีการตรวจสอบเพิ่มเติมจากผู้ชำนาญการด้านสะพาน การตรวจสอบในประเภทนี้มีแนวทางเดียวกับการตรวจสอบถนนเพื่อการบำรุงฉุกเฉิน (Emergency Maintenance)

6.3 สรุปการตรวจสอบสะพาน

กำหนดให้ใช้การตรวจสอบด้วยสายตาเพื่อประเมินสภาพสะพานในการวิจัย สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

6.3.1 การจำแนกระดับของเงื่อนไขและความรุนแรงของความเสียหายเป็น 3 ระดับ เพื่อให้เห็นข้อแตกต่างในแต่ละระดับอย่างชัดเจน

6.3.2 การตรวจสอบด้วยสายตาโดยปราศจากการกำหนดเกณฑ์ของความเสียหายที่มีการวัดอย่างละเอียดเพื่อจำแนกระดับความรุนแรง เช่น ความลึกของรอยแตกร้าว เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถขจัดผลการประเมินที่ต่างกันอันเกิดจากความคิดเห็นและประสบการณ์ของผู้ตรวจสอบสะพานที่มีความแตกต่างได้

6.3.3 สะพานที่มีความยาวรวมของสะพานไม่ยาวมากนัก มีลักษณะโครงสร้างไม่ซับซ้อน การตรวจสอบด้วยสายตาเป็นอีกวิธีหนึ่งที่เหมาะสมในการใช้ประเมินสภาพความเสียหาย นอกจากนั้นยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ

6.3.4 การตรวจสอบด้วยสายตาช่วยให้ผู้ตรวจสอบมีความปลอดภัยในการตรวจสอบ ลดความเสี่ยงอันเกิดจากการเข้าไปตรวจสอบโครงสร้างของสะพานที่ไม่สามารถเข้าถึงง่าย เช่น ตอม่อกลางน้ำ เป็นต้น

6.3.5 โครงสร้างบางส่วนของสะพานที่ถูกบดบังไม่อาจมองเห็นด้วยสายตา ทำให้การตรวจสอบไม่สามารถได้ เช่น ฐานรากของสะพานอยู่ในลำน้ำที่ท่วมขังตลอดปี จำเป็นต้องมีการบันทึกไว้เพื่อทำการตรวจสอบในโอกาสต่อไป

6.3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสะพานมีความเพียงพอสำหรับใช้งาน แต่จำเป็นต้องอาศัยผู้ช่วยในการอำนวยความสะดวก ซึ่งทำให้การตรวจสอบง่ายและมีความปลอดภัย

6.3.7 แบบรายงานการตรวจสอบสะพานมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการตรวจสอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับความต้องการของระบบที่นำไปใช้ในการประเมินสภาพสะพาน นอกจากนั้น ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการบันทึกข้อมูลให้แก่ผู้ตรวจสอบ

6.3.8 แบบรายงานการตรวจสอบสะพานได้ประยุกต์จากรูปแบบของ TRRL ที่ได้แนะนำไว้สำหรับการตรวจสอบสะพานในประเทศกำลังพัฒนา เมื่อนำมาทดลองใช้ในการวิจัย พบว่าผู้ตรวจสอบสามารถเข้าใจการบันทึกได้ง่าย แต่ควรปรับปรุงการบันทึกในบางรายการที่ไม่สามารถตรวจพบในภาคสนาม เช่น อายุการใช้งานของสะพานที่ผ่านมา เป็นต้น

6.4 สรุปหลักการที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพาน

หลักการที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพานเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ที่นำไปสู่ผลของการประเมินสภาพสะพานสำหรับใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพานทั้งในระดับโครงการและระดับโครงข่าย มีรายละเอียดที่สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

6.4.1 การกำหนดปัจจัยที่นำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อประเมินสภาพสะพาน ได้พิจารณาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสะพานในความรับผิดชอบของ รพช. และสอดคล้องกับความเสียหายที่พบกับสะพานในประเทศไทยจากศึกษางานวิจัยอื่น

6.4.2 การกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาความสำคัญในระดับโครงข่ายได้กำหนดให้เป็นไปตามเกณฑ์การพิจารณาโครงข่ายทางหลวงชนบท รพช.

6.4.3 ความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่นำมาใช้ในการประเมินสภาพสะพานมีความแตกต่างกัน จึงได้อาศัยข้อมูลจากผู้มีประสบการณ์ในงานด้านสะพานในการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย อาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ในการแปลงข้อมูลเป็นค่าตัวเลขที่แสดงน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย

6.4.4 สมการที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญได้ประยุกต์แนวทางจากการประเมินสภาพผิวทางของรัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยวิธี Pavement Condition Rating (PCR) มีการใช้วิธีการตรวจสอบด้วยสายตา ค่าที่ได้จากสมการเป็นคะแนนสภาพของปัจจัย (Condition Factor Score) และ คะแนนสภาพสะพาน (Bridge Condition Score)

6.4.5 การนำค่าที่ได้จากสมการมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในระดับโครงการสามารถเปรียบเทียบได้จากคะแนนสภาพของปัจจัยภายในสะพานเดียวกันได้โดยตรง การเปรียบเทียบในลักษณะนี้อาศัยการสัมพัทธ์ของค่าในการเปรียบเทียบ

6.4.6 การจัดลำดับความสำคัญในระดับโครงข่ายจำเป็นต้องอาศัยค่าแสดงคะแนนของสภาพสะพาน ร่วมกับปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาในระดับโครงข่าย

6.4.7 การกำหนดน้ำหนักของความรุนแรงและขอบเขตของความเสียหายแปลงเป็นตัวเลขเพื่อนำไปคำนวณในสมการที่สร้างขึ้น โดยกำหนดเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 4 สำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้น เล็กน้อย ปานกลาง และสูง ตามลำดับ

6.4.8 ความเสียหายของแต่ละปัจจัยมีได้หลายชนิดและมีความแตกต่างกัน ได้กำหนดค่า น้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณด้วยเช่นกัน

6.4.9 ในบางปัจจัยไม่สามารถตรวจสอบความเสียหายด้วยการจำแนกระดับความรุนแรงและขอบเขตพื้นที่ จึงต้องกำหนดเงื่อนไขขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบที่จะนำไปสู่การหาค่าแสดงสภาพของปัจจัย (Condition Factor) เช่นเดียวกับปัจจัยที่มีความรุนแรงและขอบเขตของความเสียหาย

6.5 สรุปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้น

6.5.1 สามารถใช้โปรแกรมช่วยอำนวยความสะดวกในการบันทึกข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสะพาน ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้งสะพาน การสำรวจ การออกแบบ การก่อสร้าง การตรวจสอบสภาพสะพาน และประวัติการซ่อมบำรุง

6.5.2 การจำแนกระดับผู้ใช้โปรแกรมเป็น 3 กลุ่ม ช่วยให้รักษาความปลอดภัยของฐานข้อมูลและสอดคล้องกับการนำโปรแกรมไปใช้เพื่อปฏิบัติงานจริง

6.5.3 ค่าน้ำหนักที่ใช้ในการคำนวณสามารถแก้ไขได้โดยผู้ใช้ระดับบริหาร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนัก มีผลให้ผลการจัดลำดับในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพานเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามเป็นผลดีต่อการนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจริงโดยเปิดโอกาสให้แก้ไขได้เมื่อมีความเห็นแตกต่างจากผู้ศึกษา

6.5.4 ผู้ตรวจสอบสะพานสามารถใช้โปรแกรมช่วยเตรียมเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสะพานเพื่อประกอบการตรวจสอบสะพานในภาคสนามได้ ซึ่งทำให้สามารถบันทึกแบบรายงานการตรวจสอบสภาพสะพานได้ครบถ้วน

6.6 ข้อเสนอแนะ

6.6.1 เพื่อให้การบันทึกรายงานการตรวจสอบสภาพสะพานมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรมีการเตรียมบันทึกรายละเอียดข้อมูลสะพานที่จะทำการตรวจสอบในภาคสนามก่อน โดยอาศัยจากฐานข้อมูลประวัติสะพานในหลายด้านตั้งแต่ การสำรวจ ออกแบบ การก่อสร้าง ตลอดจนประวัติการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษา เป็นข้อมูลประกอบให้แก่ผู้ตรวจสอบ

6.6.2 การขจัดปัญหาความเห็นในการพิจารณาความรุนแรงและขอบเขตความเสียหายของผู้ตรวจสอบที่ไม่ตรงกันสามารถดำเนินการได้ใน 3 แนวทาง ดังต่อไปนี้

6.6.2.1 กำหนดให้มีผู้รับผิดชอบการตรวจสอบสะพานเพียงคนเดียว

6.6.2.2 การตรวจสอบที่มีผู้ตรวจสอบหลายคน ให้ใช้การหาค่าเฉลี่ยของแต่ละชนิดความเสียหายในแต่ละปัจจัยเป็นค่าที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพาน

6.6.2.3 กำหนดให้ทำการตรวจสอบเป็นทีม ก่อนบันทึกรายงานการตรวจสอบให้ผู้ตรวจสอบภายในทีมลงความเห็นร่วมกันในการประเมินสภาพของแต่ละความเสียหาย เพื่อสรุปเป็นค่าที่ทุกคนหรือคนส่วนใหญ่ในทีมมีความเห็นสอดคล้องกัน

6.6.3 การตรวจสอบด้วยสายตา ผู้ตรวจสอบควรได้รับการฝึกอบรมในการจำแนกระดับความเสียหายทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อให้มีความคิดเห็นในการพิจารณาความเสียหายในลักษณะเดียวกัน ทำให้ผลที่ได้จากการประเมินสภาพสะพานมีความแตกต่างกันไม่มากนัก

6.6.4 ควรทำการศึกษาถึงความเชื่อถือได้สำหรับการตรวจสอบด้วยสายตาที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพสะพาน

6.6.5 ควรมีการพัฒนาให้ระบบประเมินสภาพสะพานสามารถจำแนกค่าสุดท้ายที่ได้จากการประเมินเป็นค่าที่นำไปเปรียบเทียบระดับความต้องการในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาได้ เช่น ค่าแสดงสภาพของปัจจัย (Condition Factor) เท่ากับ 75 – 100 หมายถึง ปัจจัยนั้นต้องการการซ่อมบำรุงโดยเร่งด่วน เป็นต้น

6.6.6 ควรมีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่นำไปพัฒนาเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยในเชิงสถิติ

6.6.7 ควรพัฒนาโปรแกรมให้สามารถปฏิบัติงานในระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้มีความสะดวกยิ่งขึ้นในการปฏิบัติ

6.6.8 ควรพัฒนาโปรแกรมให้สามารถนำเข้าและส่งออกข้อมูลระหว่าง สำนักงาน รพช. จังหวัด กับศูนย์ปฏิบัติการ รพช.

6.6.9 ควรพัฒนาการบันทึกข้อมูลในภาคสนามให้ทันสมัยมากขึ้น โดยการใช้เครื่อง PDA (Personal Digital Assistant) ช่วยในการบันทึกและส่งข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมเพื่อนำไปประมวลผลสภาพของสะพาน