บทที่ 4
การสร้างแบบจำลองประเมินสภาพทาง

ในงานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลอง (Model) ให้คะแนนสายทางเพื่อจัดเรียงลำดับสภาพทางใช้ประโยชน์ในการบำรุง ข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลองเป็นข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจในสนาม นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Analytic Hierachy Process (AHP)

4.1 วิธีการสร้างแบบจำลอง

การพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต ที่นำข้อมูลในอดีตหรือที่มีอยู่ปัจจุบันจากผู้มีประสบการณ์มาใช้คาดคะเนข้อมูลที่จะเกิดขึ้นในช่วงต่อไป ถ้ามีแบบจำลอง (Model) หรือลักษณะการเกิดข้อมูลในอดีตก็ย่อมจะสามารถนำรูปแบบนี้ไปพยากรณ์ได้ ดังนั้นรูปแบบเบื้องต้นที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองอยู่ในรูปสมการที่ 4.1

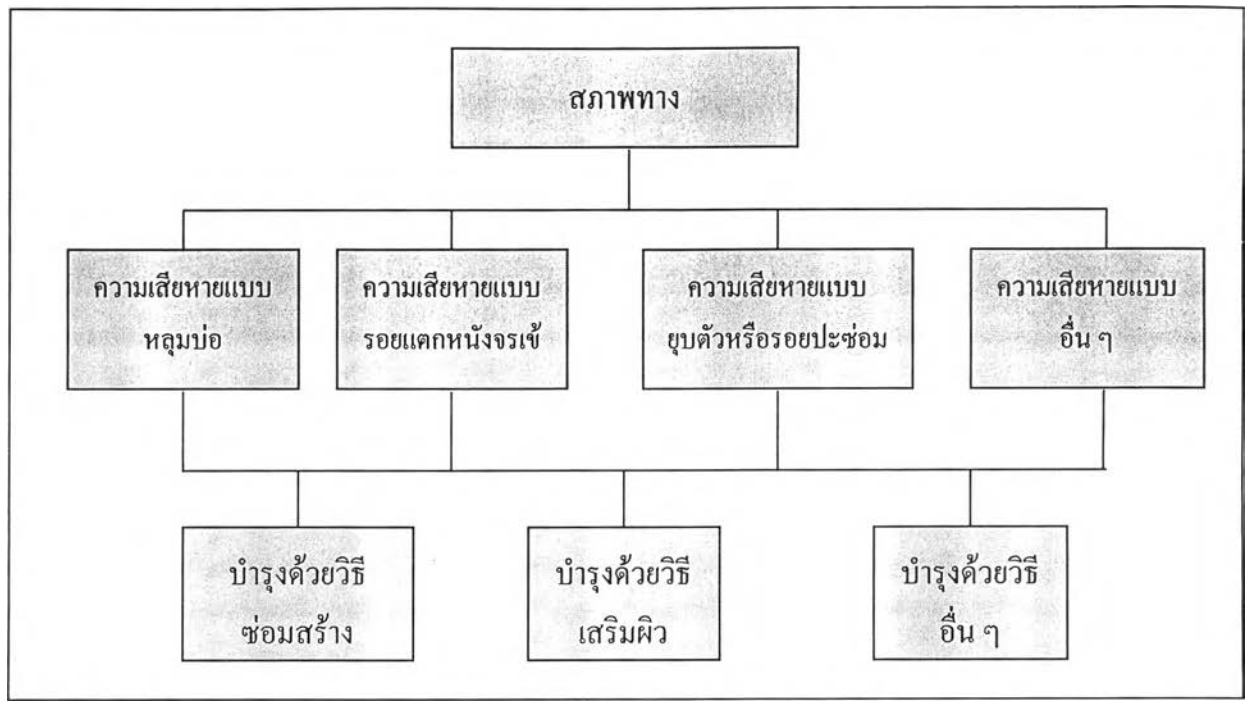
$$R = [W_1X_1 + W_2X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots W_iX_i] \qquad (4.1)$$

โดยที่ R = คะแนนสายทาง (Rating)

W_i = ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทความเสียหาย

X_i = ปริมาณความเสียหายของแต่ละประเภทความเสียหาย

ตามสมการเบื้องต้นนี้ ถ้ามีข้อมูลมากพอวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้อย่างแพร่หลายเป็นการวิเคราะห์ความถดถอย (Multi – Regression) แต่กรณีที่ข้อมูลไม่มากพอและไม่มีต้นแบบ (Prototype) การสร้างแบบจำลองที่ริเริ่มจากประสบการณ์ของบุคคล (Subjective) เป็นแนวคิดที่ควรนำมาดำเนินการวิจัย ในการศึกษานี้การวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP เป็นเทคนิควิธีที่เลียนแบบกระบวนการตัดสินใจทางธรรมชาติของมนุษย์ นำองค์ประกอบที่กลุ่มผู้ประเมินกำหนดว่ามีผลต่อการตัดสินใจมากำหนดเป็นตัวเลข ที่ได้จากการวินิจฉัยเปรียบเทียบหาความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบ แล้วนำมารวมกันเป็นโครงสร้างรวม ซึ่งเทคนิค AHP ที่ใช้สร้างแบบจำลองของการวิจัยกำหนดได้ตามแผนภูมิรูปที่ 4.1 โดยในแผนภูมิระดับชั้นที่ 1 เป็นการกำหนดปัญหาหรือเป้าหมาย แผนภูมิระดับชั้นที่ 2 เป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อการตัดสินใจ ต้องดำเนินการวินิจฉัยเปรียบเทียบหาน้ำหนักความสำคัญ และแผนภูมิระดับชั้นที่ 3 เป็นทางเลือกเพื่อตัดสินใจ



รูปที่ 4.1 แผนภูมิการวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP

ในการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของความเสียหายตามแผนภูมิระดับที่ 2 ได้จากการเปรียบเทียบทีละคู่ของกลุ่มวิศวกรโยธา 5 คน โดยเปรียบเทียบเฉพาะความเสียหายที่ได้รับคัดเลือกซึ่งใช้เกณฑ์การตัดสินใจคัดเลือกจากความเสียหายที่มีคะแนนการตรวจพบมากกว่าร้อยละ 60 (คะแนนเต็ม 81 คะแนน) ปรากฏผลมีความเสียหายที่คัดเลือกไว้ 8 ประเภทคือ หลุมบ่อ รอยแตกหนังจรเข้ ร่องล้อ ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม รอยแตกตามแนวยาวหรือแนวทาง ยุบตัวเป็นแอ่ง ผิวทางหลุดร่อน และรอยแตกจากชั้นล่างแอ่นตัว

การเปรียบเทียบประเภทความเสียหายทีละคู่ กำหนดให้กลุ่มวิศวกรเปรียบเทียบผลในรูปคะแนนดังนี้ 9 คะแนนสำคัญกว่าสูงสุด 7 คะแนนสำคัญว่ามากสุด 5 คะแนนสำคัญกว่ามาก 3 คะแนนสำคัญกว่าปานกลาง และ 1 คะแนนสำคัญเท่ากัน บันทึกผลการประเมินในตารางเมตริกซ์ โดยผลการเปรียบเทียบบันทึกด้านเหนือเส้นทะแยงมุมของตารางเมตริกซ์ ส่วนด้านใต้เส้นทะแยงมุมบันทึกเป็นค่าต่างตอบแทนตามหลักวิธี AHP ดังเช่น ผู้ประเมินมีความเห็นว่าความเสียหายแบบหลุมบ่อมีความสำคัญกว่าความเสียหายแบบรอยแตกหนังจรเข้ในระดับปานกลางมีคะแนนเท่ากับ 3 บันทึกผลในด้านเหนือเส้นทะแยงมุม และบันทึกผลค่าต่างตอบแทนเท่ากับ 1/3 ในด้านใต้เส้นทะแยงมุม เป็นต้น ซึ่งผลการเปรียบเทียบของทั้ง 8 ประเภทความเสียหายปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบทีละคู่

ประเภทความเสียหาย	หลุมบ่อ	รอยแตกหนังจรเข้	ร่องล้อ	ยุบตัวรอยปะซ่อม	รอยแตกตามยาว/ขวาง	ยุบตัวเป็นแอ่ง	ผิวทางหลุดร่อน	รอยแตกชั้นล่างแอ่นตัว
หลุมบ่อ	1	3	5	4	7	4	9	5
รอยแตกหนังจรเข้	1/3	1	4	3	5	3	7	4
ร่องล้อ	1/5	1/4	1	1/3	3	1/3	4	1
ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม	1/4	1/3	3	1	4	1	5	3
รอยแตกตามยาว/ขวาง	1/7	1/5	1/3	1/4	1	1/4	3	1/3
ยุบตัวเป็นแอ่ง	1/4	1/3	3	1	4	1	5	3
ผิวทางหลุดร่อน	1/9	1/7	1/4	1/5	1/3	1/5	1	1/4
รอยแตกชั้นล่างแอ่นตัว	1/5	1/4	1	1/3	3	1/3	4	1
ผลรวม	2.48	5.50	17.58	10.11	27.33	10.11	38.00	17.58

การคำนวณเมตริกซ์เพื่อหาค่าน้ำหนักจากผลการเปรียบเทียบทีละคู่ตามตารางที่ 4.1 หลักวิธี โดยการคำนวนผลรวมของปัจจัย(แถวตั้ง) เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยในเทอมค่าสัดส่วน และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนที่คำนวณได้(แถวนอน) ของแต่ละปัจจัยเป็นค่าน้ำหนักความเสียหายที่ต้องการ ดังเช่นการหาน้ำหนักของความเสียหายหลุมบ่อ ผลรวมของปัจจัยเท่ากับ 2.480 ค่าสัดส่วนของแต่ละปัจจัยเท่ากับ 0.400, 0.133, 0.081, 0.100, 0.056, 0.100, 0.044 และ 0.081 ตามลำดับ ค่าน้ำหนักความเสียหายหลุมบ่อที่ได้จากค่าเฉลี่ยของสัดส่วน (0.400, 0.545, 0.284, 0.396, 0.256, 0.396, 0.236, 0.284) มีผลเท่ากับ 0.349 แสดงผลการคำนวนตามตารางที่ 4.2

ผลการวิเคราะห์ของกลุ่มวิศวกรปรากฏว่าให้ความสำคัญต่อความเสียหายประเภทหลุมบ่อมากที่สุด รองลงมาเป็นความเสียหายรอยแตกหนังจรเข้ ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม ยุบตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ รอยแตกจากชั้นล่างแอ่นตัว รอยแตกตามแนวยาวหรือตามแนวขวาง และผิวทางหลุดร่อน เป็นความเสียหายที่ความสำคัญน้อยมาก สรุปผลได้ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 เมตริกซ์ของค่าเฉลี่ย

ประเภทความเสียหาย	หลุมบ่อ	รอยแตกหนังจรเข้	ร่องล้อ	ยุบตัวรอยปะซ่อม	รอยแตกตามยาว/ขวาง	ยุบตัวเป็นแอ่ง	ผิวทางหลุดร่อน	รอยแตกชั้นล่างแอ่นตัว	ค่าเฉลี่ย
หลุมบ่อ	0.40	0.545	0.284	0.396	0.256	0.396	0.236	0.284	0.349
รอยแตกหนังจรเข้	0.133	0.182	0.227	0.297	0.183	0.297	0.184	0.227	0.217
ร่องล้อ	0.081	0.045	0.057	0.033	0.11	0.033	0.105	0.057	0.065
ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม	0.10	0.06	0.171	0.099	0.146	0.099	0.132	0.171	0.122
รอยแตกตามแนวยาว/ขวาง	0.056	0.036	0.019	0.025	0.037	0.025	0.079	0.010	0.038
ยุบตัวเป็นแอ่ง	0.100	0.06	0.171	0.099	0.146	0.099	0.132	0.171	0.122
ผิวทางหลุดร่อน	0.044	0.025	0.014	0.019	0.012	0.015	0.026	0.014	0.022
รอยแตกจากชั้นล่างแอ่นตัว	0.081	0.045	0.057	0.033	0.11	0.033	0.105	0.057	0.065
								รวม	1.000

ตารางที่ 4.3 คะแนนความสำคัญของความเสียหายโดยวิธี AHP

ลำดับความสำคัญที่	ลักษณะความเสียหาย	คะแนนความสำคัญ	ร้อยละ
1.	หลุมบ่อ	0.349	35.0
2.	รอยแตกหนังจรเข้	0.217	22.0
3.	ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม	0.122	12.0
4.	ยุบตัวเป็นแอ่ง	0.122	12.0
5.	ร่องล้อ	0.065	6.5
6.	รอยแตกจากชั้นล่างแอ่นตัว	0.065	6.5
7.	รอยแตกตามแนวยาวหรือขวาง	0.0380	4.0
8.	ผิวทางหลุดร่อน	0.0220	2.0
รวม			100.0

เมื่อตรวจสอบค่าน้ำหนักของแต่ละความเสียหาย พบว่าความเสียหายแบบผิวทางหลุดร่อนมีน้ำหนักน้อยสุด (ร้อยละ 2) และผลการสำรวจปริมาณความเสียหายในสายทางตัวอย่าง

ไม่พบความเสียหายแบบรอยแตกจากชั้นล่างแอ่นตัวอาจเนื่องจากรอยแตกประเภทนี้มักจะพบมากเฉพาะผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต จึงปรับแก้การเปรียบเทียบทีละคู่เหลือเพียง 6 ประเภทความเสียหาย ผลคำนวนหาค่าน้ำหนักความเสียหายหลังปรับแก้แสดงผลเมตริกซ์ของค่าเฉลี่ยตามตารางที่ 4.4 และสรุปผลค่าน้ำหนักความสำคัญหลังปรับแก้ได้ตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 เมตริกซ์ของค่าเฉลี่ยหลังปรับแก้

ประเภทความเสียหาย	หลุมบ่อ	รอยแตกหนังจรเข้	ร่องล้อ	ยุบตัวรอยปะซ่อม	รอยแตกตามยาว/ขวาง	ยุบตัวเป็นแอ่ง	ค่าเฉลี่ย
หลุมบ่อ	0.461	0.587	0.306	0.418	0.292	0.418	0.414
รอยแตกหนังจรเข้	0.152	0.196	0.245	0.313	0.208	0.314	0.238
ร่องล้อ	0.092	0.049	0.061	0.035	0.125	0.034	0.066
ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม	0.115	0.065	0.184	0.105	0.167	0.105	0.123
รอยแตกตามแนวยาว/ขวาง	0.065	0.039	0.020	0.026	0.047	0.026	0.036
ยุบตัวเป็นแอ่ง	0.115	0.065	0.184	0.105	0.167	0.105	0.123
						รวม	1.000

ตารางที่ 4.5 ค่าน้ำหนักความสำคัญของความเสียหาย

ประเภทความเสียหาย	ร้อยละ
หลุมบ่อ	42
รอยแตกหนังจรเข้	24
ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม	12
ยุบตัวเป็นแอ่ง	12
ร่องล้อ	6
รอยแตกตามแนวยาวหรือแนวขวาง	4

4.2 แบบจำลองดรรชนีสภาพทาง

ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละประเภทความเสียหายจากหัวข้อ 4.1 นำมาสร้างแบบ

จำลองในการให้คะแนนสภาพทางหลวงชนบทได้ในรูปแบบดรรชนีสภาพทางตามสมการที่ 4.2

$$RCI = 0.42X_1 + 0.24X_2 + 0.12X_3 + 0.12X_4 + 0.06X_5 + 0.04X_6 \quad (4.2)$$

โดยที่ RCI = ดรรชนีสภาพทาง (Rural Road Condition Index)

X_1 = ความเสียหายแบบหลุมบ่อ (ตร.ม.)

X_2 = ความเสียหายแบบรอยแตกหนังจรเข้ (ตร.ม.)

X_3 = ความเสียหายแบบยุบตัวหรือรอยปะซ่อม (ตร.ม.)

X_4 = ความเสียหายแบบยุบตัวเป็นแอ่ง (ตร.ม.)

X_5 = ความเสียหายแบบร่องล้อ (ตร.ม.)

X_6 = ความเสียหาย แบบรอยแตกตามยาวหรือแนวขวาง (ตร.ม.)

ผลการคำนวนหาค่า RCI จากปริมาณความเสียหายของสายทางตามตารางที่ 3.4 พบว่าค่า RCI มีค่าน้อยสุดเท่ากับ 30 คะแนน และมากที่สุด 602 คะแนน ผลทดสอบแบบจำลอง RCI กรณีสมมุติว่าตรวจสอบพบเฉพาะความเสียหายหลุมบ่อที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด (0.42) เต็มพื้นที่ช่วงประเมิน คะแนน RCI จะมีค่าคะแนน 2,520 คะแนน ในการวิจัยจึงได้ตรวจสอบข้อมูลการสำรวจปริมาณความเสียหายของสายทาง พบว่าความเสียหายแต่ละประเภทตรวจวัดได้มากสุดมีพื้นที่ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณความเสียหายที่ตรวจพบมากสุด

ประเภทความเสียหาย	พื้นที่ที่ตรวจพบมากสุด (ตารางเมตร)	ข้อมูลจากสายทาง
หลุมบ่อ	715	กจ.2003/2
รอยแตกหนังจรเข้	1,450	กจ.2003/1
ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม	1,281	กจ.2003/1
ยุบตัวเป็นแอ่ง	570	อย.2005
ร่องล้อ	1,491	รบ.2001
รอยแตกตามแนวยาวหรือแนวขวาง	596	อท.2017

จากข้อมูลปริมาณความเสียหายที่พบมากที่สุดเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ว่า ความเสียหายที่ตรวจพบในทางหลวงชนบทกรณีที่มีการจราจรโดยสภาพปกติ ปริมาณความเสียหายไม่มากเกินกว่าที่ตรวจพบในสายทางตัวอย่าง ดังนั้นเพื่อให้คะแนน RCI อยู่ในช่วงคะแนน 0 ถึง 100 คะแนน

ได้พัฒนาแบบจำลองดังสมการที่ 4.3

$$RCI_{max} = k\,[0.42X_{1max} + 0.24X_{2max} + 0.12X_{3max} + 0.12X_{4max} + 0.06X_{5max} + 0.04X_{6max}\,] \quad (4.3)$$

โดยที่ k = สัมประสิทธิ์ตัวปรับแก้

แทนค่าคะแนน RCI_{max} เท่ากับ 100 คะแนนและพื้นที่ที่ตรวจพบมากสุดของแต่ละประเภทความเสียหายจากตารางที่ 4.4 ลงในสมการที่ 4.3 แสดงผลได้ตามสมการที่ 4.4

$$100 = k\,[0.42(715) + 0.24(1450) + 0.12(1281) + 0.12(570) + 0.06(1491) + 0.04\,(596)] \quad (4.4)$$

แก้สมการหาค่า k ได้เท่ากับ 0.10014 นำไปแทนค่าในสมการที่ 4.3 ผลลัพธ์การปรับแบบจำลองได้ตามสมการที่ 4.5

$$RCI = 0.042X_1 + 0.024X_2 + 0.012X_3 + 0.012X_4 + 0.006X_5 + 0.004X_6 \quad (4.5)$$

ผลการคำนวนหาคะแนน RCI ตามสมการที่ 4.5 ของทั้ง 23 สายทาง แสดงผลดังตารางที่ 4.7 โดยที่คะแนนสูงเป็นสายทางที่ตรวจสอบพบความเสียหายที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงในปริมาณงานมาก และมีความรุนแรงต้องจัดลำดับความเร่งด่วนที่ต้องซ่อมบำรุงก่อนสายทางที่คะแนนน้อยกว่า

4.3 บทสรุป

บทนี้กล่าวถึงวิธีการสร้างแบบจำลองจากประสบการณ์ผู้ปฏิบัติงาน การวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของประเภทความเสียหายที่คัดเลือกพบว่า ความเสียหายที่นำมาสร้างแบบจำลองได้แก่ ความเสียหายแบบหลุมบ่อ รอยแตกหนังจรเข้ ยุบตัวหรือรอยปะซ่อม ยุบตัวเป็นแอ่งร่องล้อ รอยแตกตามแนวยาวหรือขวาง มีความสัมพันธ์ในสัดส่วน 42 : 24 : 12 : 12 : 6 : 4 ตามลำดับ และผลคะแนน RCI ตามแบบจำลองที่สร้างขึ้น สายทางที่คะแนน RCI สูงอธิบายได้ว่าเป็นสายทางที่ตรวจพบความเสียหายที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงในปริมาณงานมาก สายทางที่

ตารางที่ 4.7 ดรรชนีสภาพทาง (RCI) ของสายทางตัวอย่าง

รหัสสายทาง	ดรรชนีสภาพทาง (RCI)
1. อย.2005	56
2. กจ.2003/1	60
3. รบ.2003	39
4. รบ.2001	23
5. ปท.2012	29
6. อท.2017	28
7. ฉช.2023	14
8. กจ.2003/2	23
9. สพ.2004	15
10. ฉช.2012	11
11. นฐ.2027/2	16
12. อท.2009/1	11
13. ปท.2007	6
14. สส.2007	3
15. ปท.2011	13
16. อย.2005	12
17. นฐ.2027/1	11
18. รบ.2006/2	4
19. รบ.2006/1	2
20. ชบ.2030/1	10
21. ชบ.2030/2	3
23. นย.2008	3
23. ปท.2006	3

คะแนนต่ำเป็นสายทางที่ตรวจพบปริมาณงานน้อยหรือความเสียหายที่ไม่รุนแรง และองค์ประกอบประเภทความเสียหายที่นำมาสร้างแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง RCI เป็นการประเมินสภาพทางจากความเสียหายของผิวทาง ไม่มุ่งเน้นประเมินความเรียบ (Roughness) ซึ่งในบทต่อไปจะกล่าวถึงการทดสอบความเที่ยง (Reliability) ความเชื่อมั่น (Validation) และความไว (Sensitivity) ของแบบจำลอง