หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 คำนำ

เนื่องจากการบำรุงรักษาสะพานทางหลวงที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ยังไม่มีระบบด้านการจัดแผนบำรุงรักษาโดยเฉพาะมาก่อน การดำเนินงานส่วนใหญ่มุ่งเน้นด้านเทคนิคและวิธีการบำรุงรักษาทางหลวง เช่น งานฉาบผิว,งานเสริมผิว เป็นต้น ส่วนเทคนิคการบำรุงรักษาสะพานมีอยู่บ้างโดยใช้วิธีการบำรุงรักษาโครงสร้างแต่เป็นส่วนน้อย งานวิจัยนี้เน้นถึงขั้นตอนการปรับปรุงแผนงานด้านการบำรุงรักษาสะพานทางหลวงที่ดำเนินการอยู่ภายในประเทศให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นเพียงข้อเสนอแนะ เพื่อการนำไปพิจารณาร่วมในการปรับปรุงแผนบำรุงรักษาในปัจจุบันและยังมิได้ทดลองดำเนินการโดยใช้แผนงานที่ปรับปรุงนี้กับที่ใดมาก่อน การศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกเฉพาะสะพานของทางหลวงจังหวัดที่ขึ้นทะเบียนเป็นทางบำรุงรักษาในความรับผิดชอบของแขวงการทางเชียงใหม่ที่ 1 เขตการทางเชียงใหม่ ซึ่งมีสะพานที่ศึกษาจำนวน 16 สะพาน เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการศึกษาและวิจัย โดยจะทำการสำรวจเก็บข้อมูลสภาพทางกายภาพของสะพานและนำไปวิเคราะห์ประเมินผลเพื่อจัดแผนงานบำรุงรักษาต่อไป นอกจากนี้ข้อมูลที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์อื่น ๆ ได้ใช้ข้อมูลที่มีอยู่เดิมบางส่วนของกรมทางหลวง ซึ่งจะเป็นข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ถึง 2526 โดยกำหนดปี 2526 เป็นปีฐานในการจัดแผนการบำรุงและใช้จัดแผนบำรุงรักษาในอนาคตช่วงเวลา 10 ปี

ขั้นตอนของการศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ การสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพทางกายภาพที่เป็นอยู่ของสะพาน การวิเคราะห์และพยากรณ์ปริมาณการจราจร การเลือกชนิดของงานปรับปรุงและบำรุงรักษา การประมาณราคาค่าใช้จ่าย และการจัดลำดับความสำคัญ ในขั้นตอนของการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ การประเมินผล และการจัดลำดับความสำคัญในงานบำรุงรักษาสะพานทางหลวงนั้น ปัจจุบันยังไม่มีการดำเนินงานอย่างเป็นระบบมาก่อน ดังนั้นในขั้นตอนเหล่านี้จะทำการปรับปรุงจากแผนงานที่ได้เคยมีการดำเนิน

การในต่างประเทศโดยจะปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับสภาพการดำเนินด้านการบำรุงรักษาที่เป็นอยู่ในประเทศขณะนี้ สำหรับในขั้นตอนของการประมาณค่าใช้จ่ายในงานบำรุงรักษาจะแบ่งเป็น 2 ลักษณะตามที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับงานบำรุงปกติ และค่าใช้จ่ายสำหรับงานบำรุงรักษาประเภทอื่น ๆ กล่าวคือการคิดค่าใช้จ่ายบำรุงปกติ ยังคงใช้วิธีการเดิมของกรมทางหลวง ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่าวิธี K-Factor ส่วนการคิดค่าใช้จ่ายงานบำรุงประเภทอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ งานบำรุงตามกำหนดเวลา งานฉุกเฉิน งานบำรุงพิเศษและบูรณะ ในการศึกษานี้ไม่รวมงานฉุกเฉินเนื่องจากเป็นงานที่ไม่สามารถคาดคะเนหรือจัดแผนสำหรับอนาคตได้ การคิดค่าใช้จ่ายส่วนของงานบำรุงประเภทหลังนั้นจะประมาณจากค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (Unit Cost) ซึ่งจะใช้ราคาในปี พ.ศ. 2527 ในขั้นตอนสุดท้ายคือการจัดลำดับความสำคัญของโครงการบำรุงรักษาสะพานแต่ละแห่ง จะใช้ตามวิธีการของทฤษฎีการ Weight และ Rating สำหรับรายละเอียดของงานส่วนนี้จะได้กล่าวในบทที่ 6

3.2 การสำรวจและการเก็บข้อมูลสภาพกายภาพของสะพาน

จากที่ได้กล่าวมาบ้างแล้วในหัวข้อ 2.7.3 ถึงประเภทของการสำรวจ ซึ่งมี 3 ประเภท คือ การสำรวจสภาพผิวภายนอก การสำรวจปกติ และการสำรวจพิเศษ ในการศึกษานี้เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับประวัติการบำรุงรักษาสะพาน ข้อมูลสภาพทางกายภาพในอดีตของสะพาน ยังไม่มีการดำเนินการมาก่อน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงพิจารณาจากข้อมูลที่เก็บได้ในปัจจุบันเป็นหลัก ซึ่งการสำรวจนี้จะกระทำในลักษณะของการสำรวจปกติ คือสำรวจสภาพสะพานด้วยสายตา (Visual Assessment) และใช้เครื่องมือบางอย่างช่วยประกอบการสำรวจ อาทิเช่น เทปวัดระยะ ไม้บรรทัด มีด ค้อน เป็นต้น นอกจากนี้ในกรณีที่เป็นสะพานซึ่งออกแบบน้ำหนักบรรทุกจรต่ำกว่าน้ำหนักของการจราจรที่เป็นอยู่ในปัจจุบันจะทำการตรวจสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับสภาพการรับน้ำหนักบรรทุกของสะพาน โดยจะทดสอบกำลังคอนกรีตด้วยวิธี Schmidt-hammer test จากผลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์ค่ารับน้ำหนักบรรทุกของสะพานต่อไป สำหรับแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลประวัติสะพาน (Bridge Inventory) ได้จาก Road Data Base ของกรมทางหลวง ซึ่งได้แสดงตัวอย่างดังรูป

ที่ 3.1 ส่วนวิธีการบันทึกและรหัสข้อมูลได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง ในการสำรวจและประเมินผลส่วนประกอบต่าง ๆ ของสะพาน จะประเมินเป็นคะแนนตัวเลขซึ่งมีค่า 0 ถึง 9 โดยตัวเลขที่มีค่าน้อยแสดงว่าสะพานนั้นมีความชำรุดเสียหายมาก ความหมายของระดับค่าคะแนนได้กล่าวไว้ในตอนท้ายของแบบสำรวจสภาพสะพานตามที่แสดงในรูปที่ 3.2 นอกจากนี้จะเก็บข้อมูลสภาพพื้นสะพาน (Deck Condition) โดยการวิจัยนี้ได้ดัดแปลงจากแบบสำรวจสภาพพื้นถนน ซึ่งลักษณะความเสียหายของพื้นสะพานคอนกรีต ได้แก่ การแตกร้าว (Cracking) การแตกกะเทาะ (Spalling) การหลุดร่อน (Scaling) การเป็นหลุมบ่อ เป็นต้น ซึ่งแบบฟอร์มการสำรวจพื้นที่ชำรุดเสียหายของพื้นสะพาน ได้แสดงในรูปที่ 3.3 ส่วนหลักการและวิธีการวัดพื้นที่ความเสียหายได้อธิบายประกอบในตอนท้ายของแบบสำรวจ

การเก็บข้อมูลสภาพสะพานนั้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นควรมีการอธิบายประกอบให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย อาจมีการเขียนรูปภาพประกอบคำอธิบาย ในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายรูปโดยการเขียนได้ ควรถ่ายรูปแสดงลักษณะสภาพความเสียหายประกอบการพิจารณาประเมินผล การสำรวจสะพานทุกแห่งควรมีรูปถ่ายแสดงทัศนียภาพของสะพานอย่างน้อย 2 ลักษณะ คือ ภาพแสดงแนวทางพื้นสะพาน (Roadway View) และภาพแสดงโครงสร้างด้านข้างของสะพาน (Side Elevation View) ดังตัวอย่างแสดงทัศนียภาพของสะพานที่ศึกษาในรูปที่ 3.4 ถึง 3.7

โดยทั่วไปการสำรวจสภาพสะพาน จะมีลำดับการสำรวจดังต่อไปนี้

(1) โครงสร้างส่วนล่าง (Substructure Units) ได้แก่

- เสาเข็ม (Piles)
- ฐานราก (Footings)
- ตอม่อริมฝั่ง (Abutments)
- ตอม่อกลางน้ำ (Piers)
- แผ่นพื้นลาดป้องกันน้ำกัดเซาะคอสะพาน (Slope Protection)
- ร่องน้ำ (Waterway)

(2) โครงสร้างส่วนบน (Superstructure Units) ได้แก่

รูปที่ 3.1 แสดงแบบเก็บข้อมูลสะพานของศูนย์คอมพิวเตอร์กรมทางหลวง

ROAD INVENTORY DATA BASE

BRIDGE

COMPUTER CENTER

DEPARTMENT OF HIGHWAYS

CONTROL SECTION	432 0001 0400		PAGE			GROUP	ROIN
CODED BY	CGE.	DATE 1/7/83	KEYED BY		DATE	FORMAT	FM 12 & 13

No	CODE	ROUTE	CONT. SECT.	REG DIV DISTRICT	No OF BRIDGES
1	151	1	0400	432	2
1	2	3	4	5	6

No.	BRIDGE CHAINAGE (M)	NAME	DIVIDED ROAD BRDG.	CODE MATE	STRUCT SYSTEM	No OF SPANS	LOAD CAP.	BRIDGE FUNCTION	BRIDGE LENGTH (M)	BRIDGE WIDTH (0.1 M)	CLEARANCE VERT (0.01 M)	CLEARANCE HORI (0.01 M)	YEAR CONSTRUCT	MIN DETOUR
1	109450	HUAI MUAKLEK	1	2	2	3	20	1	45	70	700	900	1975	300
2	110020	HUAI MAIYOM	1	2	1	1	20	1	10	70	500	900	1975	175
7	8		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.2 แบบรายงานการสำรวจสะพานที่ปรับปรุงขึ้น

การสำรวจสภาพสะพาน

ชื่อสายทาง_____ทางหลวงหมายเลข_____

ตอนควบคุม_____ก.ม._____ลำน้ำ_____

ชนิดสะพาน ( )SLAB TYPE ( )PRECAST BOX GIRDER TYPE

( )R.C. SLAB-GIRDER TYPE ( )PRECAST I-GIRDER TYPE

( )OTHER TYPE

ความยาว_____ม. ความกว้างทางรถ_____ม.

สร้างปี พ.ศ._____ ความกว้างทางเท้า_____ม.

เขตการทาง_____แขวงการทาง_____

วันที่สำรวจ_____เวลา_____

รายละเอียดการสำรวจ

๑.สภาพพื้นสะพาน (deck condition) คะแนน หมายเหตุ

๑.๑สภาพผิวทาง_____

๑.๒สภาพโครงสร้างพื้นสะพาน_____

๑.๓สภาพทางเท้า_____

๑.๔สภาพขอบกันรถ_____

๑.๕สภาพรอยต่อ_____

๑.๖สภาพราวสะพาน_____

๑.๗สภาพการระบายน้ำ_____

๒.สภาพโครงสร้างส่วนบน (superstructure condition)

๒.๑สภาพคาน_____

๒.๒สภาพแบริ่ง(bearing devices)_____

๒.๓สภาพการแตกร้าวของคอนกรีต_____

๒.๔ลักษณะรูปร่างขององค์อาคาร_____

๒.๕สภาพการแอ่นตัวเมื่อรับน้ำหนักบรรทุก_____

๒.๖สภาพการสั่นสะเทือนเมื่อรถวิ่งผ่าน_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.2 (ต่อ)

๓.สภาพโครงสร้างส่วนล่าง(substructure condition) คะแนน หมายเหตุ

๓.๑สภาพตอม่อริมฝั่ง_____

๓.๒สภาพตอม่อกลางน้ำ_____

๓.๓สภาพฐานรากและเสาเข็ม_____

๓.๔สภาพการแตกร้าวของคอนกรีต_____

๔.สภาพร่องน้ำและการป้องกันการกัดเซาะ(channel condition and channel protection)

๔.๑สภาพการกัดเซาะร่องน้ำ_____

๔.๒สภาพการกัดเซาะคอสะพาน_____

๔.๓สภาพการเปลี่ยนแปลงแนวร่องน้ำ_____

๔.๔สภาพเรียงหินหรือconcrete slope protection_____

๔.๕สภาพสิ่งกีดขวางร่องน้ำ_____

๔.๖ความเพียงพอของการเปิดช่องน้ำ_____

๕.สภาพแนวทางเข้าสู่สะพาน(approach alignment condition)

๕.๑สภาพด้านเรขาคณิตของแนวทาง_____

๕.๒สภาพถนนเข้าสู่สะพาน_____

๕.๓สภาพรอยต่อคอสะพาน_____

๕.๔สภาพราวกันอันตราย_____

๖.การประมาณอายุการใช้งานที่เหลืออยู่(estimated remaining life)

คำแนะนำ ให้ L = อายุการใช้งานที่เหลืออยู่

คะแนน

L > ๒๐ ปี(คะแนน ๘-๙)_____

๑๖ ปี ≤ L ≤ ๒๐ ปี(คะแนน ๖-๗)_____

๑๑ ปี ≤ L ≤ ๑๕ ปี(คะแนน ๔-๕)_____

๖ ปี ≤ L ≤ ๑๐ ปี(คะแนน ๒-๓)_____

L ≤ ๕ ปี(คะแนน ๐-๑)_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.2 (ต่อ)

หมายเหตุ การให้คะแนนจากการประเมินผลสภาพสะพานจากสภาพดีมากไปถึงสภาพเลวมากดังนี้

สภาพสะพาน	คะแนน
๑.สภาพใหม่ที่งก่อสร้าง ไม่จำเป็นต้องซ่อมแซม	๙
๒.สภาพดี ไม่จำเป็นต้องซ่อมแซม	๘
๓.สภาพพอใช้ได้ ต้องซ่อมแซมบ้างเล็กน้อย	๗
๔.สภาพพอใช้ได้ ต้องซ่อมแซมขนาดใหญ่ขึ้น แต่การใช้งานยังปกติ	๖
๕.สภาพพอใช้ได้ ต้องทำการบำรุงรักษาขนาดใหญ่ แต่การใช้งานยังปกติ	๕
๖.สภาพเลว จำเป็นต้องทำการบำรุงรักษาขนาดใหญ่ การใช้งานเลวแต่ยังใช้ได้	๔
๗.สภาพเลวมาก จำเป็นต้องสร้างทดแทนของเดิมบางส่วน	๓
๘.สภาพวิกฤติ จำเป็นต้องสร้างทดแทนหรือทำการบำรุงรักษาทันที ต้องปิดการใช้งานสะพานจนกว่าจะทำการซ่อมแซมเสร็จเรียบร้อย	๒
๙.สภาพวิกฤติ จำเป็นต้องปิดการใช้งานทันที ต้องศึกษาความเหมาะสมในการซ่อมแซมหรือการก่อสร้างใหม่	๑
๑๐.สภาพวิกฤติ ต้องปิดการใช้งานทันที ทำการรื้อทิ้งแล้วสร้างใหม่	๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.3 แบบรายงานการสำรวจพื้นที่ชำรุดเสียหายของพื้นผิวสะพาน

การสำรวจพื้นที่ชำรุดเสียหายของผิวทางสะพาน

ชื่อสายทาง _____ ทางหลวงหมายเลข _____

ตอนควบคุม _____ ตำแหน่งสะพาน ก.ม. _____ ลำน้ำ _____

ชนิดของสะพาน _____ ขนาดสะพาน _____ ม.

ชนิดผิวทางสะพาน ( ) ผิวคอนกรีต ( ) ผิวแอสฟัลท์

แขวงการทาง _____ วันที่สำรวจ _____ เวลา _____ น.

ตำแหน่ง	ลักษณะความเสียหาย	ขนาดของความเสียหาย (กว้าง x ยาว) ม.	พื้นที่เสียหาย ($ม.^2$)
		รวม	

พื้นที่ชำรุดเสียหายเฉลี่ยต่อ กิโลเมตร _____ $ม.^2$

หมายเหตุ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.3 (ต่อ)

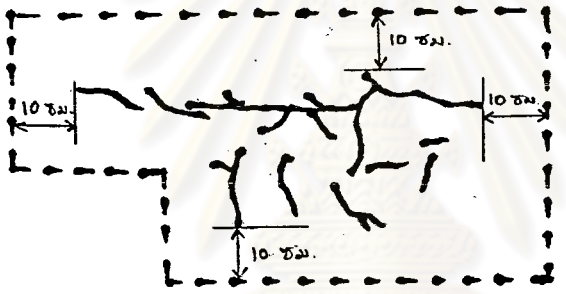
การวัดความเสียหายของพื้นผิวสะพาน มีหลักการและวิธีการดังนี้

(1)พื้นที่สำรวจหมายถึงผลคูณของความกว้างและความยาวของสะพาน

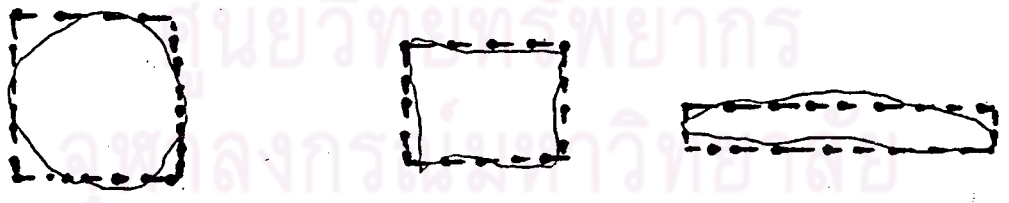
(2)วัดขนาดพื้นที่รอยแตกร้าว(crack) โดยพื้นที่ของรอยแตกร้าวแบบแผนที่(map crack)ให้วัดพื้นที่เป็นกรอบล้อมรอบรอยแตกร้าว ระยะห่างของกรอบให้ห่างจากรอยแตกร้าวริมสุด 10 ซม.(ดังรูปที่ 1ก) ส่วนรอยแตกร้าวแบบเส้นเดี่ยว (line crack)พื้นที่รอยแตกร้าวเท่ากับความยาวของรอยแตกร้าวคูณด้วย 20 ซม.

(3)วัดพื้นที่หลุมบ่อที่เกิดจากการแตกกระเทาะของคอนกรีต(spalling or scaling) โดยมีหลักการเช่นเดียวกับการวัดพื้นที่รอยแตกร้าว

(4)วัดพื้นที่รอยปะ(patching area)ที่ปะซ่อมด้วยแอสฟัลท์ พื้นที่ชำรุดเสียหายให้วัดโดยประมาณเป็นรูปสี่เหลี่ยมซึ่งครอบคลุมพื้นที่รอยปะเกือบทั้งหมด(ดังรูปที่ 2ข)

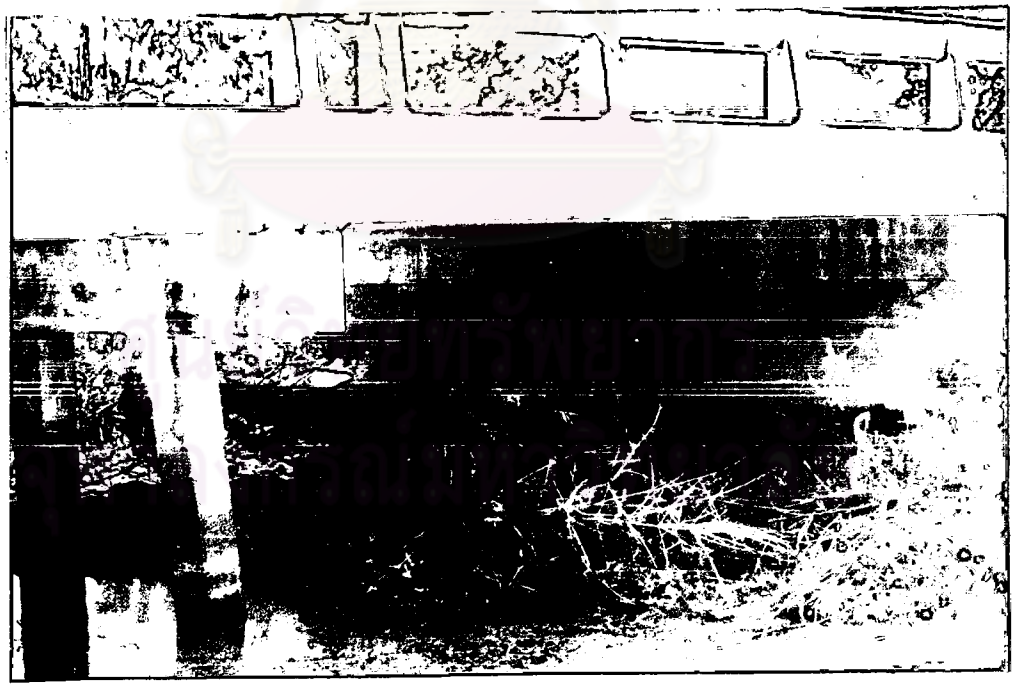


รูปที่ 1ก



รูปที่ 2ข

รูปที่ 3.4 แสดงแนวทางพื้นสะพาน ก.ม.2/227 ทางหลวงหมายเลข 10100100



รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างด้านข้างของสะพาน ก.ม.2/227 ทางหลวงหมายเลข 10100100

รูปที่ 3.6 แสดงแนวทางพื้นสะพาน ก.ม.9/907 ทางหลวงหมายเลข 10120100

รูปที่ 3.7 แสดงแนวทางพื้นสะพาน ก.ม.10/625 ทางหลวงหมายเลข 10120100

- คาน (Beams, Girders & Stringers)
- ลูกกลิ้งรับแรงอัดพื้นสะพาน (Bearing)
- คานยึด (Bracing)
- พื้นสะพาน (Deck)
- ขอบทางกันรถ (Curbs)
- ทางเท้า (Sidewalks)
- ราวสะพาน (Railing)
- รอยต่อขยาย (Expansion Joints)
- ระบบระบายน้ำบนพื้นสะพาน (Drainage System)

(3) ส่วนประกอบย่อยอื่น ๆ ได้แก่

- เชิงลาดคอสะพาน (Approaches)
- เสาไฟฟ้าและอุปกรณ์ให้แสงสว่าง (Lighting)
- สัญญาณจราจร (Signing)
- ราวกันอันตราย (Guard Rails) เป็นต้น

ซึ่งหัวข้อการสำรวจสภาพสะพานและสิ่งที่จะตรวจสอบ พอจะกล่าวโดยย่อดังนี้

1. สภาพตอม่อริมฝั่งและตอม่อกลางน้ำ รายการที่สำรวจคือ
   - ลักษณะตำแหน่งของตอม่อ สภาพขององค์อาคาร เช่น การเอียง การหักงอ ฯลฯ
   - ลักษณะการกัดกร่อน การแตกร้าว การหลุดร่อนของคอนกรีตตอม่อ
   - สภาพการกัดเซาะฐานรากตอม่อและคอสะพาน
2. สภาพร่องน้ำ
   - ลักษณะการกัดเซาะของร่องน้ำ การเปลี่ยนแนวการไหลของร่องน้ำ
   - ลักษณะความเพียงพอของช่องระบายน้ำ
   - ลักษณะของสิ่งลอยน้ำที่มีผลกระทบต่อโครงสร้างสะพาน
3. สภาพคานรองพื้นสะพาน
   - ลักษณะการกัดกร่อน การแตกร้าว การแตกกะเทาะ การกลุดร่อนของคอนกรีต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ลักษณะขององค์อาคาร เช่น การโก่งงอของคาน
- ลักษณะและสภาพของคานเมื่อรับน้ำหนักยวดยาน

4. สภาพพื้นสะพาน

- ลักษณะและตำแหน่งการแตกร้าว การแตกกะเทาะ การหลุดร่อนของคอนกรีต
- ลักษณะผิวคอนกรีตที่มีการสึกกร่อน ซึ่งทำให้ลดแรงต้านทานการลื่นไถลของล้อรถ

5. สภาพรอยต่อขยาย

- ระยะห่างและลักษณะการเคลื่อนที่ของรอยต่อ
- ความสะอาดและการรั่วซึมของน้ำบริเวณรอยต่อ
- ลักษณะการแตกร้าว การแตกกะเทาะ การหลุดร่อนของคอนกรีตบริเวณรอยต่อ

6. สภาพอุปกรณ์รองรับแรงอัดปลายคาน

- ลักษณะสภาพของระบบการทำงาน
- ลักษณะการแตกร้าว การแตกกะเทาะ การหลุดร่อนของคอนกรีตรอบแผ่นรองรับ

7. สภาพระบบระบายน้ำ

- ลักษณะการท่วมขังของน้ำบนพื้นสะพาน
- การอุดตันของท่อระบายน้ำและความเพียงพอของท่อระบายน้ำ
- ความเสียหายของท่อระบายน้ำ
- การทับถมของเศษดินที่ขัดขวางการระบายน้ำ

8. สภาพราวสะพาน ทางเท้าและขอบกันรถ

- ลักษณะความเสียหายของราวสะพานจากการชนของยวดยาน
- ลักษณะรูปร่างขององค์อาคาร เช่น การโก่งงอของราวสะพาน
- ลักษณะการแตกร้าว การแตกกะเทาะ การหลุดร่อนของคอนกรีต
- ลักษณะการผุกร่อนของโลหะ เช่น ราวเหล็ก

9. สภาพเชิงลาดคอสะพาน

- ลักษณะความลาดชันและความขรุขระของเชิงลาด
- ลักษณะสภาพของรอยต่อคอสะพาน
- ลักษณะแผ่นพื้นเชิงลาดคอสะพานและการทรุดตัวคอสะพาน
- สภาพการแตกร้าว การแตกกะเทาะ การหลุดร่อนของคอนกรีตแผ่นพื้นเชิงลาด
- สภาพไหล่ทางของถนนเชิงลาดคอสะพาน และสภาพราวกันอันตราย

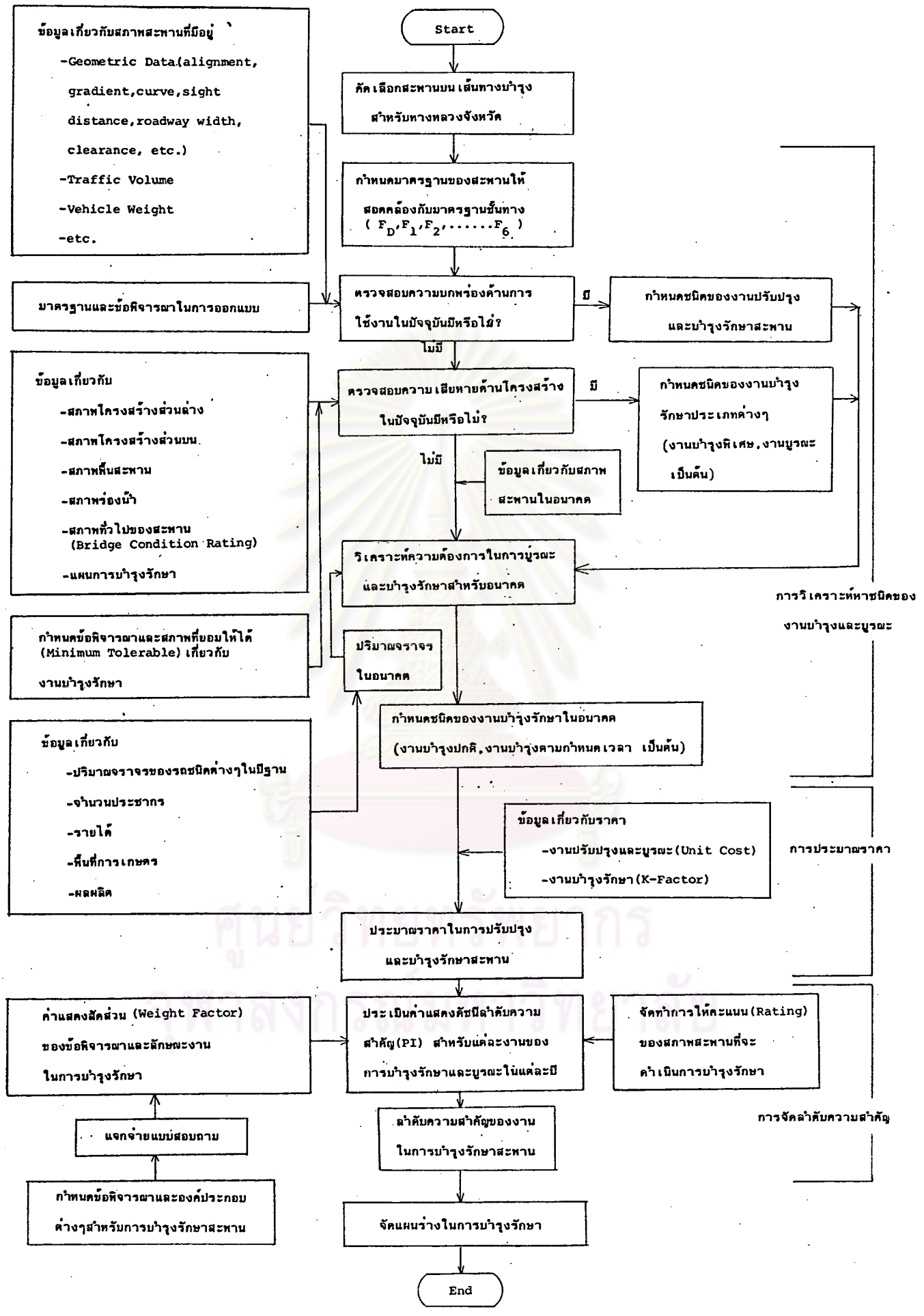
3.3 แผนงานบำรุงรักษาสะพานที่ปรับปรุงขึ้น

ขั้นตอนและแผนงานวิธีการบำรุงรักษาสะพานที่ได้ปรับปรุงขึ้นนี้ ส่วนใหญ่อาศัยพื้นฐานจากแผนงานบำรุงรักษาทางหลวงที่เคยศึกษาวิจัยมาแล้ว[2] โดยปรับปรุงและแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับงานบำรุงรักษาสะพาน จาก Flow Chart ของขั้นตอนแผนงานบำรุงรักษาสะพานในรูปที่ 3.8 จะมีขั้นตอนใหญ่ ๆ 3 ขั้นตอน คือ การคัดเลือกสะพานที่อยู่บนทางหลวงจังหวัดที่เป็นทางบำรุง และการจัดแผนงานบำรุงรักษาสะพานสำหรับการดำเนินงานในปัจจุบันและอนาคต งานขั้นต่อมาคือการประมาณราคาในการปรับปรุงและบำรุงรักษา และงานขั้นตอนสุดท้ายคือการจัดลำดับความสำคัญของงานในการบำรุงรักษา

3.3.1 การคัดเลือกสะพานที่ใช้ในการศึกษา

ปกติแล้วสะพานทุกแห่งที่เป็นสะพานบนทางหลวงที่เป็นทางบำรุง ล้วนแต่มีความจำเป็นต้องได้รับการสำรวจตรวจสอบทุกสะพาน แต่ในทางปฏิบัติกรณีที่มีสะพานที่ต้องตรวจสอบเป็นจำนวนมาก การคัดเลือกเพื่อกำหนดการตรวจสอบก่อนหลังอาจพิจารณาจากปีที่สะพานสร้างเสร็จ โดยสะพานที่สร้างมานานที่สุดควรได้รับการตรวจสอบก่อนเป็นอันดับแรกและลดหลั่นไปตามลำดับปี พ.ศ. ที่สร้าง

ในการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดแผนการบำรุงรักษาสำหรับสะพานบนทางหลวงจังหวัด ดังนั้นจึงคัดเลือกสะพานที่อยู่บนทางหลวงจังหวัดที่เป็นทางบำรุงเท่านั้น



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนและวิธีการในการศึกษา

โดยได้ทดลองศึกษากับสะพานในความรับผิดชอบของแขวงการทาง เชียงใหม่ที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยสะพานบนทางหลวงจังหวัดสายต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

3.3.2 การจัดประเภทของงานปรับปรุงและบำรุงรักษาสะพานทางหลวง

การศึกษาและวิเคราะห์หาความต้องการในงานปรับปรุงและบำรุงรักษาสะพานนั้นจำเป็นต้องทราบสภาพความเสียหายของโครงสร้างสะพานก่อนเป็นอันดับแรก ซึ่งต้องใช้ข้อมูลประวัติสภาพในอดีตที่ผ่านมาของสะพานแต่ละแห่งรวมทั้งลักษณะการบำรุงรักษาที่เคยดำเนินการ จากข้อมูลการสำรวจครั้งก่อน ๆ จะช่วยแสดงแนวโน้มของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต นอกจากข้อมูลที่มีอยู่เดิมแล้ว การเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากสนามในปัจจุบันก็มีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากต่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพสะพานที่เป็นอยู่กับมาตรฐานหรือข้อพิจารณาที่เหมาะสมเพื่อหาลักษณะและความเสียหายที่เกิดขึ้นรวมทั้งกำหนดชนิดของงานที่จะต้องปรับปรุงและบำรุงรักษาในทันที

ในการวิเคราะห์หาชนิดของงานปรับปรุงและบำรุงรักษาสะพานนั้น การทราบลักษณะความเสียหายของสะพานจะช่วยให้สามารถหาชนิดของงานปรับปรุงและบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งลักษณะความเสียหายของสะพานอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) ความเสียหายทางด้านโครงสร้าง (Structurally Deficiency) หมายถึง การที่โครงสร้างส่วนบนหรือโครงสร้างส่วนล่างมีความเสียหายทางกายภาพจนมีผลกระทบต่อความมั่นคงแข็งแรงของสะพาน รวมทั้งการที่สะพานมีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกจรได้ต่ำกว่าสภาพการจราจรที่เป็นอยู่ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงและบำรุงรักษาโดยทันที

(2) ความเสียหายทางด้านการใช้งาน (Functionally Obsolete) หมายถึง กรณีที่สะพานมีความสามารถในการให้บริการด้านการจราจรได้ต่ำกว่าที่ยอมรับได้อาทิ เช่น สภาพด้านเรขาคณิตต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งได้แก่ ความกว้างทางรถแคบเกินไป ช่องลอดไม่เพียงพอ ระยะการมองเห็นไม่เหมาะสม โค้งดิ่งและโค้งราบต่ำกว่าข้อกำหนดที่ยอมรับได้เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงความเพียงพอของช่องระบายน้ำใต้สะพานด้วย

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนสะพานทางหลวงจังหวัดที่ทดลองศึกษา

หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	กม.	ขนาดสะพาน, ม.	ทางรถกว้าง,ม.
10090101	แยกสาย108 (จอมทอง)-แม่กลาง	0+883 5+977 6+860 7+558	(1@8.00) = 8.00 (1@8.00) = 8.00 (1@8.00) = 8.00 (1@6.00)+(5@7.00)+(1@6.00) = 47.00	7.00 7.00 7.00 7.00
10090202	แม่กลาง-ดอยอินทนนท์	10+823 13+914	(3@15.00) = 45.00 (2@10.00) = 20.00	7.00 7.00
10100100	ท่าลี่-เวียงหนองร่อง	2+005 2+227	(6@20.00)=120.00 (1@9.00)+(1@10.00)+(1@9.00) = 28.00	6.00 7.00
10120100	ฮอด-วังลุง	2+606 4+033 9+907 10+625 10+831 12+936	(1@12.00)= 12.00 (2@8.00) = 16.00 (1@15.00)= 15.00 (3@8.00) = 24.00 (3@8.00) = 24.00 (3@8.00) = 24.00	6.00 6.00 6.00 6.00 6.00 6.00
10130100	สันป่าตอง-บ้านกาด	4+876 6+250	(7@8.00) = 56.00 (3@6.00) = 18.00	7.00 7.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(Waterway Adequacy)

จากลักษณะความเสียหายของสะพานที่กล่าวมาแล้วนี้ จึงแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์งานปรับปรุงและบำรุงรักษาสะพานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นการตรวจสอบลักษณะทางด้านเรขาคณิตของสะพานและถนนที่เข้าสู่สะพาน โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานและข้อพิจารณาที่กำหนดไว้ในการออกแบบสำหรับมาตรฐานชั้นทางที่สะพานนั้นตั้งอยู่เพื่อหาลักษณะความเสียหายและความบกพร่องที่เกิดขึ้น ซึ่งจะต้องได้รับการปรับปรุงและบูรณะให้มีสภาพดีขึ้น ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องทำการก่อสร้างใหม่ ส่วนที่สองจะเป็นการตรวจสอบสภาพความเสียหายทางกายภาพของโครงสร้างสะพาน เช่น การตรวจสอบผิวพื้นคอนกรีตที่เกิดการแตกร้าว การแตกกะเทาะ การหลุดร่อน การตรวจสอบการรับน้ำหนักบรรทุกจรของสะพานและการตรวจสอบการกัดเซาะของร่องน้ำ เป็นต้น โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่เดิมและข้อมูลที่เก็บจากสนามนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อพิจารณาหรือข้อกำหนดต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับมาตรฐานสำหรับสะพานบนทางหลวงจังหวัด เพื่อหาความเสียหายที่เกิดขึ้นและความต้องการของการบำรุงรักษาที่จะต้องกระทำ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์งานปรับปรุงและบำรุงรักษาสะพาน ได้กำหนดชนิดของงานปรับปรุงและงานบำรุงรักษาเป็น 11 ชนิด คือ

1. งานก่อสร้างใหม่ (Reconstruction or New Location)
2. งานปรับปรุงด้านเรขาคณิตของสะพาน (Geometric Improvement)
3. งานบูรณะเสริมผิว (Overlay)
4. งานเปลี่ยนหรือต่อเติมโครงสร้างสะพาน (Replacement or Extension)
5. งานป้องกันน้ำกัดเซาะ (Erosion Protection)
6. งานบำรุงรักษาลำธารและช่องน้ำ (Waterway Restoration)
7. งานซ่อมแซมโครงสร้างส่วนบน (Repair Superstructure Deterioration)
8. งานซ่อมแซมโครงสร้างส่วนล่าง (Repair Substructure Deterioration)
9. งานซ่อมแซมระบบระบายน้ำ (Repair of Drainage Systems)
10. งานซ่อมผิวคอนกรีต (Concrete Patching)

11. งานอุดรอยต่อหรือรอยแตกร้าว (Joint Sealing)

สำหรับการวิเคราะห์งานปรับปรุงและบำรุงรักษาในอนาคตช่วงเวลา 10 ปี คือ ปี พ.ศ. 2527-2536 การวิเคราะห์จะพิจารณาจากข้อมูลที่มีผลต่อสภาพความเสียหายของสะพานในอนาคต ซึ่งได้แก่ ปริมาณจราจร สภาพภูมิอากาศ และสภาพการกัดเซาะของร่องน้ำ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาพของสะพานดังกล่าว จะเห็นว่ามีเพียงปริมาณจราจรเท่านั้นที่สามารถคาดคะเนหรือพยากรณ์ได้อย่างมีระบบและสะดวกต่อการวิเคราะห์มากที่สุด ส่วนปัจจัยอื่น ๆ การพยากรณ์กระทำได้ยากและไม่สะดวกต่อการวิเคราะห์ เนื่องจากข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์มีไม่เพียงพอและจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านแหล่งน้ำเพิ่มเติม ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงพิจารณาเฉพาะผลจากปริมาณจราจรในอนาคตเป็นหลัก

3.3.3 <u>การประมาณค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา</u>

เมื่อผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์หาชนิดของงานปรับปรุงและบำรุงรักษาแล้ว การจัดแผนร่างสำหรับการบำรุงรักษา จำเป็นต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาประกอบกันด้วยสำหรับการประมาณค่าใช้จ่ายจะแยกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) การประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับงานบำรุงปกติ

(2) การประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับงานปรับปรุงและบำรุงรักษาประเภทอื่น ๆ

การประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับงานบำรุงปกติ จะใช้ตามวิธีการที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันของกรมทางหลวง คือ วิธี "K-Factor" ซึ่งค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งของงานบำรุงรักษาสะพานตามปกติได้รวมอยู่ด้วยแล้ว การคำนวณจะใช้ค่าบำรุงมาตรฐานของปี 2527 สำหรับการประมาณค่าใช้จ่ายตลอดช่วงเวลาที่ศึกษาเพื่อจัดแผนบำรุงรักษา สำหรับการหาค่า K-Factor ของสายทางได้กล่าวไว้ในภาคผนวก ฏ.

ส่วนการประมาณค่าใช้จ่ายในงานปรับปรุงและบำรุงรักษาประเภทอื่น ๆ จะประมาณค่าใช้จ่ายตามชนิดของงานและปริมาณงานที่ต้องปรับปรุงและบำรุงรักษาคูณด้วยราคาต่อหน่วย (Unit Cost) ของงานชนิดนั้น ๆ ซึ่งราคาต่อหน่วยที่ใช้ประมาณค่าใช้จ่ายจะเป็นราคาของปี 2527

3.3.4 การจัดลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาสะพาน

ในกรณีที่มีสะพานที่จะต้องดำเนินงานปรับปรุงและบำรุงรักษาเป็นจำนวนมาก การจัดแผนบำรุงรักษาสะพานจำเป็นต้องพิจารณาตามลำดับความสำคัญของโครงการแต่ละแห่ง ซึ่งการศึกษาวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการของ Utility Theory ซึ่งจะเป็นการให้คะแนน (Rating) กับองค์ประกอบของข้อพิจารณาด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อการบำรุงรักษาสะพาน เช่น ความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้าง (Structural Adequacy) การให้บริการและการใช้งาน (Serviceability and Functional Obsolete) ความปลอดภัย (Safety) และความสำคัญต่อการจราจร (Essensiality for Traffic) ประกอบกับการหาค่าสัดส่วน (Weighting) ของข้อพิจารณาดังกล่าวและระดับความสำคัญของชนิดของงานบำรุงรักษาที่กระทำ ผลรวมจากการคูณค่าคะแนนที่ให้องค์ประกอบต่าง ๆ และค่าสัดส่วนของข้อพิจารณาและชนิดของงาน จะเป็นค่าดัชนีแสดงความจำเป็นหรือความเร่งด่วนของงานที่ต้องกระทำตามลำดับก่อนหลังสำหรับการจัดโครงการบำรุงรักษาสะพานในแต่ละปี

3.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนการจัดแผนบำรุงรักษาสะพาน บางขั้นตอนจะใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อความสะดวกรวดเร็วและเพื่อเป็นแบบอย่างเดียวกัน ซึ่งโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ประกอบด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ดังนี้

1. โปรแกรมพยากรณ์ปริมาณการจราจร
2. โปรแกรมวิเคราะห์แผนงานปรับปรุงและบำรุงรักษาสะพาน
3. โปรแกรมประมาณค่าใช้จ่ายในงานปรับปรุงและบำรุงรักษาสะพาน

ซึ่งเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ศึกษาวัจัยนี้เป็นเครื่อง Apple II มีหน่วยความจำ 64 K โดยโปรแกรมต่าง ๆ นี้จะเขียนเป็นภาษาเบสิก (Basic) และบันทึกโปรแกรมเก็บไว้ใน disketts $5\frac{1}{2}$ เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน สำหรับรายละเอียดของโปรแกรมต่าง ๆ รวมทั้งการอธิบายการป้อนข้อมูลที่ต้องการได้แสดงไว้ในภาคผนวก