# บทที่ 3

## แนวทางของระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.

### 3.1 ความนำ

ระบบการจัดการสะพานเป็นการกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานเพื่อการตัดสินใจในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพานเป็นหลัก ในบางระบบอาจรวมถึงกิจกรรมทั้งหมดที่มีความเกี่ยวข้องกับสะพาน โดยระบบดังกล่าวประกอบด้วยขั้นตอนในการดำเนินงานเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลของสภาพสะพานและข้อมูลในส่วนอื่นๆ ที่จะนำไปสู่การตัดสินใจที่ดีที่สุด ซึ่งแต่ละหน่วยงานหรือองค์กรที่รับผิดชอบสะพานของแต่ละประเทศมีการกำหนดขั้นตอนดังกล่าวที่แตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม ในส่วนของแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับระบบการจัดการสะพานตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 2.4 ยังเป็นแนวทางหลักของการวางระบบการจัดการสะพานของแต่ละระบบ

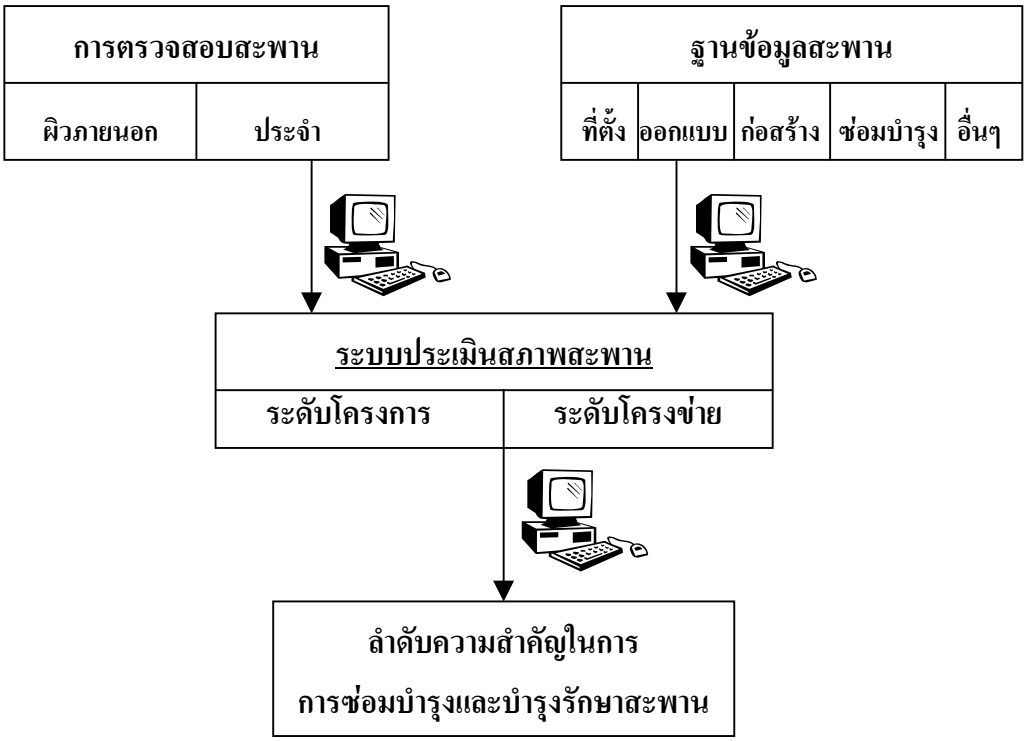
การวิจัยในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างระบบการจัดการสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. ที่มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสะพาน การประเมินสภาพสะพานเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพาน และการตรวจสอบสภาพสะพาน โดยนำส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนข้างต้น มาสร้างเป็นระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. ขึ้น จะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

### 3.2 โครงสร้างของระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.

การศึกษาระบบการจัดการสะพานร่วมกับได้รับข้อมูลการปฏิบัติงานทางด้านสะพานของ รพช. ก่อให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาโครงสร้างของระบบการประเมินสภาพสะพานเพื่อใช้ในการวิจัย ให้สามารถนำไปใช้ได้จริงในการปฏิบัติงานทางด้านสะพานของ รพช. โดยไม่กระทบต่อภาพรวมในการปฏิบัติงานของ รพช. ที่ได้ดำเนินการอยู่แล้วทั้งหมด เพียงแต่มีขั้นตอนในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นในส่วนของการตรวจสอบสภาพสะพานและการจัดเก็บฐานข้อมูลสะพาน สิ่งที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นการสนับสนุนให้การปฏิบัติงานทางด้านสะพานของ รพช. เป็นไปตามระบบประเมินสภาพสะพานที่สร้างขึ้นในการวิจัย นำไปสู่ระบบการจัดการสะพานที่เป็นสากล

โครงสร้างของระบบประเมินสภาพสะพานที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยได้ถูกสร้างเพื่อการใช้งานสำหรับหน่วยงานของ รพช. ระดับ สำนักงาน รพช. จังหวัด และศูนย์ปฏิบัติการ รพช. ให้มีความสมบูรณ์ภายในระบบ ซึ่งพร้อมสนับสนุนการปฏิบัติงานทางด้านสะพานภายในหน่วยงานโดยไม่ต้องอาศัยข้อมูลจากหน่วยงานอื่น หากเป็นระบบที่ต้องอาศัยการปฏิบัติงานหลายหน่วยงาน

ย่อมทำให้เกิดความซับซ้อนของระบบมากขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของฐานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในหลายหน่วยงานเมื่อมีการปรับปรุงฐานข้อมูลให้เป็นปัจจุบันของแต่ละหน่วยงานที่แตกต่างกัน ทำให้ข้อมูลที่มีอยู่ไม่ตรงกัน ย่อมนำไปสู่ความล้มเหลวของฐานข้อมูล ก่อให้เกิดการตัดสินใจในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพานที่ผิดพลาดได้ รวมถึงความล้มเหลวของกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสะพาน




ภาพประกอบที่ 3.1 โครงสร้างของระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.

จากภาพประกอบที่ 3.1 เห็นได้ว่าภายในโครงสร้างของระบบที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบตามแนวคิดพื้นฐานของระบบการจัดการสะพานที่ได้แนะนำไว้โดย Hudson, 1987 ซึ่งมีส่วนประกอบด้วยกัน 6 ส่วน คือ ฐานข้อมูล การเลือกการซ่อมบำรุง (รูปแบบที่ใช้ในการเลือกมี 4 รูปแบบ) การซ่อมบำรุง การวิเคราะห์ข้อมูลตามประวัติ การสื่อสารกับผู้ใช้งาน และการรายงาน ในการวิจัยได้ทำการประยุกต์บางส่วนของแนวคิดพื้นฐานดังกล่าวเข้ามาในระบบที่ประกอบด้วยส่วนของ ฐานข้อมูล การจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุง (เป็นหนึ่งรูปแบบของการเลือกการซ่อมบำรุง) การวิเคราะห์ข้อมูลตามประวัติ การสื่อสารกับผู้ใช้งาน และการรายงาน ทั้งนี้ ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัย เพื่อช่วยดำเนินการให้เกิดผลตามระบบประเมินสภาพสะพานที่ใช้ในการวิจัยโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนของการสื่อสารกับผู้ใช้งานและการ

รายงาน ซึ่งจะทำให้การปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันนั้นทำได้สะดวกและมีความถูกต้อง นำไปสู่การตัดสินใจในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพานที่มีความเหมาะสม

**3.3 การกำหนดประเภทของการตรวจสอบสะพาน**

ภายในระบบการจัดการสะพานมีการแบ่งประเภทของการตรวจสอบสะพานเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของสะพานในปัจจุบัน มีการแบ่งประเภทในแต่ละระบบของประเทศต่างๆ หรือแต่ละหน่วยงานที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 2.8 เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่ามีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน สำหรับการวิจัยได้แบ่งประเภทของการตรวจสอบสะพานที่สอดคล้องกับการแบ่งประเภทของการซ่อมบำรุงทางหลวงชนบท รพช. ที่ดำเนินการตามระบบบริหารงานซ่อมบำรุงทาง (Road Maintenance Management System: RMS) โดยยึดแนวทางที่เป็นสากลตามที่ได้ทำการศึกษา

3.3.1 ประเภทของการซ่อมบำรุงทางหลวงชนบท รพช. (บันทึก รพช., 2542)

รพช. ได้กำหนดประเภทของการซ่อมบำรุงทางหลวงชนบท รพช. เพื่อให้เป็นไปตามการซ่อมบำรุงที่เป็นสากล ดังนี้

3.3.1.1 การซ่อมบำรุงปกติ (Regular Maintenance) เป็นงานที่ต้องดำเนินการเป็นประจำตลอดปี ความถี่ในการดำเนินการปีละ 1 ครั้งหรือมากกว่าโดยมีการชำรุดคิดเป็นพื้นที่ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผิวจราจรทั้งหมดในช่วง 1 กิโลเมตร แบ่งเป็น 4 ประเภท ตามชนิดของผิวจราจรได้แก่

ก. การบำรุงปกติผิวจราจรลาดยาง (Bituminous Road Regular Maintenance)

ข. การบำรุงปกติผิวจราจรคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Road Regular Maintenance)

ค. การบำรุงปกติผิวจราจรคอนกรีต รพช. (ARD Interlocking Block Road Regular Maintenance)

ง. การบำรุงปกติผิวจราจรลูกรัง (Gravel Road Regular Maintenance)

3.3.1.2 การซ่อมบำรุงตามระยะเวลา (Periodic Maintenance) เป็นงานซ่อมบำรุงที่ตามช่วงเวลาหลายๆ ปีต่อ 1 ครั้ง แบ่งเป็น 7 ประเภท ได้แก่

ก. การซ่อมผิวจราจรลาดยาง (Bituminous Road Resurfacing) สำหรับถนนลาดยางที่มีอายุ 3 ปี ขึ้นไป

ข. การซ่อมผิวจราจรคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Road Resurfacing) สำหรับถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีอายุ 6 ปี ขึ้นไป

ค. การเสริมผิวจราจรลูกรัง (Regravelling) สำหรับถนนลูกรังที่มีอายุ 5 ปี ขึ้นไป หรือมีความหนาของผิวลูกรังโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 12 ซม.

ง. การเสริมผิวจราจรลาดยาง (Overlays) สำหรับถนนลาดยางที่มีอายุ 5 ปี ขึ้นไป

จ. การซ่อมสร้างทางลาดยาง (Bituminous Road Reconstruction) สำหรับถนนลาดยางที่มีอายุ 5 ปีขึ้นไปและมีการชำรุดถึงชั้นดินคันทาง

ฉ. การซ่อมสร้างทางคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Road Reconstruction) สำหรับถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีอายุ 6 ปี ขึ้นไป

ช. การซ่อมสร้างทางลูกรัง (Gravel Road Reconstruction) สำหรับถนนลูกรังที่มีอายุ 5 ปี ขึ้นไปให้คืนกลับสู่สภาพเดิมหรือดีกว่าเดิม

3.3.1.3 การบำรุงฉุกเฉิน (Emergency Maintenance) เป็นงานซ่อมบำรุงที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนเป็นครั้งคราว ตามสภาพความชำรุดที่เกิดจากสาธารณภัย

3.3.2 ประเภทของการตรวจสอบสะพานที่กำหนดในระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. ประกอบด้วย

3.3.2.1 การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก (Superficial Inspection) เป็นการตรวจสอบที่สามารถตรวจสอบร่วมกับการตรวจสอบสภาพถนนเพื่อการซ่อมบำรุงปกติ (Regular Maintenance) ดำเนินการตรวจสอบปีละ 1 ครั้ง โดยนายช่างโยธาหรือวิศวกรโยธาที่ทราบถึงส่วนประกอบต่างๆ ของสะพาน ด้วยการตรวจสภาพพื้นผิวภายนอกในปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อความปลอดภัยและการให้บริการของผู้สัญจรที่ใช้สะพาน เช่น สภาพดินถมคอสะพาน การระบายน้ำของผิวจราจรบนพื้นสะพาน สภาพสีสะท้อนแสงราวสะพาน เป็นต้น ในการตรวจสอบอาศัยเพียงการตรวจสอบด้วยสายตาและอุปกรณ์สนามเบื้องต้น

3.3.2.2 การตรวจสอบประจำ (Routine Inspection) เป็นการตรวจสอบสภาพสะพานที่มีอายุ 5 ปี ขึ้นไป ทำการตรวจสอบทุก 2 ปี โดยนายช่างโยธาหรือวิศวกรโยธาที่มีความรู้หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสะพาน ได้แก่ การสำรวจเพื่อออกแบบ การออกแบบ การควบคุมการก่อสร้าง ในการประเมินสภาพของแต่ละชิ้นส่วนโครงสร้างของสะพานอาศัยการตรวจสอบด้วยสายตาและอุปกรณ์สนามเบื้องต้น

3.3.2.3 การตรวจสอบกรณีพิเศษ (Special Inspection) เป็นการตรวจสอบสภาพสะพานตามความจำเป็น เนื่องมาจากการได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติหรือกรณีอื่นๆ ที่ต้องทำการออกแบบเพื่อแก้ไขความเสียหายของสะพาน รวมถึงความเสียหายที่มีความสำคัญที่ได้ตรวจสอบพบจากการตรวจสอบสภาพผิวภายนอกและการตรวจสอบประจำ ทำการตรวจสอบโดยทีม

งานวิศวกรที่มีความชำนาญทางด้านสะพานและโครงสร้างร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญเฉพาะด้านในกรณีพิเศษนั้นๆ อาจมีการทดสอบหรือการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบ

สำหรับการวิจัยจะดำเนินการการตรวจสอบสะพานใน 2 ประเภทแรก คือ การตรวจสอบสภาพผิวภายนอกและการตรวจสอบประจำ ตามที่กำหนดในขอบเขตของการศึกษาตามข้อ 1.3 ที่ได้กล่าวไว้แล้ว

**3.4 มูลเหตุในการเลือกวิธีการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)**

การตรวจสอบสะพานด้วยสายตา เป็นวิธีการที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพานที่อาศัยประสบการณ์ของผู้ตรวจสอบ ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินจะนำไปสู่การสร้างความ ปลอดภัยและการซ่อมบำรุงสะพาน (Brent, 2001) การตรวจสอบสะพานด้วยสายตาเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยมีการกำหนดให้ใช้สำหรับการตรวจสอบสภาพผิวภายนอกและการตรวจสอบ ในระบบการจัดการสะพานของ OECD (OECD, 1981) นอกจากนั้นแล้วในการให้คะแนนที่แสดงถึงสภาพของสะพานสำหรับการตรวจสอบประจำ ในระบบการจัดการสะพานของสหรัฐอเมริกาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ก็ใช้การตรวจสอบด้วยสายตาเช่นกัน (Brent, 2001)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้นำแนวทางในการตรวจสอบสะพานและการสร้างระบบข้อมูลที่แนะนำโดย TRRL กล่าวไว้ใน Overseas Road Note 7 ในปี ค.ศ.1988 มาประยุกต์ใช้ในการวิจัย ซึ่ง TRRL ได้กำหนดการตรวจสอบสะพานด้วยสายตาและอุปกรณ์สนามเบื้องต้น การตรวจสอบสะพานได้ใช้การประเมินตามสภาพของความรุนแรงและขอบเขตของความเสียหายจำแนกเป็น 3 ระดับ คือ เล็กน้อย ปานกลาง และมาก อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบสะพานสามารถทำได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการใช้รังสี สารเคมี หรือวิธีการอื่นๆ ที่เป็นการทดสอบแบบไม่ทำลาย ล้วนมีข้อดีและข้อบกพร่องที่แตกต่างกันไป ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 เมื่อพิจารณาถึงความสะดวกในการตรวจสอบสะพานภาคสนามแล้ว วิธีการตรวจสอบด้วยสายตาเป็นวิธีที่สามารถทำได้สะดวกและประหยัดค่าใช้จ่าย มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับการตรวจสอบประเภทสภาพผิวภายนอกและประเภทประจำ อย่างไรก็ตาม ควรมีมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจโดยกำหนดบรรทัดฐานของการตรวจสอบแก่ผู้ตรวจสอบสะพานให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนวิธีการตรวจสอบด้วยสายตาว่ามีประสิทธิภาพในการตรวจพบความเสียหายของสะพานเพื่อนำมาประเมินสภาพ ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบความเสียหายที่มีโครงสร้างเป็นคอนกรีตตามตารางที่ 3.1 ที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการตรวจสอบด้วยสายตาอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 3.1 ความสามารถของวิธีการสำรวจเพื่อค้นหาความเสียหายในโครงสร้างคอนกรีต (Minor, 1988 อ้าง Manning, 1985)

| เทคนิควิธี | รอยแตก | ผิวหน้าหลุดร่อน | การกัดกร่อน | รอยสึกและถลอก | ถูกทำลายด้วยเคมี | เป็นโพรงอากาศ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ประสิทธิภาพในการตรวจพบข้อบกพร่อง | | | | | |
| สายตา | G | G | P | G | F | N |
| ของแข็ง | N | N | P | N | P | N |
| เสียง | F | N | G | N | N | N |
| คลื่นเหนือเสียง | G | N | F | N | P | N |
| คลื่นแม่เหล็ก | N | N | F | N | N | N |
| ไฟฟ้า | N | N | G | N | N | N |
| เคมี | N | N | G | N | N | N |
| นิวเคลียร์ | N | N | F | N | N | N |
| คลื่นความร้อน | N | G | G | N | N | N |
| คลื่นเรดาร์ | N | G | G | N | N | N |
| คลื่นวิทยุ | F | N | F | N | N | F |
| การซึมผ่านของอากาศ | N | N | F | N | N | F |

G = ดี, F = ดีปานกลาง, P = พอใช้, N = ไม่เหมาะสม

**3.5 การกำหนดเป้าหมายในการสร้างฐานข้อมูล**

การสร้างฐานข้อมูลของระบบการจัดการสะพานเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของระบบที่นำไปสู่การดำเนินการในส่วนอื่น ประกอบกับผลที่ได้จากการดำเนินการในส่วนอื่นต้องนำกลับมาเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลอีกเช่นกัน ดังนั้นการสร้างฐานข้อมูลจึงต้องสนับสนุนการทำงานในส่วนอื่นด้วย สำหรับฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นในงานวิจัยมีเป้าหมายหลักที่ประกอบด้วย

- เป็นฐานข้อมูลที่อาศัยพื้นฐานและการปรับปรุงข้อมูลจากการปฏิบัติงานที่มีอยู่เดิมของ รพช.
- เป็นฐานข้อมูลที่สนับสนุนข้อมูลสำหรับการตรวจสอบสะพาน
- เป็นฐานข้อมูลที่สนับสนุนการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพาน
- การจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลมีความสมบูรณ์ภายในหน่วยงาน ซึ่งหมายถึง สำนักงาน รพช. จังหวัดและศูนย์ปฏิบัติการ รพช.

นอกจากนั้นแล้วฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นต้องสามารถนำไปใช้งานร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาสำหรับงานวิจัยนี้ ดังนั้น รายละเอียดของฐานข้อมูลได้กล่าวไว้ในบทที่ 5 ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการใช้งานในระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช.

**3.6 หลักการที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพาน**

เพื่อให้การประเมินสภาพสะพานเป็นไปตามระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. ที่ได้สร้างขึ้นในการวิจัยให้สามารถรองรับการประเมินทั้งในระดับโครงการและระดับโครงข่าย นอกจากนั้นยังใช้ร่วมกับการตรวจสอบสะพานทั้งประเภทการตรวจสอบสภาพผิวภายนอกและการตรวจสอบประจำได้ โดยมีหลักการต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพสะพาน
- ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพานในระดับโครงข่าย
- สมการที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ
- หลักเกณฑ์การหาค่าระดับความเสียหาย (DP: Defect Point)
- การกำหนดน้ำหนักของความเสียหาย (DW: Defect Weight)
- การหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (FW: Factor Weight)
- ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ (FW)

3.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพสะพาน จากการศึกษาได้ทำการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสะพานหากได้รับความเสียหายหรือมีสิ่งบกพร่องเกิดขึ้นแล้ว ย่อมแสดงให้เห็นถึงสภาพของสะพาน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มปัจจัย คือ

3.6.1.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสะพานที่มีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงของสะพานในเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย

ก. สภาพลำน้ำ
ข. ฐานราก
ค. ตอม่อริมฝั่ง
ง. ตอม่อกลางน้ำ
จ. โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะคอสะพาน
ฉ. แผ่นยาง (Neoprene)
ช. พื้นสะพาน (Slab, T-Girder, Prestress Concrete)

ซ. รอยต่อพื้นสะพาน

ฌ. ดินถมคอสะพาน

3.6.1.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสะพานที่มีผลต่อความปลอดภัยและการให้บริการของผู้สัญจร ประกอบด้วย

ก. แสงสว่าง

ข. สภาพราวสะพาน

ค. สภาพทางเดินเท้า

ง. ระบบระบายน้ำของผิวจราจรบนพื้นสะพาน

จ. สภาพผิวจราจรบนพื้นสะพาน

ฉ. มีทางแยกบริเวณตอม่อริมฝั่ง

ช. ระยะการมองเห็น

ซ. ความกว้างถนนที่เข้าสู่สะพาน

3.6.2 ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจการซ่อมบำรุงและการบำรุงรักษาสะพานในระดับโครงข่าย ก่อนดำเนินการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องในระดับโครงข่ายนี้ขึ้นมา ได้ทำการศึกษาลักษณะเฉพาะของทางหลวงชนบท รพช. ถึงการให้ความสำคัญต่อปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ตัดสินใจพิจารณาความเหมาะสมของโครงการในระดับโครงข่ายทางหลวงชนบท ที่ รพช. ได้กำหนดไว้ (กองแผนงานฯ, รพช, 2539) โดยปัจจัยความสำคัญของโครงการทั้งหมด ประกอบด้วย

ก. ความมั่นคงแข็งแรงของสะพาน

ข. ความปลอดภัยและการให้บริการของผู้สัญจร

ค. อายุการใช้งานที่ผ่านมา

ง. ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน

จ. สะพานอยู่บนทางหลวงชนบท รพช. ที่สนับสนุนโครงการอันเนื่องพระราชดำริ

ฉ. สะพานอยู่บนทางหลวงชนบท รพช. ที่สนับสนุนความมั่นคงแห่งชาติ

ช. สะพานอยู่บนทางหลวงชนบท รพช. ที่สนับสนุนนโยบายและแผนสำคัญของภาครัฐ เช่น การท่องเที่ยว

ซ. ปริมาณการใช้ประโยชน์ที่ดินสองข้างทางในเชิงเศรษฐกิจ เช่น ทำการเพาะปลูก ปศุสัตว์ ประมง

ฌ. ความยาวของทางหลวงชนบท รพช. ที่สะพานตั้งอยู่

ญ. การเชื่อมต่อกับทางหลวงอื่นๆ ของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดทางหลวง

ชนบท รพช. ที่สะพานตั้งอยู่

สามารถเขียนความสัมพันธ์ของการตรวจสอบและปัจจัยต่างๆ ตามที่กล่าวมาทั้งหมดภายใต้การตัดสินใจใน 2 ระดับ คือ ระดับโครงการและระดับโครงข่าย ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ของการตรวจสอบและปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจใน 2 ระดับ

| ลำดับที่ | ประเภทของการตรวจสอบ | ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ | |
|---|---|---|---|
| | | ระดับโครงการ | ระดับโครงข่าย |
| 1 | การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก | ความปลอดภัยและการให้บริการ | ความสำคัญของโครงการ |
| 2 | การตรวจสอบประจำ | ความมั่นคงแข็งแรง | ความสำคัญของโครงการ |

3.6.3 สมการที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ

ตามที่ได้กำหนดวิธีการตรวจสอบสะพานด้วยสายตาโดยใช้อุปกรณ์สนามเบื้องต้นช่วยในการตรวจสอบ เนื่องจากในสภาพความเป็นจริงพบว่าบางตำแหน่งของสะพานไม่สามารถทำการวัดความรุนแรงและพื้นที่ของความเสียหายด้วยอุปกรณ์ได้สะดวกในทุกส่วนโดยเฉพาะโครงสร้างส่วนล่าง (Substructure) ดังนั้น การตรวจสอบด้วยสายตา จึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้สำหรับปฏิบัติงาน

การวิจัยในครั้งนี้ได้นำสมการที่ใช้ในการประเมินผิวทางของรัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ใช้ในการประเมินสภาพผิวทาง โดยวิธี Pavement Condition Rating (PCR) มีการตรวจสอบความเสียหายด้วยสายตา (Visual Inspection) ประเมินระดับความรุนแรง (Severity) และขนาดพื้นที่ของความเสียหาย (Extent) เป็นการตรวจสอบในแบบ Subjective (ฐปนนนท์, 2544 และ นุกูล, 2544 อ้าง Prechaverakul, 1995) จากสมการเดิมที่ใช้ในการหาค่า PCR ดังต่อไปนี้

$$PCR = 100 - \sum_{i=1}^{n} DP_i$$

$$DP_i = DW_i \times SW_i \times EW_i$$

เมื่อ

PCR = ดัชนีชี้วัดสภาพของผิวทาง (Pavement Condition Rating)

$DP_i$ = ระดับค่าความเสียหายซึ่งเกิดจากความเสียหายชนิดที่ i (Deduction Point)

$DW_i$ = น้ำหนักความสำคัญของชนิดความเสียหาย (Distress Weight)

$SW_i$ = น้ำหนักความสำคัญของระดับความรุนแรง (Severity Weight)

$EW_i$ = น้ำหนักความสำคัญของขนาดพื้นที่ความเสียหาย (Extent Weight)

ค่า PCR จะเป็นตัวชี้วัดสภาพของผิวทางในช่วงที่ทำการประเมินว่าจัดอยู่ในระดับใด โดยจะแบ่งช่วงระดับค่า PCR เพื่อแสดงถึงสภาพของผิวทาง ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ (นุกูล, 2544 อ้าง Prechaverakul, 1995)

ตารางที่ 3.3 การแบ่งช่วงระดับค่า PCR เพื่อแสดงถึงสภาพของผิวทาง

| **ระดับค่า *PCR*** | **สภาพของผิวทาง** |
|---|---|
| 0 – < 20 | ไม่สามารถให้บริการได้ |
| 20 – < 40 | ทรุดโทรมมาก |
| 40 – < 60 | ทรุดโทรม |
| 60 – < 75 | พอใช้ |
| 75 – < 90 | ดี |
| 90 – 100 | ดีมาก |

สำหรับการวิจัยนี้ค่าที่ได้จากการประเมินสภาพตามการตรวจสอบสภาพสะพานทั้ง 2 ประเภท เป็นค่าของ Bridge Condition Score (BCS) ซึ่งนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการวางแผนซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพาน สามารถหาค่าได้จากสมการ

$$DP_j = SW_j \times EW_j \quad (1)$$

$$CF_i = \sum (DW_{ij} \times DP_{ij}) \quad ; j = 1,2,3\ldots n \quad (2)$$

$$CFS_i = FW_i \times CF_i \quad (3)$$

$$BCS = \sum (CFS_i) \quad ; i = 1,2,3\ldots n \quad (4)$$

เมื่อ

$DP_j$ = ค่าระดับความเสียหายที่เกิดจากความเสียหายชนิดที่ j (Defect Point)

$SW_j$ = น้ำหนักความรุนแรงของความเสียหายชนิดที่ j (Severity Weight)

$EW_j$ = น้ำหนักขอบเขตของความเสียหายชนิดที่ j (Extent Weight)

$CF_i$ = ค่าแสดงสภาพของปัจจัยที่ i ที่เกิดจากความเสียหายชนิดที่ j หลายชนิดประกอบร่วมกัน (Condition Factor)

$DW_{ij}$ = น้ำหนักของความเสียหายชนิดที่ j ซึ่งเกิดกับปัจจัย i (Defect Weight)

$DP_{ij}$ = ค่าระดับความเสียหายที่เกิดจากความเสียหายชนิดที่ j ซึ่งเกิดกับปัจจัยที่ i (Defect Point)

$CFS_i$ = คะแนนสภาพปัจจัยที่ i (Condition Factor Score)

$FW_i$ = น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ i (Factor Weight)

BCS = คะแนนสภาพสะพาน (Bridge Condition Score)

ค่า BCS ที่ได้จากการคำนวณตามสมการข้างต้น เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบที่อาศัยการสัมพัทธ์ของค่าที่ได้ของแต่ละสะพาน สะพานใดมีค่าสูงสุดหมายถึงสะพานแห่งนั้นควรได้รับการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาในลำดับแรก สำหรับสะพานที่มีค่า BCS ในลำดับถัดมาก็ควรดำเนินการตามลำดับจากค่ามากไปน้อย

3.6.4 หลักเกณฑ์การหาค่าระดับความเสียหาย (DP: Defect Point)

การประเมินสภาพสะพานตามที่อาศัยสมการที่ (1) ถึง (4) ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ค่าระดับความเสียหาย จำเป็นต้องอาศัยค่าน้ำหนักความรุนแรงของความเสียหาย (SW) และค่าน้ำหนักขอบเขตของความเสียหาย (EW) โดยค่าน้ำหนักทั้ง 2 ได้จำแนกเป็นค่าละ 3 ระดับ เพื่อให้เหมาะสมกับการประเมินสภาพสะพานด้วยสายตา

3.6.4.1 ระดับความรุนแรงของความเสียหาย เป็นการประเมินความรุนแรงของความเสียหายด้วยสายตาโดยนายช่างโยธาหรือวิศวกรที่ได้กำหนดคุณสมบัติไว้ตามหัวข้อ 3.3.2 สำหรับองค์ประกอบบางส่วนที่ยากต่อการเข้าถึงสามารถใช้กล้องส่องทางไกลช่วยในการประเมินสภาพได้ เช่น ตอม่อกลางน้ำ เป็นต้น ได้จำแนกระดับความรุนแรงของความเสียหายเป็น 3 ระดับ คือ

ก. **ความรุนแรงเล็กน้อย** เป็นสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นเล็กน้อย สามารถใช้งานได้ตามปกติไม่ก่อให้เกิดความเสียหายโดยทันที ไม่มีอันตรายที่เกิดขึ้นจากสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อปัจจัยอื่น

ข. **ความรุนแรงปานกลาง** เป็นสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นในระดับปานกลาง ต้องได้รับการซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพเดิมที่สามารถรอได้ หากปล่อยไว้อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้สัญจรหรือโครงสร้างของสะพาน นอกจากนั้นอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อปัจจัยอื่น ที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่รุนแรงมากขึ้นได้

ค. **ความรุนแรงสูง** เป็นสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นในระดับสูง ต้องได้รับการซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพเดิมโดยทันที สภาพที่เป็นอยู่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้สัญจรหรือโครงสร้างสะพาน หรือนำไปสู่ความเสียหายต่อปัจจัยอื่นของสะพานได้

กรณีที่ไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับปัจจัยนั้นๆ ค่าน้ำหนักความรุนแรงของความเสียหายกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์

ตารางที่ 3.4 ค่าน้ำหนักความรุนแรงของความเสียหายในแต่ละระดับ

| ระดับความรุนแรง | ค่าน้ำหนักความรุนแรงของความเสียหาย |
|---|---|
| ความรุนแรงเล็กน้อย | 1 |
| ความรุนแรงปานกลาง | 2 |
| ความรุนแรงสูง | 4 |

3.6.4.2 ระดับขอบเขตของความเสียหาย เป็นการประเมินพื้นที่ของความเสียหายด้วยสายตา หรืออาศัยเครื่องมือในการวัดเข้าร่วมด้วยเพื่อคำนวณหาพื้นที่สำหรับกรณีที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถเข้าวัดระยะได้ โดยคิดจากอัตราส่วนของพื้นที่ความเสียหายต่อพื้นที่ทั้งหมดของแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสะพานตามความเสียหายแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น สำหรับความเสียหายบางชนิดไม่สามารถคิดเป็นพื้นที่ได้ ให้เทียบอัตราส่วนจำนวนความเสียหายต่อจำนวนทั้งหมด ได้จำแนกระดับขอบเขตของความเสียหายเป็น 3 ระดับ คือ

ก. **พื้นที่เล็กน้อย** อัตราความเสียหายน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์

ข. **พื้นที่ปานกลาง** อัตราความเสียหายมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

ค. **พื้นที่มาก** อัตราความเสียหายตั้งแต่ 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้นไป

สำหรับกรณีที่ไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับปัจจัยนั้นๆ ค่าน้ำหนักขอบเขตของความเสียหายกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์

ตารางที่ 3.5 ค่าน้ำหนักขอบเขตของความเสียหายในแต่ละระดับ

| ระดับขอบเขต | ค่าน้ำหนักขอบเขตของความเสียหาย |
|---|---|
| พื้นที่เล็กน้อย | 1 |
| พื้นที่ปานกลาง | 2 |
| พื้นที่มาก | 4 |

3.6.4.3 ค่าระดับความเสียหายของปัจจัยที่ไม่สามารถประเมินความรุนแรงและขอบเขตได้ การประเมินค่าระดับความเสียหายของบางปัจจัยไม่สามารถทำการประเมินขอบเขตของความเสียหายได้ เช่น แสงสว่าง ความกว้างถนนที่เข้าสู่สะพาน เป็นต้น จำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการประเมินเฉพาะปัจจัยนั้นๆ สำหรับการหาความเสียหายจึงได้จากการกำหนดเงื่อนไขในการประเมินสภาพสะพาน โดยกำหนดเงื่อนไขขึ้นเพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบสะพาน ได้จำแนกเงื่อนไขตามความต้องการในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาเป็น 4 เงื่อนไข คือ

ก. **เงื่อนไขที่ 1** มีสภาพตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดดีอยู่แล้ว ไม่ต้องนำมาพิจารณา

ข. **เงื่อนไขที่ 2** มีสภาพตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ โดยให้ความสำคัญในระดับเล็กน้อย

ค. **เงื่อนไขที่ 3** มีสภาพตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ โดยให้ความสำคัญในระดับปานกลาง

ง. **เงื่อนไขที่ 4** มีสภาพตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ โดยให้ความสำคัญในระดับสูงสุด

การนำเงื่อนไขทั้ง 4 ไปใช้ในการกำหนดเป็นเงื่อนไขในการประเมินสภาพสะพานของแต่ละปัจจัยได้กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสะพานที่มีผลต่อความปลอดภัยและการให้บริการของผู้สัญจร ประกอบด้วยเงื่อนไขที่ 1, 2, 3 และ 4
- ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพานในระดับโครงข่าย ประกอบด้วยเงื่อนไขที่ 2, 3 และ 4 ทั้งนี้เนื่องจากสะพานทุกแห่งควรมีความสำคัญเป็นพื้นฐานของแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาโครงข่ายทางหลวงชนบท

ตารางที่ 3.6 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเงื่อนไข

| ลักษณะของเงื่อนไข | ค่าน้ำหนักความสำคัญของเงื่อนไข |
|---|---|
| เงื่อนไขที่ 1 | 0 |
| เงื่อนไขที่ 2 | 1 |
| เงื่อนไขที่ 3 | 2 |
| เงื่อนไขที่ 4 | 4 |

3.6.5 การกำหนดน้ำหนักของความเสียหาย (DW: Defect Weight)

จากการศึกษาถึงความเสียหายของสะพานที่มักเกิดกับสะพานภายในประเทศและชนิดของความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างที่เป็นคอนกรีตของปัจจัยต่างๆ ที่นำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อประเมินสภาพสะพาน พบว่าน้ำหนักความรุนแรงของความเสียหายมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของความเสียหาย เพื่อให้ระบบประเมินสภาพสะพานมีความสมบูรณ์จึงได้กำหนดน้ำหนักของความเสียหาย ขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณตามตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 น้ำหนักของความเสียหาย (DW)

| ปัจจัย | ความเสียหายชนิดที่ 1 | | ความเสียหายชนิดที่ 2 | | ความเสียหายชนิดที่ 3 | | ค่าน้ำหนักรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | รายละเอียด | ค่าน้ำหนัก | รายละเอียด | ค่าน้ำหนัก | รายละเอียด | ค่าน้ำหนัก | |
| **ราวสะพาน** | สภาพสีจางลง | 0.4 | รอยแตกร้าว | 0.6 | - | - | 1 |
| **ทางเดินเท้า** | รกร้าง | 0.4 | รอยแตกร้าว | 0.6 | - | - | 1 |
| **ระบบระบายน้ำของผิวจราจร** | สิ่งสกปรก | 0.5 | ท่อระบายอุดตัน | 0.5 | - | - | 1 |
| **ผิวจราจรบนพื้นสะพาน** | รอยแตกร้าว | 0.5 | ผิวหน้าหลุดร่อน | 0.2 | แตกกะเทาะ | 0.3 | 1 |

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

| ปัจจัย | ความเสียหายชนิดที่ 1 | | ความเสียหายชนิดที่ 2 | | ความเสียหายชนิดที่ 3 | | ค่าน้ำหนักรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | รายละเอียด | ค่าน้ำหนัก | รายละเอียด | ค่าน้ำหนัก | รายละเอียด | ค่าน้ำหนัก | |
| **ลำน้ำ** | การทับถมขอนไม้ | 0.3 | การกัดเซาะ | 0.5 | วัชพืช | 0.2 | 1 |
| **ฐานราก** | รอยแตกร้าว | 0.5 | ผิวหน้าหลุดร่อน | 0.2 | แตกกะเทาะ | 0.3 | 1 |
| **ตอม่อกลางน้ำ** | รอยแตกร้าว | 0.5 | ผิวหน้าหลุดร่อน | 0.2 | แตกกะเทาะ | 0.3 | 1 |
| **แผ่นยาง (Neoprence)** | คานรัดเสาแตกร้าว | 1 | - | - | - | - | 1 |
| **พื้นสะพาน** | รอยแตกร้าว | 0.5 | ผิวหน้าหลุดร่อน | 0.2 | แตกกะเทาะ | 0.3 | 1 |
| **ตอม่อริมฝั่ง** | รอยแตกร้าว | 0.5 | ผิวหน้าหลุดร่อน | 0.2 | แตกกะเทาะ | 0.3 | 1 |
| **โครงสร้างป้องกันกัดเซาะ** | รอยแตกร้าว | 0.2 | ถูกกัดเซาะ | 0.5 | มีการทรุดตัว | 0.3 | 1 |
| **รอยต่อพื้นสะพาน** | วัสดุอุดรอยต่อหลุด | 0.2 | รอยแตกร้าว | 0.5 | แตกกะเทาะ | 0.3 | 1 |
| **ดินถมคอสะพาน** | การกัดเซาะ | 0.5 | การทรุดตัว | 0.5 | - | - | 1 |

3.6.6 การหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (FW: Factor Weight)

ค่า FW เป็นค่าที่ได้จากการสอบถามผู้มีความรู้และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสะพานบนทางหลวงชนบท รพช. ในการวิจัยได้ดำเนินการสอบถามนายช่างโยธาและวิศวกรโยธาของ รพช. ที่ดำรงตำแหน่งในระดับ 7 และ 8 ซึ่งถือว่าเป็นผู้มีความรู้ความชำนาญในวิชาชีพและการปฏิบัติงานตามหลักการของสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.)

โดยดำเนินการแจกแบบสอบถามด้วยการสอบถามและตอบกลับทางไปรษณีย์ มีรายละเอียดของแบบสอบถามในภาคผนวก ก จำนวนทั้งสิ้น 303 ชุด ประกอบด้วย

- นายช่างโยธา 7 ผู้ดำรงตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายด้านการก่อสร้างและซ่อมบำรุงของสำนักงาน รพช. จังหวัดและศูนย์ปฏิบัติการ รพช. รวมทั้งสิ้น 136 ท่าน

- วิศวกรโยธา 7 วช. ผู้ดำรงตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายสำรวจออกแบบ วิศวกรรมจราจร ควบคุมคุณภาพวัสดุ ประจำสำนักงาน รพช. จังหวัดและศูนย์ปฏิบัติการ รพช. รวมทั้งผู้ดำรงตำแหน่งผู้ชำนาญการพิเศษ หัวหน้างานประจำกองก่อสร้างทางและโครงสร้าง กองสำรวจและออกแบบ กองบูรณะและซ่อมบำรุง รวมทั้งสิ้น 127 ท่าน
- นายช่างโยธา 8 ผู้ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการส่วนก่อสร้างประจำศูนย์ปฏิบัติการ รพช. รวมทั้งสิ้น 20 ท่าน
- วิศวกรโยธา 8 วช. ผู้ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการส่วนบริการทางวิชาการประจำศูนย์ปฏิบัติการ รพช. และผู้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญ หัวหน้าฝ่ายประจำกองก่อสร้างทางและโครงสร้าง กองสำรวจและออกแบบ กองบูรณะและซ่อมบำรุง รวมทั้งสิ้น 17 ท่าน
- ผู้อำนวยการกองก่อสร้างทางและโครงสร้าง กองสำรวจและออกแบบ กองบูรณะและซ่อมบำรุง รวมทั้งสิ้น 3 ท่าน

ในจำนวนดังกล่าวมีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 205 ชุด คิดเป็นร้อยละ 67.2 ของแบบสอบถามทั้งหมด สำหรับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนั้นได้แสดงไว้ในตาราง ก.1 ถึง ตาราง ก.6 ของภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามสามารถทำการหาค่า FW ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

**ขั้นตอนที่ 1** หาคะแนนในการจัดลำดับความสำคัญ (Rank) ของปัจจัยที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพานโดยแปลงข้อมูลที่ได้จากการสอบถามให้ออกมาเป็นจำนวนคะแนน กำหนดให้ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดมีคะแนนสูงสุด ปัจจัยที่มีความสำคัญในระดับรองลงมาให้มีคะแนนน้อยกว่า 1 คะแนน จนกระทั่งถึงปัจจัยที่มีความสำคัญในระดับสุดท้ายให้มีคะแนนเป็น 1

**ขั้นตอนที่ 2** รวมคะแนนที่หาได้ในขั้นตอนที่ 1 ของแต่ละปัจจัยจากข้อมูลในแบบสอบถามทุกชุด ตามสมการที่ (5)

$$CR_i = \sum R_{ib} \quad ; i = 1,2,3\ldots n \qquad (5)$$

เมื่อ $R_{ib}$ = คะแนนในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ i จากแบบสอบถามชุดที่ b (Rank)

$CR_i$ = คะแนนรวมในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ i จากแบบสอบถามทุกชุด (Composite Rank)

**ขั้นตอนที่ 3** หาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย (Factor Weight) โดยเทียบจากคะแนนรวมทั้งหมดในการจัดลำดับความสำคัญของทุกปัจจัย ตามสมการที่ (6)

$$FW_i = \frac{100 \times CR_i}{\sum CR} \quad (6)$$

เมื่อ $FW_i$ = น้ำหนักความความสาคญของบจจยที่ i (Factor Weight)

$CR_i$ = คะแนนรวมในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ i จาก แบบสอบถามทุกชุด (Composite Rank)

$\sum CR$ = คะแนนรวมในการจัดลำดับความสำคัญของทุกปัจจัยจาก แบบสอบถามทุกชุด

3.6.7 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ (FW)

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาทำการคำนวณตามที่แสดงไว้ในข้อ 3.6.5 ในส่วนของการหาค่า $FW_i$ นั้น ได้ผลของค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.8 ค่าน้ำหนักความสำคัญที่มีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงของสะพาน

| ปัจจัยที่มีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงของสะพาน | ค่าน้ำหนักความสำคัญ (FW) |
|---|---|
| สภาพลำน้ำ | **14.17** |
| ฐานราก | **18.80** |
| ตอม่อริมฝั่ง | **14.86** |
| ตอม่อกลางน้ำ | **15.21** |
| โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะคอสะพาน | **9.12** |
| แผ่นยาง (Neoprene) | **4.87** |
| พื้นสะพาน | **9.86** |
| รอยต่อพื้นสะพาน | **6.30** |
| ดินถมคอสะพาน | **6.82** |
| **รวม** | **100.00** |

ตารางที่ 3.9 ค่าน้ำหนักความสำคัญที่มีผลต่อความปลอดภัยและการให้บริการของผู้สัญจร

| **ปัจจัยที่มีผลต่อความปลอดภัย และการให้บริการของผู้สัญจร** | **ค่าน้ำหนักความสำคัญ (FW)** |
|---|---|
| แสงสว่าง | **12.62** |
| สภาพราวสะพาน | **6.90** |
| สภาพทางเดินเท้า | **7.30** |
| ระบบระบายน้ำของผิวจราจรบนพื้นสะพาน | **8.86** |
| สภาพผิวจราจรบนพื้นสะพาน | **12.99** |
| มีทางแยกบริเวณตอม่อริมฝั่ง | **15.46** |
| ระยะการมองเห็น | **18.69** |
| ความกว้างถนนที่เข้าสู่สะพาน | **17.18** |
| **รวม** | **100.00** |

ตารางที่ 3.10 ค่าน้ำหนักความสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจซ่อมบำรุงในระดับโครงข่าย

| **ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ ซ่อมบำรุงในระดับโครงข่าย** | **ค่าน้ำหนักความสำคัญ (FW)** |
|---|---|
| ความมั่นคงแข็งแรงของสะพาน | **16.97** |
| ความปลอดภัยและการให้บริการ | **15.96** |
| อายุการใช้งานที่ผ่านมา | **12.99** |
| ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน | **12.90** |
| สนับสนุนโครงการอันเนื่องจากพระราชดำริ | **9.69** |
| สนับสนุนความมั่นคงแห่งชาติ | **7.91** |
| สนับสนุนนโยบายและแผนสำคัญของภาครัฐ | **7.68** |
| ปริมาณการใช้ประโยชน์ที่ดินสองข้างทาง | **6.74** |
| ความยาวของทางหลวงชนบท ที่สะพานตั้งอยู่ | **3.62** |
| การเชื่อมกับทางหลวงอื่นๆ | **5.54** |
| **รวม** | **100.00** |

**3.7 การตรวจสอบสะพานเพื่อประเมินสภาพ**

จุดประสงค์สำคัญของการตรวจสอบสะพานโดยทั่วไปเพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของแต่ละสะพาน เพื่อให้สามารถทราบความต้องการในการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาสะพาน นอกจากนั้นยังเป็นการรายงานเพื่อกำหนดการตรวจสอบเพิ่มเติมเมื่อพบว่ามีความเสียหายที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อโครงสร้างสำคัญของสะพาน (TRRL, 1988) เห็นได้ถึงความสำคัญของการตรวจสอบสะพานที่มีผลอย่างยิ่งต่อการประเมิน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมีความถูกต้อง พอเพียงที่นำไปใช้ในการประเมินสภาพสะพาน และมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงซึ่งนับว่าเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

การตรวจสอบสะพานที่ใช้ในการวิจัยเป็นการตรวจสอบที่มีความสอดคล้องกับระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. ที่ได้กำหนดแนวทางไว้อย่างสมบูรณ์ตามรายละเอียดในข้อ 3.6 ดังนั้นการตรวจสอบสะพานที่ใช้ในการวิจัยจึงเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการหาข้อมูลที่แสดงถึงสภาพของสะพานที่แท้จริง ผู้ตรวจสอบสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ได้ตามที่ระบบประเมินสภาพสะพานในการวิจัยนี้ต้องการ โดยการตรวจสอบได้อาศัยพื้นฐานความรู้ของผู้ตรวจสอบเป็นสำคัญ

3.7.1 คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพาน

จากการศึกษาพบว่าผู้ตรวจสอบสะพานมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการได้มาสำหรับข้อมูลที่แสดงถึงสภาพสะพานที่แท้จริง ในการตรวจสอบสะพานที่มีในต่างประเทศ ได้มีการกำหนดความต้องการในคุณสมบัติผู้ตรวจสอบสะพานที่มีความแตกต่างกัน คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพานโดยทั่วไปหมายถึงระดับการศึกษาและการฝึกอบรมการตรวจสอบสะพาน มีการรวบรวมคุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพานที่อยู่ในระบบการจัดการสะพานของแต่ละประเทศ ซึ่งแต่ละระบบมีความแตกต่างกันจึงมีผลนำไปสู่การกำหนดคุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพานให้มีความสอดคล้องกับระบบการจัดการสะพานที่สร้างขึ้น ตามที่แสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพานในต่างประเทศ (OECD, 1992)

| ประเทศ | ระดับการศึกษาขั้นต่ำ | การอบรมการตรวจสอบ |
|---|---|---|
| **เบลเยี่ยม** | ไม่กำหนดระดับการศึกษา | ไม่มีการอบรมพิเศษ |
| **เดนมาร์ก** | วิศวกรโยธา | วิชาการตรวจสอบและอบรมการปฏิบัติ |
| **ฟินล์แลนด์** | ช่างเทคนิค | การสัมมนาประจำปี |
| **ฝรั่งเศส** | วิศวกร | การสัมมนาพฤติกรรมของสะพาน |

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

| ประเทศ | ระดับการศึกษาขั้นต่ำ | การอบรมการตรวจสอบ |
|---|---|---|
| | | การอบรมเพื่อเป็นผู้จัดการสะพานในอนาคต |
| **เยอรมันนี** | วิศวกรโยธา | ไม่มีการอบรมพิเศษ |
| **อิตาลี** | วิศวกรโยธา | การอมรมพิเศษที่เน้นวิธีการสำรวจกรณีพิเศษ |
| **ญี่ปุ่น** | ประสบการณ์ 3-5 ปี หลังระดับปริญญา | ไม่มีการอบรมพิเศษ |
| | ประสบการณ์ 5-8 ปี หลังระดับมัธยม | |
| **เนเธอร์แลนด์** | ช่างเทคนิค ที่มีความชำนาญ | ไม่มีการอบรมพิเศษ |
| **นอร์เวย์** | วิศวกรผู้ชำนาญการ | การสัมมนาการตรวจสอบและซ่อมบำรุงสะพาน |
| **สวีเดน** | ไม่กำหนดระดับการศึกษาแต่มีความชำนาญและประสบการณ์ | อบรมภาคทฤษฎี 50% และภาคปฏิบัติ 50 % ในการอบรมประจำปี |
| **สวิตเซอร์แลนด์** | วิศวกรโยธา | การสัมมนาเพื่อแนะนำ |
| **สหรัฐอเมริกา** | ผู้ได้รับใบอนุญาตตรวจสอบสะพาน | การอบรม 3 สัปดาห์ และการอบรมเพิ่มเติม 1 สัปดาห์ |

คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพานที่ได้กำหนดขึ้นในการวิจัยเป็นการกำหนดเพื่อให้สอดคล้องกับประเภทของการตรวจสอบสะพานที่อยู่ในระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. ตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 3.3.2 โดยมีรายละเอียดคุณสมบัติของผู้ตรวจสอบตามประเภทการตรวจสอบตามตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบสะพานที่ได้กำหนดสำหรับการตรวจสอบสะพานในการวิจัย

| ประเภทของการตรวจสอบ | ระดับการศึกษาขั้นต่ำ | การอบรมการตรวจสอบ |
|---|---|---|
| **การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก** | นายช่างโยธา (ปวส.ทางด้านก่อสร้างหรือโยธา) | ชี้แจงการตรวจสอบและบันทึกรายงาน |
| **การตรวจสอบประจำ** | นายช่างโยธา (ปวส.ทางด้านก่อสร้างหรือโยธา) ที่มีความรู้หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสะพาน | ชี้แจงการตรวจสอบและบันทึกรายงาน |
| **การตรวจสอบพิเศษ** | วิศวกรโยธาผู้ชำนาญการด้านสะพาน | ไม่มีการอบรมพิเศษ |

การตรวจสอบสะพานในแต่ละครั้งได้มีการกำหนดจำนวนผู้ตรวจสอบต่อหน่วยตรวจสอบ พบว่าในแต่ละประเทศได้มีการกำหนดจำนวนผู้ตรวจสอบสะพานแตกต่างกันไป เช่น ประเทศเดนมาร์กใช้ 1 คนต่อหน่วย ประเทศนอร์เวย์ สเปน สวีเดนใช้ 1-2 คนต่อหน่วย ประเทศอิตาลีใช้ 6-7 คนต่อหน่วย ซึ่งจัดว่าใช้มากที่สุด เป็นต้น (OECD, 1992) การกำหนดจำนวนผู้ตรวจสอบสะพานในการวิจัยครั้งนี้ได้คำนึงถึงรายละเอียดของข้อมูลที่จะได้จากการตรวจสอบตามที่ระบบประเมินสภาพสะพานต้องการ ซึ่งการใช้ผู้ตรวจสอบ 1-2 คนต่อหน่วย และมีผู้ช่วยในการอำนวยความสะดวกขณะทำการตรวจสอบ เช่น งานถางหญ้า งานอำนวยความปลอดภัย เป็นต้น ร่วมอีก 1-2 คน มีความเหมาะสมกับการตรวจสอบสะพานในการวิจัยที่มีความยาวไม่มาก มีการตรวจสอบด้วยสายตาเป็นหลัก และมีการสร้างแบบรายงานการตรวจสอบที่เป็นอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน

3.7.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสะพาน

การตรวจสอบสะพานด้วยสายตาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนตามที่ระบบประเมินสภาพสะพานต้องการ นอกจากอาศัยผู้ตรวจสอบสะพานพร้อมผู้ช่วยแล้ว จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสะพานร่วมด้วย เนื่องจากการตรวจสอบสะพานแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องลักษณะของสะพานและสภาพแวดล้อม การมีอุปกรณ์จึงมีความจำเป็นต่อผู้ตรวจสอบเพื่อตอบสนองความต้องการที่สำหรับใช้งาน การช่วยบันทึกข้อมูล อำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและสร้างความปลอดภัยแก่หน่วยงานตรวจสอบ สำหรับการวิจัยได้กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสะพานประกอบด้วย

- คลิปบอร์ด ปากกา ดินสอ ยางลบ กระดาษ
- แบบรายงานการตรวจสอบสภาพสะพาน
- แผนที่ 1:50000
- กล้องส่องทางไกล
- ไฟฉาย
- เทปวัดระยะความยาว 3 เมตร และ 50 เมตร
- กล้องถ่ายภาพ ฟิล์มถ่ายภาพ
- หมวกนิรภัย เสื้อสะท้อนแสง
- สัญญาณไฟเตือนแบบหมุน กรวยบังคับการจราจร
- มีดดายหญ้า
- ฟิลล์เลอร์เกจ สำหรับวัดรอยแตกในโครงสร้าง (Structural Crack) ที่ควรได้รับการตรวจสอบกรณีพิเศษ

ภาพประกอบที่ 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสะพาน

3.7.3 ความปลอดภัยในการตรวจสอบสะพาน

ความปลอดภัยของผู้ตรวจสอบและผู้ใช้สะพานในขณะที่มีการตรวจสอบสะพานเป็นสิ่งสำคัญ การตรวจสอบสะพานที่ดีจึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยร่วมอยู่ในการตรวจสอบด้วย สาเหตุของการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้น ในการตรวจสอบสะพานประกอบด้วย (TRRL, 1988)

- การจราจรบนพื้นสะพานหรือถนน
- การตกจากโครงสร้างส่วนบนของสะพาน
- การถูกทำร้ายโดยสัตว์มีพิษต่างๆ

สาเหตุของการบาดเจ็บตามที่กล่าวมาข้างต้นสามารถบรรเทาลงด้วยการมีผู้ช่วยในขณะทำการตรวจสอบสะพาน ผู้ตรวจสอบควรแต่งกายให้รัดกุมพร้อมที่จะปฏิบัติงานภาคสนาม สวมใส่อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ได้แก่ หมวกนิรภัย เสื้อสะท้อนแสง นอกจากนั้นแล้วการติดตั้งสัญญาณไฟเตือนแบบหมุนและกรวยบังคับการจราจรเพื่อเตือนให้ผู้ใช้สะพานได้ใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

การตรวจสอบสะพานด้วยการใช้สายตาและกำหนดให้ใช้กล้องส่องทางไกลในการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพสะพานมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก ผู้ตรวจสอบไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดความรุนแรงและขนาดความเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างที่ไม่สามารถเข้าถึงเพื่อวัดค่าโดยตรงได้ การเข้าถึงชิ้นส่วนโครงสร้างนั้นอาจทำให้ผู้ตรวจสอบได้รับอันตรายจากการเข้าทำการวัดค่าได้ แสดงให้เห็นถึงการกำหนดการตรวจสอบสะพานของระบบประเมินสภาพ

สะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. มีความพร้อมในการสร้างความปลอดภัยให้แก่ผู้ตรวจสอบ อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่ผู้ตรวจสอบควรคำนึงถึงก็คือ เมื่อพบว่าการตรวจสอบสะพานตามแบบรายงานการตรวจสอบสภาพสะพานของบางปัจจัยมีความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บ ผู้ตรวจสอบไม่ควรคาดเดาข้อมูลสภาพของปัจจัยนั้น ต้องบันทึกอุปสรรคในการตรวจสอบปัจจัยดังกล่าวเพื่อประโยชน์ในการเตรียมอุปกรณ์พิเศษที่ช่วยในการตรวจสอบในครั้งต่อไปให้สามารถตรวจสอบได้ครบทุกปัจจัยของสะพานที่ใช้ในการประเมินสภาพ ข้อมูลที่ได้จึงจะมีความสมบูรณ์

3.7.4 แบบรายงานการตรวจสอบสภาพสะพาน

แบบรายงานการตรวจสอบสภาพสะพานเป็นเครื่องมือสำคัญที่ให้ผู้ตรวจสอบสะพานบันทึกรายการตามรายละเอียดที่ได้กำหนดขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการประเมินสภาพสะพาน โดยแบ่งการบันทึกข้อมูลเป็น 4 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนมีความสำคัญแตกต่างกันไปดังต่อไปนี้

3.7.4.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลตำแหน่งของสะพาน ลักษณะทางกายภาพของสะพาน ภาพประกอบสำหรับช่วยบันทึกการตรวจสอบ และข้อมูลภาพถ่ายของสะพาน

3.7.4.2 ส่วนที่ 2 การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก เป็นส่วนที่ใช้ในการบันทึกสภาพของสะพานตามรายละเอียดที่กำหนดขึ้นของแต่ละปัจจัย ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสะพานที่มีผลต่อความปลอดภัยและการให้บริการของผู้สัญจร นอกจากนั้นยังมีพื้นที่สำหรับให้ผู้ตรวจสอบบันทึกสภาพความเสียหายที่เห็นว่ามีความสำคัญควรได้รับการตรวจสอบกรณีพิเศษ

3.7.4.3 ส่วนที่ 3 การตรวจสอบประจำ เป็นส่วนที่ใช้ในการบันทึกสภาพของสะพานตามรายละเอียดที่กำหนดขึ้นของแต่ละปัจจัย ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสะพานที่มีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงของสะพานในเชิงวิศวกรรม นอกจากนั้นยังมีพื้นที่สำหรับให้ผู้ตรวจสอบบันทึกสภาพความเสียหายที่เห็นว่ามีความสำคัญควรได้รับการตรวจสอบกรณีพิเศษ

3.7.4.4 ส่วนที่ 4 ข้อมูลสะพานสำหรับพิจารณาในระดับโครงข่าย เป็นส่วนที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจบำรุงรักษาสะพานในระดับโครงข่ายตามปัจจัยและเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้

การบันทึกข้อมูลทั้ง 4 ส่วน ตามแบบรายงานการตรวจสอบสภาพสะพานนั้น ผู้ตรวจสอบต้องเลือกบันทึกข้อมูลของแต่ละส่วนให้สอดคล้องกับความต้องการข้อมูลที่แสดงถึงสภาพของสะพานเพื่อนำไปใช้ในการประเมินสภาพ ซึ่งข้อมูลทั้ง 4 ส่วน มีความต้องการใช้ข้อมูลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของการตรวจสอบและระดับของการประเมินว่าเป็นระดับโครงการหรือระดับโครงข่าย ตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.13 สำหรับรายละเอียดของแบบรายงานการตรวจสอบสะพานพร้อมข้อแนะนำในการบันทึกรายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบได้แสดงไว้ในภาค

ผนวก ข โดยการออกแบบแบบรายงานนี้ได้นำรูปแบบของรายงานการตรวจสอบสะพานที่แนะนำไว้โดย TRRL เมื่อปี 1988 มาประยุกต์ใช้ในการวิจัย เป็นรูปแบบที่สามารถกำหนดรายละเอียดในการตรวจสอบที่ชัดเจนช่วยให้ผู้ตรวจสอบบันทึกข้อมูลได้ง่ายและครบตามที่ระบบประเมินต้องการ

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพานตามประเภทของการตรวจสอบ

| **ประเภทของการตรวจสอบ** | **ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพาน** | |
|---|---|---|
| | **ระดับโครงการ** | **ระดับโครงข่าย** |
| การตรวจสอบสภาพผิวภายนอก | ส่วนที่ 1 และ 2 | ส่วนที่ 1, 2 และ 4 |
| การตรวจสอบประจำ | ส่วนที่ 1 และ 3 | ส่วนที่ 1, 3 และ 4 |

แนวทางของระบบประเมินสภาพสะพานและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบสภาพสะพานสำหรับทางหลวงชนบท รพช. ตามที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นผลที่เกิดจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสู่การประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบประเมินสภาพสะพานสำหรับงานวิจัย นอกจากนั้นยังอาศัยความร่วมมือจากผู้มีความรู้และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสะพานบนทางหลวงชนบท รพช. ในการตอบแบบสอบถามและให้ข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่ใช้สำหรับการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินสภาพสะพาน