社会開発調査部報告書

No. 102

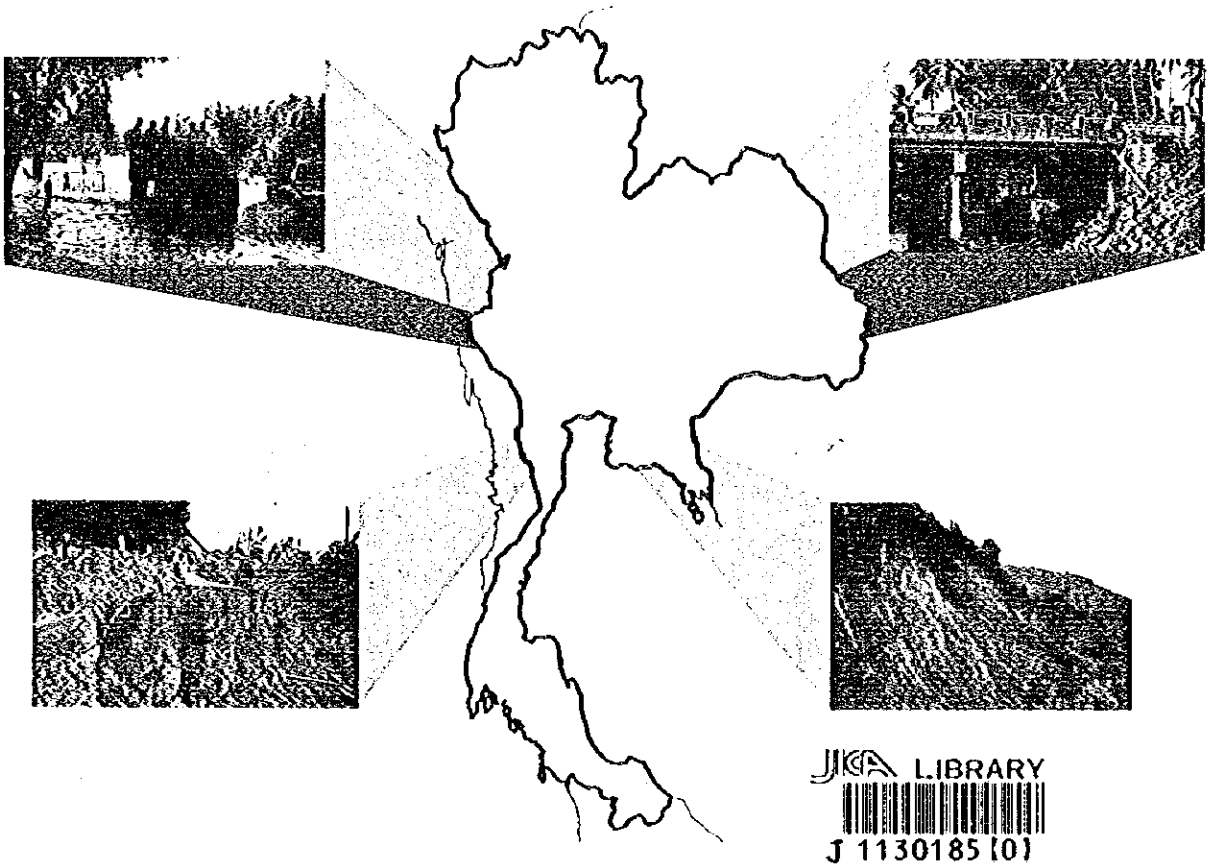
องค์การความร่วมมือ
ระหว่างประเทศของญี่ปุ่น

กรมทางหลวง
กระทรวงคมนาคม

การศึกษา
แผนการป้องกันอุบัติภัยทางหลวงในประเทศไทย

คู่มือ
การป้องกันและซ่อมแซม
ความเสียหายของถนนในประเทศไทย

เล่มที่ 5



JICA LIBRARY
J 1130185 [0]

กุมภาพันธ์ 2538

ORIENTAL CONSULTANTS
KATAHIRA & ENGINEERS INTERNATIONAL

SSF
JR
95-091

องค์การความร่วมมือ
ระหว่างประเทศของญี่ปุ่น

กรมทางหลวง
กระทรวงคมนาคม

การศึกษา
แผนการป้องกันอุบัติภัยทางหลวงในประเทศไทย

คู่มือ
การป้องกันและซ่อมแซม
ความเสียหายของถนนในประเทศไทย

เล่มที่ 5

กุมภาพันธ์ 2538

ORIENTAL CONSULTANTS
KATAHIRA & ENGINEERS INTERNATIONAL

1130185 (0)

การป้องกันและการซ่อมแซมความเสียหายของถนน

ข้อมูลหลัก

รูปแบบของรายละเอียด

บทที่ 1	บทนำ	1 - 1
1.1	ความเป็นมา	1 - 1
1.2	เนื้อหาของคู่มือ	1 - 2
1.3	การจัดรูปแบบของเครื่องมือ	1 - 3
บทที่ 2	ความเสียหายของทางหลวงที่เกิดจากวิบัติภัยในประเทศ	2 - 1
2.1	สภาพทางกายภาพ	2 - 1
2.2	อุทกภัยทางธรรมชาติ	2 - 9
2.3	โครงข่ายถนน	2 - 11
2.4	ความเสียหายของถนน	2 - 12
บทที่ 3	การแยกประเภทความเสียหายของทางหลวง	3 - 1
ส่วนที่ 1	คู่มือการป้องกันความเสียหายของทางหลวง	
บทที่ 4	การประเมินศักยภาพความเสียหายของทางหลวง	4 - 1
บทที่ 5	การตรวจสอบและการสำรวจเส้นทาง	5 - 1
5.1	การตรวจสอบสายทาง	5 - 1
5.2	การสำรวจ	5 - 16
บทที่ 6	การป้องกันความเสียหายต่อทางหลวง	6 - 1
6.1	มาตรการในการป้องกันความเสียหาย	6 - 1
6.2	การคัดเลือกมาตรการในการป้องกันความเสียหาย	6 - 24
บทที่ 7	การพิจารณาป้องกันความเสียหายของทางหลวง ในขั้นตอนการวางแผน/การออกแบบ	7 - 1
7.1	การเลือกแนวของทางหลวง	7 - 1
7.2	การวางแนวของถนน	7 - 2
7.3	การพิจารณาออกแบบเพื่อป้องกันความเสียหายของถนน	7 - 6

ส่วนที่ 2 คู่มือการบูรณะซ่อมแซมทางหลวงที่เกิดความเสียหาย

บทที่ 8 การสำรวจและตรวจสอบจุดที่ได้รับความเสียหายในภาคสนาม 8 - 1

8.1 การตรวจสอบภาคสนาม 8 - 1
8.2 การสำรวจ 8 - 13

บทที่ 9 การซ่อมแซมถนนที่เสียหาย 9 - 1

9.1 มาตรการซ่อมแซม 9 - 2
9.2 การคัดเลือกมาตรการซ่อมแซม 9 - 31
9.2.1 งานซ่อมแซมเร่งด่วน 9 - 31
9.2.2 งานซ่อมแซมแบบชั่วคราว/ถาวร 9 - 41

บทที่ 10 การจัดซื้อและการจัดการวัสดุ และเครื่องจักรในงานซ่อมแซมเร่งด่วน 10 - 1

10.1 วัสดุในงานซ่อมแซมเร่งด่วน 10 - 1
10.2 เครื่องจักรในงานซ่อมแซมเร่งด่วน 10 - 3

บทที่ 11 การจัดการและการปฏิบัติงานเพื่อฟื้นฟูทางหลวงที่เสียหาย 11 - 1

11.1 การค้นหาความเสียหายของทางหลวง 11 - 1
11.2 การส่งกระจายข้อมูลข่าวสาร 11 - 1

รายชื่อของภาพประกอบ

บทที่ 1		
ภาพประกอบที่ 13.1	การใช้คู่มือป้องกัน	1 - 4
ภาพประกอบที่ 1.3.2	การใช้คู่มือซ่อมแซม	1 - 5
บทที่ 2		
ภาพประกอบที่ 2.1.1	บริเวณที่มีศักยภาพสูงในการพังทลายของ Slope	2 - 2
ภาพประกอบที่ 2.1.2	บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง	2 - 3
ภาพประกอบที่ 2.1.3	การเกิดรอยแตก	2 - 4
ภาพประกอบที่ 2.1.4	การกระจายของฝนรายเดือน	2 - 6
ภาพประกอบที่ 2.1.5	ปริมาณน้ำฝนต่อปีของประเทศไทย	2 - 7
ภาพประกอบที่ 2.1.6	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีในประเทศไทยตามภาคต่าง ๆ	2 - 8
ภาพประกอบที่ 2.2.1	ร่องมรสุม และพายุไซโคลนของประเทศไทย	2 - 10
ส่วนที่ 1		
ภาพประกอบส่วนที่ 1	แผนภูมิการป้องกันการเสียหายของถนน	P - 1
บทที่ 4		
ภาพประกอบที่ 4.1	แผนภูมิในการประเมินศักยภาพความเสียหาย	4 - 2
บทที่ 5		
ภาพประกอบที่ 5.1.1	แผนภูมิการตรวจสอบเส้นทางเพื่อป้องกันความเสียหายของถนน	5 - 2
ภาพประกอบที่ 5.2.1	ขั้นตอนทั่วไปในการสำรวจทางด้านสิ่งแวดล้อม	5 - 21
บทที่ 6		
ภาพประกอบที่ 6.2.1	การคัดเลือกมาตรการแก้ไขการกัดเซาะ Slope	6 - 25
ภาพประกอบที่ 6.2.2	สาเหตุของหินร่วง	6 - 27
ภาพประกอบที่ 6.2.3	การคัดเลือกมาตรการป้องกันหินร่วง	6 - 27
ภาพประกอบที่ 6.2.4	การคัดเลือกมาตรการป้องกันการพังทลายของดิน	6 - 23
ภาพประกอบที่ 6.2.5	การคัดเลือกมาตรการป้องกันการพังทลายของสะพาน	6 - 35
ภาพประกอบที่ 6.2.6	การคัดเลือกมาตรการป้องกันการพังทลายของคันทาง	6 - 38
ภาพประกอบที่ 6.2.7	การกัดเซาะริมคันทางของกระแสน้ำ	6 - 37
ภาพประกอบที่ 6.2.8	การพัดพาคันทางจากน้ำล้น	6 - 40
ภาพประกอบที่ 6.2.9	การคัดเลือกวิธีป้องกันน้ำท่วม	6 - 41

บทที่ 7

ภาพประกอบที่ 7.2.1	จากงานดินตัดและงานดินถม	7 - 2
ภาพประกอบที่ 7.2.2	(1) สะพานยาว (Viaduct) บริเวณ Slope งานถม	7 - 3
ภาพประกอบที่ 7.2.2	(2) การก่อสร้างสะพานเพื่อให้ได้แนวถนนที่ดี	7 - 3
ภาพประกอบที่ 7.2.3	การก่อสร้างอุโมงค์เพื่อให้ได้แนวถนนที่ดี	7 - 3
ภาพประกอบที่ 7.2.4	จุดตัดแม่น้ำที่เหมาะสม	7 - 4
ภาพประกอบที่ 7.2.5	จุดตัดแม่น้ำที่ไม่เหมาะสม	7 - 4
ภาพประกอบที่ 7.2.6	การวางแนวของถนน	7 - 5
ภาพประกอบที่ 7.2.7	โครงสร้างรองรับที่ฐานของลาดคันทาง	7 - 6

ส่วนที่ 2

ภาพประกอบส่วนที่ 2	ขั้นตอนต่าง ๆ โดยทั่วไปของงานบูรณะซ่อมแซมถนนที่ได้รับความเสียหาย	P - 2

บทที่ 8

ภาพประกอบที่ 8.1.1	ความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจสอบภาคสนามและงานซ่อมแซม	8 - 1
ภาพประกอบที่ 8.2.1	ขั้นตอนทั่วไปในการสำรวจทางด้านสิ่งแวดล้อม	8 - 18

บทที่ 9

ภาพประกอบที่ 9.2.1	การคัดเลือกมาตรการในการซ่อมแซมเร่งด่วนเพื่อแก้ไขการพังทลายของ Slope	9 - 33
ภาพประกอบที่ 9.2.2	การคัดเลือกมาตรการเร่งด่วนในกรณีหินร่วง	9 - 34
ภาพประกอบที่ 9.2.3	การคัดเลือกมาตรการในการซ่อมแซมเร่งด่วนเพื่อแก้ไขการพังทลายของดิน (Landslide)	9 - 36
ภาพประกอบที่ 9.2.4	การคัดเลือกมาตรการซ่อมแซมเร่งด่วนในกรณีพังทลายของสะพาน	9 - 37
ภาพประกอบที่ 9.2.5	(1) การคัดเลือกมาตรการซ่อมแซมเร่งด่วนในกรณีพังทลายของคันทางที่ยื่นเข้าไปในแม่น้ำ	9 - 38
ภาพประกอบที่ 9.2.5	(2) การคัดเลือกมาตรการซ่อมแซมเร่งด่วนในกรณีพังทลายของดินลงสู่ที่ราบน้ำท่วม	9 - 38
ภาพประกอบที่ 9.2.5	(3) การคัดเลือกมาตรการซ่อมแซมเร่งด่วนในกรณีพังทลายของที่ตั้งในบริเวณพื้นลาด	9 - 38
ภาพประกอบที่ 9.2.6	การเลือกมาตรการบูรณะซ่อมแซมลาดคันทางที่เสียหาย	9 - 42
ภาพประกอบที่ 9.2.7	การเลือกมาตรการบูรณะซ่อมแซมแบบชั่วคราวในกรณีลาดคันทางถูกกัดเซาะ	9 - 43
ภาพประกอบที่ 9.2.8	การเลือกมาตรการบูรณะซ่อมแซมแบบถาวรในกรณีลาดคันทางถูกกัดเซาะ	9 - 44
ภาพประกอบที่ 9.2.9	สาเหตุของหินร่วง	9 - 47

ภาพประกอบที่ 9.2.10 การเลือกมาตรการบูรณะซ่อมแซมแบบชั่วคราวในกรณีของหินร่วง 9 - 48
ภาพประกอบที่ 9.2.11 การเลือกมาตรการบูรณะซ่อมแซมแบบถาวรในกรณีของหินร่วง 9 - 49
ภาพประกอบที่ 9.2.12 การเลือกมาตรการบูรณะซ่อมแซมแบบชั่วคราวในกรณี
เกิดการพังทลายของดิน 9 - 51
ภาพประกอบที่ 9.2.13 การเลือกมาตรการบูรณะซ่อมแซมแบบถาวรในกรณี
เกิดการพังทลายของดิน 9 - 51
ภาพประกอบที่ 9.2.14 การเลือกมาตรการบูรณะซ่อมแซมในกรณีสะพานเกิดการพังทลาย 9 - 54
ภาพประกอบที่ 9.2.15 ดินคันทางถูกกัดเซาะโดยการไหลของแม่น้ำซึ่งอยู่ติดกับคันทาง 9 - 56
ภาพประกอบที่ 9.2.16 ดินคันทางที่ถูกพัดพาไปเนื่องจากน้ำไหลข้ามคันทาง 9 - 58

บทที่ 10
ภาพประกอบที่ 10.1.1 ระบบการจัดซื้อวัสดุ 10 - 2
ภาพประกอบที่ 10.2.1 ระบบการจัดหาเครื่องจักร 10 - 5

บทที่ 11
ภาพประกอบที่ 11.2.1 การแจ้งข่าวสารความเสียหายของถนนแก่ผู้ใช้รถ 11 - 2
ภาพประกอบที่ 11.2.2 การส่งกระจายข่าวสารความเสียหายของถนนไปยังสถานีวิทยุ 11 - 2

รายชื่อของตาราง

บทที่ 2

ตารางที่ 2.2.1 น้ำท่วมในปี 1983 - 1992 2 - 9
ตารางที่ 2.3.1 ระยะทางของทางหลวง แยกตามรายภาคในปี 1988 2 - 11
ตารางที่ 2.4.1 ความเสียหายต่อปี 2 - 13
ตารางที่ 2.4.2 จำนวนวันที่จราจรถูกกีดขวาง 2 - 14

บทที่ 3

ตารางที่ 3.1 ประเภทย่อยของความเสียหาย 3 - 1
ตารางที่ 3.2 คำจำกัดความการเสียหายของ Slope 3 - 2
ตารางที่ 3.3 คำจำกัดความของการพังทลายของสะพาน 3 - 4
ตารางที่ 3.4 คำจำกัดความของการพังทลายของคันทาง 3 - 7
ตารางที่ 3.5 คำจำกัดความของน้ำท่วมทาง 3 - 8

บทที่ 4

ตารางที่ 4.1 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน (การกัดเซาะบริเวณความลาดของดินตัด) 4 - 4
ตารางที่ 4.2 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน (หินร่วง) 4 - 6
ตารางที่ 4.3 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน (การพังทลายของดิน) 4 - 8
ตารางที่ 4.4 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน (ฐานรากคอดิน, ตอม่อ และถนนเชื่อม) 4 - 10
ตารางที่ 4.5 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน (คันทาง) 4 - 13
ตารางที่ 4.6 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน (น้ำท่วมทาง) 4 - 15

บทที่ 5

ตารางที่ 5.1.1 หัวข้อการตรวจสอบประจำ 5 - 3
ตารางที่ 5.1.2 แบบฟอร์มตรวจสอบประจำ 5 - 4
ตารางที่ 5.1.3 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (การกัดเซาะลาดคันทาง) 5 - 6
ตารางที่ 5.1.4 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (หินร่วง) 5 - 8
ตารางที่ 5.1.5 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (การพังทลายของดิน) 5 - 10
ตารางที่ 5.1.6 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (การพังทลายของสะพาน) 5 - 12
ตารางที่ 5.1.7 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (ถนนพังทลายและน้ำท่วม) 5 - 13
ตารางที่ 5.1.8 แบบฟอร์มการตรวจสอบพิเศษ (การป้องกัน) 5 - 15

ตารางที่ 5.2.1 หัวข้อการสำรวจดิน 5 - 16
ตารางที่ 5.2.2 การสำรวจทางด้านธรณีวิทยา 5 - 17
ตารางที่ 5.2.3 หัวข้อการสำรวจภูมิประเทศ 5 - 18
ตารางที่ 5.2.4 หัวข้อการสำรวจทางด้านอุทกวิทยา 5 - 19
ตารางที่ 5.2.5 แบบสำรวจสภาพแวดล้อม 5 - 22
ตารางที่ 5.2.6 แบบการประเมินเบื้องต้นสำหรับโครงการก่อสร้างแนวใหม่ 5 - 24
ตารางที่ 5.2.7 หัวข้อประเมินในกรณีของงานป้องกัน 5 - 23
บทที่ 6

ตารางที่ 6.1.1 (1) -(5) ชนิดของมาตรการป้องกันการกัดเซาะ Slope 6 - 2
ตารางที่ 6.1.2 (1) - (3) ชนิดของมาตรการป้องกันหินร่วง 6 - 7
ตารางที่ 6.1.3 (1) - (4) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลายของดินเลื่อนไหล 6 -10
ตารางที่ 6.1.4 (1) - (6) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลายของสะพาน 6 - 14
ตารางที่ 6.1.5 (1) - (3) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลายของคันทาง 6 - 20
ตารางที่ 6.1.6 ชนิดของมาตรการป้องกันน้ำท่วม 6 - 23
ตารางที่ 6.2.1 การปลูกพืชคลุม Slope 6 - 25
ตารางที่ 6.2.2 การใช้การระบายน้ำผิว Slope 6 - 26
ตารางที่ 6.2.3 การคลุมผิวด้วยโครงสร้าง 6 - 26
ตารางที่ 6.2.4 การใช้ประเภทของมาตรการ 6 - 30
ตารางที่ 6.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการกับการป้องกันการพังทลายและปัจจัยด้านธรณี 6 - 33
ตารางที่ 6.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายและสาเหตุสำหรับคันทางในบริเวณน้ำท่วมถึง 6 - 39

บทที่ 8

ตารางที่ 8.1.1 แบบฟอร์มการตรวจสอบแบบเร่งด่วน 8 - 3
ตารางที่ 8.1.2 แบบฟอร์มการตรวจสอบแบบพิเศษ (การกัดเซาะลาดคันทาง) 8 - 5
ตารางที่ 8.1.3 แบบฟอร์มการตรวจสอบแบบพิเศษ (หินร่วง) 8 - 7
ตารางที่ 8.1.4 แบบฟอร์มการตรวจสอบแบบพิเศษ (พื้นดินเลื่อนไหล) 8 - 9
ตารางที่ 8.1.5 แบบฟอร์มการตรวจสอบแบบพิเศษ (การพังทลายของสะพาน) 8 - 11
ตารางที่ 8.1.6 แบบฟอร์มการตรวจสอบแบบพิเศษ (การพังทลายของถนนและน้ำท่วม) 8 - 12
ตารางที่ 8.2.1 หัวข้อการสำรวจดิน 8 - 13
ตารางที่ 8.2.2 การสำรวจทางด้านธรณีวิทยา 8 - 14
ตารางที่ 8.2.3 หัวข้อการสำรวจภูมิประเทศ 8 - 15
ตารางที่ 8.2.4 หัวข้อการสำรวจทางด้านอุทกวิทยา 8 - 16
ตารางที่ 8.2.5 แบบสำรวจสภาพแวดล้อม 8 - 19
ตารางที่ 8.2.6 แบบการประเมินเบื้องต้นสำหรับโครงการก่อสร้างทางแนวใหม่ 8 - 20
ตารางที่ 8.2.7 หัวข้อประเมินในกรณีของงานซ่อมแซม 8 - 21

บทที่ 9

ตารางที่ 9.1.1 (1) - (15) ประเภทของมาตรการซ่อมแซมในกรณีความเสียหายของ Slope 9 - 3
ตารางที่ 9.1.2 (1) - (7) ประเภทของมาตรการซ่อมแซมในกรณีการพังทลายของสะพาน 9 - 18
ตารางที่ 9.1.3 (1) - (5) ประเภทของมาตรการซ่อมแซมในกรณีการพังทลายของคันทาง 9 - 25
ตารางที่ 9.1.4 ประเภทของมาตรการป้องกันในกรณีน้ำท่วมทาง 9 - 30
ตารางที่ 9.2.1 การเลือกใช้ระบบระบายน้ำผิวดิน 9 - 45
ตารางที่ 9.2.2 การเลือกประเภทของการปลูกพืชคลุมดินตามลักษณะของลาดคันทาง 9 - 46
ตารางที่ 9.2.3 การใช้โครงสร้างป้องกันตามประเภทของลาดดินทาง 9 - 46
ตารางที่ 9.2.4 การเลือกใช้มาตรการป้องกันหินร่วงจากขนาดของก้อนหิน 9 - 50
ตารางที่ 9.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างธรณีวิทยาของลาดคันทางกับมาตรการบูรณะซ่อมแซมในการเกิดพังทลายของดิน 9 - 53
ตารางที่ 9.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและความเสียหายของดินคันทางในพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมถึง 9 - 57

บทที่ 10

ตารางที่ 10.1.1 รายชื่อวัสดุจำเป็นที่จะต้องสำรองและสถานที่เก็บรักษา 10 - 2
ตารางที่ 10.2.1 รายชื่อเครื่องจักรที่จำเป็นจะต้องเตรียมพร้อมและสถานที่เก็บรักษา 10 - 4

บทที่ 1

บทนำ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การศึกษาจัดทำแผนการป้องกันวิบัติภัยที่จะเกิดต่อทางหลวง มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการซ่อมและบูรณะทางหลวงแผ่นดินที่เกิดวิบัติภัย

การดำเนินการศึกษาแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ

- สายทางที่นำมาศึกษามีทั้งสิ้น 8 สายทาง เป็นสายทางในภาคเหนือ 4 สายทาง และภาคใต้ 4 สายทาง

- จำนวนการศึกษาทั้งสิ้น 192 จุด ได้ดำเนินการออกแบบเบื้องต้นและประมาณราคาไว้ 38 จุด ที่เหลือ 154 จุดได้ประมาณราคาและกำหนดมาตรการในการป้องกันความเสียหายไว้

- ขั้นตอนสุดท้ายได้เตรียมโครงการเพื่อดำเนินการ

จุดที่ได้ทำการออกแบบเบื้องต้นได้จำแนกตามชนิดความเสียหาย ดังนี้คือ

ชนิดของความเสียหาย	จำนวนจุดที่มีการออกแบบเบื้องต้น
สะพานชำรุด	10
ถนนชำรุด	2
น้ำท่วมทาง	2
การกัดเซาะลาดดินถม	5
การพังทลายของลาดดินตัด	15
หินร่วง	4
รวม	38

คู่มือนี้ได้จัดทำขึ้นโดยอาศัยข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาวิบัติภัยที่เกิดบนทางหลวง และมีวัตถุประสงค์ให้เป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับการออกแบบ และก่อสร้างถนนเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดจากวิบัติภัยให้มากที่สุด และเพื่อการซ่อมบูรณะถนนที่เสียหายแล้วให้คืนสภาพ

1.2 เนื้อหาของคู่มือ

คู่มือนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ คู่มือการป้องกันวิบัติภัยที่จะเกิดบนทางหลวง (ในที่นี้หมายถึงคู่มือการป้องกัน) และคู่มือการซ่อมบูรณะทางหลวงที่เกิดวิบัติภัย (ในที่นี้หมายถึงคู่มือการซ่อมแซม)

เนื้อหาของคู่มือประกอบไปด้วย

1) มาตรฐานทาง

คู่มือจะครอบคลุมทางหลวงที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง

2) ชนิดของความเสียหาย

คู่มือจะครอบคลุมเฉพาะชนิดของความเสียหายดังต่อไปนี้

- ลาดคันทางดินตัดและดินถม ซึ่งเกิดความเสียหายจากการกัดเซาะของน้ำ (Erosion) การพังทลายของดิน (Landslides) และหินร่วง (Rockfalls)
- การพังทลายของสะพาน, ช่องระบายน้ำ ถนนเชื่อมต่อสะพานและริมฝั่ง
- การพังทลายของคันทาง
- น้ำท่วมทาง

ความเสียหายนอกเหนือจากนี้ ตัวอย่างเช่น ความเสียหายของชิ้นส่วนสะพาน ได้แก่ รอยแตกของคาน/พื้นสะพาน/โครงสร้างรอง และการชำรุดของผิวทางจะไม่รวมอยู่ในคู่มือ

3) การครอบคลุมของมาตรการป้องกันและการซ่อมบูรณะ

มาตรการในคู่มือนี้จะครอบคลุมเฉพาะทางหลวงที่อยู่ในโครงการ ดังนั้น งานอื่น ๆ เช่น งานควบคุมแม่น้ำ งานควบคุมทะเลและชายฝั่งทะเล จะไม่มีอยู่ในคู่มือ

สำหรับมาตรการป้องกันความเสียหายนี้จะครอบคลุมเฉพาะ

- มาตรการป้องกันความเสียหายสำหรับทางหลวงในอนาคต
- มาตรการป้องกันความเสียหายสำหรับทางหลวงเดิม

มาตรการการซ่อมบูรณะจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คืองานซ่อมบูรณะเร่งด่วนเพื่อเปิดการจราจรให้เร็วที่สุด และงานซ่อมบูรณะชั่วคราว/ถาวร สำหรับการใช้งานในระยะยาว

1.3 การจัดรูปแบบของเครื่องมือ

คู่มือนี้ประกอบไปด้วย 11 บท และ 2 ภาคผนวก ดังนี้คือ

บทที่ 1 ความเป็นมา เนื้อหาสาระ และการจัดรูปแบบของคู่มือ

บทที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานความเสียหายของทางหลวง ซึ่งเกิดจากวิบัติภัยในประเทศไทย ทั้งนี้รวมไปถึงสภาพธรณีวิทยาและสภาพทางอุตุนิยมวิทยา

บทที่ 3 ประเภทและจำกัดความชนิดของความเสียหาย

คู่มือการป้องกันประกอบไปด้วย บทที่ 4, 5, 6 และ 7

บทที่ 4 วิธีการประเมินศักยภาพความเสียหายของทางหลวงเติมตามชนิดของความเสียหาย

บทที่ 5 วิธีการตรวจสอบ และการสำรวจในภาคสนามในบริเวณที่จะดำเนินการป้องกันความเสียหาย รวมไปถึงหัวข้อในการตรวจสอบและสำรวจ และขั้นตอนต่าง ๆ สำหรับความเสียหายแต่ละชนิด

บทที่ 6 มาตรการพื้นฐานในการป้องกันความเสียหาย (ชนิด) ของถนน และขั้นตอนในการคัดเลือกมาตรการที่เหมาะสม

บทที่ 7 วิธีการวางแปลน และออกแบบถนน เพื่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด

การใช้งานคู่มือการป้องกันได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 1.3.1

ภาพประกอบที่ 1.3.1 การใช้คู่มือป้องกัน

บทที่ 8 วิธีการตรวจสอบภาคสนามสำหรับการซ่อมแซมเร่งด่วน และชั่วคราว/ถาวร รวมถึงแบบสำรวจ หัวข้อในการสำรวจได้แสดงไว้ในบทนี้ด้วย

บทที่ 9 ชนิดของมาตรการซ่อมแซมทั้งเร่งด่วนและชั่วคราว/ถาวร รวมไปถึงขั้นตอนในการคัดเลือกมาตรการ

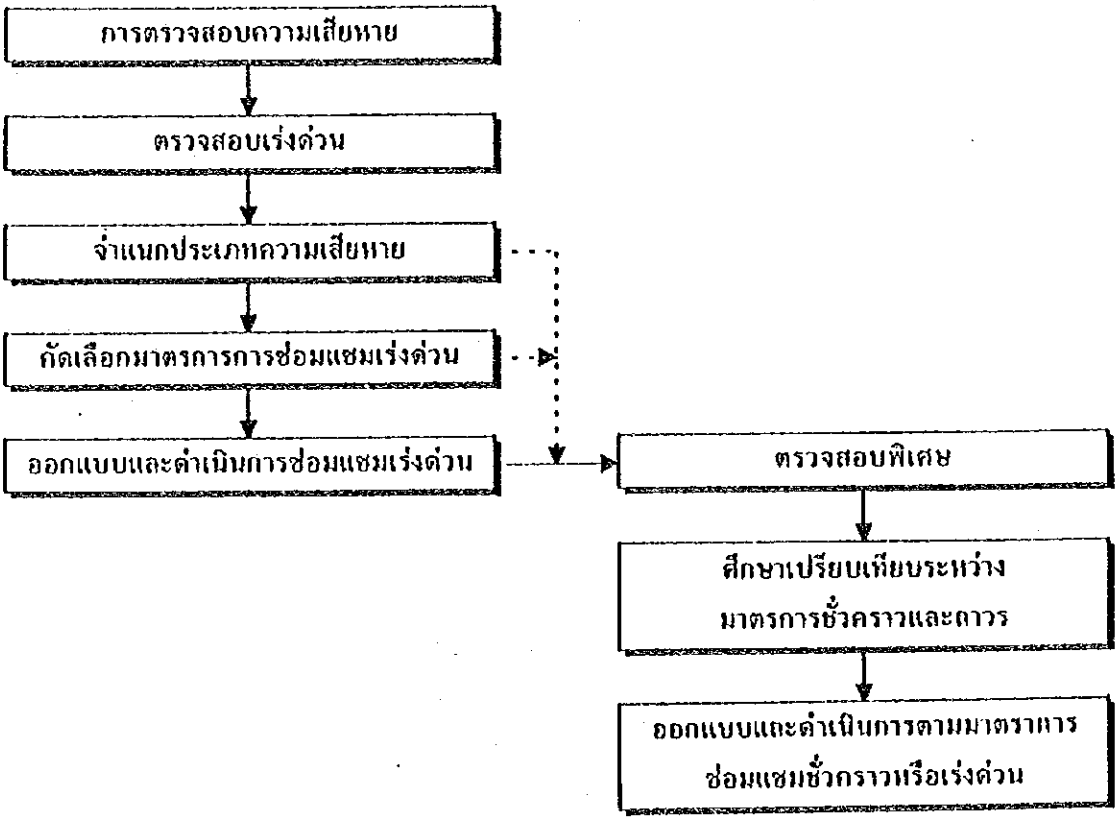
บทที่ 10 วัสดุและเครื่องจักรที่ใช้ในงานซ่อมแซมเร่งด่วน รวมไปถึงระบบการจัดซื้อและการจัดการ

บทที่ 11 แนะนำระบบการตรวจสอบความเสียหายของถนน และการติดต่อสื่อสารภายใต้หัวข้อการจัดการ และการดำเนินงานการซ่อมแซมความเสียหายของถนน

การใช้งานคู่มือการซ่อมแซมได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 1.3.2

ภาคผนวก-1 ประกอบไปด้วยรายละเอียดวิธีการวิเคราะห์เสถียรภาพของ Slope ที่เกี่ยวกับการพังทลายของดิน การวิเคราะห์เสถียรภาพของกำแพงคอนกรีตกันดิน การวิเคราะห์อุทกวิทยาและอื่น ๆ พร้อมทั้งตัวอย่างการคำนวณหากจำเป็น

ภาคผนวก-2 แบบมาตรฐาน



ภาพประกอบที่ 1.3.2 การใช้คู่มือซ่อมแซม

บทที่ 2

ความเสียหายของทางหลวง ที่เกิดจากวิบัติภัยในประเทศ

บทที่ 2
ความเสียหายของทางหลวงที่เกิดจากวิบัติภัยในประเทศ

2.1 สภาพทางกายภาพ

2.1.1 ธรณีวิทยา

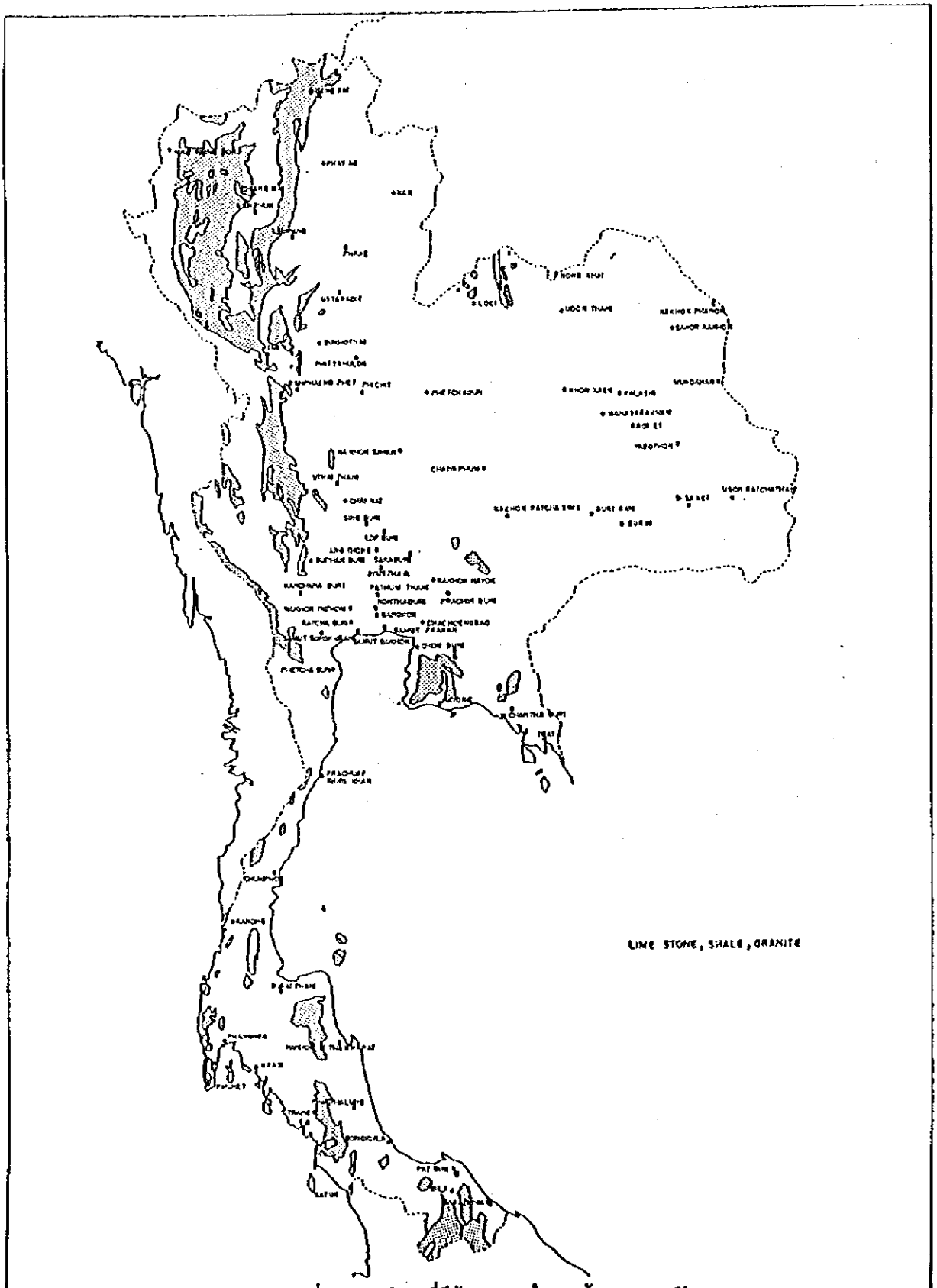
ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีสภาพทางธรณีวิทยาที่ซับซ้อนและประกอบไปด้วยหินหลายชนิด

ในเรื่องศักยภาพของวิบัติภัยต่อทางหลวงนั้น อาจกล่าวได้ว่าสภาพทางธรณีวิทยาแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

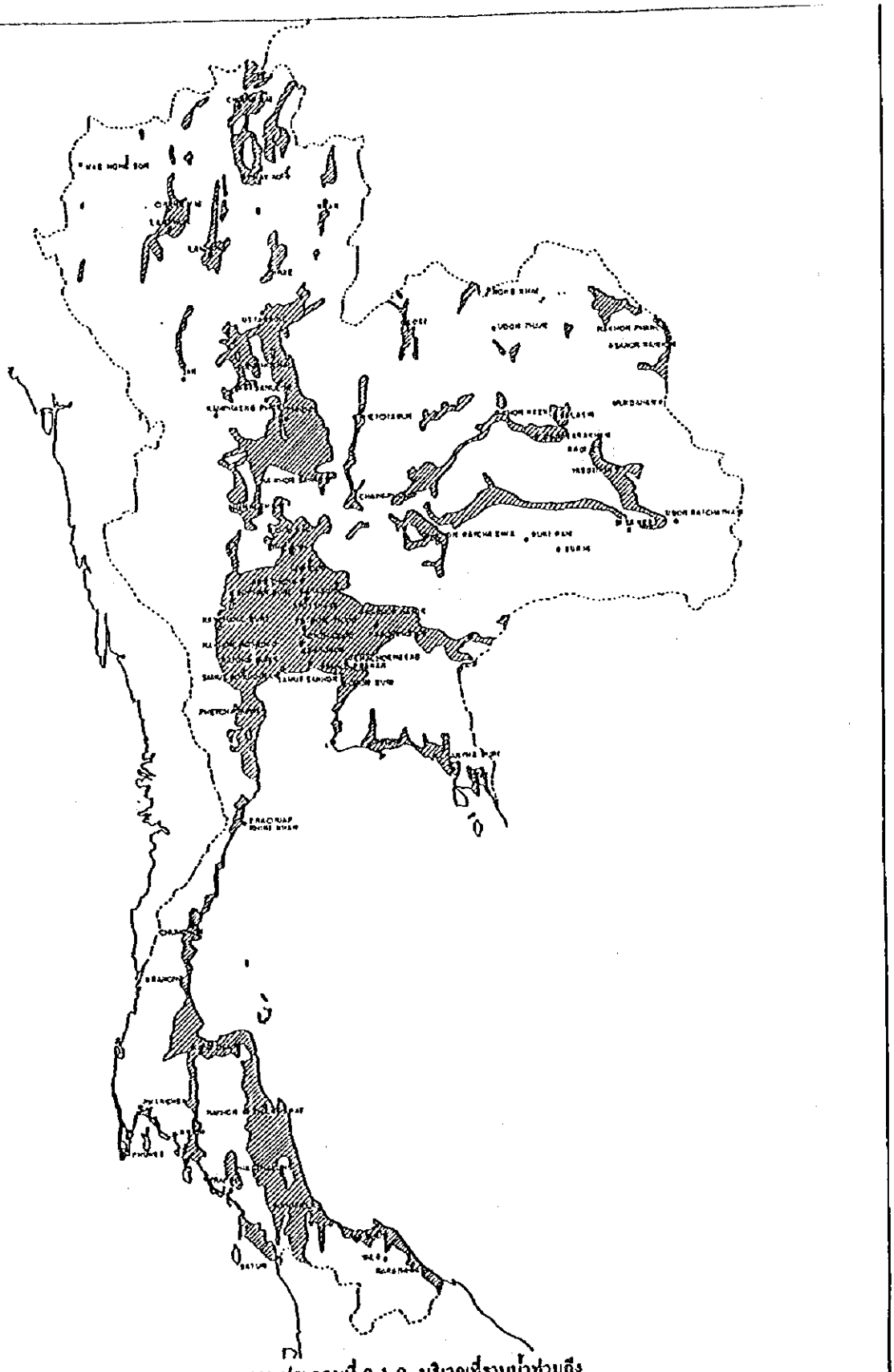
ชนิดแรกคือ บริเวณที่มีศักยภาพสูงในการพังทลายของ Slope (อ้างถึงภาพประกอบที่ 2.1.1) ในบริเวณที่จะประกอบไปด้วยหินปูน หินชั้น และหินแกรนิต ด้วยเหตุนี้ชั้นหินต่าง ๆ ถูกคลุมด้วยดิน ศักยภาพในการพังทลายของ Slope ซึ่งมีไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม แนวโน้มในการพังทลายจะสูงขึ้นหากชั้นหินต่าง ๆ กระทบกับอากาศ ตัวอย่างเช่น งานก่อสร้างโดยปราศจากความระมัดระวัง

อีกชนิดหนึ่งได้แก่ บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.1.2 ซึ่งประกอบไปด้วยทรายตะกอนปากแม่น้ำ ทรายละเอียด ดินเลน และทรายชายฝั่งทะเล

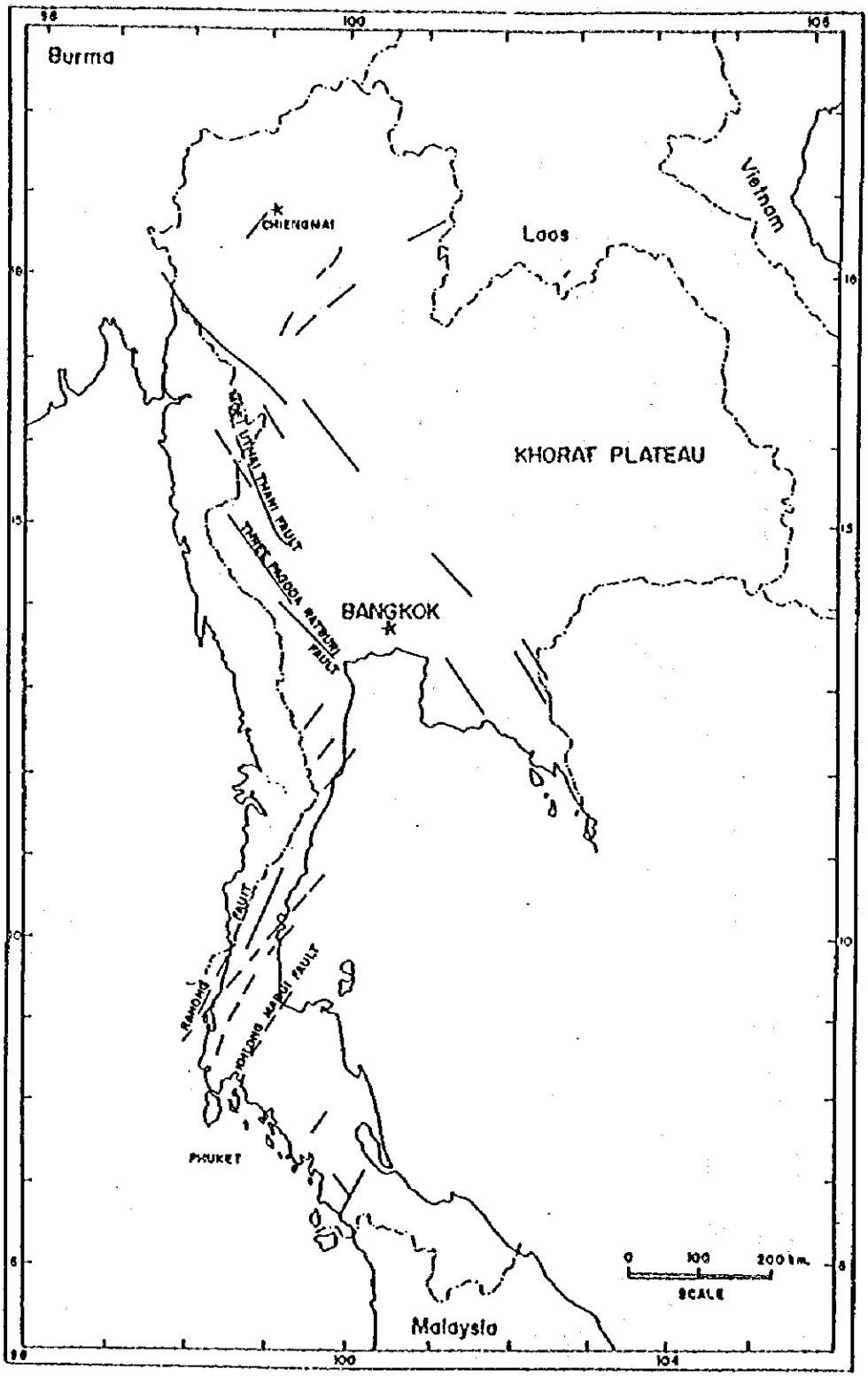
การเกิดรอยแตก (Faults) เป็นตัวชี้ตัวหนึ่งที่แสดงชั้นที่ไม่มีเสถียรภาพ ด้วยเหตุผลนี้การกระจายของรอยแตกต่าง ๆ จึงได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 2.1.3



ภาพประกอบที่ 2.1.1 บริเวณที่มีศักยภาพสูงในการพังทลายของ Slope



ภาพประกอบที่ 2.1.2 บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง



ภาพประกอบที่ 2.1.3 การเกิดรอยแตก

2.1.2 สภาพอุตุนิยมวิทยา

1) ชนิดของภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยสามารถแยกตามกรมอุตุนิยมวิทยาออกได้เป็น 6 ประเภท (ดูภาพประกอบที่ 2.1.4)

ภาคตะวันออกเฉียงใต้ : ในภาคนี้มีฝนตกชุกในเดือนพฤศจิกายน เมื่อได้รับอิทธิพลจากร่องดีเปรสชั่นผ่าน

ภาคตะวันตกเฉียงใต้ : ตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาทางด้านตะวันตก รูปแบบของสภาพภูมิอากาศจะแตกต่างออกไป ทั้งนี้ เนื่องจากอิทธิพลของสภาพภูมิประเทศ และพายุหมุนในมหาสมุทรอินเดีย

ภาคตะวันออก : ในภาคนี้ฝนจะตกชุกกว่าภาคกลาง และโดยที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทำให้มีอุณหภูมิไม่แตกต่างมากนัก ฝนค่อนข้างตกชุกในบริเวณพื้นที่ภูเขา

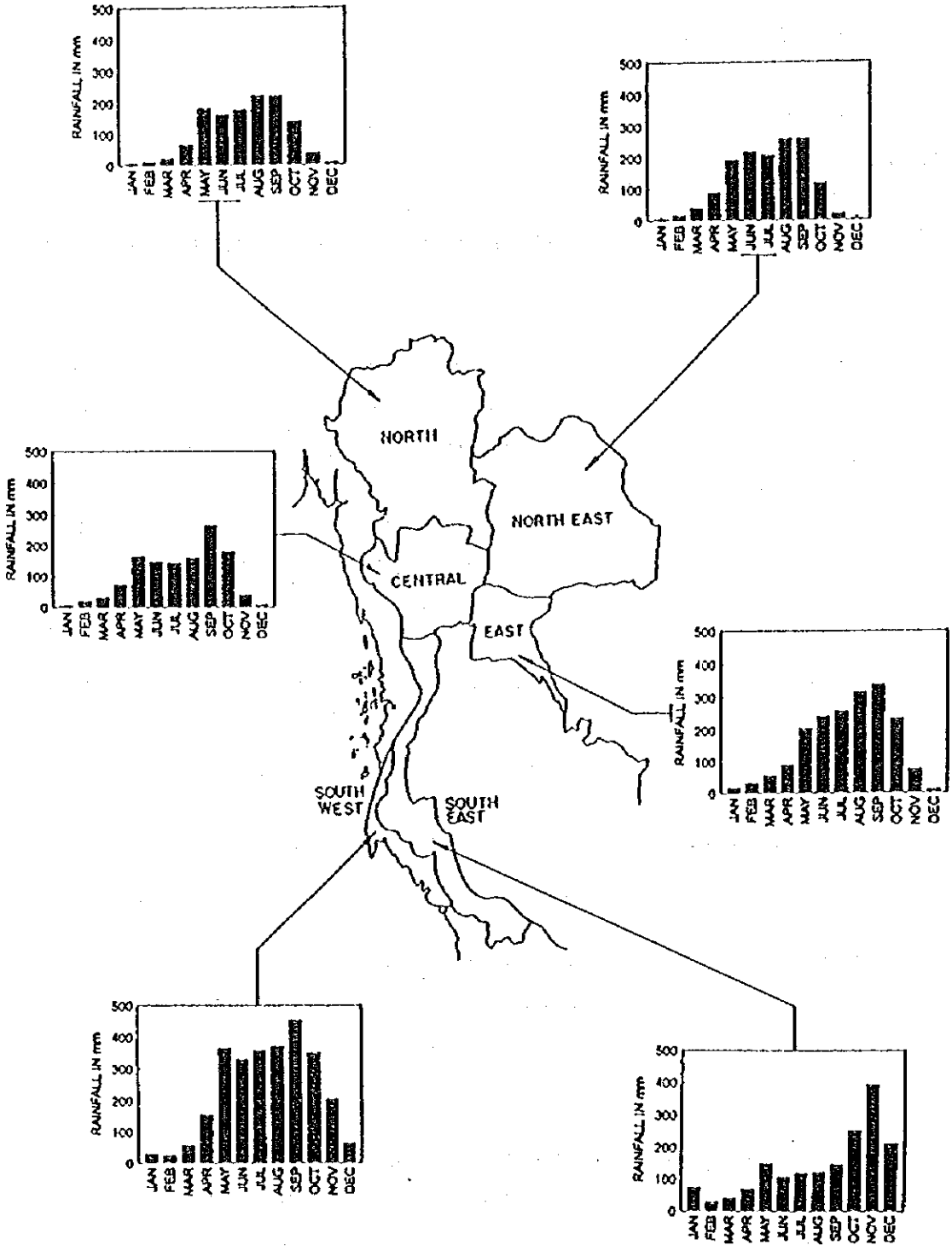
ภาคกลาง : เป็นภาคที่มีปริมาณฝนตกต่ำสุด และเนื่องจากมีแนวเขาพาดผ่านทางด้านตะวันตก ทำให้อิทธิพลของระบบลมมรสุมลดน้อยลง

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : ฝนตกชุกในเดือนสิงหาคม-กันยายน ปริมาณฝนกระจายไปทั่วทั้งภาค

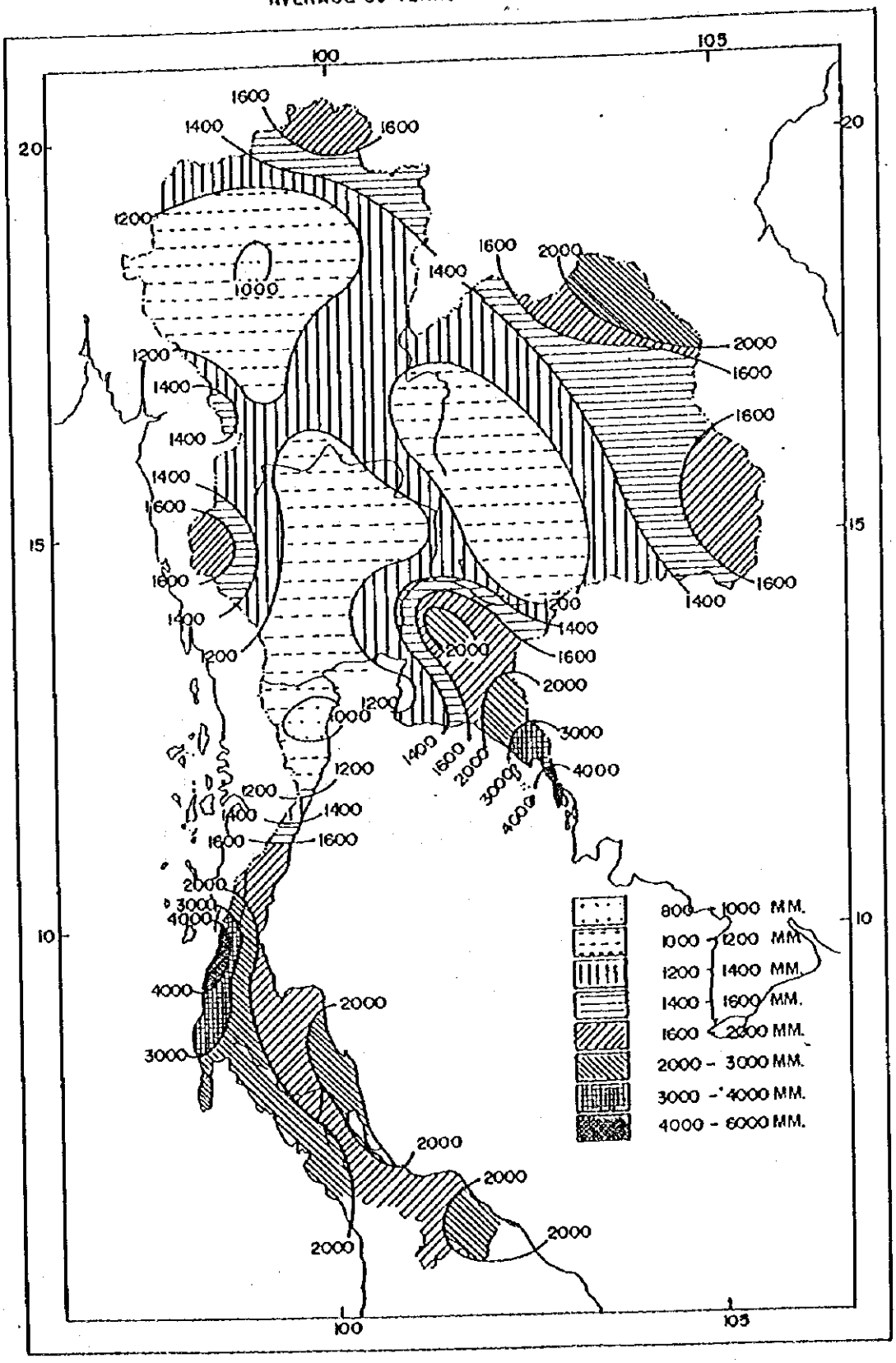
ภาคเหนือ : ในช่วงฤดูหนาวในภาคเหนือจะได้รับผลกระทบจากลมเย็นที่พัดมาจากประเทศจีน และในภาคนี้จะมีอุณหภูมิต่ำสุด

2) ฝน

ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีในอีก 30 ปีที่ผ่านมา (2503-2533) ได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 2.1.5 และ 2.1.6 ตามลำดับ การกระจายของฝนรายเดือนได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 2.1.4



ภาพประกอบที่ 2.1.4 การกระจายของฝนรายเดือน



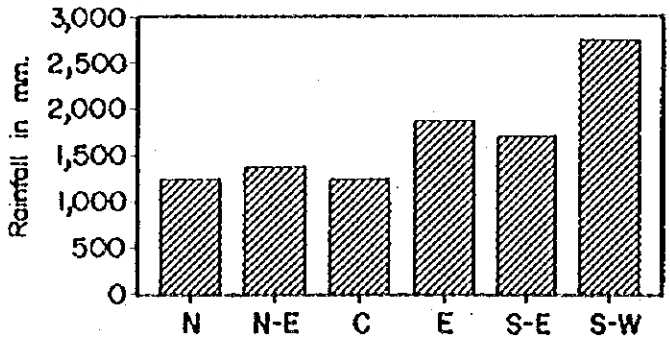
ภาพประกอบที่ 2.1.5 ปริมาณน้ำฝนต่อปีของประเทศไทย

ปริมาณน้ำฝนต่อปี

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีในประเทศไทยแยกตามภาคต่าง ๆ อยู่ในช่วงระหว่าง 1,200 - 2,700 มม. โดยที่จังหวัดระนองและจังหวัดตราดมีปริมาณน้ำฝนเกินกว่า 4,000 มม./ปี และปริมาณน้ำฝนต่ำสุดคือ จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,000 มม.

ปริมาณน้ำฝนต่อเดือน

ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของภาคตะวันออกเฉียงใต้จะแตกต่างไปจากภาคอื่น ๆ เล็กน้อย ซึ่งในภาคนี้จะมีฝนตกชุกในเดือนพฤศจิกายน โดยที่ภาคอื่นจะมีฝนตกชุกในช่วงเดือนกันยายนหรือสิงหาคม



ภาพประกอบที่ 2.1.6 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีในประเทศไทยตามภาคต่าง ๆ

2.2 อุบัติภัยทางธรรมชาติ

ประเทศไทยไม่ได้รับอุบัติภัยจากแผ่นดินไหว และภูเขาไฟ ทั้งนี้ เนื่องจากประเทศตั้งอยู่นอกเขตของแนวภูเขาไฟ ในบางครั้งอาจจะได้รับความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวจากประเทศพม่าบ้าง แต่ไม่รุนแรงพอที่ทำให้เกิดความเสียหายได้มากนัก

อุบัติภัยทางธรรมชาติหลักที่มีผลต่อระบบโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ ได้แก่ ฝนตกหนักซึ่งเป็นสาเหตุที่นำไปสู่น้ำท่วมฉับพลันและน้ำท่วม

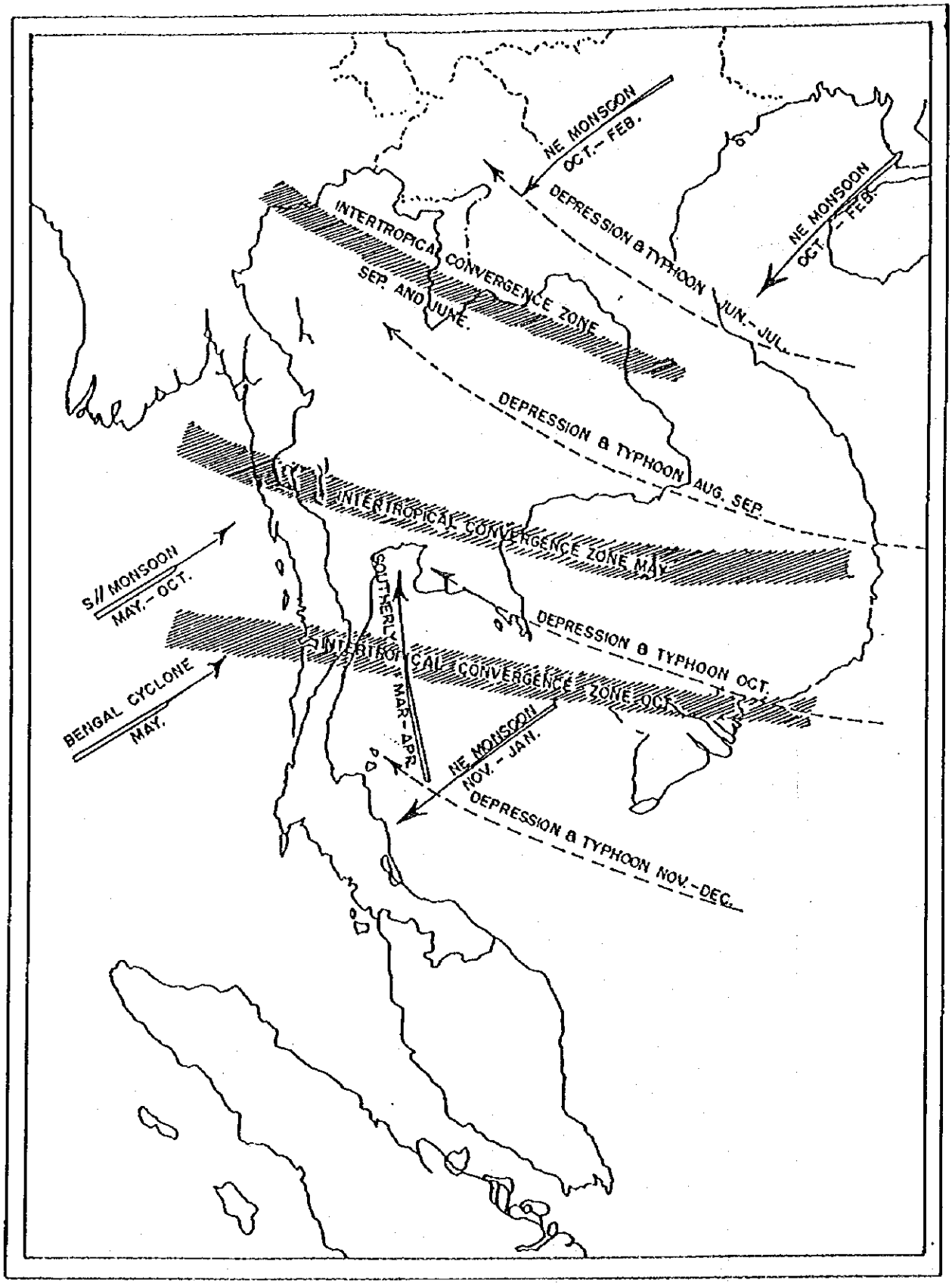
สภาวะน้ำท่วมหลักในช่วงปี 1983-1992 ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.2.1 สาเหตุของน้ำท่วมสรุปได้ดังนี้

- ฝนตกหนักเนื่องจากลมมรสุมพัดผ่าน
- ดีเปรสชั่นเขตร้อน และพายุพัดผ่านประเทศจากมหาสมุทรอินเดีย
- ระบบลมพายุเขตร้อนของท้องถิ่น

ร่องมรสุมและพายุไซโคลนของประเทศได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 2.2.1

ตารางที่ 2.2.1 น้ำท่วมในปี 1983-1992

YEAR	DATES	TYPE	DEAD	AREA FLOODED		COST (US$Mil.)
1983	26-27 JUNE	TYPHOON	1	NE.	2,317 ha	
1983	10-19 OCT.	2 TYPHOONS	56	C.	871,754 ha	1.11
1983	3-15 DEC.	NE MONSOON	1	SE.	55,727 ha	1.67
1984	10-12 JUNE	TYPHOON		N. & NE.		
1984	13-18 AUG.	SW MONSOON	8	N & NE.	64,083 ha	0.95
1984	1-15 SEPT.	SW MONSOON		N. & NE.		
1984	13 OCT.	TYPHOON		N. & NE.		
1984	8-9 NOV.	TYPHOON	0	NE. & C.	176 ha	
1984	28 NOV. - 3 DEC.	NE MONSOON	27	SE.	136,063 ha	0.46
1985	10-28 AUG.	SW MONSOON	9	N. & NE.	16,158 ha	3.31
1985	16-17 SEPT.	DEPRESSION		N. & NE.		
1985	12-13 OCT.	DEPRESSION		N., NE. & C.		
1985	16-17 OCT.	TYPHOON	18	N., NE. & C.	22,607 ha	3.38
1985	1-3 NOV.	NE MONSOON	0	SE.	32 ha	0.02
1985	8-9 MAY	DEPRESSION	41	N. & C.	23,321 ha	2.41
1986	1-6 SEPT.	TYPHOON	2	ALL	11,046 ha	0.44
1986	1-13 OCT.	MONSOON	0	ALL	6,826 ha	
1986	25 NOV.-9 DEC.	MONSOON	3	SE.	56,152 ha	0.07
1987	15-24 AUG.	2 TYPHOONS	19	N., NE. & S.	91,031 ha	6.35
1987	4 NOV.-7 DEC.	NE MONSOON	41	C. & S.	311,290 ha	14.41
1988	15-25 SEPT.	DEPRESSION		N., C., & SW.		
1988	15-18 OCT.	DEPRESSION	44	N., NE. & C.	479,865 ha	10.65
1988	19-22 NOV.	DEPRESSION	373	S.	364,011 ha	259.38
1989	25-27 MAY	TYPHOON	11	N. & NE.	172,311 ha	3.02
1989	13-14 OCT.	TYPHOON		N. & NE.		
1990	28-31 AUG.	TYPHOON	2	N. & NE.	312,413 ha	2.21
1990	3-21 OCT.	2 TYPHOONS	39	NE. & C.	3,497,284 ha	202.01
1991	17-19 AUG.	TYPHOON	38	N. & NE.	533,303 ha	84.17
1991	26-27 OCT.	DEPRESSION	1	C. & SE.	7,000 ha	1.49
1992	17-19 OCT.	TYPHOON	0	NE.	0 ha	2.51



ภาพประกอบที่ 2.2.1 ร่องมรสุมและพายุไซโคลนของประเทศไทย

2.3 โครงข่ายถนน

ระบบโครงข่ายทางหลวงในประเทศไทยประกอบไปด้วย

- ทางหลวงพิเศษ
- ทางหลวงแผ่นดิน
- ทางหลวงชนบท
- ทางหลวงเทศบาล
- ทางหลวงสุขาภิบาล
- ทางหลวงสัมปทาน

กรมทางหลวงรับผิดชอบทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน และทางหลวงสัมปทาน ระยะทางในความรับผิดชอบแยกออกเป็นรายภาคได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3.1

ระยะทางของทางหลวงแผ่นดินในความดูแลของกรมทางหลวงเริ่มขึ้นจาก 12,276 กม. ในปี พ.ศ. 2508 เป็น 45,600 กม. ในปีพ.ศ. 2534 หรือโดยเฉลี่ยในอัตรา 2.6 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

ในด้านความหนาแน่นของทางหลวงรายภาค ภาคกลางจะมีความหนาแน่นสูงสุดคือ 0.123 กม./ตร.กม. (รวมถึงทางหลวงที่กำลังอยู่ในระหว่างการก่อสร้าง) รองลงมาคือภาคใต้ 0.118 กม./ตร.กม. ในขณะที่ความหนาแน่นของทางหลวงในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างต่ำ คือ 0.088 และ 0.082 กม./ตร.กม. ตามลำดับ

ตารางที่ 2.3.1 ระยะทางของทางหลวงแยกตามรายภาคในปี 2531

	North	Northeast	Central	South	Total
Area (km^2)	169,644	168,854	103,902	70,715	513,115
Paved (km)	9,483	10,135	9,647	6,609	35,874
Ratio Paved (%)	(86.8)	(82.9)	(87.2)	(87.1)	(85.9)
Unpaved (km)	1,440	2,090	1,410	980	5,920
Under construction (%)	3,952	1,638	1,706	778	8,074
Total (km)	14,875	13,863	12,763	8,367	49,868
Density					
Existing (km/km^2)	0.064	0.072	0.106	0.107	0.081
Total (km/km^2)	0.088	0.082	0.123	0.118	0.097

2.4 ความเสียหายของถนน

ในประเทศไทยชนิดของอุบัติภัยทางธรรมชาติที่เป็นสาเหตุของความเสียหายต่อทางหลวงส่วนใหญ่ได้แก่ พายุดีเปรสชั่น ลมมรสุม และพายุไต้ฝุ่น ซึ่งทำให้เกิดฝนตกหนัก ความเสียหายต่อปีจากพ.ศ. 2519 ถึงพ.ศ. 2535 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4.1

ในการประเมินค่าความเสียหายของถนนนั้น จะใช้ช่วงเวลาที่การจราจรถูกกีดขวางเป็นตัวชี้ความถี่ และจำนวนวันที่การจราจรถูกกีดขวางเป็นรายภาค ได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 2.4.2

ตารางที่ 2.4.1 ความเสียหายของทางหลวงรายปี

Year	Northern Region			North-eastern Region			Central Region			Southern Region			Total		
	No. of Routes	Length (km.)	Cost (1,000 Baht)	No. of Routes	Length (km.)	Cost (1,000 Baht)	No. of Routes	Length (km.)	Cost (1,000 Baht)	No. of Routes	Length (km.)	Cost (1,000 Baht)	No. of Routes	Length (km.)	Cost (1,000 Baht)
1976	46	37	2,197	46	44	1,297	78	130	14,487	60	210	7,080	230	421	25,061
1977	57	87	2,869	77	123	5,563	29	36	1,203	66	229	8,960	229	475	18,595
1978	81	220	12,435	128	326	21,714	50	185	6,588	47	225	5,383	306	956	46,120
1979	39	99	4,164	99	375	26,963	84	210	6,404	48	96	8,157	270	780	45,688
1980	133	224	27,085	83	84	11,173	30	38	3,235	43	70	1,994	289	416	43,487
1981	106	172	21,781	94	102	7,600	127	299	30,486	36	35	1,076	363	608	60,943
1982	45	78	6,955	91	229	17,006	74	211	15,950	75	315	39,647	285	833	79,558
1983	21	17	4,432	44	30	3,797	63	208	40,007	30	34	1,958	158	289	50,194
1984	43	91	4,905	68	89	9,333	159	358	61,287	53	115	9,154	323	653	84,679
1985	30	21	11,781	32	26	5,322	36	51	16,903	60	199	25,309	158	297	59,315
1986	42	33	4,880	16	5	1,159	64	81	10,347	41	61	5,260	163	180	21,646
1987	71	43	9,654	35	19	3,467	62	58	3,675	50	76	9,943	218	196	26,739
1988	36	39	5,372	19	5	1,333	67	109	8,750	72	171	12,588	194	324	28,043
1989	31	89	10,282	20	12	1,786	87	198	15,590	132	705	157,331	270	1,004	184,989
1990	13	2	1,141	24	9	4,828	8	5	1,350	18	82	13,122	63	98	20,441
1991	87	464	63,583	67	100	26,762	51	73	38,889	12	22	17,582	217	659	146,816
1992	19	11	5,405	7	3	742	24	48	1,598	19	10	643	69	72	8,388
Total	900	1,727	198,921	950	1,581	149,845	1,093	2,298	276,749	862	2,655	325,187	3,805	8,261	950,702
Annual Average	53	102	11,701	56	93	8,814	64	135	16,279	51	156	19,129	224	486	55,924

ตารางที่ 2.4.2 จำนวนวันที่การจราจรถูกกีดขวาง

Northern Region			Northeastern Region			Central Region			Souteh Region			Total	
Days	requency	(%)	Days	requency	(%)	Days	requency	(%)	Days	requency	(%)	Frequency	(%)
0	185	(61)	0	155	(58)	0	428	(75)	0	199	(42)	967	(60)
1	24	(16)	1	35	(20)	1	26	(9)	1	68	(22)	256	(16)
2	26		2	17		2	22		2	38			
3	14		3	11		3	12		3	44			
4	12		4	8		4	8		4	32			
5	12	(17)	5	7	(15)	5	4		5	22			
6	5		6	4		6	7	(7)	6	17	(29)	267	(17)
7	1		7	5		7	1		7	7			
8	8		8	3		8	7		8	9			
			9	1		9	2		9	4			
10	2		10	3		10	6		10	13			
11	1		12	1		11	3		11	4			
12	3	(4)	13	1	(3)	12	6		12	2			
14	3		14	3		13	5		13	2			
15	2		19	1		14	3	(6)	14	3	(6)	84	(5)
16	1					15	5		15	2			
						16	3		16	2			
						17	1		18	1			
						18	1						
						19	1						
20	2		22	2		21	5		20	1			
26	1		23	1		22	3		21	2			
27	1	(2)	24	1	(4)	23	3		22	1	(1)	42	(2)
29	1		28	2		24	1		23	1			
31	1		32	1		25	1		26	1			
32	1		42	1		26	1	(3)					
			46	1		35	1						
			48	1		37	1						
						45	1						
						58	1						
						72	1						
Total	306	(100)		265	(100)		570	(100)		475	(100)	1,616	(100)

Remarks : 1983-1992 (except 1991)

บทที่ 3

การแยกประเภทความเสียหายของทางหลวง

บทที่ 3
การแยกประเภทความเสียหายของทางหลวง

ความเสียหายของทางหลวงได้แยกออกได้เป็น 4 ประเภท ตามบริเวณที่เกิดการเสียหาย หรือประเภทของวิบัติภัยที่เกิดขึ้น ดังนี้

I ความเสียหายต่อลาดดินตัด
II การพังทลายของสะพาน
III การพังทลายของคันทาง (ลาดดินถม)
IV น้ำท่วมทาง

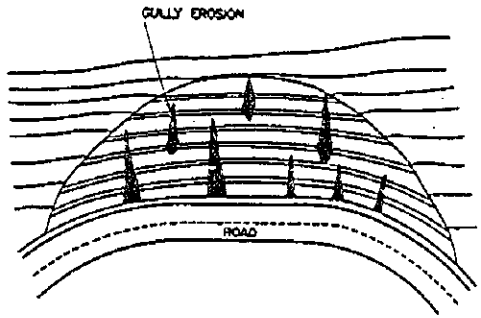
ประเภทของความเสียหายดังกล่าวข้างต้นได้สรุปไว้ในตารางที่ 3.1.1 และได้แยกประเภทย่อยออกได้อีก 12 ประเภท ตามชนิดของความเสียหายหรือการชำรุดที่เกิดขึ้น

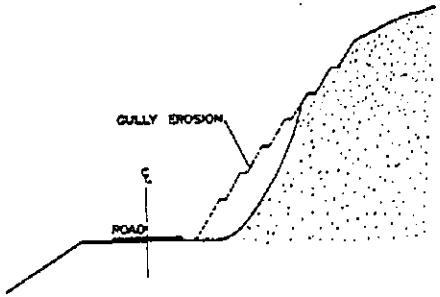
ตารางที่ 3.1.1 ประเภทย่อยของความเสียหาย

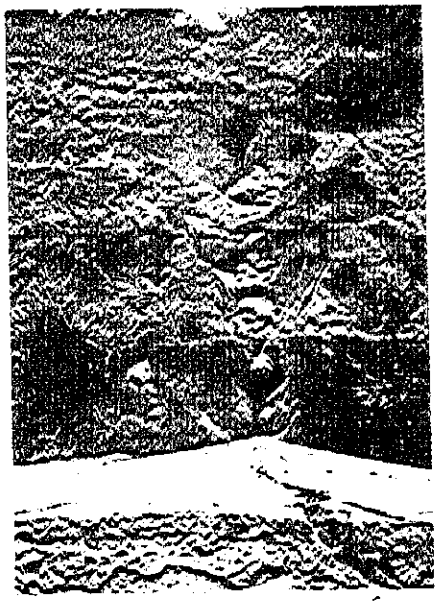
ประเภทของความเสียหาย	ประเภทย่อยของความเสียหายแต่ละชนิด
I ความเสียหายต่อลาดดินตัด	1 น้ำกัดเซาะลาดดินตัด 2 หินร่วง 3 การพังทลายของดิน/หิน
II การพังทลายของสะพาน	4 การเคลื่อนตัวของคาน 5 การชำรุดของตอม่อ 6 การชำรุดของตอม่อริมฝั่ง 7 การกัดเซาะถนนเชื่อม 8 น้ำไหลผ่านทาง 9 การกัดเซาะริมฝั่ง
III การพังทลายของลาดดินถม	10 การกัดเซาะลาดดินถมของคันทาง 11 การกัดเซาะไหล่ทาง
IV น้ำท่วมทาง	12 น้ำท่วมทาง

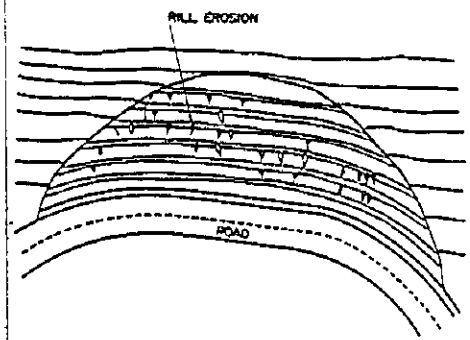
ตารางที่ 3.2 คำจำกัดความการเสียหายของ Slope (1)

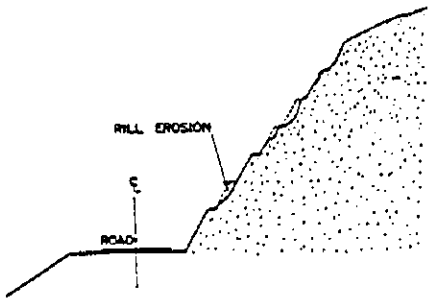
ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การกัดเซาะลาดดินตัด	– การกัดเซาะเกิดจากน้ำที่ไหลตามแนวลาดของดินตัด – การกัดเซาะ Slope โดยส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยสถานการณ์ต่อไปนี้ . ผิว Slope ถูกกัดเซาะในลักษณะเป็นแผ่น (Sheet Erosion) . กัดเซาะเป็นร่องเล็ก ๆ หลายร่อง (Rill Erosion) . กัดเซาะเป็นร่องลึก (Gully Erosion)	– การกัดเซาะ Slope เกิดจากน้ำผิวดิน หรือน้ำในดินกัดเซาะลาดดินตัด ผิว Slope ที่ไม่แน่นพอ





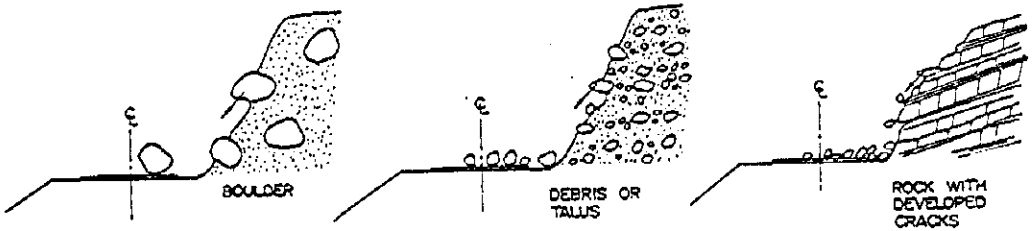


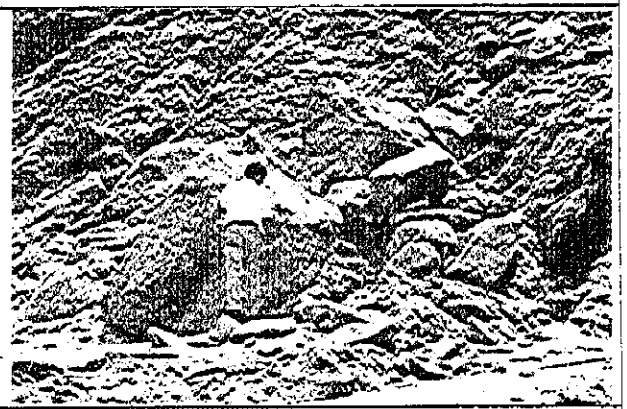




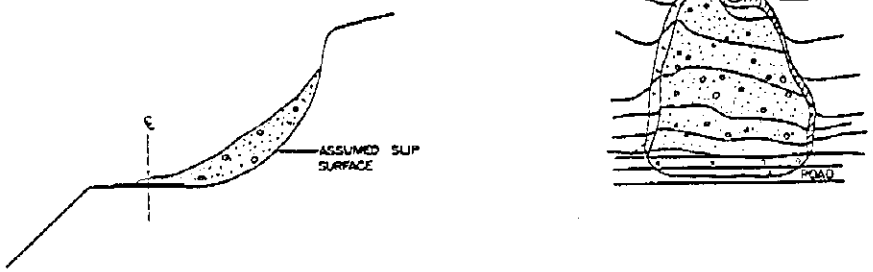
ตารางที่ 3.2 คำจำกัดความการเสียหายของ Slope (2)

ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
หินร่วง	– การเคลื่อนตัวของลาดดินดัดที่มีหินยึดหรือยังอยู่ – การร่วงของหินจาก Slope ซึ่งหินรองรับมีรอยแตก รอยต่อ – การร่วงของหินที่เกิดจากการกัดเซาะยิว Slope ที่ประกอบด้วยดินโคลนหรือกรวด	– หินขาดความสมดุลย์ และร่วงเนื่องจากการกัดเซาะของดิน เนื่องจากน้ำบ่าหรือน้ำซับ – หินขาดความสมดุลย์และร่วงเนื่องจากเกิดรอยแตกในหิน อันเนื่องมาจากน้ำหรือน้ำซึม

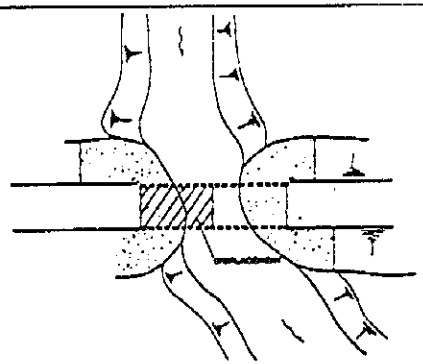
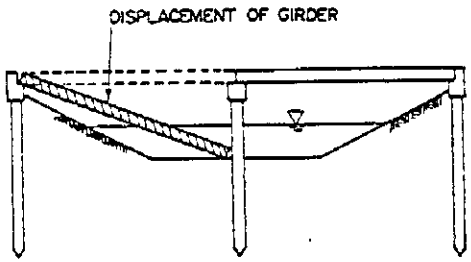


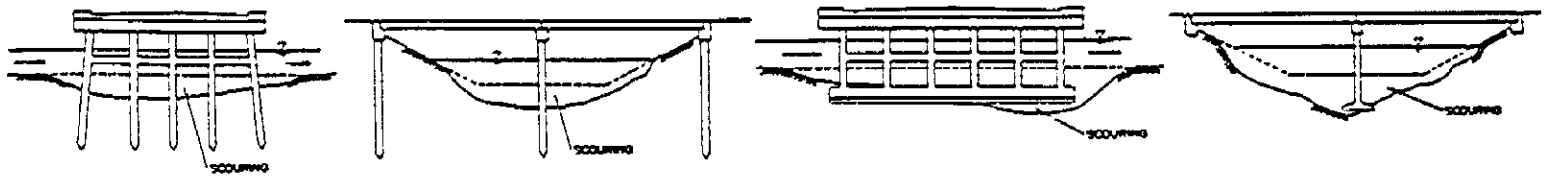


ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การพังทลายของดิน/หิน	– การเคลื่อนที่ของดิน/หินที่ถล่มเนื่องจากแรงโน้มถ่วง	– การพังทลายที่มีผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลกมากเกินกว่าแรงต้าน – การยึดตัวของดินลดลงเนื่องจากแรงดันของน้ำใต้ดิน ซึ่งทำให้แรงต้านลดลง



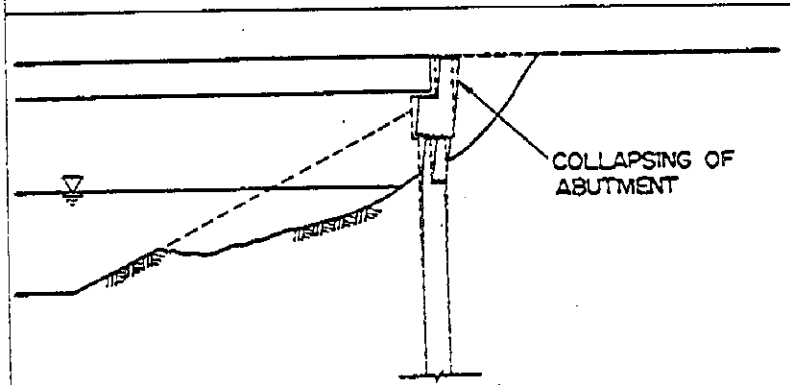
ตารางที่ 3.3 คำจำกัดความของการพังทลายของสะพาน (1)

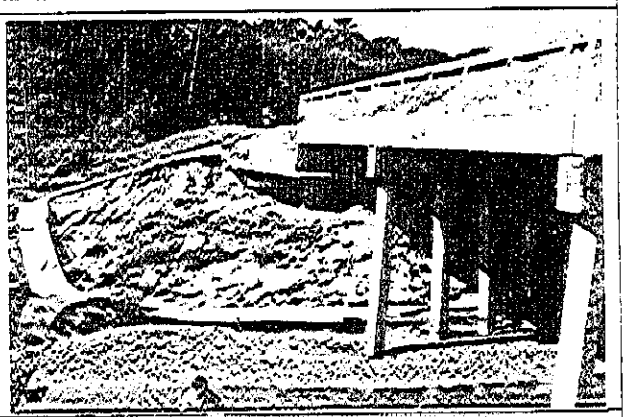
ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การเคลื่อนตัวของคาน	– คานหลุดจากส่วนบนของโครงสร้างที่รองรับอยู่เนื่องจากขาดส่วนที่หนุนอยู่ – การเคลื่อนตัวตามขวางของคานบริเวณส่วนบนของโครงสร้างรอง – การแตกหักของคาน	– การเคลื่อนตัวของคานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการพังทลาย การเอียง การทรุดตัว และ/หรือการเคลื่อนตัวของตอม่อ และ/หรือตอม่อริมปั่ง – การเคลื่อนตัวตามขวางของฉนน เนื่องจากแรงกระทำตามขวางเนื่องจากน้ำ ดิน ทราย การไหลของโคลน หรือท่อนไม้ที่ลอยมาตามน้ำ
		

ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การพังทลายของตอม่อ	– การเอียง และการทรุดตัวของตอม่อ – เสาตอม่อหัก	– การเอียงของตอม่อและการแตกหักของเสาตอม่อ เนื่องจากแรงกระทำตามขวางที่มีผลมาจากกระแสน้ำ ดิน ทราย หรือโคลนไหลหรือท่อนไม้ที่ลอยมาตามน้ำ – การกัดเซาะของฐานรากซึ่งมีผลจากการทรุดตัวในแนวตั้งของตอม่อ เนื่องจากขาดแรงเสียดสีด้านข้าง (Side Friction) ของเสาเข็ม
		

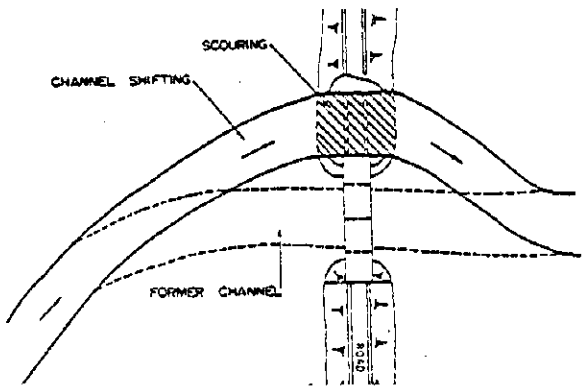
ตารางที่ 3.3 คำจำกัดความของการพังทลายของสะพาน (2)

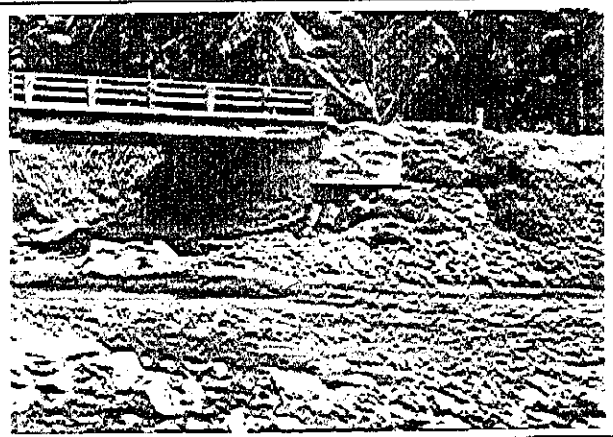
ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การพังทลายของตอม่อคอดิน	– การพังทลาย การเอียงตัว การทรุดตัว และการเลื่อนตัวของตอม่อคอดิน – รวมถึงการพังทลายของงานฉมของตอม่อคอดินด้วย	– การพังทลาย การเอียงตัว และการเคลื่อนตัวของตอม่อริมฝั่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากขาดแรงต้านตามแขวาง ทั้งนี้ เนื่องจากการกัดเซาะของบริเวณงานฉมของตอม่อคอดิน – การทรุดตัวของตอม่อริมฝั่งที่เกิดจากขาดประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักของฐานราก ทั้งนี้ เนื่องจากการกัดเซาะ



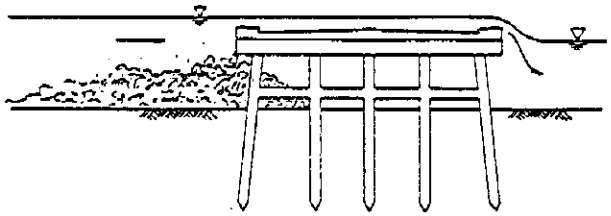


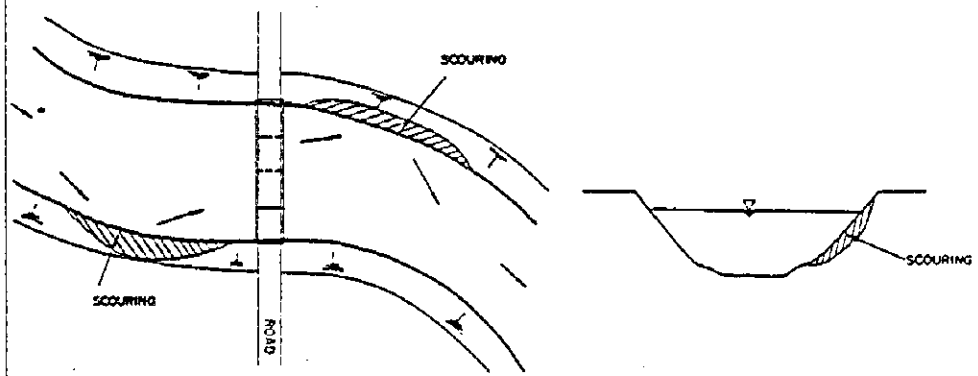
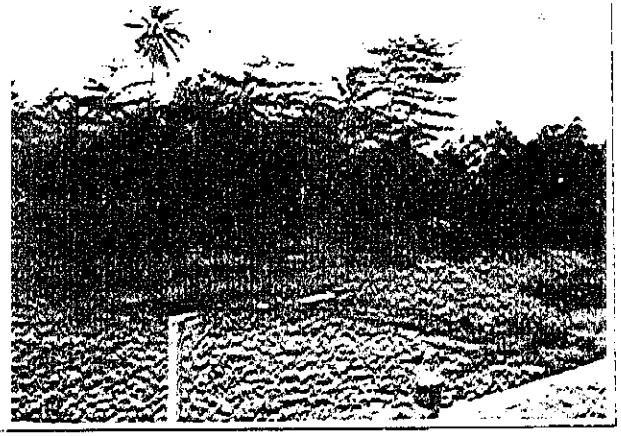
ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การกัดเซาะถนนเชื่อม	– การกัดเซาะบางส่วนถึงทั้งหมดที่มีต่อถนนเชื่อม	– การปะทะของกระแสน้ำต่อถนนเชื่อม เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนร่องน้ำ





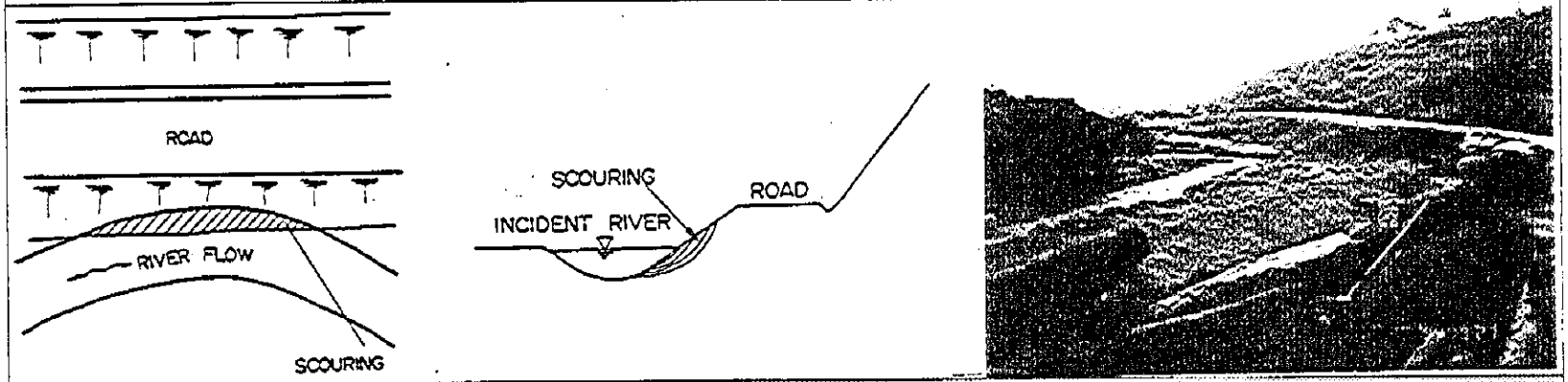
ตารางที่ 3.3 คำจำกัดความของการพังทลายของสะพาน (3)

ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
น้ำไหลผ่านสะพาน	– ระดับน้ำในแม่น้ำสูงเกินพื้นสะพาน แต่ไม่ทำความเสียหายต่อสะพาน	– ระดับของคานสะพานไม่สูงเพียงพอ – มีสิ่งกีดขวางบริเวณเหนือน้ำใกล้ ๆ กับสะพาน
		

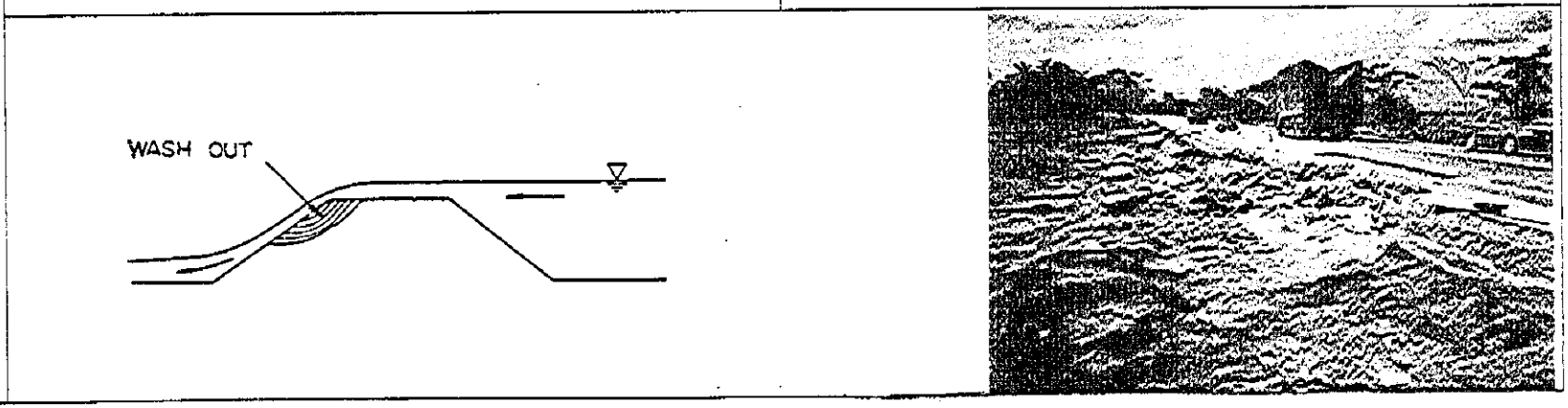
ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การกัดเซาะริมฝั่ง	– การกัดเซาะบางส่วนถึงการพังทลายทั้งหมด	– การกัดเซาะเนื่องจากกระแสน้ำไหลเชี่ยว โดยเฉพาะในบริเวณโค้งน้ำที่มีแนวโน้มในการกัดเซาะเนื่องจากแรงเฉื่อยของกระแสน้ำ
	 	

ตารางที่ 3.4 คำจำกัดความของการพังทลายของคันทาง

ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การกัดเซาะลาดดินถมคันทาง	– กัดเซาะบางส่วน มิงการพังทลายของคันทางทั้งหมด	– กระแสน้ำไหลบ่าขนานไปกับคันทาง – ในขณะน้ำท่วมบริเวณใกล้กับร่องระบายน้ำมีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายเนื่องจากกระแสน้ำไหลบ่า

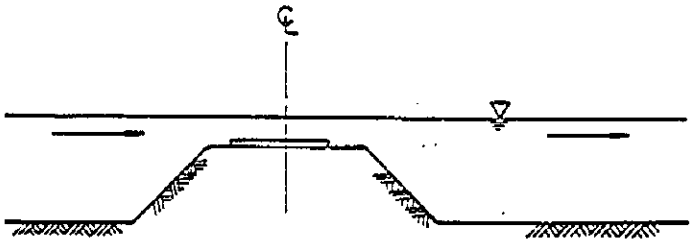


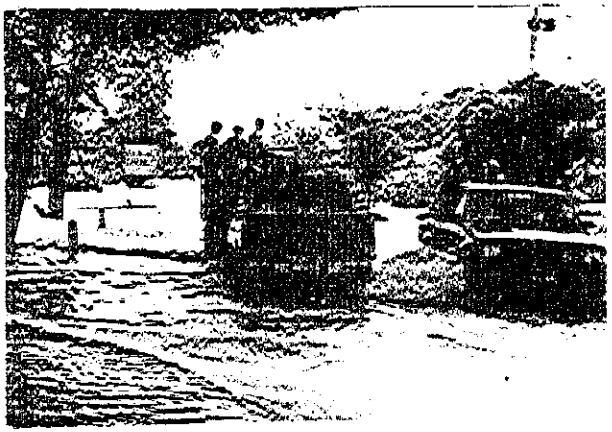
ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
การพัดพาไหล่ทาง	– การกัดเซาะไหล่ทางบริเวณด้านใต้น้ำ	– เมื่อมีกระแสน้ำไหลผ่านคันทาง คันทางบริเวณด้านใต้น้ำจะมีกระแสน้ำไหลเร็วที่สุด ดังนั้น จึงเป็นจุดที่อาจเกิดความเสียหายได้มากที่สุด



ตารางที่ 3.5 คำจำกัดความของน้ำท่วมทาง

ชนิดของความเสียหาย	คำจำกัดความ	สาเหตุ
น้ำท่วม	– ยิวทางจมน้ำ แต่ไม่มีความเสียหายต่อคันทาง	– ความสูงระดับผิวทางไม่เหมาะสม





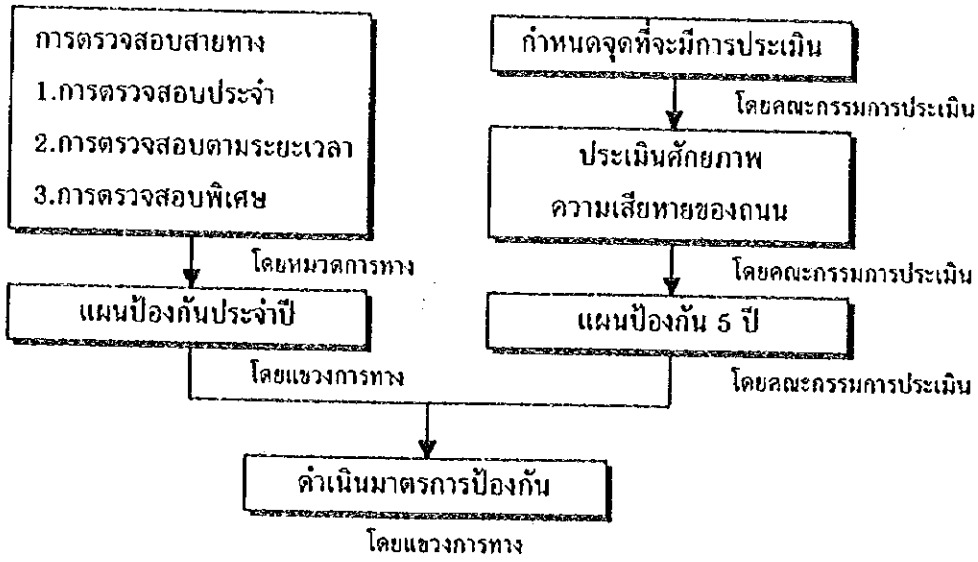
ส่วนที่ 1

คู่มือการป้องกันความเสียหายของทางหลวง

ส่วนที่ 1 คู่มือการป้องกันการเสียหายของทางหลวง

คู่มือนี้จะได้อธิบายการดำเนินการตรวจสอบสายทาง ประเมินศักยภาพความเสียหายของทางหลวง และการดำเนินมาตรการป้องกันความเสียหายของทางหลวงเดิม

การป้องกันการเสียหายของทางหลวงนั้นจะต้องดำเนินการพร้อมกันไป 2 ประเภท ดังได้แสดงในภาพประกอบที่ P1 ประเภทแรกขึ้นอยู่กับผลการตรวจสอบสายทาง และประเภทที่สองขึ้นอยู่กับผลการประเมินศักยภาพในการเกิดความเสียหาย



ภาพประกอบที่ P1 แผนภูมิการป้องกันความเสียหายของถนน

ทั้งนี้ ข้อแนะนำบางประการในการวางแผน/การออกแบบเพื่อป้องกันการเสียหายได้กล่าวไว้ในบทที่ 7 ด้วยแล้ว

บทที่ 4

การประเมินศักยภาพความเสียหายของทางหลวง

บทที่ 4
การประเมินศักยภาพความเสียหายของทางหลวง

ในประเทศไทยนั้นสามารถกล่าวได้ว่าความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างการเสียหายของทางหลวงกับลักษณะทางด้านภูมิประเทศและภูมิอากาศของแต่ละภาค แต่สภาพความเสียหายในแต่ละจุดจะขึ้นอยู่กับชนิดของลาดดินตัดหรือดินถม ความชัน สภาพทางธรณีวิทยาของลาดดินตัดและดินถม และการป้องกันผิวหน้าลาดดินตัดและดินถม

ในที่นี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดจุดที่มีแนวโน้มที่จะเกิดการเสียหาย และประเมินศักยภาพ ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำฝนรายปีจะไม่มากนัก หรือสภาพทางธรณีวิทยาค่อนข้างจะคงที่ก็ตาม

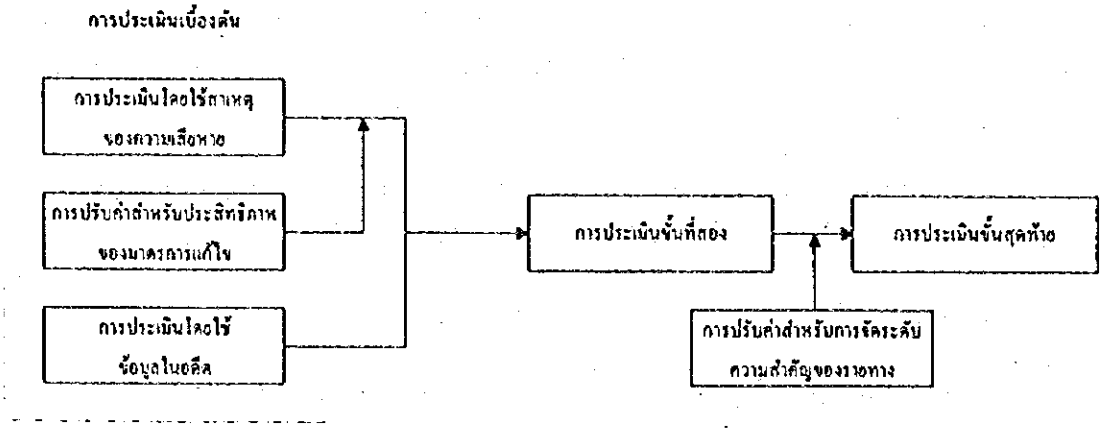
จุดที่จะทำการประเมินนั้นจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- จุดที่กรมทางหลวงได้พิจารณาแล้วว่ามีอันตรายตามที่ได้มีการตรวจสอบประจำ
- ความเสียหายต่อคน และต่อสภาพทางกายภาพอย่างรุนแรงจะเกิดขึ้นหากจุดดังกล่าวมีความเสียหายเกิดขึ้น
- ผลกระทบอย่างแรงต่อสภาพสังคมและเศรษฐกิจหากเกิดความเสียหายขึ้น
- ไม่มีแนวทางอื่นทดแทน
- งานซ่อมแซมดำเนินการได้ยาก หากเกิดความเสียหาย

การประเมินจะต้องดำเนินการทุก ๆ 5 ปี โดยสมาชิกของคณะกรรมการประเมิน คณะกรรมการดังกล่าวจะต้องประกอบไปด้วยข้าราชการกรมทางหลวง และผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัย

ความเสียหายต่อทางหลวงในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงนั้นสามารถแยกออกได้เป็น 6 ประเภท วิธีการประเมินในแต่ละประเภทได้แนะนำไว้ในคู่มือป้องกันนี้แล้ว

ศักยภาพความเสียหายสามารถประเมินได้ตามขั้นตอน 3 ประการดังนี้ : การประเมินเบื้องต้นซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยพื้นฐานและข้อมูลที่บันทึกไว้ในอดีต, การประเมินขั้นที่สองจะเป็นการจัดการผลการประเมินที่ได้รับจากขั้นตอนแรก, การประเมินขั้นสุดท้ายจะเป็นการรวมผลการประเมินจากขั้นที่หนึ่ง และขั้นที่สองพร้อมทั้งการปรับ ระบบการประเมินทั้งหมดได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 4.1



ภาพประกอบที่ 4.1 แผนภูมิในการประเมินศักยภาพความเสียหาย

หัวข้อที่จะนำมาพิจารณาในการประเมินศักยภาพความเสียหายสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การประเมินเบื้องต้น

การประเมินเบื้องต้นประกอบไปด้วยการประเมินโดยใช้สาเหตุความเสียหาย การประเมินโดยใช้ข้อมูลในอดีต การประเมินโดยใช้การคำนวณ (หากจำเป็น) และการปรับค่าสำหรับประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไข

การประเมินโดยใช้สาเหตุของความเสียหายจะใช้ปัจจัยดังต่อไปนี้

- สภาพทางธรณีวิทยาของจุดที่ประเมิน
- สภาพภูมิประเทศ
- สภาพความเสียหายที่เกิด (เหตุบ่งชี้ความเสียหายหรือการพังทลาย มาตรฐานการออกแบบที่ไม่สอดคล้องกัน หรืออื่น ๆ)

การประเมินโดยใช้ข้อมูลในอดีตจะใช้ปัจจัยดังต่อไปนี้

- ความถี่ในการเกิดความเสียหาย
- ขนาดของความเสียหาย

การปรับค่าสำหรับประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไขจะพิจารณาปัจจัยดังต่อไปนี้

- มาตรการแก้ไขที่ใช้อยู่
- ประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไข

2. การประเมินขั้นที่สอง

บทบาทของการประเมินขั้นที่สองนั้น จะเป็นการจัดการประเมินเบื้องต้น และประกอบไปด้วยหลายหัวข้อ

3. การประเมินขั้นสุดท้าย

การประเมินศักยภาพความเสียหายขั้นสุดท้ายจะประเมินโดยการปรับจากการประเมินขั้นที่สองในเรื่องที่เกี่ยวกับการจัดระดับความสำคัญของสายทางที่เกี่ยวข้อง ในการจัดระดับความสำคัญของสายทางนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพการจราจร นั่นคือปริมาณการจราจรและทางเลี่ยงที่เหมาะสม

แบบการประเมินศักยภาพของความเสียหายแยกได้เป็น 6 ชนิด ตามประเภทของความเสียหาย

การกัดเซาะ Slope งานตัด ..... ตารางที่ 4.1
หินร่วง ..... ตารางที่ 4.2
การพังทลายของดิน/หิน ..... ตารางที่ 4.3
ตอม่อริมฝั่ง ตอม่อ และถนนเชื่อม ..... ตารางที่ 4.4
คันทาง ..... ตารางที่ 4.5
น้ำท่วมทาง ..... ตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.1 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน

— การกัดเซาะบริเวณความลาดของดินตัด —

หัวข้อทั่วไป	ปัจจัย		หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักหัวข้อการประเมิน	คะแนน
ดิน และธรณีวิทยา	ดินมีแนวโน้มว่าจะพังทลาย	– ดินที่มีแนวโน้มจะถูกกัดเซาะ – ดินที่เกิดการก่อนตัวง่ายเมื่อดูดซึมน้ำ – อื่น ๆ	– จำนวนมาก – มีอยู่บ้าง – ไม่มี	(20) 20 10 0	
	หินมีแนวโน้มว่าจะพังทลาย	– หินที่มีรอยแตก และชั้นที่มีความอ่อนจำนวนมาก – หินทุ – หินที่มีการชะล้างได้รวดเร็ว	– จำนวนมาก – มีอยู่บ้าง – ไม่มี	(10) 10 5 0	
สภาพของความลาด	ร่องระบายน้ำผิวดิน		– ไม่มี – มีเพียงเล็กน้อย	(15) 15 5 0	
	หญ้า		– ไม่มีหญ้าปกคลุม – มีหญ้าอยู่บ้าง – มีหญ้าปกคลุม	(15) 15 8 0	
รูปของความลาด	ความสูงของความลาด	ดิน	– H > 30 ม. – 30 > H ≥ 15 – 15 ≤ H	(15) 15 8 0	
		หิน	– H > 50 ม. – 50 > H ≥ 30 – 30 > H	(5) 5 3 0	
การกัดเซาะ	– เล็กน้อย – การพังทลายของ Berm – มีน้ำไหลบนผิวของความลาด		– เกิดขึ้น : ชัดเจนและมาก – เกิดขึ้น : ไม่ชัดเจน – ไม่มี	(20) 20 10 0	
คะแนนรวม				(100)	(A)

หมายเหตุ : คะแนนสูงแสดงถึงมีโอกาสมากขึ้นที่ถนนจะเกิดการเสียหาย

(A)

การปรับค่าสำหรับประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไข

ประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไขสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกเดิม	การปรับค่า (α)	คะแนน
มีผลสูง	0	
มีผลน้อย	20	
มีผลในพื้นที่จำกัด	10	
ไม่มีมาตรการแก้ไข	0	
	[A + α] (B)	

การปรับค่าสำหรับระดับความสำคัญของช่วงถนน

ระดับความสำคัญ (ปริมาณการจราจร ..... ADT)	น้ำหนัก (β)	คะแนน
– ADT $\geq$ 2,000 – ADT $\geq$ 1,000 : บริเวณที่ไม่มีทางอ้อม	+10	
– ADT $\geq$ 1,000 – ADT $\geq$ 500 : บริเวณที่ไม่มีทางอ้อม	+5	
– อื่น ๆ	0	

การประเมินขั้นสุดท้าย

คะแนนรวม	ระดับ	
(B + β)	1 80 $\leq$	
	2 60 – 79	
	3 60 >	
	4 ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการแก้ไข	

ตารางที่ 4.2 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน

– พินร่วง –

หัวข้อทั่วไป	ปัจจัย		หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักหัวข้อการประเมิน	คะแนน
ดิน และธรณีวิทยา	ดินมีแนวโน้มว่าจะพังทลาย	– ดินอ่อนต่อการกัดเซาะ – ดินอ่อนตัวเมื่อมีปริมาณน้ำมาก – อื่น ๆ	– จำนวนมาก – มีอยู่บ้าง – ไม่มี	(14) 14 7 0	
	หินมีแนวโน้มว่าจะพังทลาย	– ความหนาแน่นของรอยแตกและชั้นดินที่มีความอ่อนสูง – หินผุง่ายต่อการพังทลาย – หินที่มีการชะล้างอย่างรวดเร็ว, อื่น ๆ	– จำนวนมาก – มีอยู่บ้าง – ไม่มี	(23) 23 12 0	
สภาพอุทกวิทยา	ดินระดับบนสุด, ดินไม่แน่นและน้ำเซาะ		– ไม่มีเสถียรภาพ – มีเสถียรภาพบ้าง – มีเสถียรภาพ	(13) 13 6 0	
	น้ำซึม		– มี – ซึม – ไม่มี	(8) 8 4 0	
	หญ้า		– ไม่มีหญ้าปกคลุม – หญ้าและหิวเตียนโล่ง – หญ้าและโครงสร้าง – มีโครงสร้าง	(5) 5 4 2 0	
รูปร่าง	ความลาด (I) และความสูง (H)	ดิน	– H > 30 ม. – H ≥ 30 ม., I > มาตรฐาน – I ≤ มาตรฐาน, 15 ≤ H < 30 – I ≤ มาตรฐาน, H < 15	(20) 20 15 10 5	
		หิน	– H > 50 ม. – 50 > H ≥ 30 – 30 > H ≥ 15 – 15 > H	20 18 15 10	
สัญญาณว่าจะเกิดการเปลี่ยนรูป	การกระเทาะ, หินเลื่อร่วง, เกิดร่องน้ำ, การพัดพา, การยุบตัว, Slope มีการพองตัว, อื่น ๆ		– เกิดขึ้น : สาเหตุแน่ชัดและจำนวนมาก – เกิดขึ้น : สาเหตุไม่แน่ชัด – ไม่มี	(17) 17 8 0	
คะแนนรวม				(100)	(A)

หมายเหตุ : คะแนนสูงแสดงถึงมีโอกาสมากขึ้นที่ถนนจะเกิดการเสียหาย

(A)

ค่าปรับสำหรับประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไข

ประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไขสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวก	ค่าปรับ (α)	คะแนน
มีประสิทธิภาพเพียงพอในการคาดการณ์หินร่วง	0	
มีประสิทธิภาพในการคาดการณ์หินร่วงแต่ไม่ทั้งหมด	–20	
มีประสิทธิภาพในการคาดการณ์หินร่วงบางชนิด	–10	
ไม่มีมาตรการแก้ไข	0	
	[A + α] (B)	

ความถี่และระดับความเสียหาย	น้ำหนักข้อย่อย	คะแนน
ทิศทางการจราจรเลือบทันทีหลังจากทำงานซ่อมแซมแล้ว	100	
ไม่ถึงขั้นการจราจร แต่มีประวัติว่าหินใหญ่ร่วงแข็งสู่ถนน	70	
มีประวัติหินร่วงเล็กน้อย	50	
* ถ้าไม่มีหินร่วงเกือบทันทีหลังจากงานซ่อมแซมการประเมินไม่จำเป็นต้องดำเนินการ		
	(C)	

เลือกค่าที่สูงสุดจาก B และ C

(D)

ค่าปรับสำหรับระดับความสำคัญในแต่ละช่วงถนน

ระดับความสำคัญ (ปริมาณการจราจร ..... ADT)	น้ำหนัก (β)	คะแนน
– ADT ≥ 2,000 – ADT ≥ 1,000 : ช่วงที่ไม่มีทางข้อม	+10	
– ADT ≥ 1,000 – ADT ≥ 500 : ช่วงที่ไม่มีทางข้อม	+5	
– อื่นๆ	0	

การประเมินขั้นสุดท้าย

คะแนนรวม	ระดับ	
(D + β)	1	80 ≤
	2	60 – 79
	3	40 – 59
	4	40 >

ตารางที่ 4.3 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน

-- การพังทลายของดิน --

การประเมินโดยปัจจัยขั้นต้น

หัวข้อ	หัวข้อการประเมิน		น้ำหนักหัวข้อการประเมิน		คะแนน
สภาพธรณีวิทยา บริเวณดิน/หินผิด	รอยแตก		(55)	18	
	เขตที่มีผลกระทบจากภูเขาไฟ			18	
	การจมตัวของ Slope			14	
	การจมตัวของหลัง Slope พร้อมทั้งมีรอยแตก			7	
	พันธนาคารหยู่ (โครงสร้างแบบ Intrusive, Capped)			5	
	อื่น ๆ			0	
ระบบหิน	Mesozoic/Palezoic		(10)	10	
	Tertiary (หินดินดาน)			10	
	Quaternary (หินดินดาน)			5	
	อื่น ๆ (หินภูเขาไฟ, หินอัคนี, อื่น ๆ)			0	
น้ำบุด	มี		(10)	10	
	ไม่มี			0	
ความลาด ของรอยตัด	ความลาด (I) ความสูง (H)	$H \geq 20$ m & $I \geq 30^{\circ}$, $20 > H \geq 10$ m & $I \geq 45^{\circ}$	(25)	25	
		$20 > H \geq 10$ m & $45^{\circ} > I \geq 20^{\circ}$, $H \geq 20^{\circ}$ & $30 > I \geq 20^{\circ}$		10	
		อื่น ๆ		0	
ดินคันทาง	ความลาด (I) ความสูง (H)	$H \geq 15$ m & $I \geq 35^{\circ}$		25	
		$15 > H \geq 5$ m & $45^{\circ} > I \geq 20^{\circ}$, $H \geq 20^{\circ}$ & $35 > I \geq 25^{\circ}$		10	
		อื่น ๆ		0	
คะแนนรวม			(100)		(A)

การประเมินโดยการคำนวณค่าเสถียรภาพ

ค่าความปลอดภัยได้จากการคำนวณ			น้ำหนักหัวข้อการประเมิน		คะแนน
ไม่มีเสถียรภาพอย่างมาก	:	$F < 1.0$	(90)	90	(B)
ปานกลาง	:	$1.0 F < 1.05$		60	
มีเสถียรภาพ	:	$1.05 \leq F$		0	

การประเมินโดยการตรวจสอบกับประวัติการเกิดการพังทลายของดิน

หัวข้อทั่วไป	หัวข้อประเมิน		น้ำหนักหัวข้อการประเมิน		คะแนน
ประวัติการเกิด การพังทลาย	บันทึกข้อมูลทางด้านภูมิลักษณ์ในอดีต (หากไม่มีการพังทลายของดินเกิดขึ้นหลังจากงานซ่อมแซม เลือก "ไม่มี")	เกิดขึ้น	(50)	50	
		ไม่มี		0	
มีเหตุบอกว่าจะเกิดการพังทลาย	รอยแตก, การทรุดตัวบริเวณความลาดคันทางและบ่าทาง การเปลี่ยนรูปของโครงสร้างในการป้องกันความลาดคันทาง (หากเคยมีการซ่อมแซมเลือก "ไม่มี")	มาก	(50)	50	
		เล็กน้อย		30	
		ไม่มี		0	
คะแนนรวม			(100)		(C)

หมายเหตุ : คะแนนสูงแสดงถึงมีโอกาสมากขึ้นที่ถนนจะเกิดความเสียหาย

– การพังทลายของดิน –

การประเมินแผลเรียบภาพโดยใช้ปัจจัยทุติยภูมิ (Secondary Factors)

การประเมินโดยใช้ปัจจัยหลัก	(A)
การประเมินโดยใช้การคำนวณค่าแผลเรียบภาพ	(B)
การประเมินโดยใช้ข้อมูลในอดีต	(C)
เลือกค่าที่สูงที่สุดจาก A, B หรือ C	(D)

(D) = Max. (A, B, C)

การปรับค่าสำหรับการจัดระดับชั้นของแต่ละช่วงของถนน

ระดับความสำคัญ (ปริมาณการจราจร ADT)	น้ำหนัก (β)	คะแนน
– ADT $\geq$ 2,000 – ADT $\geq$ 1,000 : บริเวณที่ไม่มีทาง	+10	
– ADT $\geq$ 1,000 – ADT $\geq$ 500 : บริเวณที่ไม่มีทาง	+5	
– อื่น ๆ	0	

การประเมินขั้นสุดท้าย

คะแนนรวม	ระดับ		
(D + β)	1	80 $\leq$	
	2	60 – 79	
	3	60 >	
	4	Countermeasure unnecessary	

ตารางที่ 4.4 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน

– ฐานรากคอดิน, ตอม่อ และถนนเชื่อม –

การประเมินโดยปัจจัยชั้นต้น

หัวข้อทั่วไป	ปัจจัย	หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักหัวข้อการประเมิน	คะแนน
สภาพและรูปร่างของแม่น้ำ	ความชันของท้องแม่น้ำ : มากกว่า 1/250 (น้ำเชี่ยว)	ใช่ ไม่ใช่	(60) 10 0	
	สะพานตั้งอยู่บริเวณโค้งน้ำ	ใช่ ไม่ใช่	10 0	
	ตอม่อตั้งอยู่ในบริเวณน้ำวน ซึ่งทำให้เกิดแอ่งลึก	ใช่ ไม่ใช่	10 0	
	ความกว้างของแม่น้ำบริเวณสะพานแคบกว่าบริเวณอื่น, ตอม่อตั้งอยู่บริเวณช่องน้ำที่มีการไหลเร็ว	ใช่ ไม่ใช่	15 0	
	สะพานอยู่บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง	ใช่ ไม่ใช่	10 0	
โครงสร้างสะพาน	เสาเข็มปิดตัวหรือตอม่อถูกน้ำพัด	ใช่ ไม่ใช่	(30) 20 0	
	River Flow Blockade Ratio	มากกว่า 7% 5–7% น้อยกว่า 5%	4 2 0	
	ความยาวช่วงสะพาน		3 0	
	ระยะห่าง		3 0	
ประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไข	ความลึกของท้องน้ำ	> 4 ม. 2 – 4 ม. 0 – 2 ม. ต้น	(–30) –20 –10 0 10	
	ประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไขการพัดพา — ฐานรากได้รับการแก้ไข การป้องกันฐานรากต่อเนื่อง ไม่ต่อเนื่องหรือบางครั้ง ไม่มี		(–30) –30 –20 –10 0	
คะแนนรวม			(100)	(A)

หมายเหตุ : คะแนนสูงแสดงถึงมีโอกาสมากขึ้นที่ถนนจะเกิดความเสียหาย

– ฐานรากคอดิน, ตอม่อ และถนนเชื่อม –

การประเมินโดยใช้สัญญาณที่แสดงถึงการชำรุด

หัวข้อทั่วไป	สัญญาณแสดงการชำรุด	หัวข้อย่อย		น้ำหนักหัวข้อในการประเมิน	คะแนน
การพัดพา	การพัดพาหรือทำให้โครงสร้างฐานรากโผล่ออกมา (ตอม่อ)	ฐานรากแผ่	การเกิด : ไม่มีหินรองกันหลุมที่จะรับน้ำหนักฐานราก, ฐานรากโผล่ออกมา	(100) 100	
			การเกิด : ไม่มีหินรองกันหลุมที่จะรับน้ำหนักฐานราก, ฐานรากไม่โผล่ออกมา	60	
			การเกิด : หลุมลึก < 1 ม. เมื่อเปรียบเทียบกับท้องน้ำบริเวณใกล้เคียง	30	
			การเกิด : ฐานรากรองรับโดยหินรองกันหลุม หรือการพัดพาไม่เกิดต่อไป	10	
			ไม่มี	0	
		ฐานรากเสาเข็ม	การเกิด : เกิดการสึกกร่อนภายใต้ฐานราก	(70) 70	
			การเกิด : มีการสึกกร่อนน้อยกว่าข้างบน	40	
			การเกิด : การสึกกร่อนมีความลึก < 1 ม. เมื่อเปรียบเทียบกับท้องน้ำใกล้เคียง	20	
			ไม่มี	0	
รอยต่อระหว่างสะพานและฝั่งแม่น้ำ	ฝั่งแม่น้ำ หรือพื้นดินเปลี่ยนรูป (ตอม่อ, คอดิน, ฯลฯ)	การเกิด : ทรุดตัว เกิดรอยแตก เปลี่ยนรูป หรือการพัดพา		(80) 80	
		การเกิด : ไม่รุนแรง		50	
		การเกิด : เล็กน้อย		30	
		ไม่มี		0	
คะแนนรวม					(C)

หมายเหตุ : คะแนนสูงแสดงถึงมีโอกาสมากขึ้นที่ถนนจะเกิดความเสียหาย

(A)

ค่าปรับโดยความถี่ของการเกิด

ความถี่ของการเกิด	ค่าปรับ (α)	คะแนน
น้อยกว่า 60 ซม. ของระยะห่างบริเวณใต้คานทุกปี	+10	
น้อยกว่า 60 ซม. ของระยะห่างบริเวณใต้คานทุก ๆ 10 ปี	+5	
ระยะห่างมากกว่าทั้งสองข้างต้น	0	
	$\{A + \alpha\}$ (B)	

(C)

เลือกค่าสูงสุดจาก B หรือ C

(D)

ค่าปรับสำหรับระดับความสำคัญของฉนวน

ระดับความสำคัญ (ปริมาณการจราจร ..... ADT)	น้ำหนัก (β)	คะแนน
– ADT $\geq$ 2,000 – ADT $\geq$ 1,000 : บริเวณไม่มีทางอ้อม	+10	
– ADT $\geq$ 1,000 – ADT $\geq$ 500 : บริเวณไม่มีทางอ้อม	+5	
อื่น ๆ	0	

คะแนน	ระดับ		
(D + β)	1	80 $\leq$	
	2	60 – 79	
	3	45 – 59	
	4	45 >	

ตารางที่ 4.5 การประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน

– ตันทาง –

หัวข้อทั่วไป	หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักในการประเมิน					คะแนน
		ดินดัด/ กม.	<ตันทาง> ขนานไปกับลำน้ำ	<ตันทาง> บนพื้นลาดเขิง	<ตันทาง> บนพื้นราบ	คะแนนสูงสุดของแต่ละประเภท	
การเปลี่ยนรูป	เกิดรอยแตกในโครงสร้าง	15	15	15	15	(15)	
	Slope ด้านล่างถูกน้ำพัดพา	15	15	15	15		
	มีรอยซ่อมแซมค่อนข้างมาก	10	10	10	10		
	Slope ชำรุด	5	5	5	5		
	ไม่มี	0	0	0	0		
ชั้นฐานราก	การพังทลายของดิน, เหมือน	10	10	10	10	(10)	
	ชั้นดินอ่อน	5	5	5	5		
	แตก	5	5	5	5		
	มีเสถียรภาพ	0	0	0	0		
วัสดุตันทาง	ดินร่วน	5	5	5	5	(5)	
	ดินเหนียว	0	0	0	0		
	ดินปนกรวด	0	0	0	0		
	ไม่ทราบ	5	5	5	5		
ผลกระทบของน้ำใต้ดิน และน้ำผิวดิน	การหรุดตัวของพื้น Slope	30	30	30	30	(30)	
	ร่องรอยน้ำไหลบริเวณดินตันทาง	30	30	30	30		
	น้ำซุด	10	10	20	10		
	บริเวณข้างเคียงเปียก และ	–	10	10	10		
	ไม่มีร่องระบายน้ำบริเวณ Slope	–	–	10	–		
	ไม่มี	0	0	0	0		
สภาพแม่น้ำ – สถานการณ์ที่เกิดขึ้น	มีตะกอน และไม้ในลำน้ำ	15	15	–	–	(15)	
	เกิดการพังทลายของดินบริเวณเหนือน้ำ	10	10	–	–		
	การกัดเซาะของร่องน้ำ	10	10	–	–		
	ร่องระบายน้ำชำรุด	10	10	–	–		
	ไม่มี	0	0	–	–		
สภาพแม่น้ำ – ช่องระบายน้ำ	เส้นผ่าศูนย์กลาง < 100 ซม.	15	15	–	–	(15)	
	การควบคุมปริมาณน้ำที่ออกจากช่องระบายน้ำไม่เหมาะสม	15	15	–	–		
	การอุดตันของพื้นที่หน้าตัดเนื่องจากท่อฯ, ไม่มีการก่อสร้างช่องระบายน้ำ	15	15	–	–		
	150 ซม. > เส้นผ่าศูนย์กลาง ≥ 100 ซม.	10	10	–	–		
	ไม่มี	0	0	–	–		
สภาพแม่น้ำ	ฐานตันทางน้ำท่วม	10	10	10	10	(10)	
	ช่องระบายน้ำถูกน้ำท่วม	10	10	10	–		
	ฐานตันทางถูกน้ำท่วมตลอดเวลา	5	5	5	10		
	ไม่มี	0	0	0	0		
คะแนนรวม						(100)	

หมายเหตุ : คะแนนสูงแสดงถึงมีโอกาสมากขึ้นที่จะเกิดความเสียหาย

(A)

การปรับค่าสำหรับประสิทธิภาพของมาตรการแก้ไข

ชนิดของมาตรการแก้ไข	ชนิดงาน	ค่าปรับ (α)	คะแนน
มาตรการแก้ไขการเปลี่ยนรูป	งานโครงสร้าง	-20	
	งานป้องกัน	-10	
	ไม่มีมาตรการแก้ไข	0	
มาตรการแก้ไขทางด้านน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน	งานระบายน้ำ	-20	
	งานดันดิน นอกงานป้องกัน Slope	-15	
	ปลูกหญ้า	-10	
	งานซ่อมระบายน้ำ	-5	
	ไม่มีมาตรการแก้ไข	0	
มาตรการแก้ไขการไหลของแม่น้ำ	อัดแรงกันดิน, งานกำแพง	-5	
	อื่น ๆ ไม่มีมาตรการแก้ไข	0	
(B)	[A +]		

ตัวข้อ	ตัวข้อการประเมิน	ค่าปรับ	คะแนน
ความเสียหาย	เกิด	+50	
	ไม่เกิด	0	
ระดับ	คันทางขวางไปทั้งหมด (รถผ่านไม่ได้)	+70	
	คันทางขวางบางส่วน (รถผ่านไม่ได้)	+60	
	ผิวทางหรุด (ข้างใดข้างหนึ่ง รถผ่านได้ในระยะ 2-3 วัน)	+45	
	เสียหายเล็กน้อย (ไม่มีอาการต่อการจราจร	+20	
มาตรการแก้ไข	ซ่อมแซมคันทางสมบูรณ์, มีมาตรการแก้ไขเสียหาย	-70	
	ซ่อมแซมชั่วคราว	-30	
	มาตรการแก้ไขเช่นเดียวกับก่อนเกิดการเสียหาย	-20	
	ไม่มีมาตรการแก้ไข	0	
(C)			

เลือกค่าสูงสุดจาก B และ C

(D)

ค่าปรับสำหรับระดับความสำคัญของสายทาง

ระดับความสำคัญ (ปริมาณการจราจร .... ADT)	น้ำหนัก (β)	คะแนน
- ADT $\geq$ 2,000 - ADT $\geq$ 1,000 บริเวณที่ไม่มีทางอ้อม	+10	
- ADT $\geq$ 1,000 - ADT $\geq$ 500 บริเวณที่ไม่มีทางอ้อม	+5	
- อื่น ๆ	0	

ความสูงของคันทาง	น้ำหนัก (γ)	คะแนน
H $\geq$ 10 ม.	+15	
3 ม. $\leq$ H < 10	+5	
H < 3 ม.	0	

การประเมินขั้นสุดท้าย

คะแนนรวม	ระดับ	
(D + β + γ)	1	80 $\leq$
	2	60 - 79
	3	40 - 59
	4	40 >

ตารางที่ 4.6 การประเมินหักลบภาพความเสียหายของถนน

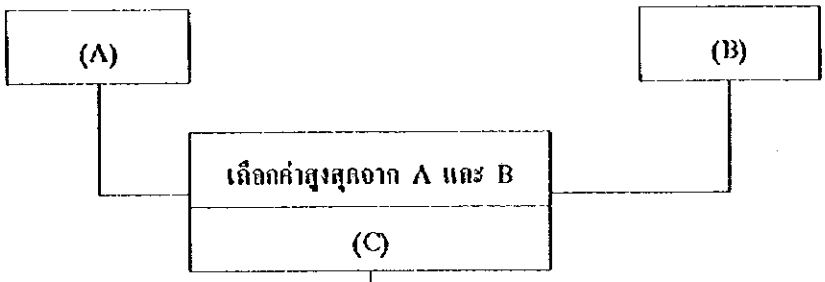
– น้ำท่วมหาง – หน้า 1/2

หัวข้อทั่วไป	หัวข้อการประเมิน		น้ำหนักหัวข้อการประเมิน	คะแนน
ลักษณะและรูปร่างของแม่น้ำ/ตุ่มน้ำ	ความชันของท้องแม่น้ำ : น้อยกว่า 1/xxx	ใช่ ไม่ใช่	(55) 15 0	
	รูปร่างของแม่น้ำ	คดเคี้ยว ไม่คดเคี้ยว	15 0	
	ความกว้างของแม่น้ำบริเวณใกล้เคียงถนนน้อยกว่าบริเวณอื่น	ใช่ ไม่ใช่	10 0	
	ถนนผ่านพื้นที่รองน้ำท่วมถึง	ใช่ ไม่ใช่	25 0	
การควบคุมแม่น้ำ	ไม่มี ควบคุมในบริเวณที่สะพานตัดผ่าน มีการควบคุมอย่างดี		(35) 20 10 0	
	การควบคุมความเร็วของน้ำในตุ่มน้ำ	ไม่ดี ปานกลาง ดี	15 8 0	
คะแนนรวม			(100)	(A)

การประเมินจากข้อมูลในอดีต

หัวข้อทั่วไป	หัวข้อประเมิน		น้ำหนักหัวข้อการประเมิน	คะแนน
ประวัติการถูกน้ำท่วม	มีการบันทึกอุบัติภัยในอดีต, เจอสารน้ำท่วม, ความเชื่อถือได้	เกิดขึ้นมาก เกิดขึ้นเล็กน้อย ไม่เกิด	(50) 50 25 0	
		มากกว่า 10 วัน 3–9 วัน 1–2 วัน ไม่มี	50 35 20 0	
คะแนนรวม			(100)	(B)

หมายเหตุ : คะแนนสุทธิสูงจึงมีโอกาสมากขึ้นที่ถนนจะเกิดความเสียหาย



ค่าปรับสำหรับระดับความสำคัญของสายทาง

ระดับความสำคัญ	น้ำหนัก (β)	คะแนน
– ADT ≥ 2,000 – ADT ≥ 1,000 ช่วงที่ไม่มีทางอ้อม	+10	
– ADT ≥ 1,000 – ADT ≥ 500 ช่วงที่ไม่มีทางอ้อม	+5	
– อื่น ๆ	0	

การประเมินขั้นสุดท้าย

คะแนนรวม	ระดับ	
(C + β)	1	80 ≤
	2	60 – 79
	3	40 – 59
	4	ไม่มีความจำเป็นในการแก้ไข

บทที่ 5

การตรวจสอบและการสำรวจเส้นทาง

บทที่ 5
การตรวจสอบและการสำรวจเส้นทาง

5.1 การตรวจสอบสายทาง

5.1.1 ประเภทของการตรวจสอบ

งานตรวจสอบสำหรับการป้องกันการเสียหายของถนนแยกตามวัตถุประสงค์ และวิธีการได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

- การตรวจสอบประจำ

  การตรวจสอบด้วยสายตาทุกสัปดาห์ต่อโครงสร้างถนน ส่วนประกอบของถนน และ Slope ที่เกี่ยวข้องกับถนน ภายในขอบเขตจำกัดของการตรวจสอบความเสียหายด้วยสายตา

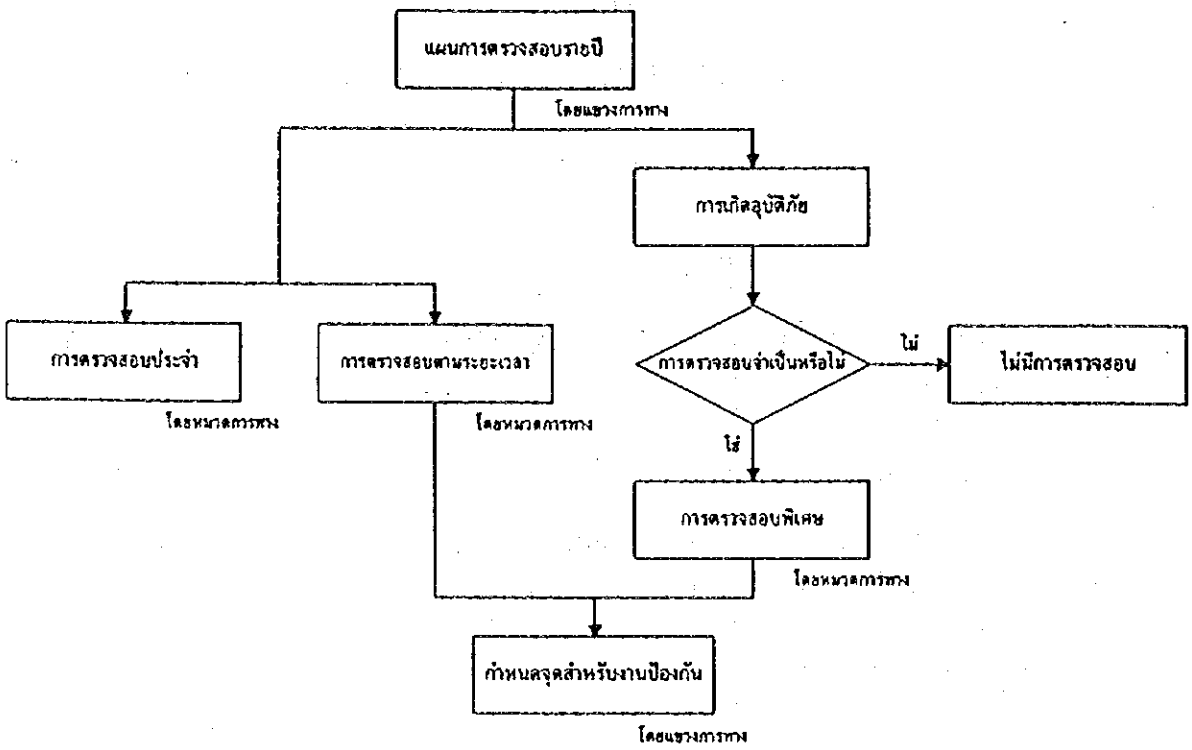
- การตรวจสอบตามระยะเวลา

  การตรวจสอบโดยการเดินตรวจสำหรับโครงสร้างถนน ส่วนประกอบของถนน และ Slope ที่เกี่ยวข้องกับถนน หลังจากงานซ่อมแซมเร่งด่วนแล้วเสร็จ เพื่อที่จะค้นหาความคืบหน้าของการเสียหายก่อนที่จะมีงานซ่อมแซมชั่วคราว/ถาวร และเพื่อที่จะคาดการณ์ความเสียหายในอนาคต

- การตรวจสอบพิเศษ

  เป็นการตรวจสอบโดยที่ไม่มีระยะเวลากำหนดแน่นอนต่อโครงสร้างถนน ส่วนประกอบของถนนและ Slope ที่เกี่ยวข้องกับถนน ทั้งนี้ จะขึ้นอยู่กับการเกิดฝนตกหนัก ดีเปรสชั่นเขตร้อน มรสุม ใต้ฝุ่น และอื่น ๆ

  แผนภูมิของการตรวจสอบดังกล่าวข้างต้นได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 5.1.1



ภาพประกอบที่ 5.1.1 แผนภูมิของการตรวจสอบเส้นทางเพื่อป้องกันความเสียหายของทางหลวง

5.1.2 ความถี่ในการตรวจสอบ

ความถี่ในงานตรวจสอบประเภทต่าง ๆ ข้างต้น จะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และวิธีการในการตรวจสอบดังนี้

- การตรวจสอบประจำ

  จะดำเนินการรายวันโดยหมวดการทางสำหรับสายทางทั้งหมดในความควบคุม ภายใน 1 สัปดาห์

- การตรวจสอบตามระยะเวลา

  จะดำเนินการปีละ 2 ครั้ง หลังฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ

- การตรวจสอบพิเศษ

  จะดำเนินการตามความจำเป็น

5.1.3 บริเวณหรือสถานการณ์ที่จะทำการตรวจสอบ

1) การตรวจสอบประจำ

บริเวณและหัวข้อที่จะทำการตรวจสอบโดยวิธีการตรวจสอบประจำแสดงไว้ในตารางที่ 5.1.1 แบบตรวจสอบประจำได้แสดงในตารางที่ 5.1.2

ตารางที่ 5.1.1 หัวข้อการตรวจสอบประจำ

เป้าหมายการตรวจสอบ	หัวข้อการตรวจสอบ
ผิวหน้า Slope	การกัดเซาะ หินร่วง รอยแตกของ Slope การเคลื่อนตัว/การบวมของ Slope
ผิวทาง	รอยแตก น้ำบนผิวทาง
โครงสร้าง	รอยแตก การผิดรูป
เครื่องมือป้องกันหินร่วง	เสียหาย ผิดรูป
สะพาน	การผิดรูป การเคลื่อนตัว
ท่อลอด	การกัดเซาะตอม่อ/ตอม่อคอดิน เกิดดินทราย/การทับถม/ตะกอน
ระบบระบายน้ำ	การกัดเซาะตอม่อ/ตอม่อคอดิน เกิดดินทราย/การทับถม/ตะกอน

ตารางที่ 5.1.2 แบบตรวจสอบประจำ

ทางหลวงหมายเลข _____ ผู้ตรวจสอบ _____ วันที่ / /

หมายเลขควบคุม _____ การเดินทาง : จาก ( ) ถึง ( )

หัวข้อการตรวจสอบ	กม. ที่	ชื่อสถานที่	สิ่งบอกเหตุ การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ	มาตรการต่อเนื่อง

< การเลือกหัวข้อการตรวจสอบ >

A : สภาพของ Slope (การกัดเซาะ หินร่วง รอยแตก การเคลื่อนตัว การบวมตัว อื่น ๆ)

B : สภาพผิวทาง (รอยแตก น้ำบริเวณผิวทาง อื่น ๆ)

C : สภาพของโครงสร้าง (รอยแตก การเปลี่ยนรูป อื่น ๆ)

D : สภาพของรั้ว/ตาข่ายป้องกัน และอื่น ๆ (เสียหาย ผิดรูปเดิม อื่น ๆ)

E : สภาพของสะพาน (เปลี่ยนรูป การกัดเซาะ อื่น ๆ)

F : สภาพท่อกลม/ท่อเหลี่ยม (การกัดเซาะ ดินทราย ตะกอนทับถม)

G : สภาพของช่องระบายน้ำ (เกิดดินทราย/ตะกอนทับถม อื่น ๆ)

H : อื่น ๆ

* หัวข้อในการตรวจสอบจะเลือกจากข้างบน และต้องแน่ใจว่าได้เลือกอักษรระหว่าง "A" ถึง "H" สำหรับหัวข้อการตรวจสอบ

2) การตรวจสอบตามระยะเวลา

การตรวจสอบตามระยะเวลาจะได้ดำเนินการหลังฤดูแล้งและฤดูฝน เพื่อที่จะเก็บข้อมูลในบริเวณที่มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายขึ้น ความจำเป็นของการดำเนินการมาตรการป้องกันภายหลังฤดูฝนจะกำหนดโดยผลที่ได้รับจากการตรวจสอบ

โดยที่การตรวจสอบตามระยะเวลาจะดำเนินการหลังฤดูฝนเสร็จสิ้น จึงต้องมีการจัดเก็บข้อมูลทางสถิติในเรื่องอิทธิพลของฝนต่อการทำลายถนนและโครงสร้าง อีกประการหนึ่งการตรวจสอบอิทธิพลของน้ำท่วมทางจะต้องดำเนินการปีละครั้งหลังฤดูฝน

สถานการณ์ที่จะดำเนินการตรวจสอบโดยการตรวจสอบตามระยะเวลาได้อธิบายไว้ข้างล่างนี้ และหัวข้อในการตรวจสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในแบบตรวจสอบ

- การกัดเซาะ Slope ตารางที่ 5.1.3
- หินร่วง ตารางที่ 5.1.4
- การพังทลายของดิน/หิน ตารางที่ 5.1.5
- การพังทลายของสะพาน ตารางที่ 5.16
- การพังทลายของคันทางและน้ำท่วมทาง ตารางที่ 5.1.7

ตารางที่ 5.1.3 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (การกัดเซาะลาดคันทาง)

วันที่เกิดความเสียหาย: / /25

ชื่อสายทาง:		หลักกิโลเมตร:		ชื่อผู้ตรวจสอบ:
ชนิดของทาง	(1) มาตรฐานชั้นทาง:	(2) ความกว้างคันทาง: ..... ม.	(3) ชนิดของผิวจราจร	(4) ความกว้างผิวจราจร ..... ม.
ชนิดของลาดคันทาง	(1) ลาดคันทางทางธรรมชาติ	(2) ลาดดินตัด	(3) ลาดดินถม	(4) งานดินถม
ความสูงของลาดคันทาง: H = ... ม. ความลาดชันของลาดคันทาง: X : 1		ตามรูป --	..... : 1	
คันกั้นดิน	(1) ไม่มี	(2) มี สูง a = ... ม. กว้าง b = ... ม. จำนวนชั้น		
การป้องกันผิวหน้า	(1) ไม่มี	(2) ชนิด:		
ฐานรองรับลาดคันทาง	(1) ไม่มี	(2) ชนิด:		
การระบายน้ำที่ผิวหน้า	(1) ไม่มี	(2) ชนิด:		
โอกาสที่จะเกิดการกัดเซาะแบบ	(1) เส้นหน้า : สูงมาก / เล็กน้อย / ไม่แน่นอน (2) เป็นร่องเล็กๆ : สูงมาก / เล็กน้อย / ไม่แน่นอน (3) เป็นช่องทางน้ำ : สูงมาก / เล็กน้อย / ไม่แน่นอน (4)			
	ส่วนที่เสถียรอย่างเห็นได้ชัด:			
สภาพภูมิประเทศ	พื้นที่ทั่วไป	(1) ที่ราบ (2) เป็นเนินเตี้ย (3) เป็นเนินสูง (4) เป็นภูเขา		
	พื้นที่ข้างทาง	(1) เนิน (2) ข้างของลาดชัน (3) ฐานของลาดชัน (4) พื้นหุบเขา		
การเปลี่ยนแปลงของลาดเ	(1) มาก (2) น้อย (3) ไม่มี			
คุณสมบัติของดิน	ส่วนประกอบหลัก	(1) กรวดกลม (2) กรวด (3) ทราย (4) ดินโคลน (5) ดินเหนียว		
	ความชื้น	(1) เปียก (2) ชื้น (3) แห้ง		
	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	(1) แน่น (2) หลวม		
	การแบ่งเป็นชั้นๆ	(1) มี (2) ไม่มี	ความหนา เมตร	
สภาพของน้ำ	น้ำผิวดิน	(1) ไหลเต็มหน้า (2) ร่องน้ำไหล		
	น้ำใต้ดิน	(1) ไม่มี (2) มี: เมตรเหนือฐานของคันทาง		
อุตุนิยม	ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยในพื้นที่		มม./ปี	

ตารางที่ 5.1.3 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (การกัดเซาะลาดคันทาง)

การประเมินทางด้านวิศวกรรม	ทางน้ำ	(1) มี (ทางหลวงหมายเลข .....) (2) ไม่มี
	โอกาสเกิดการกัดเซาะ	(1) ไม่แน่นอน (2) ต่ำ (3) ปานกลาง (4) สูง
	ขนาดที่คาดว่าจะเกิดการกัดเซาะ	(1) ไม่แน่นอน (2) ≤ 0.05 ha (3) 0.06 – 0.30 เฮคเตอร์ (4) 0.31 – 1.00 เฮคเตอร์ (5) 1.00 < (เฮคเตอร์)
	ความยาวของถนนที่คาดว่าจะได้รับความเสียหาย	(1) ไม่แน่นอน (2) ..... เมตร ของเขต .....
	เหตุผล	
	แผนการระยะสั้น :	
	แผนการระยะยาว	
รูปภาพ		ภาพวาด

ตารางที่ 5.1.4 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (หินร่วง)

วันที่เกิดหินร่วง: / /25 หน้า 1/2

ชื่อสายทาง:		หลักกิโลเมตร :	ชื่อผู้ตรวจสอบ:
ชนิดของทาง	(1) มาตรฐานชั้นทาง:	(2) ความกว้างผันทาง: ..... ม.	(3) ชนิดของช่องจราจร (4) ความกว้างช่องจราจร ..... ม.
ลักษณะของลาดผันทาง	(1) ลาดผันทางธรรมชาติ (2) ลาดผันทางหินตัด (3) ลาดดินถม (4) งานดินถมสูง		
ความสูงของลาดผันทาง : H =..... ม. ความลาดชันของลาดผันทาง: X : 1		ตามรูป --	..... : 1
คันกั้นดิน	(1) ไม่มี	(2) มี สูง ..... ม. กว้าง ..... ม. จำนวนชั้น	
ตาข่ายป้องกัน	(1) ไม่มี	(2) พื้นที่ :	
รั้วป้องกัน	(1) ไม่มี	(2) ความยาว :	
แองป้องกัน	(1) ไม่มี	(2) ความยาว : ความลึก :	
การระบายน้ำที่ผิวหน้า	(1) ไม่มี	(2) ชนิด :	
โอกาสการเกิดหินร่วง	(1) สูง (2) เล็กน้อย (3) ไม่แน่นอน		
	ขนาดของหินที่คาดว่าจะร่วง (1) < 30 ซม. (2) 30–100 ซม. (3) > 100 ซม.		
	ส่วนที่เลือกด้วยอย่างพินิจพิเคราะห์		
สภาพภูมิประเทศ	พื้นที่ทั่วไป	(1) ที่ราบ (2) เป็นเนินเตี้ย (3) เป็นเนินสูง (4) เป็นภูเขา	
	พื้นที่ข้างทาง	(1) เนิน (2) ข้างของลาดชัน (3) ฐานของลาดชัน (4) พื้นหุบเขา	
สภาพพื้นดินของลาดผันทาง	ชนิดของหิน	(1) หินแข็ง (2) หินไม่แข็ง	
	การเปลี่ยนแปลงของลาด	(1) มาก (2) น้อย (3) ไม่มี	
	(1) ดินปนกรวด (2) ดินโคลนหรือเศษหิน (3) การแตกของหิน	( ) เป็นหย่อมๆ ( ) ตลอดทั้งก้อน ( ) เพิ่งเริ่มแตก	
คุณสมบัติของหิน	ขนาดของชิ้นส่วน	(1) กรวดกลม (2) กรวด (3) ทราย (4) ดินโคลน (5) ดินเหนียว	
	ความชื้น	(1) เปียก (2) ชื้น (3) แห้ง	
	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	(1) แน่น (2) หลวม	
	การแบ่งเป็นชั้นๆ	(1) มี (2) ไม่มี	ความหนา เมตร
สภาพของน้ำ	น้ำผิวดิน	(1) ไหลเข้าหน้า (2) ช่องน้ำไหล	
	น้ำใต้ดิน	(1) ไม่มี (2) มี: เมตรเหนือฐานของหินผันทาง	
อุตุนิยม	ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยในพื้นที่		มม./ปี

ตารางที่ 5.1.4 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (หินร่วง)

การประเมินทางด้านวิศวกรรม	ทางอ้อม	(1) มี (ทางหลวงหมายเลข .....) (2) ไม่มี
	พื้นที่ซึ่งคาดว่าจะเกิดหินร่วง	(1) ไม่แน่นอน (2) ≤ 0.05 ha (3) 0.06 – 0.30 เฮคเตอร์ (4) 0.31 – 1.00 เฮคเตอร์ (5) 1.00 < (เฮคเตอร์)
	ความยาวของถนนที่คาดว่าจะได้รับความเสียหาย	(1) ไม่แน่นอน (2) ..... เมตร บอบเบต .....
	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดต่อการจราจร	(1) ต่ำ (2) ปานกลาง (3) สูง (4) .....
	เหตุผล	
	มาตรการระยะสั้น :	
	มาตรการระยะยาว	

รูปภาพ	ภาพวาด

ตารางที่ 5.1.5 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (การพังทลายของดิน)

วันที่ทำการตรวจสอบ: / /25 หน้า 1/2

ชื่อสายทาง:		หลักกิโลเมตร :	วันที่ทำการตรวจสอบ:	ชื่อผู้ตรวจสอบ:
ชนิดของทาง	(1) มาตรฐานชั้นทาง:	(2) ความกว้างผันทาง: ..... ม.	(3) ชนิดผิวทาง	(4) ความกว้างผิวจราจร ..... ม.
ลักษณะของลาดผันทาง	(1) ลาดผันทางทางธรรมชาติ	(2) ลาดผันทางหินผัด	(3) ลาดดินถม	(4) งานดินถม
ความสูงของลาดผันทาง : H = ... ม. ความลาดชันของลาดผันทาง: X : 1		ตามรูป – –	..... : 1	
ผันกั้นดิน	(1) ไม่มี	(2) มี สูง ..... ม. กว้าง ..... ม. จำนวนชั้น		
ผันป้องกันผิวหน้า	(1) ไม่มี	(2) ชนิด :		
ฐานรองรับลาดผันทาง	(1) ไม่มี	(2) ชนิด :		
การระบายน้ำที่ผิวหน้า	(1) ไม่มี	(2) ชนิด :		
การระบายน้ำใต้ผิวหน้า	(1) ไม่มี	(2) ชนิด :		
โอกาสที่จะเกิดการพังทลายของดิน	(1) สูง (2) เล็กน้อย (3) ไม่แน่นอน			
	วัสดุที่พังทลาย (1) ดิน (2) ดินปนกรวด (3) หิน			
	ส่วนที่แตกต่างอย่างเด่นชัด (รอยแตกของแปลือกโลก บริเวณแตกหัก รอยแตก ลักษณะรูปร่าง เป็นต้น)			
สภาพภูมิประเทศ	พื้นที่ทั่วไป	(1) เป็นคลื่น (2) เป็นเนินเตี้ย (3) เป็นภูเขา		
	พื้นที่ข้างทาง	(1) เนิน (2) ข้างของลาดชัน (3) ฐานของลาดชัน (4) พื้นหุบเขา		
สภาพทางภูมิพาสตร์ของลาดผันทาง	ชนิดของหิน	(1) หินแข็ง (2) หินไม่แข็ง		
	การเปลี่ยนแปลงอากาศ	(1) มาก (2) น้อย (3) ไม่มี		
	สภาพการแตก	(1) เป็นส่วน (2) ตลอดทั้งก้อน (3) เพิ่งเริ่มแตก		
คุณสมบัติของดิน	ส่วนประกอบหลัก	(1) กรวดกลม (2) กรวด (3) ทราย (4) ดินใดลน (5) ดินเหนียว		
	ความชื้น	(1) เปียก (2) ชื้น (3) แห้ง		
	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	(1) แน่น (2) หลวม		
	การแบ่งเป็นชั้นๆ	(1) มี (2) ไม่มี	ความหนา เมตร	
สภาพของน้ำ	น้ำผิวดิน	(1) ไหลเต็มหน้า (2) ร่องน้ำไหล		
	น้ำใต้ดิน	(1) ไม่มี (2) มี: เมตรเหนือฐานของดินผันทาง		
อุทกนิยม	ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยในพื้นที่		มม./ปี	

ตารางที่ 5.1.5 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (การพังทลายของดิน)

การประเมินทางด้านวิศวกรรม	ทางน้ำล้น	(1) มี (ทางหลวงหมายเลข .....) (2) ไม่มี
	พื้นที่ซึ่งคาดว่าจะเกิดการพังทลายของดิน	(1) ไม่แน่นอน (2) ≤ 0.05 เฮคเตอร์ (3) 0.06 – 0.30 เฮคเตอร์ (4) 0.31 – 1.00 เฮคเตอร์ (5) 1.00 < (เฮคเตอร์)
	ความยาวของถนนที่คาดว่าจะได้รับความเสียหาย	(1) ไม่แน่นอน (2) ..... เมตร ของเขต .....
	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดต่อการจราจร	(1) ต่ำ (2) ปานกลาง (3) สูง (4) .....
	เหตุผล	
	แผนการระยะสั้น :	
	แผนการระยะยาว	
รูปภาพ		ภาพวาด

ตารางที่ 5.1.6 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (การพังทลายของสะพาน)

วันที่ทำการตรวจสอบ : / /25

ชื่อสายทาง :		หลักกิโลเมตร :	ชื่อผู้ตรวจสอบ:
ชื่อสะพาน		ชนิดของสะพาน	(1) ถาวร (2) ชั่วคราว
ชนิดของทาง		(1) มาตรฐานชั้นทาง :	(2) ความกว้างผันทาง ..... เมตร (3) ความกว้างผิวจราจร ..... เมตร
ข้อมูลของสะพาน	ชนิดผิวทาง	(1) คอนกรีต (2) แอสฟัลท์ (3) หินลาดยาง (4) กรวด (5) ดิน	
	ความยาว (ความยาวช่วง)	ม. (ม.)	ระยะของช่องลอด .....
	ชนิดของโครงสร้างสะพานส่วนบน		
	ชนิดของตอม่อคอสะพาน		
	ชนิดของตอม่อกลางน้ำ		
	ชนิดของฐานราก		
ลักษณะความเสียหาย	ชนิดของความเสียหาย : ขนาด : เหตุผล :		
	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดต่อการจราจร	(1) ต่ำ (2) ปานกลาง (3) สูง (4)	
สภาพในปัจจุบัน	พื้นที่ทั่วไป	(1) ที่ราบ (2) ลูกคลื่น (3) ภูเขา (4) เป็นเนินเตี้ย	
	ถนนช่วงใกล้กับสะพาน		
	ท้องน้ำ (1) กรวดทราย (2) กรวด (3) ทราย (4) โคลน		ความชันของแม่น้ำ .....
	ปริมาณน้ำฝน (มม/วัน) สูงสุดในรอบ 50 ปี	(1) < 150 ปี (2) 150–250 (3) 250–350 (4) 350–450 (5) > 450	
	ทางอ้อม	(1) มี (ทางหลวงหมายเลข .....) (2) ไม่มี	
การประเมินทางด้านวิศวกรรม	มาตรการป้องกัน :		
รูปภาพ		ภาพวาด	

ตารางที่ 5.1.7 แบบฟอร์มการตรวจสอบตามกำหนดเวลา (ถนนพังทลายและน้ำท่วม)

วันที่ทำการตรวจสอบ: / /25

ชื่อสายทาง:	หลักกิโลเมตร:	วันที่ทำการตรวจสอบ:	ชื่อผู้ตรวจสอบ:
ชนิดของทาง	(1) มาตรฐานชั้นทาง:	(2) ความกว้างผิวทาง ..... เมตร	(3) ความกว้างช่องจราจร ..... เมตร

ข้อมูลของทาง	ชนิดผิวทาง	(1) คอนกรีต (2) แอสฟัลท์ (3) หินลาดยาง (4) กรวด (5) ดิน
	ภูมิประเทศ	(1) ที่ราบ (2) ภูเขิน (3) ภูเขา
	รูปตัดขวาง	(1) ดินถมสูง (2) ดินถม (3) ดินขุด (4) ดินตัด/ถม (5) ราบ
การคาดคะเนว่าจะเกิดความเสียหาย	ชนิดของความเสียหาย	(1) ท่อลอด (ชนิด ..... ความสามารถในการระบายน้ำ .....) (2) ดินคันทางถูกชะออกไป (3) ไหล่ทางถูกชะออกไป (4) น้ำท่วมผิวทางมีโคลน (5) .....
	ความยาวฉนนที่คาดว่าจะเสียหาย	(1) ไม่แน่นอน (2) ..... ม. ยอมรับ .....
	ผลกระทบที่จะเกิดต่อการจราจร	(1) ต่ำ (2) ปานกลาง (3) สูง (4) .....
สภาพปัจจุบัน	สภาพผิวทาง	(1) พอใช้ (2) .....
	อุปกรณ์ในการระบายน้ำ	(1) มีอยู่ (.....) (2) ไม่มี
	การป้องกันผิวหน้าของลาดคันทาง	
	ปริมาณน้ำฝน (มม./วัน) สูงสุดในรอบ 50 ปี	(1) < 150 มิ (2) 150–250 (3) 250–350 (4) 350–450 (5) > 450
	ทางอ้อม	(1) มี (ทางหลวงหมายเลข .....) (2) ไม่มี
การประเมินหาสาเหตุ	มาตรการป้องกัน :	

รูปภาพ	ภาพวาด

3) การตรวจสอบพิเศษ

การตรวจสอบพิเศษจะต้องดำเนินการโดยเน้นในจุดดังต่อไปนี้

- จุดที่มีประวัติความเสียหาย
- จุดใกล้ ๆ กับข้างต้น
- จุดที่มีความเสียหายเล็กน้อย แต่ยังไม่ได้มีการซ่อมแซม

การดำเนินการตรวจสอบพิเศษจะต้องสั่งการโดยนายช่างแขวงการทาง โดยยึดพื้นฐานจากผลกระทบของอุบัติภัยที่เกิดขึ้น

แบบสำรวจสำหรับการตรวจสอบพิเศษได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1.8

ตารางที่ 5.1.8 แบบฟอร์มการตรวจสอบพิเศษ (การป้องกัน)

วันที่ทำการตรวจสอบ: / /25 ชื่อผู้ตรวจสอบ:

แขวงการทาง	หมวดการทาง	ทางหลวงหมายเลข	หลักกิโลเมตร	ชื่อสถานที่

ได้ฝน, มรสุม หรือดีเปรสชั่น (1) วันที่ฝนตกหนัก ..... วัน (2) ตกหนักต่อเนื่อง ..... วัน (3) ตกปรอยๆ ..... วัน	การปิดการจราจร ( ) สูง ( ) เล็กน้อย ( ) ต่ำ

ชนิดของความเสียหาย	อธิบาย
การกัดเซาะลาดดินตัด	น้ำไหลลงบนลาดคันทาง ( ) ไหลตามช่องน้ำ ( ) ไหลเต็มหน้า ( ) จากลาดคันทางลงสู่รางระบายน้ำ ( ) จากลาดคันทางสู่ ..... ไหลมาจากการกัดเซาะ ( ) ในรางระบายน้ำ ( ) บนไหล่ทาง ( ) ..... ถนนจะเสียหายยาว ..... เมตร
หินร่วง	หินร่วง : ( ) ในทางระบายน้ำ ( ) บนไหล่ทาง ( ) บน ..... ( ) ..... ลักษณะของหินบนลาดคันทาง : ( ) มีเสถียรภาพ ( ) ไม่แน่นอน ( ) ไม่มีเสถียรภาพ ขนาดของหินที่ไม่มีเสถียรภาพ : เส้นผ่าศูนย์กลาง ..... เมตร (สูงสุด) ถนนจะเสียหายยาว: ..... เมตร
การพังทลายของหิน	ลาดคันทางเคลื่อนตัว ( ) ชัดเจน ( ) ไม่แน่นอน ( ) ไม่มี การแตก ( ) ผิวทางแตก ( ) ไหล่ทางแตก การมองเห็นการพังทลาย ( ) มีอยู่ ( ) ไม่แน่นอน ( ) ไม่มี ถนนจะเสียหายยาว: ..... เมตร
สะพาน (ตอม่อ คอสะพาน ตอม่อ กลางน้ำ ถนนช่วงใกล้กับสะพาน	ระยะของช่องลอด ..... เมตร ความเสียหายที่คาดว่าจะเกิด ( ) ดินถมคอสะพานถูกพัดพาไป ( ) ถนนช่วงใกล้สะพานถูกพัดพาไป ( ) มีท่อนไม้ลอยมาติดกับตอม่อ ( ) ..... ถนนจะเสียหายยาว: ..... เมตร
งานดินถม	ลักษณะน้ำพัดพา ( ) เกิดน้ำท่วม ( ) ลาดคันทางถูกกัดเซาะ ( ) ฐานคันทางถูกกัดเซาะ ( ) ..... ถนนจะเสียหายยาว: ..... เมตร
น้ำท่วมทาง	ถนนจะเสียหายยาว: ..... เมตร ความสูงระหว่างผิวทางกับระดับน้ำท่วม a = ... ซม. (ต่ำสุด) ..... ซม. (เฉลี่ย)

- ใช้ 1 แผ่นต่อ 1 จุด
- ถ่ายเครื่องหมายลงในแผ่นใส และกรอกข้อความลงในช่องว่างตามประ
- ลักษณะของจุดสำรวจควรถูกวาดลงบนกระดาษแข็งขึ้น

5.2 การสำรวจ

การสำรวจจะดำเนินการในจุดที่มีการกำหนดว่า งานป้องกันความเสียหายจำเป็นที่จะต้องดำเนินการความจำเป็นของงานป้องกันจะกำหนดโดยผลที่ได้รับจากการตรวจสอบตามระยะเวลาและการตรวจสอบพิเศษ หรือผลที่ได้รับจากการประเมินศักยภาพความเสียหายของถนน (อ้างถึงบทที่ 4)

การสำรวจประกอบด้วย 4 ประเภทหลักคือ การสำรวจดินและสภาพทางธรณีวิทยา การสำรวจสภาพภูมิประเทศ การสำรวจทางด้านอุทกวิทยา และการสำรวจทางด้านสิ่งแวดล้อม

โดยหลักการแล้วการสำรวจจะต้องดำเนินการโดยบริษัทเอกชน โดยใช้สัญญาภายใต้การควบคุมของแขวงการทางที่เกี่ยวข้อง

5.2.1 การสำรวจดินและสภาพทางธรณีวิทยา

หัวข้อการตรวจสอบจะแตกต่างกันออกไปตามความเสียหายที่ได้คาดการณ์ไว้ หัวข้อการตรวจสอบดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2.1 ได้แนะนำไว้แล้วในการสำรวจความเสียหายแต่ละประเภท เพื่อเป็นการแนะนำการเลือกวิธีการสำรวจที่จะใช้ ความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อการสำรวจและวิธีการสำรวจได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2.2

ตารางที่ 5.2.1 หัวข้อการสำรวจดิน

ชนิดของความเสียหาย	วิธีสำรวจ	สิ่งที่ต้องการทราบ
การกัดเซาะ Slope งานคัด	ขุดเจาะ	- คุณสมบัติของผิวดิน - การชะล้างหิน
	ทดสอบดิน	- ความแข็งแรงของดิน - ความแข็งแรงของหินผุ - ความแข็งของผิวดิน - ความอุดมสมบูรณ์ของผิวดิน
หินร่วง	ขุดเจาะ	- คุณสมบัติของหิน - โครงสร้างชั้นหิน - รอยแตก รอยต่อของหิน
	ทดสอบหิน	- คุณสมบัติของหิน - รอยแตก รอยต่อของหิน - ความแข็งแรงของหิน
การพังทลายของ ดิน/หิน	ขุดเจาะ	- คุณสมบัติของดิน - โครงสร้างชั้นดิน - ระดับน้ำใต้ดิน - บริเวณที่เกิดการพังทลาย - ความแข็งแรงของดิน
	ทดสอบดิน	- ความแข็งแรงของดิน
	สำรวจการเคลื่อนตัว	- บริเวณที่เกิดการพังทลาย - ทิศทางการเคลื่อนตัว - บริเวณที่เคลื่อนตัว
การพังทลายของสะพาน	ขุดเจาะ	- คุณสมบัติของดิน - ความลึกของชั้นรับน้ำหนัก - ความสามารถในการรับน้ำหนัก
	ทดสอบดิน	- ความแข็งแรงของดิน
การพังทลายของคันทาง	ขุดเจาะ	- คุณสมบัติของวัสดุคันทาง
	ทดสอบดิน	- ความแข็งแรงของวัสดุคันทาง

ตารางที่ 5.2.2 การสำรวจทางด้านธรณีวิทยา

ข้อมูลการสำรวจ \ วิธีการสำรวจ		บุดเจาะ	เจาะโดย	หลุมทดลอง	การโดเลาะ	ทดสอบดิน	ทดสอบหิน	สำรวจการเคลื่อนตัว
คุณสมบัติของดิน		o	#	#	+	o	o	
โครงสร้างทางธรณีวิทยา	โครงสร้างชั้นดิน/หิน, รอยแตกของเปลือกโลก, บริเวณที่มีรอยแตก, อื่น ๆ	#						
	รอยแตก, รอยต่อ	o		#			#	
	การระดับพังทลาย	o	+	#			+	
	ความหนาของดินชั้นบน	o	o	o	#			
		o		#	#			
ความแข็งแรงของดิน		#		#	#	o	o	
ความแข็งแรงของวัสดุก่อสร้าง						o		
คุณสมบัติของวัสดุก่อสร้าง		#	#	#		o		
สภาพของระดับน้ำใต้ดิน		#		#				
การพังทลายของดิน	บริเวณที่เกิดการเคลื่อนตัว	#		#	#			o
	ทิศทางและปริมาณการเคลื่อนตัว							o
	การคาดการณ์การเคลื่อนตัว							o
การปลูกพืชคลุม	ความแข็งของดิน					#		
	วัสดุดิน					o		
	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน					#		
	องค์ประกอบของเม็ดดิน					o		

หมายเหตุ : o เหมาะสมที่สุด # ใช้ได้ + วิธีเสริม

วิธีการสำรวจดินและสภาพทางธรณีวิทยาแต่ละชนิดอธิบายได้ดังนี้

1) การเจาะ (Boring) วัตถุประสงค์ของการเจาะเพื่อที่จะเก็บข้อมูลด้านดินและหินที่อยู่ใต้พื้นดินบริเวณจุดสำรวจโดยการเจาะดิน หลังจากนั้นตัวอย่างที่ได้จากการเจาะจะทำการหาคุณสมบัติทางกายภาพของดินและ/หรือหิน การเรียงตัวของชั้นดิน/หิน และอื่น ๆ โดยการสังเกตุการณ์และการทดสอบในห้องทดลอง ข้อมูลที่เกี่ยวกับระดับน้ำใต้ดินและการเลื่อนตัวของดินในกรณีของการพังทลายของดินก็สามารถที่จะได้รับโดยการขุดเจาะเช่นกัน

2) การเจาะด้วยออเกอร์ (Auger Boring) วัตถุประสงค์หลักของการเจาะด้วยออเกอร์เพื่อต้องการที่จะหาคุณสมบัติและสภาพของดินชั้นบน โดยวิธีการเจาะที่ง่าย ๆ

3) หลุมทดลอง (Test Pit) จุดประสงค์หลักเพื่อที่จะสังเกตการณ์ดินโดยตรง โดยการขุดหลุมที่สามารถช่วยในการตรวจสอบ

4) การยึดเกาะ (Sounding) : ทั่วไปจะใช้วิธีการมาตรฐาน Standard Penetration Test (SPT)

5) การทดสอบดิน (Soil Test) วัตถุประสงค์ของการทดสอบดินเพื่อที่จะเก็บข้อมูลทางด้านคุณสมบัติของดินทางด้านวิศวกรรม โดยการทดสอบในห้องทดลอง ตัวอย่างในการทดสอบจะจัดเก็บโดยการเจาะเป็นส่วนมาก ข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกพืชสามารถที่จะหาได้โดยการทดสอบดินด้วยเช่นกัน

6) การทดสอบหิน (Rock Test) คุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของหินจะหาได้โดยการทดสอบในห้องทดลองโดยใช้ตัวอย่างที่ได้จากการเจาะ

7) การสำรวจการเคลื่อนตัว (Movement Survey) การสำรวจนี้มีจุดประสงค์ที่จะตรวจสอบการเคลื่อนตัวของ Slope เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่เกี่ยวกับบริเวณที่จะเกิดการเลื่อนตัว ทิศทางการเคลื่อนตัว และอื่น ๆ โดยใช้ Tiltmeter และ Extensometer

5.2.2 การสำรวจภูมิประเทศ

หัวข้อในการสำรวจตามประเภทของความเสียหายที่คาดการณ์ไว้ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2.3

ตารางที่ 5.2.3 หัวข้อการสำรวจภูมิประเทศ

ชนิดของความเสียหาย	วิธีการสำรวจ	หัวข้อสำรวจ
การกัดเซาะลาดคันทาง งานตัด	สำรวจทางแนวราบ	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด
	สำรวจตามแนวตัด การวัดขนาด	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด - ส่วนที่เกิดการพังทลาย (Gavity)
หินร่วง	สำรวจตามแนวราบ	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด
	สำรวจตามแนวตัด การวัดขนาด	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด - หินที่ยังค้างอยู่
การพังทลายของดิน/หิน	สำรวจตามแนวราบ	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด
	สำรวจตามแนวตัด	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด และ ช่องว่างที่เกิดการพังทลาย
การพังทลายของสะพาน	สำรวจตามแนวราบ	- สะพานและแม่น้ำที่เกี่ยวข้อง
	สำรวจตามแนวตัด สำรวจระดับ การวัดขนาด	- สะพานและแม่น้ำที่เกี่ยวข้อง - ตามความยาวของแม่น้ำ - บริเวณที่เสียหาย
การพังทลายของคันทาง	สำรวจตามแนวราบ	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด
	สำรวจตามแนวตัด การวัดขนาด	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด - บริเวณที่เสียหาย
น้ำท่วมทาง	สำรวจตามแนวตัด สำรวจระดับ	- พื้นที่ที่มีผลกระทบทั้งหมด - ตามแนวถนน

5.2.3 การสำรวจทางด้านอุทกวิทยา

วิธีการสำรวจที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลด้านอุทกวิทยาบริเวณจุดที่คาดการณ์ว่า จะเกิดความเสียหายได้แสดงไว้ตามประเภทของความเสียหายในตารางที่ 5.2.4

ตารางที่ 5.2.4 หัวข้อการสำรวจทางด้านอุทกวิทยา

ประเภทของความเสียหาย	วิธีการสำรวจ	หัวข้อการสำรวจ
การกัดเซาะ Slope งานตัด	สำรวจปริมาณน้ำฝน	- ลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้อง
	สำรวจน้ำผิวดิน	- น้ำท่า น้ำซับ
หินร่วง	สำรวจปริมาณน้ำฝน	- ลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้อง
	สำรวจน้ำผิวดิน	- น้ำท่า น้ำซับ
การพังทลายของดิน/หิน	สำรวจปริมาณน้ำฝน	- ลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้อง
	การเจาะ	- แรงดันน้ำ - ระดับน้ำใต้ดิน - การกระจายของน้ำใต้ดิน
	สำรวจน้ำผิวดิน	- น้ำท่า น้ำผุด/น้ำซับ
การพังทลายของสะพาน	การสำรวจปริมาณน้ำฝน	- ลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้อง
	การสำรวจการไหลของแม่น้ำ	- แม่น้ำที่เกี่ยวข้อง
	การสำรวจที่เกี่ยวกับระยะห่าง (Clearance) ของสะพาน	- รอบตัวสะพาน
การพังทลายของคันทาง	การสำรวจปริมาณน้ำฝน	- ลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้อง
	การสำรวจที่เกี่ยวกับประสิทธิ-ภาพในการระบายน้ำ	- บริเวณพื้นที่ที่มีผลกระทบ
	การสำรวจการไหลของแม่น้ำ	- แม่น้ำที่เกี่ยวข้อง

วิธีการสำรวจทางด้านอุทกวิทยาอธิบายได้ดังนี้

1) การสำรวจปริมาณน้ำฝน (Precipitation Survey) ประกอบไปด้วยการสำรวจบริเวณจุดสำรวจและการเก็บข้อมูล การสำรวจบริเวณจุดสำรวจจะจัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝน และน้ำท่วมในอดีตจากผู้คนที่อาศัยบริเวณจุดที่เกิดการเสียหาย การจัดเก็บข้อมูลและสถิติน้ำฝนจะจัดเก็บได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา หรือกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน

2) การสำรวจน้ำผิวดิน : จัดเก็บข้อมูลการไหลของน้ำผิวดิน และร่องรอยของการไหลของน้ำบริเวณจุดสำรวจ

3) การสำรวจกระแสน้ำ : จัดเก็บข้อมูลทางด้านกระแสน้ำได้จากกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน และวิเคราะห์ข้อมูลทางด้าน

- ระดับน้ำสูงสุดเมื่อเกิดน้ำท่วม
- ความเร็วกระแสน้ำ
- ปริมาณน้ำ
- สภาพท้องน้ำ

5.2.4 การสำรวจทางด้านสิ่งแวดล้อม

ในการคัดเลือกมาตรการป้องกันจะต้องมีการพิจารณาทางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อลดผลกระทบทางตรง หรือทางอ้อมที่เกิดจากงานป้องกัน ซึ่งมีดังต่อไปนี้คือ

- บรรเทาผลกระทบที่มีต่อผู้อยู่อาศัยที่ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ
- ลดผลกระทบทางด้านสุขภาพให้น้อยที่สุด
- ลดกระทบที่มีต่อสัตว์และพืชพรรณให้น้อยที่สุด
- บรรเทาผลกระทบต่อผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงกับจุดที่มีงานป้องกัน

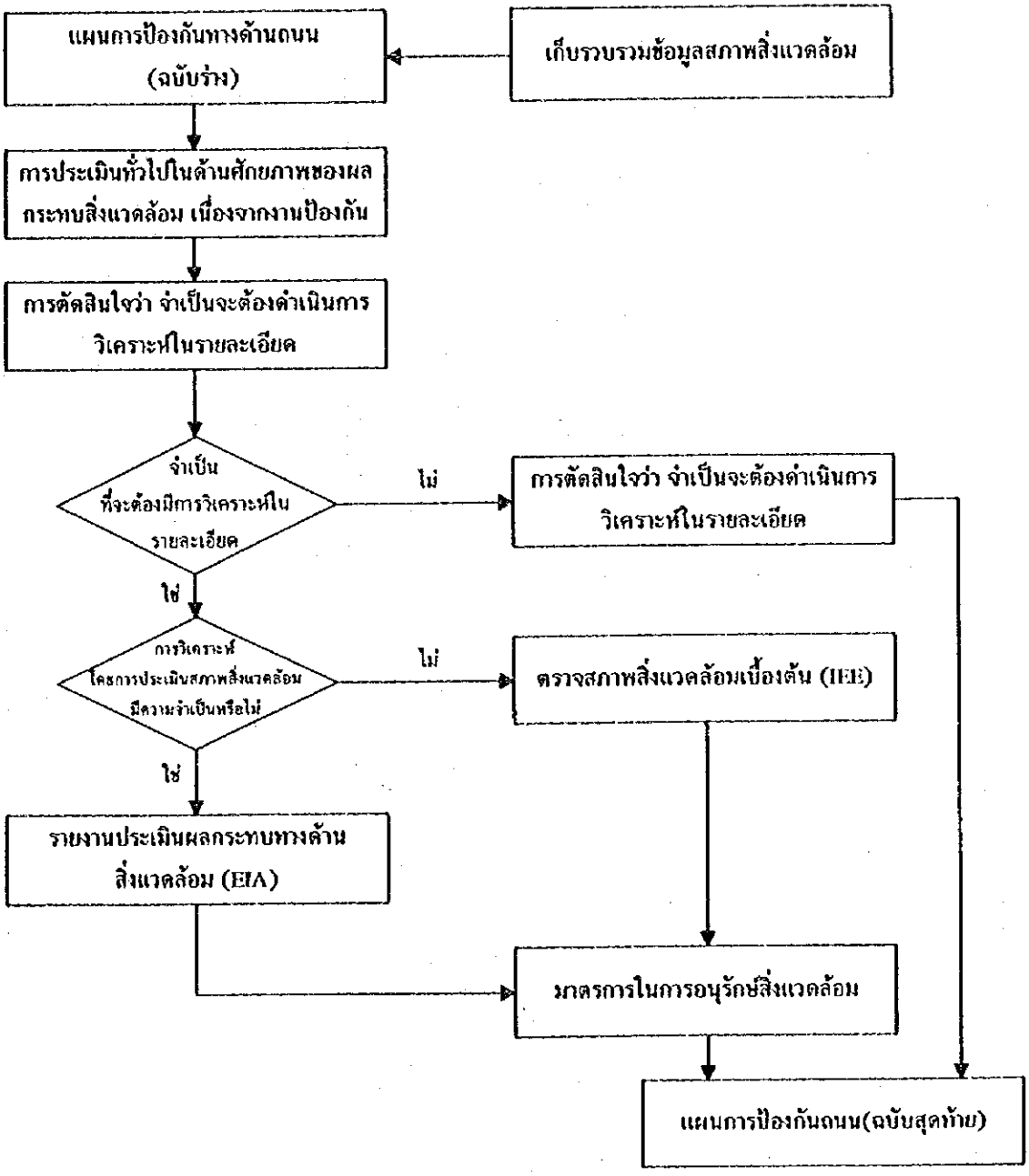
ขั้นตอนทั่วไปในการสำรวจทางด้านสิ่งแวดล้อมได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 5.2.1 ทั้งนี้จะเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อม และจะจบลงที่การตัดสินใจในการดำเนินการตามแผนป้องกันขั้นสุดท้าย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อม

ในขั้นแรกจะต้องมีการตรวจสอบแผนการดำเนินการป้องกันฉบับร่าง เพื่อดูว่าสอดคล้องกับข้อจำกัดทางด้านสิ่งแวดล้อมหรือไม่ โดยเฉพาะในบริเวณจุดที่จะดำเนินการป้องกัน เพื่อทำความเข้าใจกับข้อจำกัดดังกล่าว ข้อมูลในด้านสิ่งแวดล้อมจะต้องมีการจัดเก็บโดยพิจารณาแนวทางดังต่อไปนี้

- สภาพแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ-สังคม
- สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ
- มลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อม

หัวข้อในการสำรวจแต่ละแนวทางได้แสดงไว้ในแบบสำรวจ (ตารางที่ 5.2.5)



ภาพประกอบที่ 5.2.1 ขั้นตอนทั่วไปในการสำรวจทางด้านสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 5.2.5 แบบสำรวจสภาพแวดล้อม

สายทางหมายเลข :

ตอนที่เกี่ยวข้อง : จาก ..... กม. ถึง ..... กม.

หัวข้อ		สภาพในปัจจุบัน
สิ่งแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ-สังคม	พื้นที่อยู่อาศัย (ผู้อาศัย/คนพื้นเมือง/ความเข้าใจโครงการฯ, อื่น ๆ)	
	การใช้ที่ดิน (เมือง, หมู่บ้าน เกษตรกรรม, เขตทางด้านประวัติศาสตร์, พื้นที่ที่มีความสวยงาม, โรงพยาบาล, อื่น ๆ)	
	เศรษฐกิจ/การคมนาคม (พื้นที่พาณิชยกรรม, พื้นที่เกษตรกรรมหรือการประมง, สถานีโดยสาร, อื่น ๆ)	
สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ	สภาพภูมิประเทศ, สภาพทางธรณีวิทยา (ความชัน, ดินอ่อน, แอ่งน้ำ/รอยแตกของเปลือกโลก อื่น ๆ)	
	สัตว์และพืชพรรณที่มีค่า, เขตอนุรักษ์ (พื้นที่อนุรักษ์, พื้นที่อนุรักษ์สายพันธ์, อื่น ๆ)	
มลภาวะทางสิ่งแวดล้อม	ความสั่นในการร้องทุกข์ (มลพิษหนาแน่น-สูง, อื่น ๆ)	
	การแก้ไขที่กำลังดำเนินการ (มาตรการโดยสถาบัน, การชดเชย, อื่น ๆ)	
อื่น ๆ		

2. การประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีสาเหตุจากงานป้องกัน

ในบางกรณีของโครงการก่อสร้างทางแนวใหม่นั้นควรจะดำเนินการประเมินศักยภาพของผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นเสียก่อน ตัวอย่างเช่น มีหัวข้อประเมินจำนวน 23 รายการ ในกรณีการประเมินเบื้องต้นในกรณีของการศึกษาการพัฒนาทางหลวงโดย JICA ดังได้แสดงในตารางที่ 5.2.6

ในกรณีงานป้องกันถนนเดิม หัวข้อในการประเมินจะมีข้อจำกัดมากกว่าในกรณีของการก่อสร้างใหม่ ทั้งนี้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเพียงเล็กน้อยในการดำเนินการ ดังนั้น หัวข้อทั้ง 23 รายการข้างต้นจะใช้เพียง 8 รายการเท่านั้น ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2.7

ตารางที่ 5.2.7 หัวข้อประเมินในกรณีของงานป้องกัน

หัวข้อการประเมิน	ระหว่างดำเนินการป้องกัน	หลังงานป้องกันแล้วเสร็จ
สภาพแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ-สังคม	ของเสีย	สิทธิในการใช้น้ำ
สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ	- การกัดเซาะดิน - น้ำใต้ดิน - สภาพทางอุทกวิทยา	- สภาพทางอุทกวิทยา - ภูมิทัศน์
มลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อม	- มลภาวะน้ำ - เสียงและการสั่นสะเทือน	

3. การกำหนดแผนการซ่อมแซมถนน

เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องตัดสินใจว่า จะดำเนินการวิเคราะห์ในรายละเอียดของผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมหรือไม่ ในขณะที่ดำเนินการศึกษาทางด้านวิศวกรรม

ความจำเป็นในการดำเนินการวิเคราะห์ในรายละเอียด ขึ้นอยู่กับขนาดของงานป้องกันหรือวิธีการในการก่อสร้าง อย่างไรก็ตาม งานป้องกันส่วนใหญ่ไม่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์รายละเอียด หากการวิเคราะห์มีความจำเป็นก็จะต้องดำเนินการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (IEE) หรือการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) หลังจากนั้นแล้วมาตรการทางด้านอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมซึ่งขึ้นอยู่กับผลการวิเคราะห์ในรายละเอียดจะต้องกำหนดขึ้น

โดยทั่วไปแผนการป้องกันขั้นสุดท้ายสำหรับถนนที่คาดว่าจะมีการเสียหายเกิดขึ้นจะกำหนดโดยการพิจารณาหัวข้อการประเมินดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2.7

ตารางที่ 5.2.6 แบบการประเมินเบื้องต้นสำหรับโครงการก่อสร้างทางแนวใหม่

หัวข้อการประเมิน	การประเมินระหว่างการก่อสร้าง		การประเมินหลังจากเปิดการจราจร			การประเมินรวม
	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน	การใช้เครื่องจักรและยานพาหนะในการก่อสร้าง	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน	ทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ	การเคลื่อนย้ายของประชากรและสินค้า	
<สภาพแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจ-สังคม>						
1. การตั้งถิ่นฐานใหม่						
2. กิจกรรมทางเศรษฐกิจ						
3. สิ่งอำนวยความสะดวกสาธารณะและการจราจร						
4. การตั้งชุมชนใหม่						
5. สมบัติทางวัฒนธรรม						
6. สิทธิในการใช้น้ำ, ทรัพย์สินสาธารณะ						
7. สุขภาพ, การสุขาภิบาล						
8. ขยะเสีย						
9. การเสี่ยงในการเกิดอันตราย						
<สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ>						
10. สภาพภูมิประเทศ, ธรณีวิทยา						
11. การกัดเซาะดิน						
12. น้ำใต้ดิน						
13. สภาพทางอุทกวิทยา						
14. บริเวณชายฝั่ง						
15. สัตว์และพืชพรรณ						
16. อากาศ						
17. ภูมิทัศน์						
<มลภาวะด้านสิ่งแวดล้อม>						
18. อากาศ						
19. น้ำ						
20. สารพิษในดิน						
21. เสียงและการสั่นสะเทือน						
22. การหลุดลื่นของดิน						
23. ดินถล่ม						

บทที่ 6

การป้องกันความเสียหายต่อทางหลวง

บทที่ 6
การป้องกันความเสียหายต่อทางหลวง

6.1 มาตรการในการป้องกันความเสียหาย

ในการป้องกันผลกระทบทางด้านสังคมของความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุบัติภัยที่เกิดขึ้น เช่น การจราจรติดขัด ความเสียหายต่อทรัพย์สินส่วนบุคคลและทรัพย์สินสาธารณะ และอื่น ๆ ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นจะต้องมีการป้องกันตามสภาพการเกิด

มาตรการในการป้องกันความเสียหายจะแตกต่างกันไปตามชนิดของความเสียหาย มาตรการในการป้องกันจะต้องเป็นไปตามสภาพซึ่งจะมีลักษณะเฉพาะตามชนิดของความเสียหายและสภาพแวดล้อม มาตรการป้องกันความเสียหายจะต้องมีลักษณะหลักดังต่อไปนี้

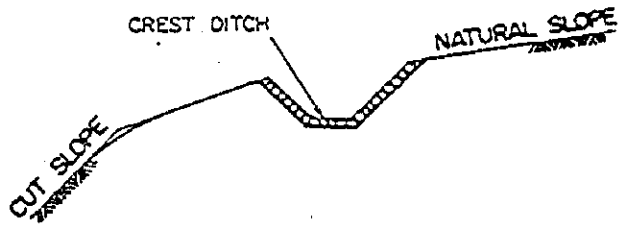
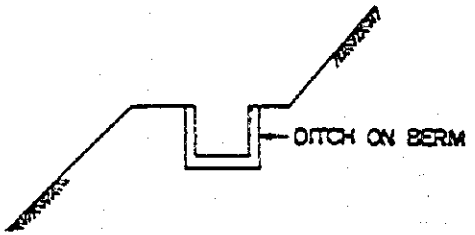
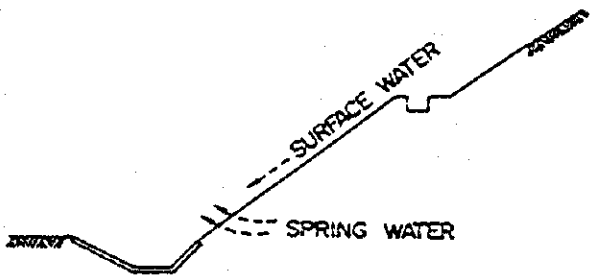
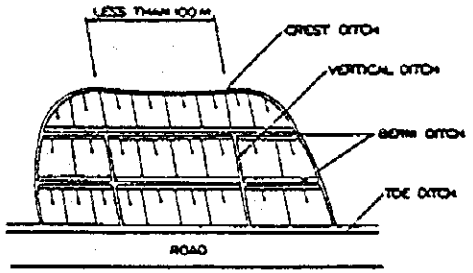
- จะต้องมีประสิทธิภาพในการขจัดสาเหตุของความเสียหาย
- จะต้องมีประสิทธิภาพในการประกันความเสียหายที่เกิดขึ้น
- ง่ายในการดำเนินการ
- จะต้องมีประสิทธิภาพในด้านเงินลงทุน

มาตรการในการป้องกันความเสียหายสามารถแยกออกได้เป็น 6 ประเภท ตามชนิดของความเสียหาย ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.1.1 - 6.1.6 พร้อมทั้งคำอธิบายลักษณะการทำงานและสถานที่ใช้งาน

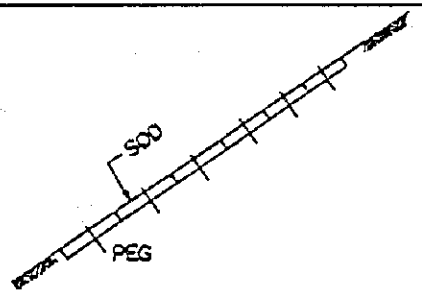
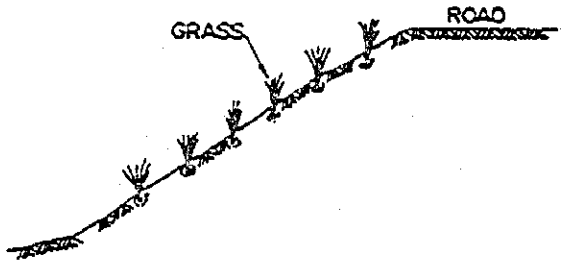
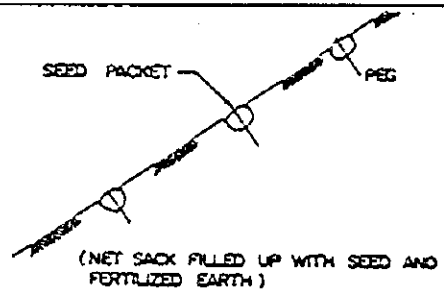
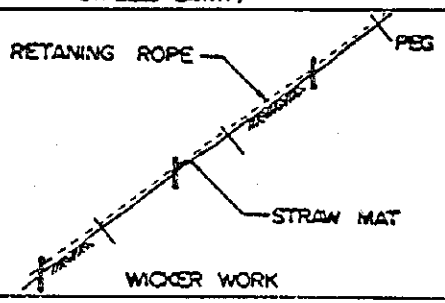
ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของความเสียหาย และจำนวนตารางแสดงได้ดังนี้

การกัดเซาะลาดดินตัด	ตารางที่ 6.1.1 (1) - (9)
หินร่วง	ตารางที่ 6.1.2 (1) - (5)
การพังทลายของดิน	ตารางที่ 6.1.3 (1) - (7)
การพังทลายของสะพาน	ตารางที่ 6.1.4 (1) - (11)
การพังทลายของดินคันทางและลาดดินถม	ตารางที่ 6.1.5 (1) - (6)
น้ำท่วมทาง	ตารางที่ 6.1.6

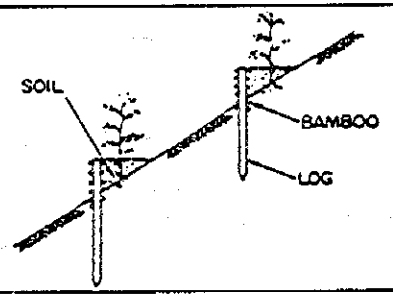
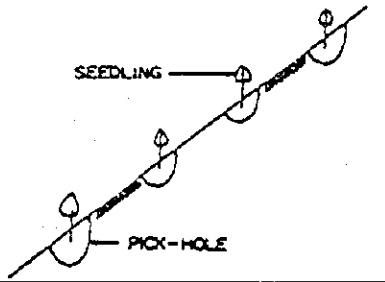
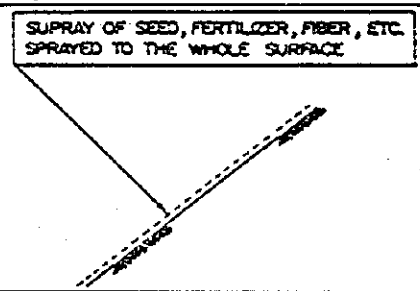
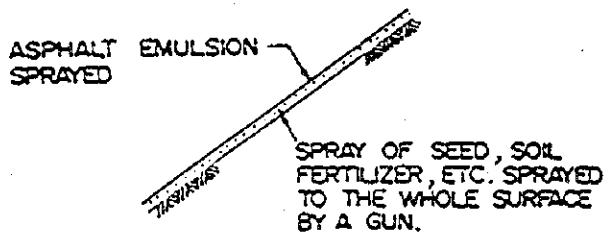
ตารางที่ 6.1.1(1) ชนิดของมาตรการป้องกันการกัดเซาะ Slope

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(1) การระบายน้ำผิว Slope	รางระบายน้ำส่วนบน	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ และการพัดพาผิวหน้า Slope โดยการทำร่องรวมน้ำตามแนวงานตัดด้านบน	- Slope งานตัด - หินผุ, ดิน	
	รางระบายน้ำ Berm	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ และการพัดพาผิวหน้า Slope โดยการทำร่องเพื่อรวมน้ำบริเวณ Berm	- งานตัด, งานถม - หินผุ, ดิน	
	รางระบายน้ำส่วนฐาน	- เพื่อป้องกันน้ำไหลสู่ผิวทาง	- บริเวณ Slope งานตัด	
	รางระบายน้ำตามแนวตั้ง	- เพื่อรวบรวมและระบายน้ำบริเวณผิว Slope โดยใช้รางระบายน้ำตามแนวตั้ง เพื่อป้องกันการกัดเซาะและการพัดพาผิวหน้า Slope	- โดยทั่วไปจะใช้บริเวณผิวหน้า Slope - บริเวณ Slope งานตัดและงานถม	

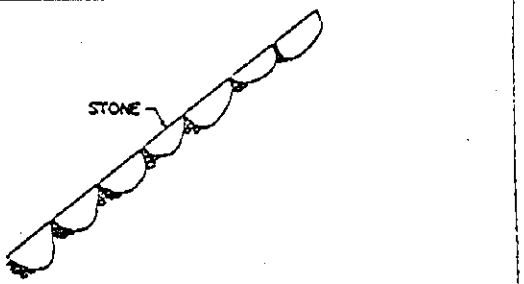
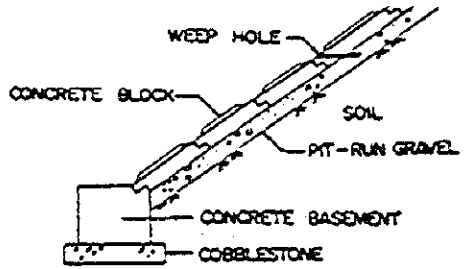
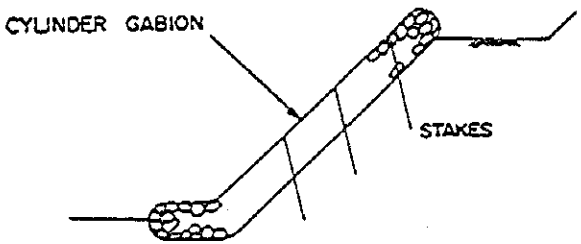
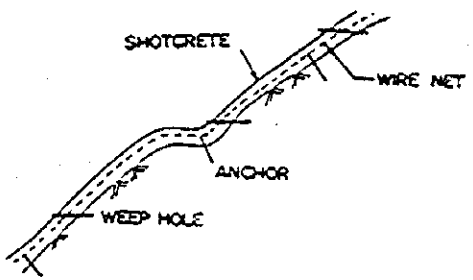
ตารางที่ 6.1.1(2) ชนิดของมาตรการป้องกันการกัดเซาะ Slope

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(2) การปลูกพืชคลุม	การปลูกเป็นกลุ่ม	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ การพัดพา และการสึกกร่อนของ Slope โดยการปลูกพืชคลุม - ปลูกโดยตรงบริเวณ Slope	- Slope งานตัด, งานถม - ผิวดิน	
	การปลูกเป็นจุด	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ การพัดพา และการสึกกร่อนของ Slope โดยการปลูกพืชคลุม - ปลูกโดยตรงบริเวณ Slope	- Slope งานตัด, งานถม - หินผุ, ดิน	
	การใช้ถุงบรรจุเมล็ด	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ การพัดพา และการกัดกร่อนของ Slope โดยการปลูกพืชคลุม - เรียงถุงซึ่งบรรจุเมล็ด และดินปุ๋ยบริเวณSlope	- ใช้ในบริเวณที่ Slope ไม่เหมาะในการปลูกหญ้า - Slope งานตัด - ดิน, หินผุ	
	ควบคุมการกัดเซาะ โดยใช้วัสดุท้องถิ่น	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ การพัดพา และการกัดกร่อนของ Slope โดยการปลูกพืชคลุม - คลุมเมล็ดด้วยฟาง	- บริเวณ Slope งานตัด, งานถม - ผิวดิน	

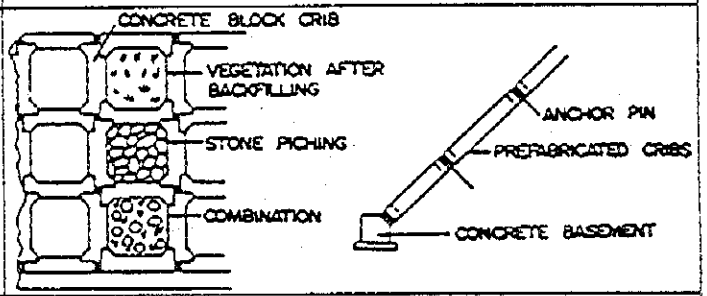
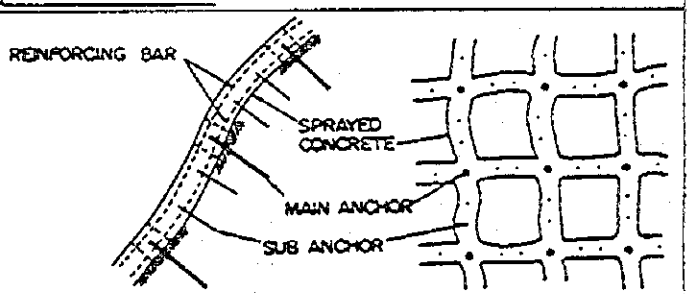
ตารางที่ 6.1.1(3) ชนิดของมาตรการป้องกันการกัดเซาะ Slope

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(2) การปลูกพืชคลุม	เครื่องจักสาน	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ การพัดพา และการกัดกร่อน Slope โดยการปลูกพืชคลุม	- Slope งานตัด และงานถม - หินผุ, ดิน	
	งานชุดหลุมหยอดเมล็ด	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ การพัดพา และการกัดกร่อน Slope โดยการปลูกพืชคลุม - ชุดหลุมแล้วกลบด้วยเมล็ด และปุ๋ย	- ใช้บริเวณที่ Slope ไม่เหมาะสำหรับการปลูกหญ้า - โดยทั่วไปจะใช้บริเวณ Slope งานตัด - หินผุ, หินอ่อน	
	การพ่นเมล็ดด้วยเครื่อง (Seed spraying)	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ การพัดพา และการกัดกร่อน Slope โดยการปลูกพืชคลุม - พ่นเมล็ดด้วยเครื่องพ่น	- โดยทั่วไปจะใช้บริเวณ Slope งานดินตัด และงานถม	
	การพ่นส่วนผสมเมล็ดด้วยหัวพ่น (Hydroseeding)	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะ การพัดพา และ การกัดกร่อน Slope โดยการปลูกพืลคลุม - พ่นส่วนผสมของเมล็ด น้ำ ปุ๋ย ดิน และ ส่วนประกอบอื่นด้วยหัวพ่น	- ส่วนใหญ่จะใช้บริเวณหินผุ และงานดินตัด/ดินถม	

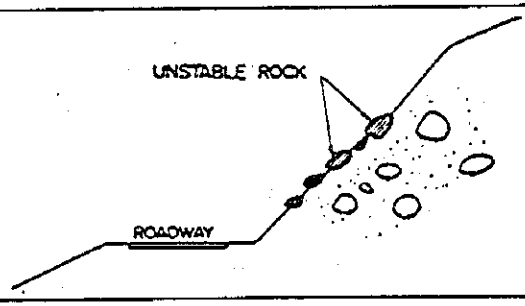
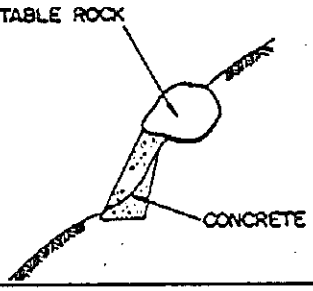
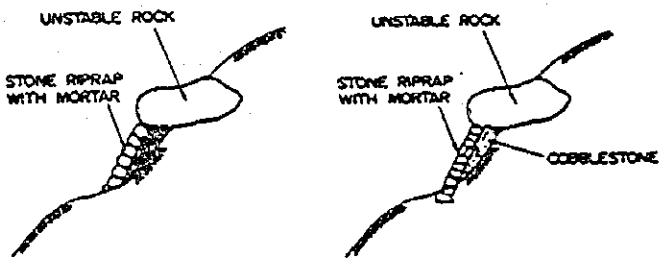
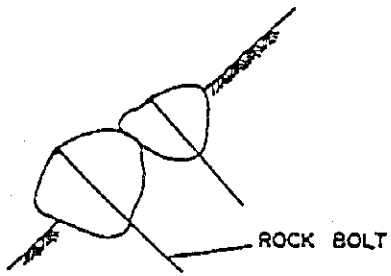
ตารางที่ 6.1.1(4) ชนิดของมาตรการป้องกันการกัดเซาะ Slope

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(3) โครงสร้าง	การทิ้งหิน	- ป้องกัน Slope โดยการคลุมด้วยการทิ้งหิน	- ทั่วไปแล้วจะใช้บริเวณผิว Slope ที่มีความชันน้อยกว่า 1.5 : 1	
	บล็อคคอนกรีต	- ป้องกัน Slope โดยการคลุมด้วยคอนกรีตที่ขึ้นรูปบริเวณ Slope	- ทั่วไปจะใช้บริเวณผิว Slope ที่มีความชันน้อยกว่า 1.5 : 1	
	Cylinder block pitching	- เพื่อป้องกัน Slope โดยการใช้การเรียงอิฐ	- ทั่วไปใช้บริเวณผิวหน้า Slope ที่มีความชันน้อยกว่า 0.5 : 1 และมีน้ำผุด	
	Shotcrete	- เพื่อป้องกัน Slope โดยการฉีดคอนกรีต	- ไม่ใช้ในบริเวณที่มีน้ำผุด	

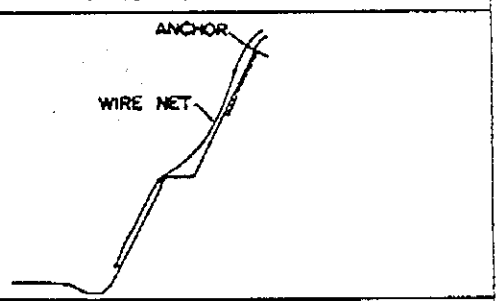
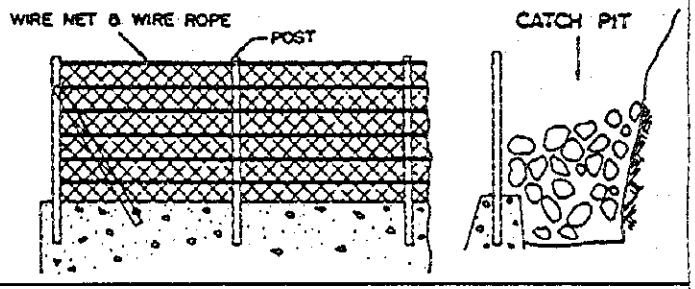
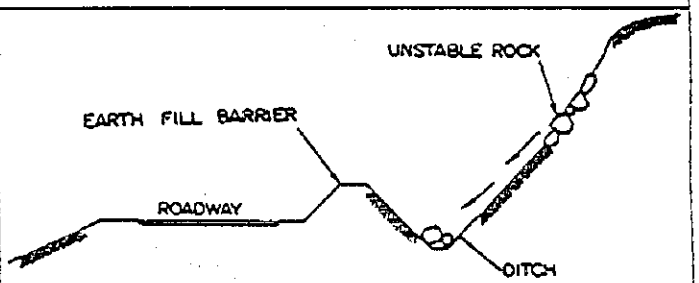
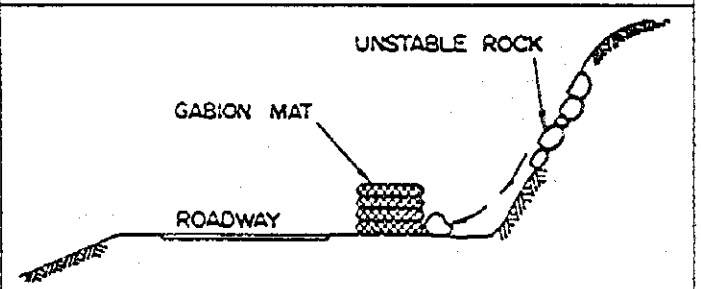
ตารางที่ 6.1.1(5) ชนิดของมาตรการป้องกันการกัดเซาะ Slope

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(3) โครงสร้าง	ไซับล็อคคอนกรีต	- เพื่อป้องกัน Slope โดยการคลุมด้วยแท่งคอนกรีต	- ทั่วไปจะใช้บริเวณที่ Slope มีความชันน้อยกว่า 1.0 : 1	
	การฉีดคอนกรีต	- เพื่อป้องกัน Slope โดยการคลุมด้วยการฉีดคอนกรีต	- ใช้ในบริเวณที่มีความชันของ Slope เกินกว่า 1.0 : 1 - ใช้ในบริเวณที่ผิว Slope ไม่ราบเรียบ	

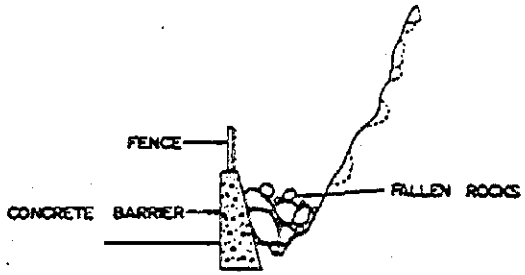
ตารางที่ 6.1.2 (1) ชนิดของมาตรการป้องกันหินร่วง

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(1) งานเคลื่อนย้าย	เคลื่อนย้ายหินที่ไม่มีเสถียรภาพ	- เพื่อเคลื่อนย้ายหินที่ไม่มีเสถียรภาพก่อนที่จะหล่น	- ทั่วไปใช้กับหินที่มีขนาดใหญ่ และปานกลาง	
(2) รองรับด้วยโครงสร้าง	ป้องกันส่วนฐานด้วยคอนกรีต	- เพื่อป้องกันหินที่อาจร่วงได้ โดยการค้ำหรือรองรับด้วยโครงสร้างคอนกรีต	- ใช้กับหินขนาดใหญ่ที่เข้าถึงได้	
	การป้องกันส่วนฐานโดยการเรียงหิน	- เพื่อป้องกันหินที่ไม่มีเสถียรภาพโดยการค้ำ/รองรับด้วยการเรียงหิน	- ใช้กับหินขนาดใหญ่	
(3) การยึดด้วยน็อต	น็อตยึดหิน	- เพื่อป้องกันหินที่อาจร่วงได้ โดยการยึดกับพื้นหินด้วยน็อตยึดหิน	- ใช้กับหินขนาดใหญ่	

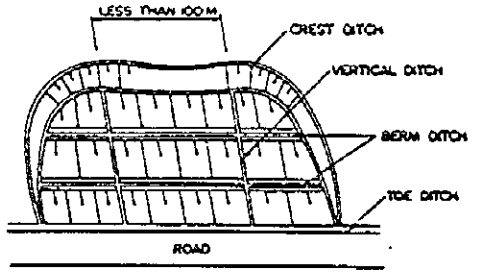
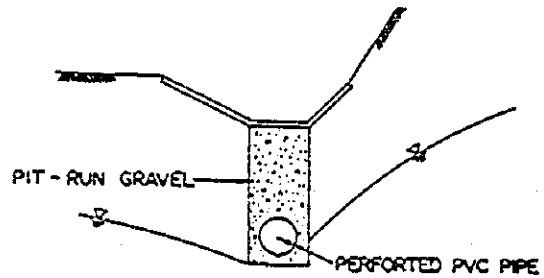
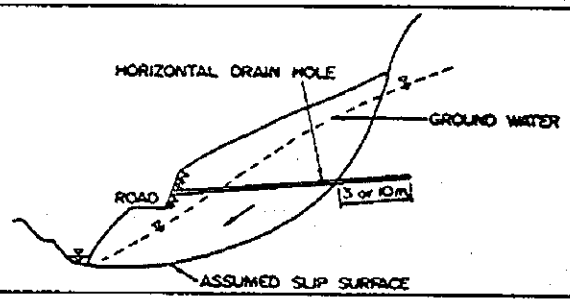
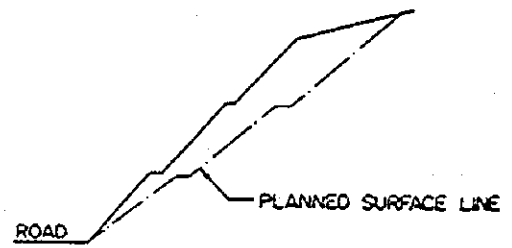
ตารางที่ 6.1.2 (2) ชนิดของมาตรการป้องกันหินร่วง

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(4) เครื่องมือป้องกันหินร่วง	ตาข่ายคลุมหิน	- เพื่อป้องกันปินร่วงสู่ถนน โดยการติดตั้งตาข่ายดัก	- ใช้ในบริเวณที่เขตทางจำกัด - ไม่เหมาะสำหรับหินที่ถูกชะล้างได้ง่าย	
	รั้วป้องกัน	- เพื่อป้องกันหินร่วงสู่ถนน โดยการใช้รั้วดัก	- ใช้ในบริเวณที่มีเขตทางเพียงพอสำหรับหินที่ร่วงลงมา	
	กันด้วยคันดิน	- เพื่อป้องกันหินร่วงลงสู่ถนน โดยการก่อคันดินและรางระบายน้ำ	- ต้องการพื้นที่ที่กว้างพอระหว่างถนนและฐาน Slope	
	กันด้วยตาข่าย	- เพื่อป้องกันหินร่วงลงสู่ถนน โดยการใช้ตาข่ายคลุม	- ใช้งานได้บริเวณที่มีพื้นที่สองข้างทางเพียงพอที่จะรองรับหินที่ร่วงลงมา	

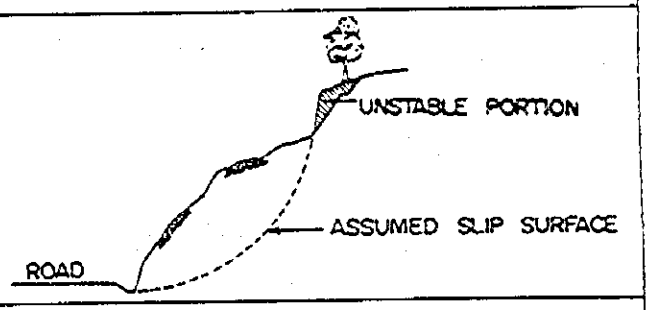
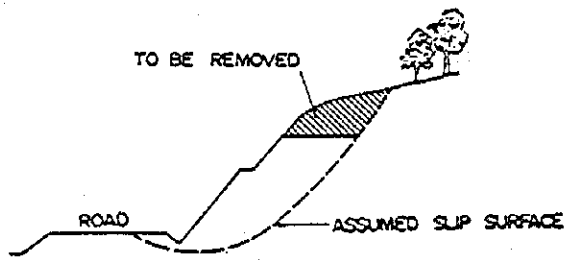
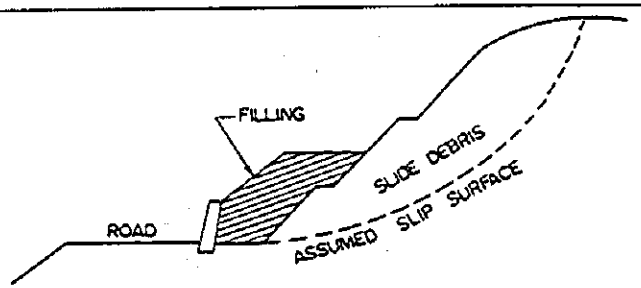
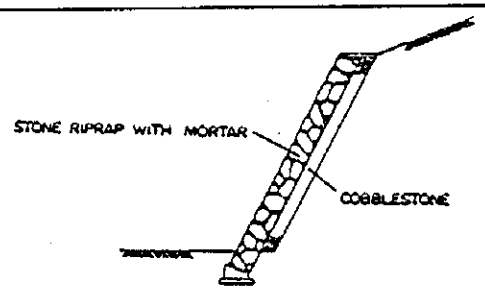
ตารางที่ 6.1.2 (3) ชนิดของมาตรการป้องกันหินร่วง

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(4) เครื่องมือป้องกันหินร่วง	กันด้วยกำแพงคอนกรีต	- เพื่อป้องกันหินร่วงลงสู่ถนน โดยการใช้กำแพงคอนกรีต	- ใช้งานในบริเวณที่มีพื้นที่ว่างพอเพียงที่จะรองรับหินที่ร่วงลงมา	

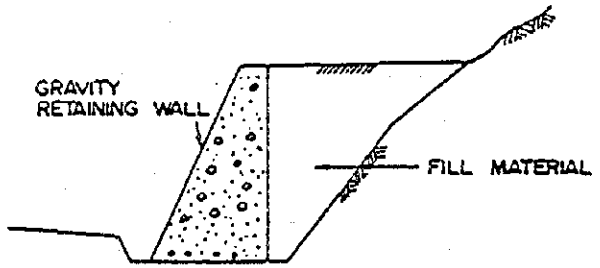
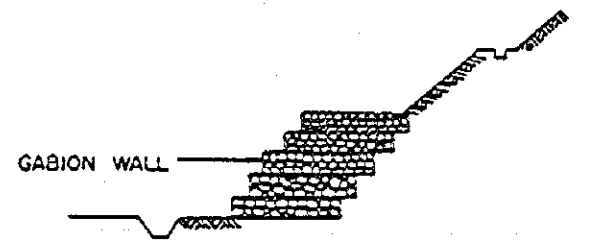
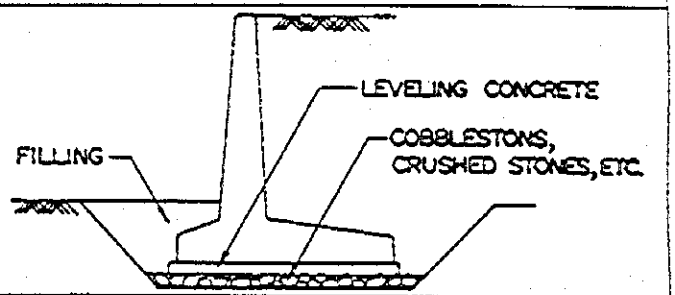
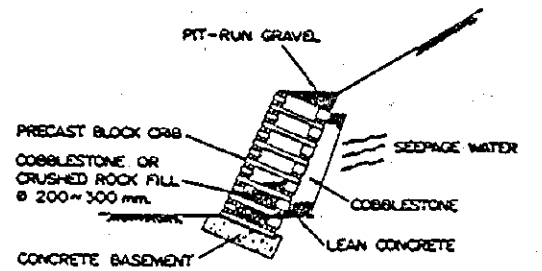
ตารางที่ 6.1.3 (1) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(1) การระบายน้ำผิว	การระบายน้ำผิว - รางระบายน้ำส่วนบน (Crest) - รางระบายน้ำ Berm - รางระบายน้ำแนวดิ่ง - รางระบายน้ำส่วนฐาน	- เพื่อที่จะกักและระบายน้ำ โดยการใช้รางระบายน้ำ เพื่อป้องกันการกัดเซาะ และการพัดพาผิวหน้า Slope และเพื่อป้องกันน้ำซึมเข้าสู่ดิน	- โดยส่วนใหญ่จะใช้บริเวณผิวที่ประกอบไปด้วยดินตะกอน หรือดินเหนียว	
(2) การระบายน้ำใต้ผิว	ระบายน้ำใต้ดินด้วยบ่อและท่อ	- เพื่อระบายน้ำใต้ดินที่มีระดับดินและทำให้ Slope มีเสถียรภาพ	- ส่วนมากจะใช้ร่วมกับการระบายน้ำผิว - โดยทั่วไปใช้บริเวณ Slope ที่มีน้ำซึมมาก	
	รูระบายน้ำแนวราบ	- เพื่อคงเสถียรภาพให้กับ Slope ที่มีแนวโน้มอาจพังทลายได้โดยการระบายน้ำสู่ใต้ดิน	- โดยทั่วไปจะใช้บริเวณ Slop งานตัด / งานถมที่มีแรงดันน้ำใต้ดินสูง	
(3) การตัดใหม่	ตัดใหม่	- คงเสียรภาพของ Slope โดยการตัดให้มีความลาดชันเหมาะสมที่สุด	- ส่วนใหญ่จะใช้ร่วมกับงานระบายน้ำและงานป้องกัน Slope	

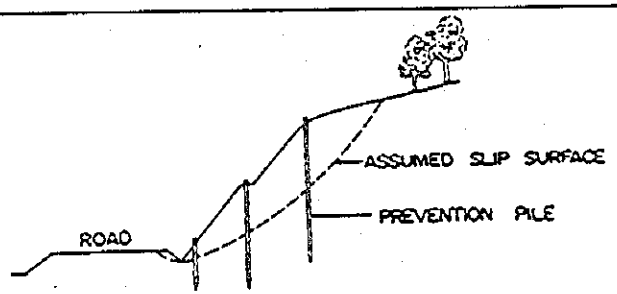
ตารางที่ 6.1.3 (2) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(3) การตัดใหม่	ขุดส่วนที่ไม่มีเสถียรภาพออก	- เพื่อคงเสถียรภาพของ Slope โดยการขุดส่วนที่ไม่มีเสถียรภาพ	- ส่วนใหญ่จะขุดบริเวณที่มีความความลาดชันสูง พร้อมทั้งทำร่วมไปกับงานระบายน้ำ	
(4) การถ่ายน้ำหนัก	ขุดส่วนบนของ Slope	- เพื่อลดแรงที่ทำให้เกิดการพังทลาย โดยการขุดส่วนบนของ Slope ออก	- โดยทั่วไปจะทำบริเวณ Slope งานตัด	
	ถมเพื่อถ่ายน้ำหนัก	- เพื่อต้านแรงที่จะทำให้เกิดการพังทลาย โดยใช้การถมบริเวณฐาน Slope	- Slope งานตัดและงานถม	
(5) การรองรับด้วยโครงส	กำแพงหินเรียง	- เพื่อป้องกันการพังทลาย โดยใช้แรงต้านความกดของดิน	- ใช้งานได้โดยที่กำแพงจะต้องสูงน้อยกว่า 5 ม. - โดยทั่วไปจะใช้บริเวณ Slope งานตัด หรืองานถม	

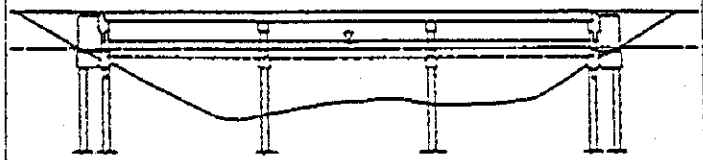
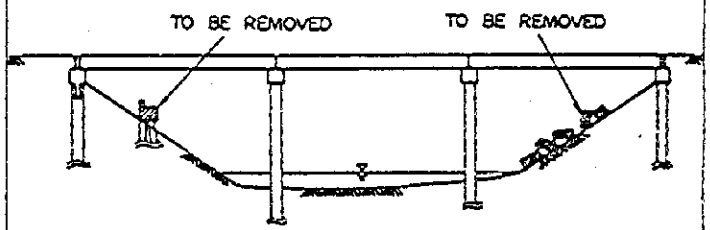
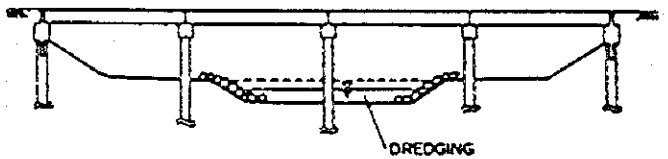
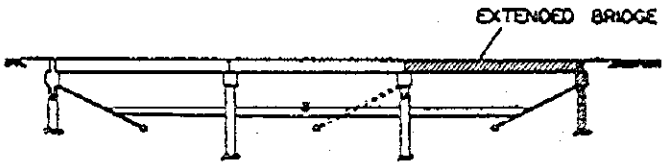
ตารางที่ 6.1.3 (3) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(5) การรองรับด้วยโครงสร้าง	กำแพงกันดินชนิด Gravity-Type	- เพื่อป้องกัน Slope พังทลาย โดยใช้แรงต้านความกดของดิน	- ความสูงของกำแพงจะต้องต่ำกว่า 3 ม.	
	Gabion wall	- เพื่อป้องกัน Slope พังทลาย โดยใช้แรงต้านความกดของดิน	- โดยส่วนใหญ่จะใช้บริเวณฐาน Slope ที่มีน้ำซึม	
	กำแพงกันดินรูปตัว T	- เพื่อป้องกันการเลื่อนไหลของ Slope, ด้านแรงกดของดิน	- ส่วนใหญ่กำแพงมีความสูง 3-10 ม. - โดยทั่วไปใช้ในบริเวณ Slope งานตัด หรืองานถม	
	กำแพงอิฐกันดิน	- เพื่อป้องกันการพังทลายของ Slope โดยใช้แรงต้านความกดของดิน พร้อมทั้งอิญคอนกรีตหล่อสำเร็จ	- โดยส่วนใหญ่จะใช้บริเวณ Slope งานตัดที่น้ำผุด	

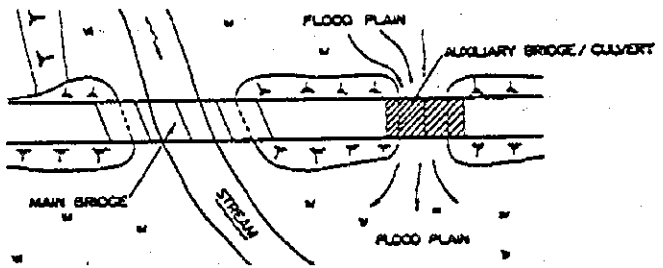
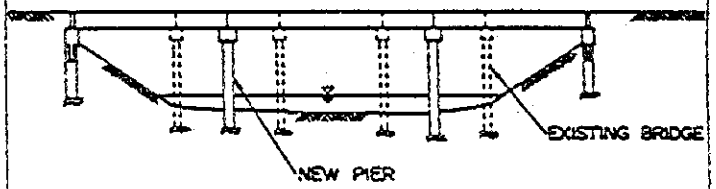
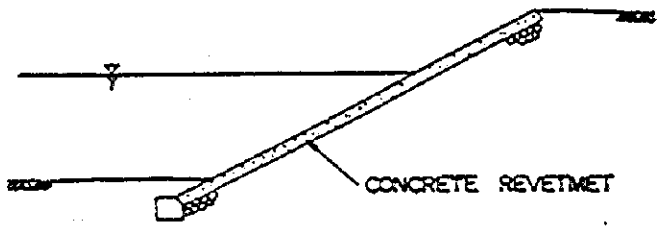
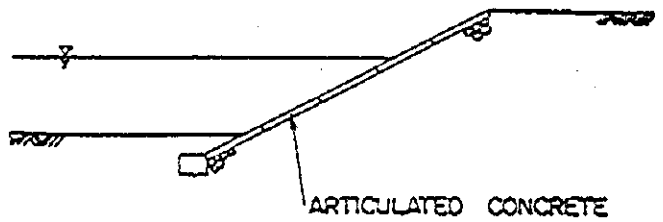
ตารางที่ 6.1.3 (4) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(5) การรองรับด้วยโครงสร้าง	เสาเข็มป้องกัน	- เพื่อป้องกัน Slope จากการพังทลาย โดยการต้านแรงกดของดิน โดยใช้เสาเข็ม	- โดยทั่วไปจะใช้บริเวณ Slope งานตัด หรืองานถม	

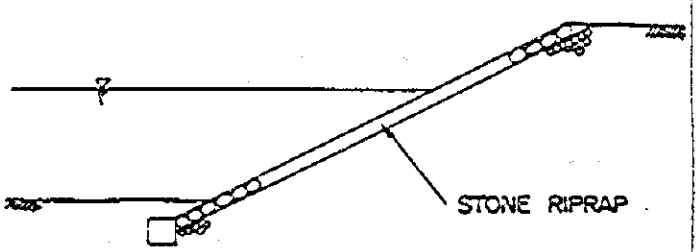
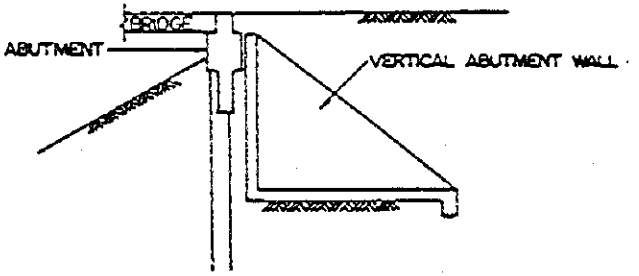
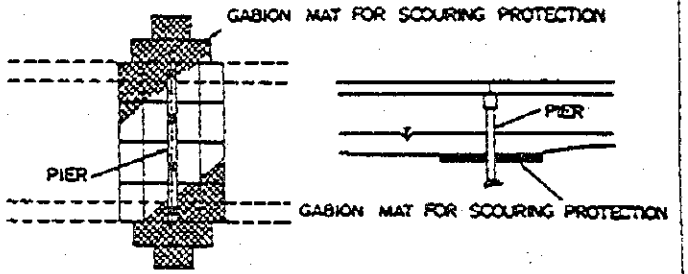
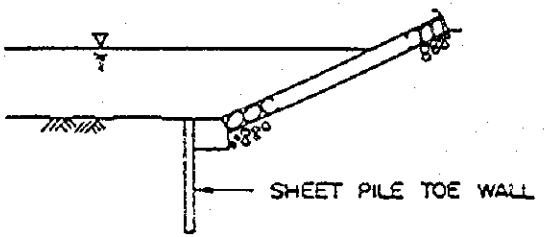
ตารางที่ 6.1.4 (1) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(1) การปรับปรุงความจุในการรองรับปริมาณน้ำ	ยกระดับสะพาน	- เพื่อเพิ่มความจุในการรับปริมาณน้ำ	- ใช้ได้กับสะพานขนาดสั้น	
	กำจัดสิ่งกีดขวางในแม่น้ำ	- เพื่อเพิ่มความจุในการรับปริมาณน้ำ	- ใช้ได้กับสะพานขนาดสั้น	
	ขุดลอกคูน้ำ	- เพื่อเพิ่มความจุในการรับน้ำ - รักษาร่องน้ำ	- ใช้ได้กับสะพานทั้งขนาดสั้นและยาว	
	ขยายความยาวของสะพาน	- เพื่อเพิ่มความจุในการรับน้ำ	- โดยทั่วไปจะใช้กับสะพานขนาดสั้น	

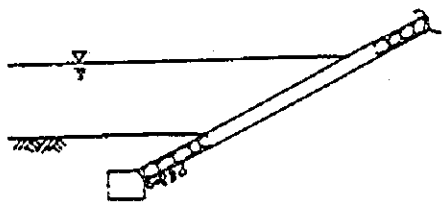
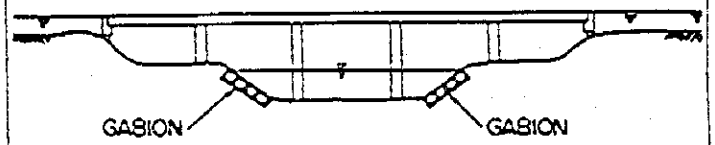
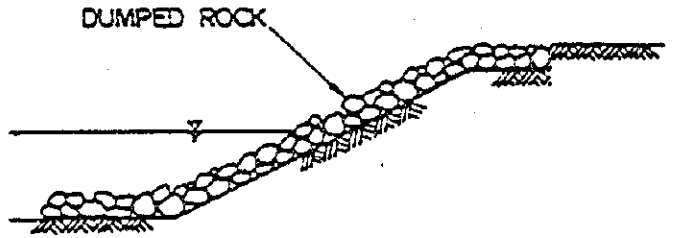
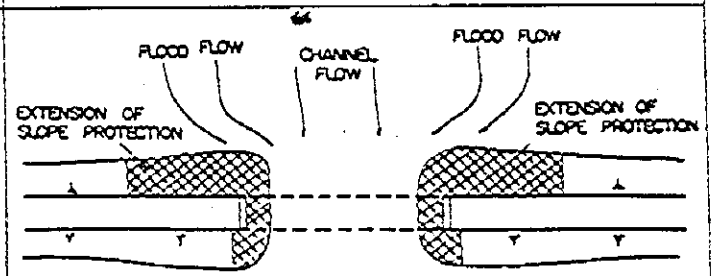
ตารางที่ 6.1.4 (2) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(1) การปรับปรุงความจุในการรองรับประมาณน้ำ	สร้างสะพาน / ช่องระบายน้ำเสริม	- เพื่อเพิ่มความจุในการรองรับปริมาณน้ำ โดยการเพิ่มสะพาน / ช่องระบายน้ำเสริม	- โดยทั่วไปจะใช้กับสะพานในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง	
	ขยายความยาวพื้นสะพาน	- เพื่อเพิ่มความจุในการรับปริมาณน้ำ	- ใช้ได้กับสะพานขนาดสั้น	
(2) การป้องกันตอม่อ คอดิน และตอม่อ	คันคอนกรีต	- เพื่อป้องกัน ลาดดินตัดที่ตอม่อริมฝั่งจากการกัดเซาะ	- ส่วนใหญ่จะใช้ในบริเวณที่ Slope มีความลาดชันน้อยกว่า 1.0:1	
	คันคอนกรีตแบบประกบ	- เพื่อป้องกัน ลาดดินตัดที่ตอม่อริมฝั่งจากการกัดเซาะ	- ส่วนใหญ่จะใช้ในบริเวณที่ Slope มีความลาดชันน้อยกว่า 1.0 : 1	

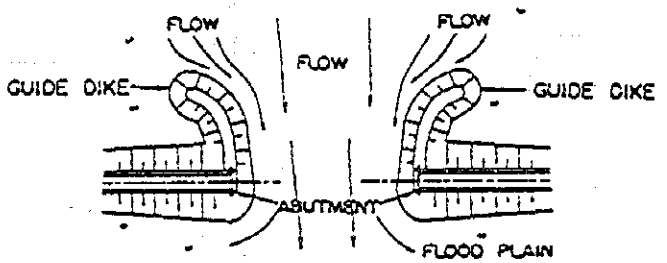
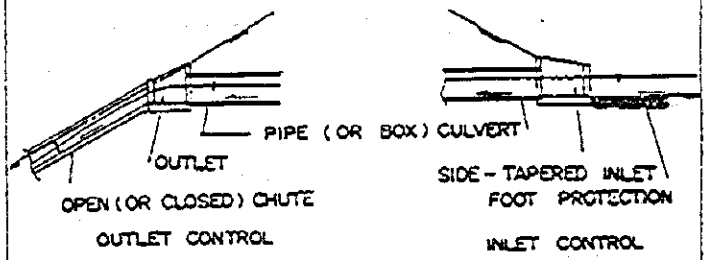
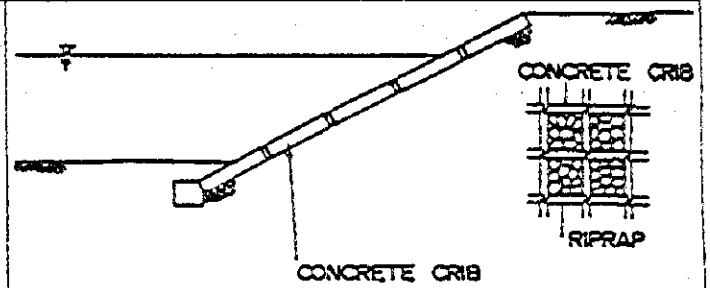
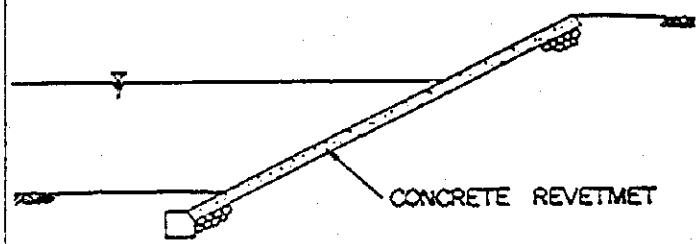
ตารางที่ 6.1.4 (3) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(2) การป้องกันลาดดินตัดตอม่อริมฝั่ง	คันหินเรียงยาแนว	- เพื่อป้องกัน ลาดดินตัดที่ตอม่อริมฝั่งจากการกัดเซาะ	- ส่วนใหญ่จะใช้บริเวณที่ Slope มีความลาดชันน้อยกว่า 1.0 : 1	
	กำแพงคอม่อคอดินแนวดิ่ง (Vertical abutment wall)	- เพื่อป้องกันคอม่อคอดินจากการกัดเซาะ	- ใช้ได้ผลดีสำหรับคอม่อคอดินแบบ Pile-Bent	
	ป้องกันฐานราก โดยใช้คาซ่ายคลุม	- เพื่อป้องกันฐานรากของคอม่อจากการกัดเซาะของแม่น้ำ	- ฐานรากคอม่อทุกชนิด	
	กำแพง Sheet Pile บริเวณส่วนฐาน	- เพื่อป้องกันฐานรากของคันคอม่อคอดินจากการกัดเซาะ	- ใช้ได้ในบริเวณที่กระแสน้ำเชี่ยว	

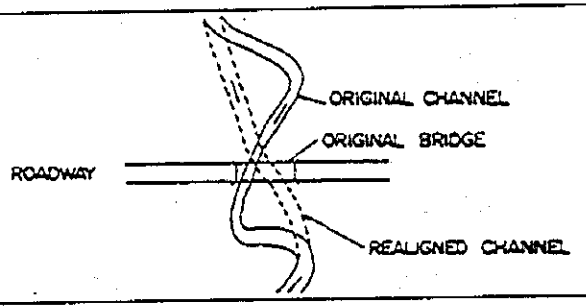
ตารางที่ 6.1.4 (4) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(2) การป้องกันลาดดินตัดตอม่อริมฝั่ง	การฝังฐานรากแบบลึก	- เพื่อป้องกัน ลาดดินตัดที่ตอม่อริมฝั่งจากการกัดเซาะ	- ใช้ได้ในบริเวณที่กระแสน้ำเชี่ยว	
(3) การรักษาร่องน้ำ	รักษาร่องน้ำด้วยการทิ้งหิน	- เพื่อป้องกันริมฝั่งจากการกัดเซาะ	- โดยทั่วไปจะใช้บริเวณที่แม่น้ำลำออกไปจากแนวร่องน้ำ	
	รักษาร่องน้ำด้วยการเทหิน	- เพื่อป้องกันริมฝั่งจากการกัดเซาะ	- โดยทั่วไปจะใช้บริเวณที่แม่น้ำลำออกไปจากแนวร่องน้ำที่ลาดชัน	
(4) การป้องกันดินคอสะพาน	ป้องกันคันดินคอสะพาน	- เพื่อป้องกันการกัดเซาะดิดคอสะพานบริเวณเหนือน้ำ	- โดยทั่วไปจะใช้บริเวณสะพานที่ตั้งอยู่ในที่ราบน้ำท่วมถึง	

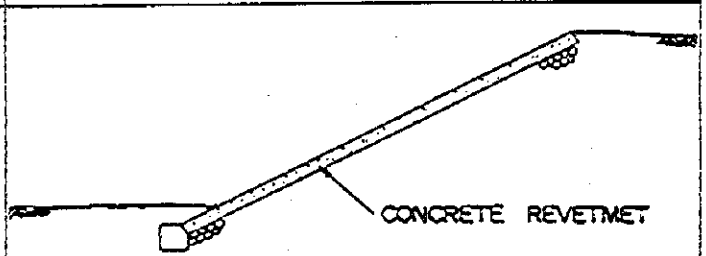
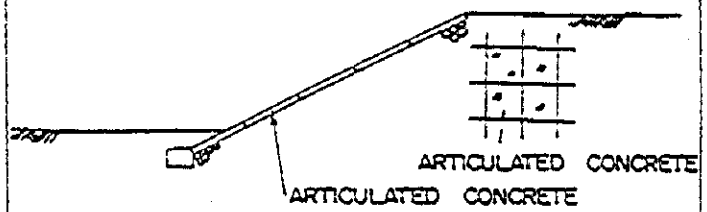
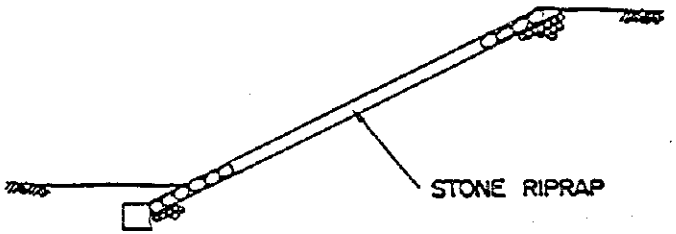
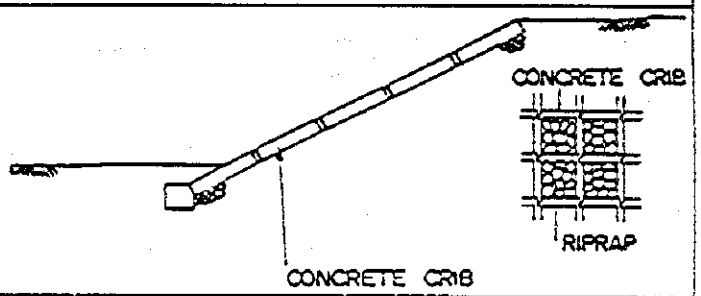
ตารางที่ 6.1.4 (5) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(5) การจัดการร่องน้ำ	เขื่อนบังคับแนวลำน้ำ (Guide Dike)	- เพื่อป้องกันตอม่อคอดินและถนนเชื่อมจากกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยว	- ใช้กับสะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ราบน้ำท่วม	
	ปรับปรุงช่องน้ำเข้า / ออก	- เพื่อป้องกันถนนเชื่อมจากการกัดเซาะของน้ำส่วนเกินที่อาคารระบายน้ำไม่สามารถรับได้	- ใช้กับช่องน้ำเข้า / ออก	
(6) การป้องกันริมฝั่ง	กันโดยการเรียงหิน	- เพื่อป้องกันริมฝั่งจากการกัดเซาะ	- ส่วนมากจะใช้บริเวณที่ริมฝั่งมีความลาดชันน้อยกว่า 1.0 : 1	
	คันคอนกรีต	- เพื่อป้องกันริมฝั่งจากการกัดเซาะ	- ส่วนมากจะใช้บริเวณริมฝั่งที่มีความลาดชันน้อยกว่า 1.0 : 1 - ใช้กับริมฝั่งบริเวณคุ้งน้ำ	

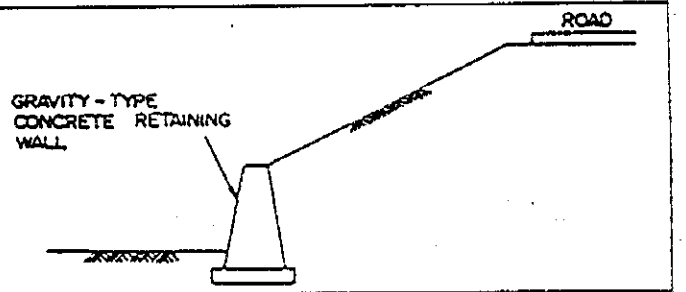
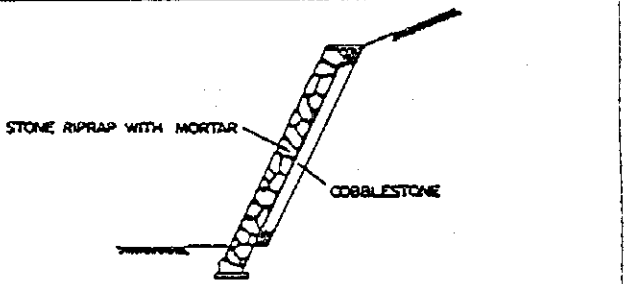
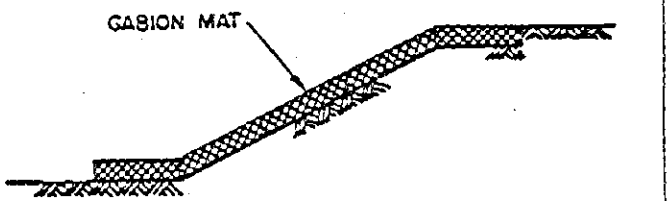
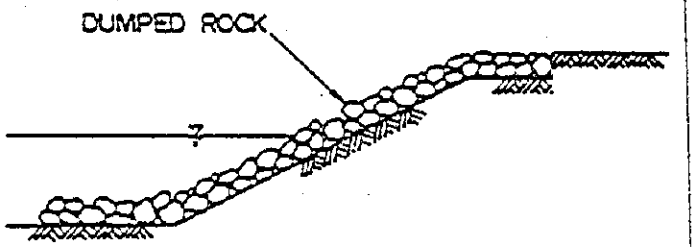
ตารางที่ 6.1.4 (6) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลาย

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(7) เปลี่ยนแนวร่องน้ำ	เปลี่ยนแนวร่องน้ำ	- เพื่อป้องกันตอม่อคอดินและ / หรือถนนเชื่อมจากกระแสน้ำวน	- ใช้กับแม่น้ำที่คดเคี้ยว	

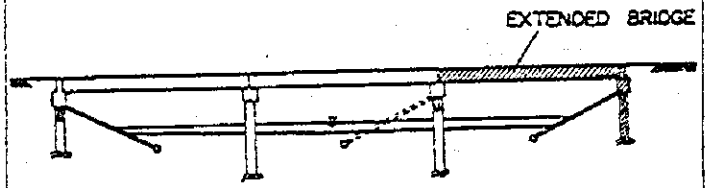
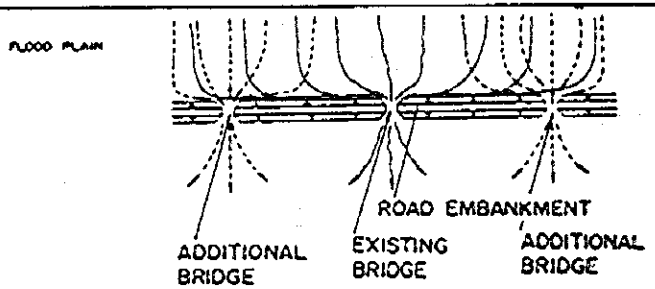
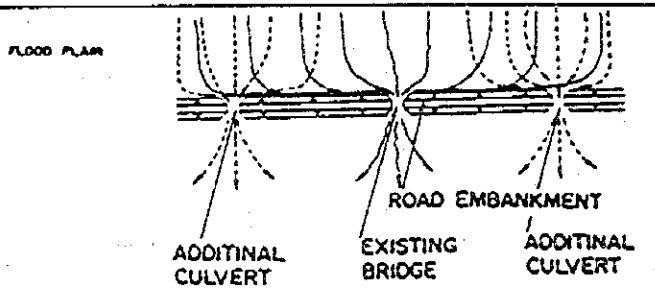
ตารางที่ 6.1.5 (1) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลายของคันทาง

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(1) การป้องกัน Slope คันทาง	คันคอนกรีต	- เพื่อป้องกันคันทางจากการกัดเซาะโดยการคาดด้วยคอนกรีต	- ส่วนมากจะใช้บริเวณที่ Slope มีความลาดน้อยกว่า 1.0 : 1	
	คันคอนกรีตแบบประกบ	- เพื่อป้องกันคันทางจากการกัดเซาะโดยการคาดด้วยคอนกรีต	- ส่วนมากจะใช้บริเวณที่ Slope มีความลาดน้อยกว่า 1.0 : 1	
	เรียงหินยาแนว	- เพื่อป้องกันคันทางจากการกัดเซาะโดยการเรียงหิน	- ส่วนมากจะใช้บริเวณที่ Slope มีความลาดน้อยกว่า 1.0 : 1	
	คันหิน	- เพื่อป้องกันคันทางจากการกัดเซาะโดยการทำคันคอนกรีตและหิน	- ส่วนมากจะใช้บริเวณที่ Slope มีความลาดน้อยกว่า 1.0 : 1	

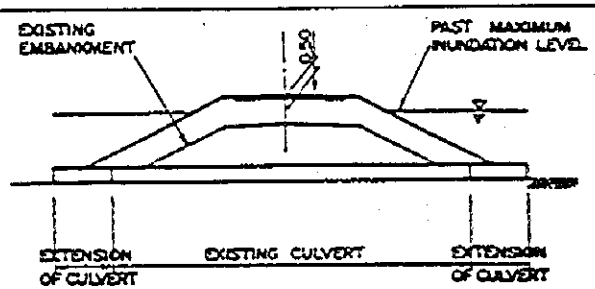
ตารางที่ 6.1.5 (2) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลายของคันทาง

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(2) การป้องกันฐานคันทาง	กำแพงคอนกรีตกันดินชนิด Gravity-Type	- เพื่อป้องกันคันทาง โดยการต้านแรงกดของดิน	- ใช้ได้กับกำแพงที่มีความสูงน้อยกว่า 3 ม.	
	กำแพงกันดินแบบเรียงหิน	- เพื่อป้องกันคันทาง โดยการต้านแรงกดของดิน	- ใช้ได้กับกำแพงที่มีความสูงน้อยกว่า 5 ม.	
	ตาข่ายคลุม	- เพื่อป้องกันคันทาง โดยการต้านแรงกดของดิน	- ส่วนใหญ่จะใช้กับ Slope คันทางที่มีน้ำซึม	
	การทิ้งหิน	- เพื่อป้องกัน Slope จากการกัดเซาะโดยกระแสน้ำเชี่ยว	- ส่วนใหญ่จะใช้บริเวณที่มี Slope มีความลาดน้อยกว่า 1.5 : 1 - ใช้ได้กับชายฝั่ง	

ตารางที่ 6.1.5 (3) ชนิดของมาตรการป้องกันการพังทลายของคันทาง

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(3) การปรับปรุงความจุของช่องระบายน้ำ	ขยายความยาวสะพาน และ/หรือขยายช่องน้ำ	- เพื่อที่จะระบายน้ำที่ไหลผ่านคันทาง	- ใช้ได้กับสะพานหรือช่องระบายน้ำที่มีความจุของช่องระบายน้ำไม่เหมาะสม	
	ก่อสร้างสะพานเสริม	- เพื่อระบายน้ำที่ไหลผ่านคันทาง	- ใช้ได้กับคันทางที่มีระบบระบายน้ำน้อย	
	ก่อสร้างช่องระบายน้ำเสริม	- เพื่อที่จะระบายน้ำที่ไหลผ่านคันทาง	- ใช้ได้กับคันทางที่มีระบบระบายน้ำน้อย	

ตารางที่ 6.1.6 ชนิดของมาตรการป้องกันน้ำท่วม

ประเภท	ชนิด	ลักษณะการทำงาน	สถานที่ใช้งาน	ภาพประกอบ
(1) การป้องกันน้ำท่วมคันทาง	ยกระดับคันทาง	- เพื่อป้องกันผิวทางจมน้ำ	- ระดับคันทางต่ำในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง	

6.2 การคัดเลือกมาตรการในการป้องกันความเสียหาย

ในบทนี้จะได้อภิปรายถึงเรื่องการคัดเลือกมาตรการป้องกันความเสียหายที่เหมาะสม จากหัวข้อ 6.1 กระบวนการคัดเลือกจะแสดงในรูปแผนภูมิ (Flow Chart) เพื่อที่จะสรุปวิธีการแก้ไขขั้นสุดท้ายได้อย่างง่าย สำหรับความเสียหายแต่ละชนิด

อย่างไรก็ตาม ในการคัดเลือกมาตรการแก้ไขจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของต้นทุน (Cost Effectiveness) สังคม และผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

6.2.1 การกัดเซาะ Slope

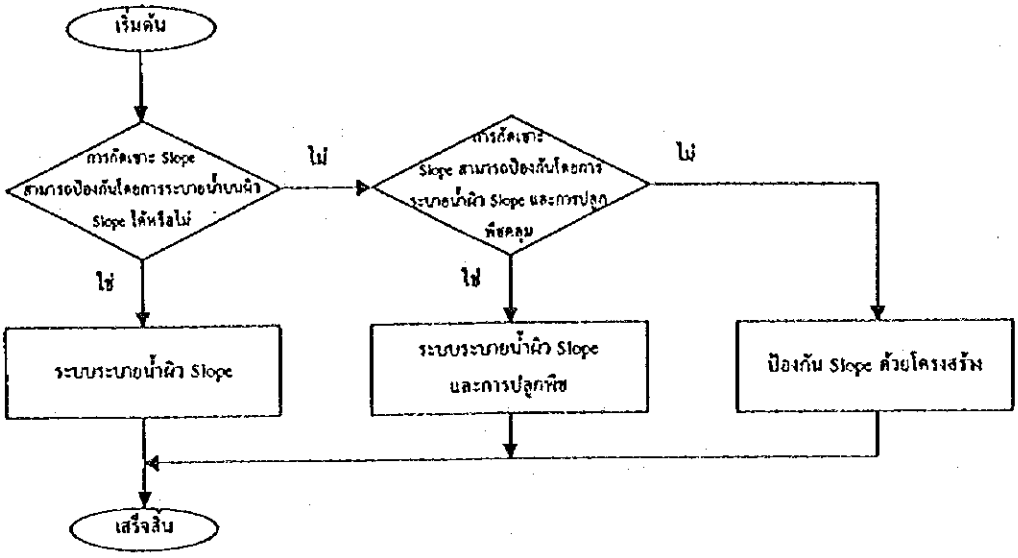
การกัดเซาะ Slope มีสาเหตุหลักจากน้ำที่ไหลผ่านผิว หาก Slope นั้นถูกละทิ้งเป็นเวลานาน โดยปราศจากมาตรการแก้ไขแล้ว อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการพังทลายของดิน (Landslides) และหินร่วง (Rockfalls) ได้

โดยทั่วไปผิวหน้าของ Slope สามารถป้องกันจากการกัดเซาะได้ โดยการใช้มาตรการ 3 ประการข้างล่าง การระบายน้ำบนผิวหน้า Slope เป็นมาตรการหนึ่งที่จะป้องกันสาเหตุของการกัดเซาะได้ การปลูกพืชคลุมและการคลุมด้วยโครงสร้างก็มีเป้าหมายที่จะป้องกันการกัดเซาะได้

1. การปลูกพืชคลุม
2. การระบายน้ำผิว Slope และการปลูกพืชคลุม
3. การคลุมผิวหน้า Slope ด้วยโครงสร้าง

ทั้งสามมาตรการข้างต้น การปลูกพืชคลุมเป็นวิธีการที่ถูกที่สุด ตามด้วยการระบายน้ำบนผิว Slope และการปลูกพืชคลุม และวิธีการที่แพงที่สุดคือการคลุมผิวหน้า Slope ด้วยโครงสร้าง

มาตรการในการป้องกันการกัดเซาะ Slope สามารถเลือกได้ตามแผนภูมิในภาพประกอบที่ 6.2.1



ภาพประกอบที่ 6.2.1 การคัดเลือกมาตรการแก้ไขการกัดเซาะ Slope

1. การป้องกัน Slope โดยการปลูกพืช

ชนิดของพืชที่จะทำการปลูกนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับสภาพของ Slope ในแต่ละแห่ง ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.2.1

ตารางที่ 6.2.1 การปลูกพืชคลุม Slope

วิธีการ	สภาพทางธรณีวิทยา			
	งานตัด			งานถม
	ดินแข็ง	หินผุ	ดิน	ดิน
การปลูกเป็นกลุ่ม	D	D	A	A
การปลูกแบบแนวยาว	D	C	B	A
การปลูกโดยใช้เมล็ด	D	A	A	D
การปลูกโดยใช้เมล็ดโดยการขุดหลุม	D	C	A	A
การพ่นเมล็ดด้วยเครื่องพ่น	D	B	A	A

A : แนะนำให้ใช้อย่างมาก
B : แนะนำให้ใช้
C : พอใช้ได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้
D : ไม่แนะนำให้ใช้

2. การป้องกัน Slope โดยการระบายน้ำบนผิว Slope และการปลูกพืชคลุม

ชนิดของการระบายน้ำที่จะใช้สามารถเลือกได้จากตัวเลือก ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 6.2 (หน้า 6-24) การใช้ระบบวิธีการระบายน้ำแต่ละชนิดในแต่ละสภาพของ Slope ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.2.2 ทั้งนี้ การผสมผสานชนิดของระบบระบายน้ำและการปลูกพืชคลุมได้สรุปไว้ด้วยแล้ว

ตารางที่ 6.2.2 การใช้การระบายน้ำผิว Slope

วิธีการ	สภาพทางธรณีวิทยา		
	หินแข็ง	หินผุ	ดิน
รางระบายน้ำส่วนบน	B	A	A
รางระบายน้ำ Berms	C	B	A
รางระบายน้ำส่วนฐาน	A	A	A

A : เหมาะสมที่สุด B : เหมาะสม C : ไม่เหมาะสม

3. การคลุมผิว Slope ด้วยโครงสร้าง

ชนิดของโครงสร้างในการคลุมผิวที่จะเลือกนำมาใช้จะเป็นไปตามตารางที่ 6.2.3 ข้างล่าง

ตารางที่ 6.2.3 การคลุมผิวด้วยโครงสร้าง

วิธีการ	สภาพทางธรณีวิทยา			
	งานตัด			งานถม
	หินแข็ง	หินผุ	ดิน	ดิน
ปูหิน	D	C	A	A
ปูด้วยบล็อคคอนกรีต	D	C	A	A
งานตาข่ายคลุม	D	D	C	B
Shotcrete	A	A	C	C
งานปูอิฐ (Cribwork)	A	A	A	A

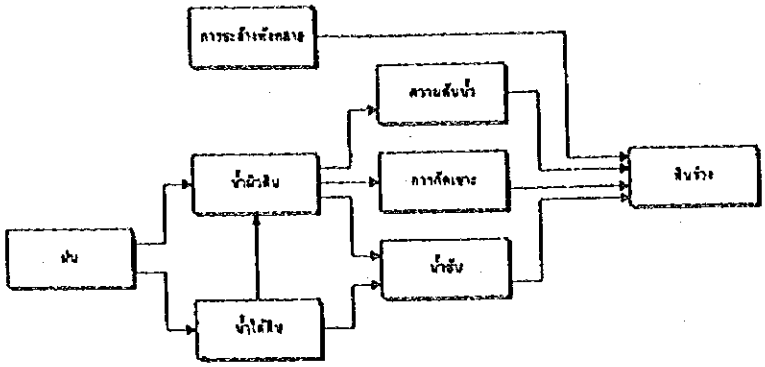
A : แนะนำให้ใช้อย่างมาก C : พอใช้ได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้

B : แนะนำให้ใช้ D : ไม่แนะนำให้ใช้

การใช้โครงสร้างคลุมผิวหน้าไว้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ หากมองในแง่ของการใช้งาน แต่จะเป็นการเสียสุนทรียภาพ ดังนั้น การผสมผสานระหว่างโครงสร้างและการปลูกพืชคลุม เช่น งานเรียงอิฐ และการปลูกพืชจะค่อนข้างเหมาะสมกว่า

6.2.2 หินร่วง (Rockfalls)

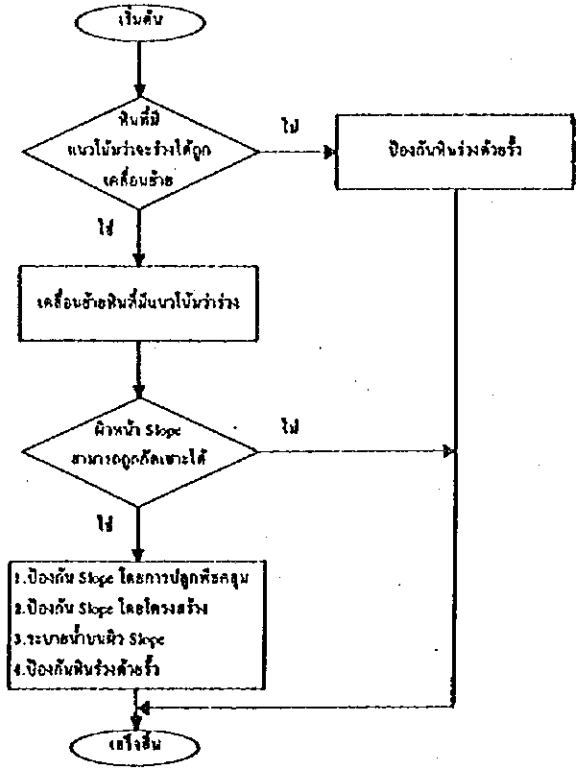
หินร่วงมักจะเกิดจากการกัดเซาะ Slope และการสึกกร่อน สาเหตุของหินร่วงได้อธิบายไว้อย่างง่าย ๆ ในภาพประกอบที่ 6.2.2



ภาพประกอบที่ 6.2.2 สาเหตุของหินร่วง

มาตรการในการป้องกันสามารถแยกออกได้เป็น 4 ชนิดใหญ่ ส่วนกระบวนการคัดเลือกวิธีการได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 6.2.3

1. การเคลื่อนย้ายวัสดุที่ไม่มีเสถียรภาพออก
2. การป้องกัน Slope จากการกัดเซาะ
3. การรองรับด้วยโครงสร้าง
4. เครื่องมือในการป้องกันหินร่วง



ภาพประกอบที่ 6.2.3 การคัดเลือกมาตรการป้องกันหินร่วง

1. การเคลื่อนย้ายวัสดุที่ไม่มีเสถียรภาพ

การเคลื่อนย้ายวัสดุสามารถดำเนินการได้โดยใช้มาตรการดังต่อไปนี้ ซึ่งชนิดของวิธีการเคลื่อนย้ายจะขึ้นอยู่กับสภาพการจราจร สภาพของ Slope และอื่น ๆ

- การขุดโดยเครื่องจักร/คน
- การย่อยหินด้วยเครื่องไฮดรอลิก
- ระเบิด

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่เชื่อถือได้และแนะนำให้ใช้

2. การป้องกัน Slope จากการกัดเซาะ

ในการป้องกันหินที่มีแนวโน้มที่อาจจะร่วงได้โดยการย่อย มาตรการดังต่อไปนี้สามารถนำไปใช้เพื่อป้องกัน Slope จากการกัดเซาะ

- ระบบระบายน้ำบนผิว Slope
- Shotcrete
- การปลูกพืชคลุม

3. การรองรับด้วยโครงสร้าง

มาตรการที่ใช้โครงสร้างในการรองรับ Slope ประกอบด้วย 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

- การป้องกันส่วนฐาน

  การป้องกันฐานของหินที่ไม่มีเสถียรภาพ สามารถดำเนินการได้ทั้งในการใช้คอนกรีตและการก่อหิน

- การป้องกันผิวหน้า Slope โดยใช้โครงสร้าง

  วิธีการนี้มักประกอบไปด้วย Shotcrete การก่อกำแพงคอนกรีต และการปูอิฐคอนกรีต (Cribwork)

- การยึดหินด้วยน๊อต

4. เครื่องมือในการป้องกันหินร่วง

การกั้นรั้ว กำแพงกันหินร่วง และตาข่ายป้องกั้นหินร่วง จะอยู่ในข่ายเครื่องมือป้องกัน ด้วยความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของมาตรการที่จะใช้ และขนาดโดยประมาณของหินร่วงได้แสดงไว้ในตาราง ที่ 6.2.4

กล่าวโดยสรุปมาตรการที่ 1 จะเป็นมาตรการที่เชื่อถือได้มากที่สุด ค่าก่อสร้างของมาตรการ ที่ 2 ไม่สูงมากนัก แต่ค่อนข้างขาดความเชื่อถือได้ การรองรับด้วยโครงสร้างส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในกรณีที่ ขนาดของหินค่อนข้างใหญ่ แต่ค่าก่อสร้างในกรณีนี้ค่อนข้างสูง การใช้เครื่องมือป้องกันหินร่วงนั้นจะนำมา ใช้ในกรณีที่ขนาดของหินค่อนข้างเล็กหรือปานกลาง

มาตรการที่เหมาะสมในแต่ละจุดนั้น จะต้องพิจารณาลักษณะการทำงาน ความแข็งแรง ประสิทธิภาพของต้นทุน (Cost-Effectiveness)

ตารางที่ 6.2.4 การใช้ประเภทของมาตรการ

ขนาดของหินร่วน		หินขนาดใหญ่ (Dia. 1.0 ม.)		หินขนาดกลาง (Dia. 0.4 ม.)		หินขนาดเล็ก	
ประเภทของหินร่วน / มาตรการ		ฉลุม	ย่อย	ฉลุม	ย่อย	ฉลุม	ย่อย
เครื่องย้ายหินที่ไม่มีสถียรภาพ		B	B	B	B	B	B
การป้องกัน Slope จากการกัดเซาะ	ระบายน้ำผิว Slope	B	A	B	A	B	A
	การ Shotcrete	C	D	B	D	A	D
	การปลูกพืชคลุม	D	B	D	B	D	B
ค้ำ/รองรับด้วยโครงสร้าง	การป้องกันฐาน	B	B	D	D	D	D
	กำแพงคอนกรีต	C	C	B	B	B	B
	การปูอิฐคอนกรีต	C	C	B	B	B	B
	การยึดด้วยน็อต	B	C	D	D	D	D
เครื่องมือป้องกันหินร่วน	โครงข่ายคลุมหิน	D	D	D	D	A	A
	ร็วกันหิน	D	D	D	D	A	A
	ร็วกันเพื่อกันดิน	D	D	A	A	A	A

A : แนะนำให้ใช้อย่างมาก
B : แนะนำให้ใช้
C : ใช้ได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้
D : ไม่แนะนำให้ใช้

6.2.3 การพังทลายของดิน (Landslides)

การพังทลายของดินส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณ Slope หรือบริเวณดินถมที่มีความชันมาก การขาดเสถียรภาพของ Slope มักเกิดจากการเพิ่มระดับของน้ำใต้ดิน

โดยทั่วไปแล้วจะมีมาตรการ 3 ชนิด ดังได้แสดงไว้ข้างล่างในการป้องกัน มาตรการแรกคือ การควบคุมกระแสน้ำเพื่อที่จะป้องกันจุดกำเนิดของการพังทลาย ในมาตรการที่สองและที่สามหรือ Weight Shifting และการรองรับด้วยโครงสร้างนั้นจะเป็นการทำให้ Slope เกิดความสมดุลย์โดยการใช้แรงจากภายนอก

1. การควบคุมกระแสน้ำ
2. Weight Shifting
3. การรองรับ (การค้ำ) ด้วยโครงสร้าง

กระบวนการในการเลือกมาตรการที่เหมาะสมได้แสดงในรูปแผนภูมิในภาพประกอบที่ 6.2.5

ภาพประกอบที่ 6.2.5 การเลือกมาตรการป้องกันการพังทลายของดิน

1. การควบคุมกระแสน้ำ

ในกรณีนี้มีมาตรการหลัก 2 ประการที่ใช้งานกันอยู่ มาตรการแรกค่อนข้างแพงแต่มีประสิทธิภาพสูงในการลดระดับน้ำใต้ดิน

- การลดระดับน้ำใต้ดินโดยการใช้รูระบายน้ำตามแนวนอน
- การป้องกันน้ำซึมลงสู่ดินโดยการใช้ระบบระบายน้ำผิวดิน

2. Weight Shifting

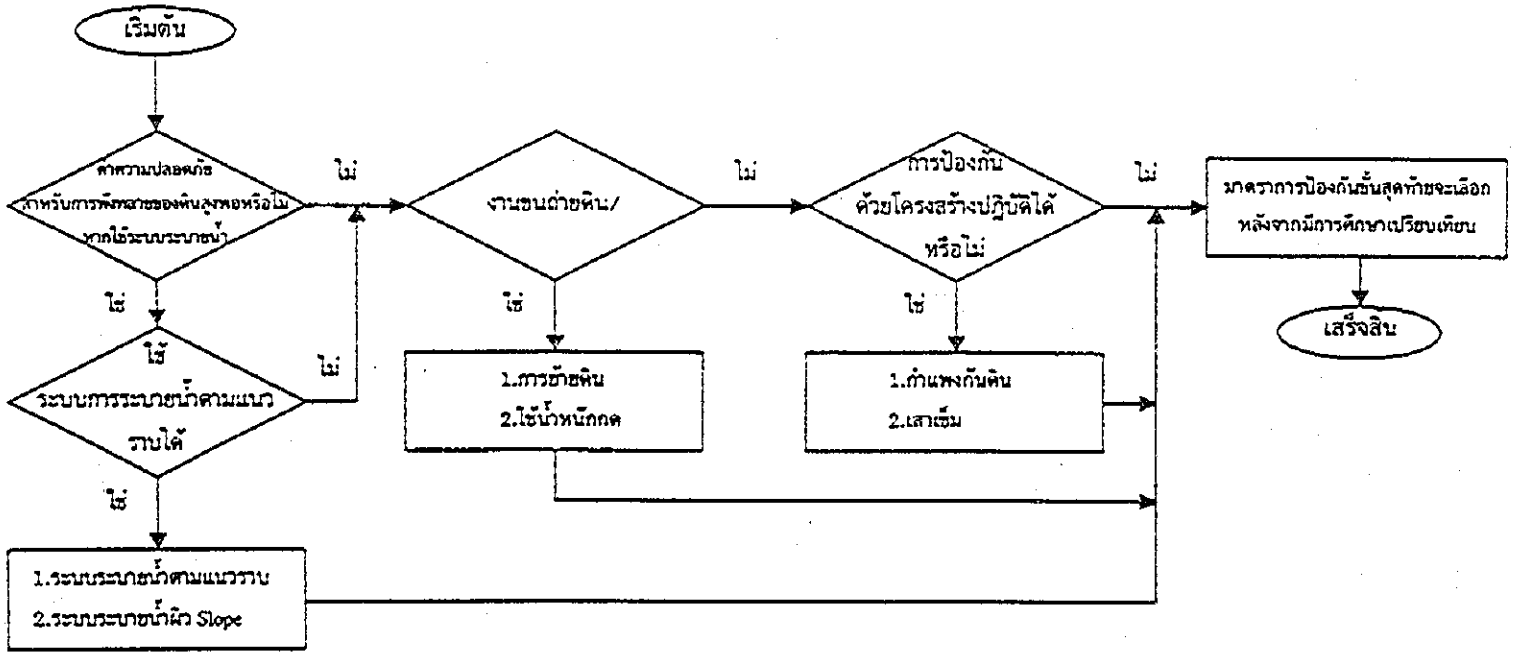
Weight Shifting สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้คือ

- การเคลื่อนย้ายดินทรายออก

  ในบางกรณีดินทรายทั้งหมดจะถูกเคลื่อนย้ายออกไป และในบางกรณีดินทรายเพียงบางส่วนจะขนถ่ายออก

- ใช้น้ำหนักกด (Counterweight)

  การถมดิน เขื่อน และผนังคอนกรีต



ภาพประกอบที่ 6.2.4 การเลือกมาตรการป้องกันการพังทลายของดิน

3. การรองรับ (ค้ำ) ด้วยโครงสร้าง

สำหรับชนิดของโครงสร้าง สามารถที่จะกระทำได้โดยการทำกำแพงกันดิน (Retaining Wall) บริเวณฐานของ Slope หรือโดยการใช้เสาเข็มป้องกันการพังทลายซึ่งจะเจาะลึกลงไปในดินในระดับที่ลึกกว่าส่วนที่สามารถจะพังทลายลงได้บริเวณกึ่งกลาง Slope

มาตรการในการป้องกันในแต่ละจุดสามารถเลือกได้ตามตารางที่ 6.2.5 อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจขั้นสุดท้ายจะต้องทำหลังจากที่ได้เปรียบเทียบมาตรการที่เป็นไปได้หลาย ๆ ทางแล้ว

ตารางที่ 6.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการการป้องกันการพังทลาย และปัจจัยด้านธรณีวิทยา

ชนิดของ Slope	สภาพทาง ธรณีวิทยา	ระบายน้ำ แบบ ผิวหน้า	ช่อง ระบายน้ำ แนวราบ	ขนถ่าย ดิน	ใช้ น้ำหนัก กด	กำแพง กันดิน	เสาเข็ม
งานตัด	หิน	C	B	A	A	A	A
	หินที่เกิดจากการชะล้าง	C	B	A	A	A	A
	ดินตะกอน	B	B	A	A	A	A
	ดินเหนียว	A	B	C	A	A	B
งานถม	ดินตะกอน	C	A	C	A	A	A
	ดินเหนียว	C	C	C	A	A	B

A : เหมาะสมที่สุด B : เหมาะสม C : ไม่เหมาะสม

6.2.4 การพังทลายของสะพาน

การพังทลายของสะพานมีสาเหตุหนึ่งจากสาเหตุหลักดังแสดงข้างล่าง ซึ่งแต่ละสาเหตุก็จะมีมาตรการป้องกันได้อย่างมากมาย

- ความจุของช่องระบายน้ำไม่เหมาะสม
- เกิดการเปลี่ยนร่องน้ำ
- ตำแหน่งสะพานไม่เหมาะสม
- ความลดเลี้ยวของแม่น้ำ

มาตรการแก้ไขเพื่อที่จะลดสาเหตุของความเสียหาย และป้องกันสะพานจากความเสียหายสามารถเลือกได้จากแผนภูมิที่แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 6.2.6

มาตรการป้องกันสามารถแยกแยะออกได้ดังนี้

1. ความจุของช่องระบายน้ำไม่เหมาะสม

หนทางเดียวที่จะแก้ปัญหานี้คือ ต้องทำช่องระบายน้ำให้เหมาะสมบริเวณที่ตั้งสะพานโดยใช้มาตรการดังต่อไปนี้

- ขุดลอกร่องน้ำ
- ขยายความยาวสะพาน
- การก่อสร้างยกระดับถนนให้สูงขึ้น

2. การเปลี่ยนร่องน้ำ

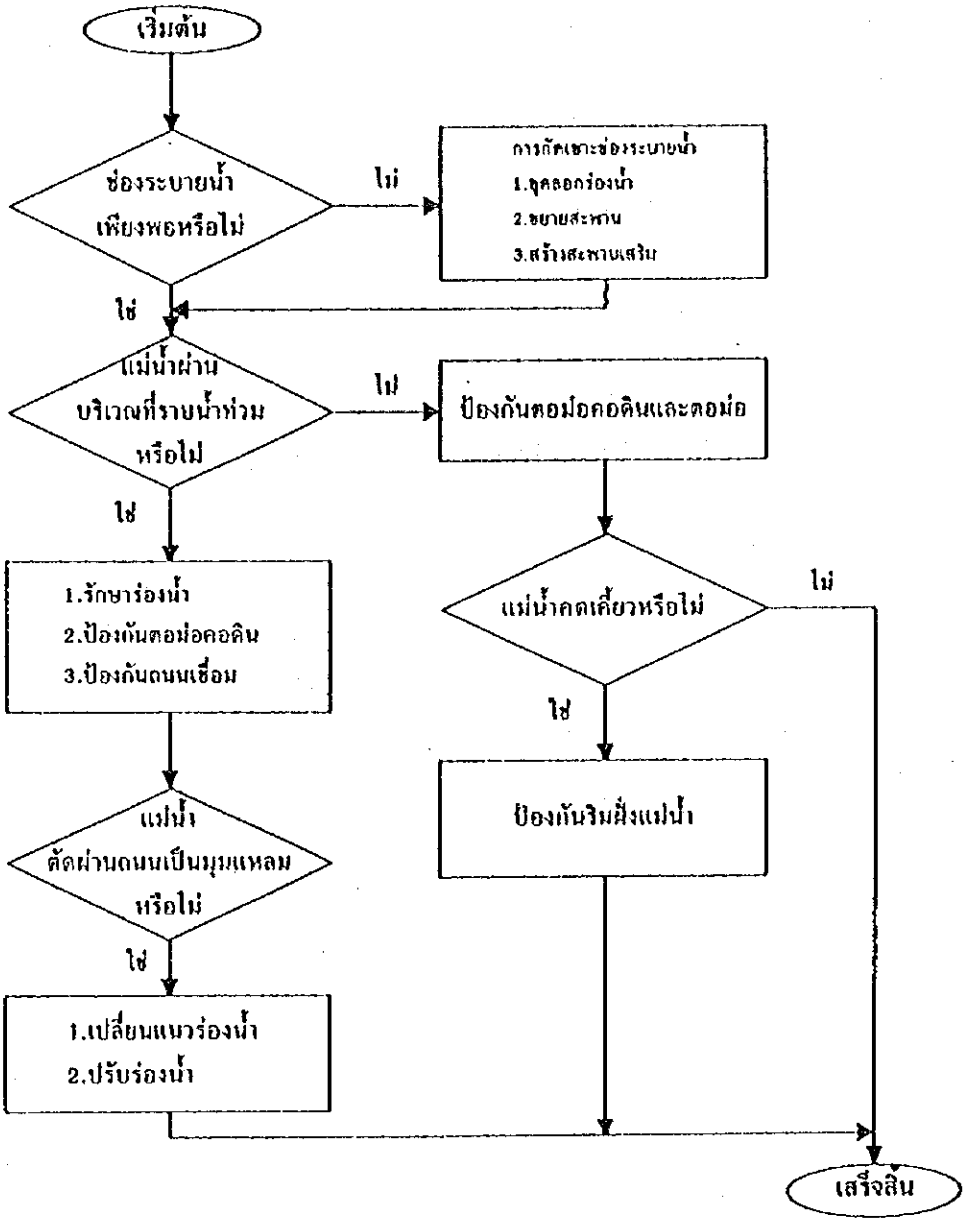
ในกรณีแม่น้ำผ่านที่ราบน้ำท่วมถึง ร่องน้ำมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนและเกิดการพัดพาบริเวณตอม่อดินถมและคันดินของถนนเชื่อม มาตรการดังแสดงข้างล่างนี้ควรจะนำมาใช้

- การรักษาร่องน้ำ

  ร่องน้ำสามารถที่จะรักษาได้โดยการใช้หินทิ้ง และ/หรือตาข่ายคลุมดิน

- ป้องกันตอม่อดินถมด้วยตาข่ายคลุมหิน (Gabion) เรียงหิน (Stone Riprap) หรือคันคอนกรีต

- ป้องกันคันดินถนนเชื่อมด้วยตาข่ายคลุมหิน การเรียงหิน หรือคันคอนกรีต



ภาพประกอบที่ 6.2.5 การคัดเลือกมาตรการป้องกันการพังทลายของสะพาน

3. ตำแหน่งสะพานไม่เหมาะสม

เมื่อจุดตัดระหว่างสะพานและถนนเป็นมุมแหลมค่อนข้างมาก สะพาน และถนนเชื่อม มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายหากเกิดน้ำท่วม ซึ่งเกิดจากความแปรปรวนของกระแสน้ำ ในกรณีนี้ มาตรการดังแสดงข้างล่างที่สามารถนำไปใช้ได้คือ

- การเปลี่ยนช่องน้ำ

  เปลี่ยนช่องน้ำเพื่อลดมุมแหลมบริเวณจุดตัดของสะพานกับถนน

- จำกัดช่องน้ำ

  เพื่อที่จะลดความแปรปรวนของกระแสน้ำ การไหลของแม่น้ำสามารถจำกัดได้ โดยการใช้เขื่อนควบคุมร่องน้ำทั้งสองด้านของร่องน้ำ

4. ความคดเคี้ยวของแม่น้ำ

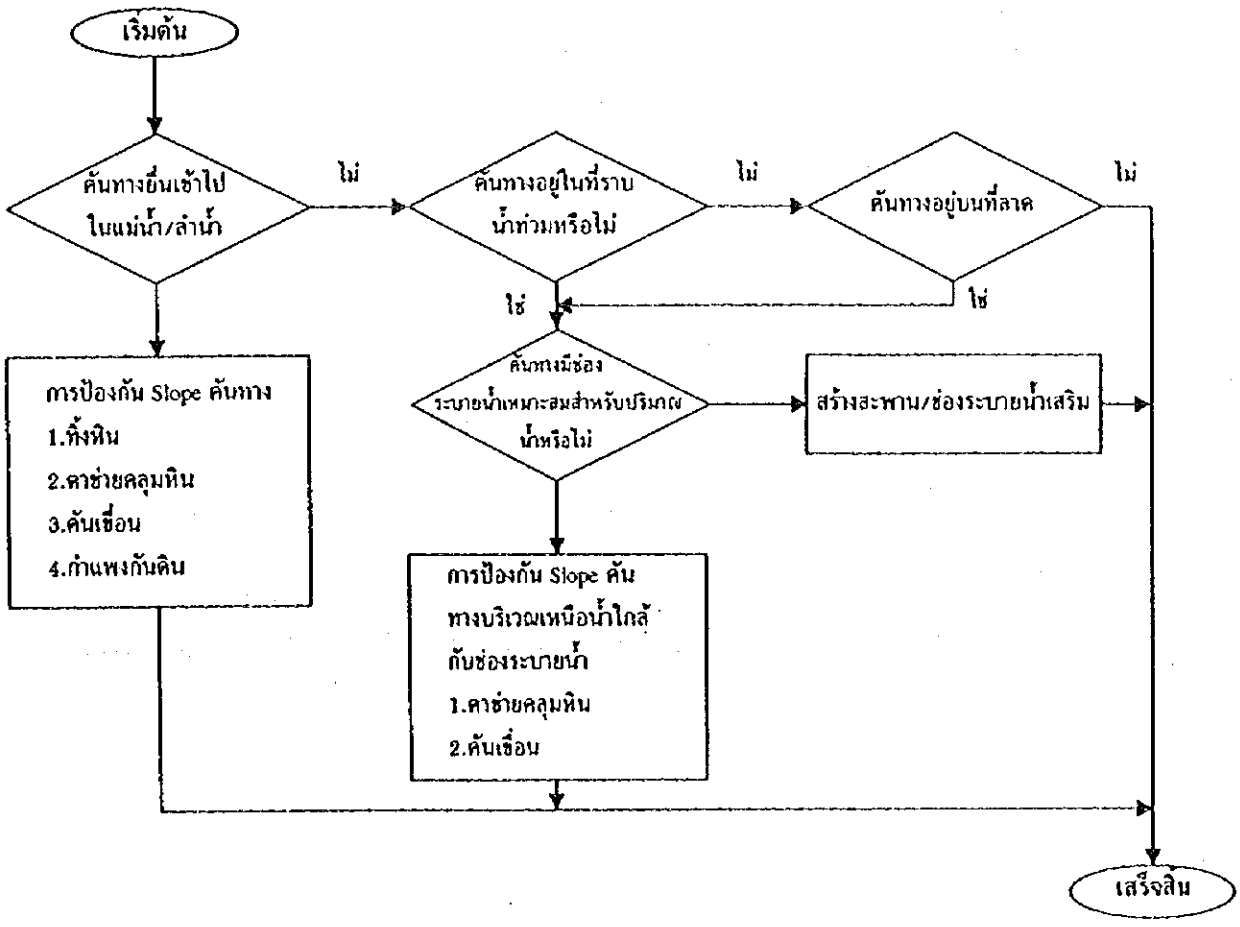
เมื่อแม่น้ำคดเคี้ยวบริเวณริมฝั่งมีแนวโน้มที่จะถูกการกัดเซาะบริเวณโค้งแม่น้ำ หาก ความโค้งดังกล่าวอยู่บริเวณใกล้กับตอม่อคอดิน ตอม่อคอดินสามารถที่จะเสียหายได้ เนื่องจากอิทธิพล ของการกัดเซาะชายฝั่งแม่น้ำ ดังนั้น ชายฝั่งแม่น้ำในบริเวณใกล้ ๆ สะพานควรจะต้องมีการป้องกันด้วย การเรียงหินหรือคันคอนกรีต

6.2.5 การพังทลายของดินคันทาง

โดยส่วนใหญ่แล้วความเสียหายของคันทางจะเกิดในบริเวณ

1. คันทางที่ยื่นเข้าไปในแม่น้ำ
2. คันทางในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง
3. คันทางในบริเวณพื้นที่ลาดชัน

ชนิดของความเสียหายและสาเหตุในแต่ละแห่งนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ขั้นตอนในการคัดเลือกมาตรการป้องกันความเสียหายได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 6.2.6

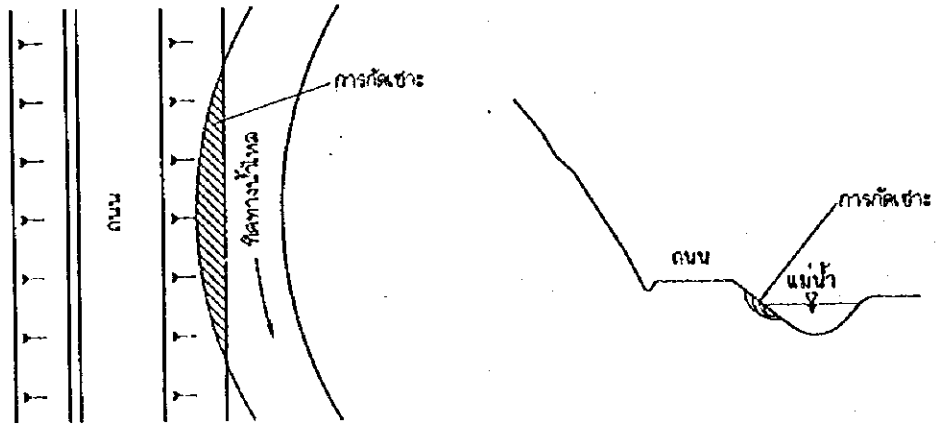


ภาพประกอบที่ 6.2.6 การคัดเลือกมาตรการป้องกันการพังทลายของคันทาง

1. คันทางยื่นเข้าไปในแม่น้ำ

ภาพประกอบได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 6.2.8 ชนิด และสาเหตุของความเสียหาย อธิบายได้ดังนี้

ความเสียหาย : การกัดเซาะบริเวณฐานคันทาง
สาเหตุ : กระแสน้ำไหลเชี่ยว



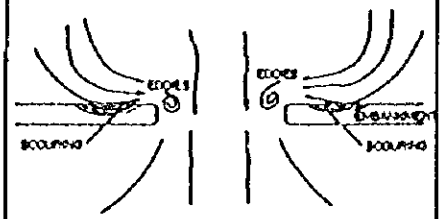
ภาพประกอบที่ 6.2.7 การกัดเซาะดินคันทางของกระแสน้ำ

ในกรณีนี้คันทางจะต้องป้องกันการกัดเซาะโดยการทิ้งหิน ตาข่ายคลุมหิน การเรียงหิน กำแพงคอนกรีต หรือกำแพงกันดิน ในการเลือกมาตรการป้องกันนั้นจะต้องพิจารณาปริมาณและความเร็วของกระแสน้ำเป็นพื้นฐาน

2. คันทางในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง

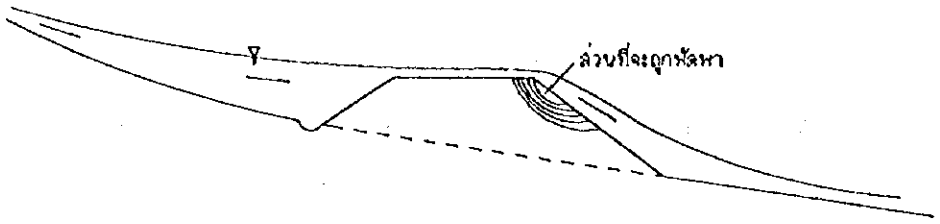
ในกรณีนี้ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหาย และสาเหตุ 2 ชนิด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.2.6

ตารางที่ 6.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายและสาเหตุสำหรับคันทาง ในบริเวณน้ำท่วมถึง

	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2
สาเหตุ	น้ำพัดผ่านคันทาง เนื่องจากไม่มีช่องระบายน้ำ	กระแสน้ำไหลเชี่ยวบริเวณคันทาง
ความเสียหาย	เกิดการพัดพาไหล่ทาง และคันทางบริเวณท้ายน้ำ	การกัดเซาะคันทางบริเวณเหนือน้ำ
มาตรการป้องกัน	- ขยายสะพานเดิม - ก่อสร้างสะพาน หรือช่องระบายน้ำเสริม	- ติดตั้งเขื่อนจำกัดแนวช่องน้ำ - ป้องกันคันทางด้วยการเรียงหินคันคอนกรีต
ภาพประกอบ		

3. คันทางบริเวณพื้นที่ลาดชัน

ในกรณีนี้คันทางมีแนวโน้มที่จะถูกกัดเซาะบริเวณท้ายน้ำ เมื่อกระแสน้ำจากทางเหนือน้ำจะถูกขวางโดยคันทางเนื่องจากขาดช่องระบายน้ำ เช่น สะพาน หรือช่องระบายอื่น หากเหตุการณ์ยังเป็นเช่นนี้ต่อไปคันทางอาจถูกกัดเซาะจนหมดโดยแรงดันน้ำ หรือจากการพังทลายของดิน สภาพการณ์ดังกล่าวได้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 6.2.8



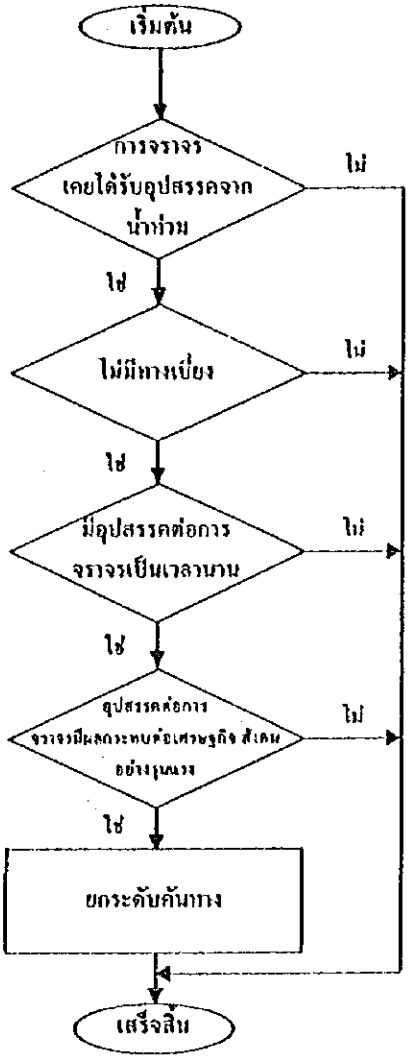
ภาพประกอบที่ 6.2.8 การพัดพาคันทางจากน้ำล้น

วิธีแก้ปัญหาเดียวก็คือจะต้องเพิ่มช่องระบายน้ำบริเวณคันทาง

6.2.6 น้ำท่วมทาง

น้ำท่วมทางไม่ได้เป็นปัญหาที่เกิดเพียงบางจุด แต่อาจเกิดในวงกว้างได้ เช่น ทั้งลุ่มน้ำ ดังนั้น มาตรการในการป้องกันน้ำท่วมจะต้องไม่จำกัดเพียงถนนเท่านั้น แต่จะต้องพิจารณาถึงการควบคุมลำน้ำ การทำลายป่า เป็นต้น

ในกรณีนี้วิธีแก้ปัญหาของน้ำท่วมทางประการเดียวสำหรับกรมทางหลวงก็คือ การยกระดับคันทางในบริเวณที่ถนนมีแนวโน้มจะจมน้ำหากเกิดน้ำท่วมขึ้น ขั้นตอนสำหรับกรณีนี้ได้แสดงไว้ในแผนภูมิในภาพประกอบที่ 6.2.9



ภาพประกอบที่ 6.2.9 การคัดเลือกวิธีป้องกันน้ำท่วม

เมื่อต้องการยกระดับถนนให้สูงขึ้น มีข้อแนะนำว่าปริมาณการจราจรควรจะมากกว่า 2,000 คันต่อวัน

บทที่ 7

การพิจารณาป้องกันความเสียหายของทางหลวงในขั้นตอนการวางแผน/การออกแบบ

บทที่ 7
การพิจารณาป้องกันความเสียหายของทางหลวง ในขั้นตอนการวางแผน/การออกแบบ

ในประเทศไทยความเสียหายของทางหลวงไม่ได้เกิดจากภัยธรรมชาติ หรือสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ แต่ส่วนใหญ่เกิดจากมนุษย์ ซึ่งกล่าวได้ว่าหากถนนถูกออกแบบเพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากภัยธรรมชาติอย่างรอบคอบก็จะสามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายของถนนได้มาก ยกตัวอย่างเช่น หินผุ (Weathered Rock) จะคงสภาพอยู่ได้หากมีดินปกคลุมผิวอยู่ แต่เมื่อใดก็ตามที่หินผุนั้นถูกเปิดออกสู่อากาศ หรือมีการก่อสร้าง มันก็จะแตกออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ และมีการกัดเซาะเกิดขึ้น หากเกิดจากการป้องกันพื้นผิวอย่างถูกวิธี

ปัจจุบันนี้โครงข่ายทางหลวงในประเทศไทยได้ถูกพัฒนาดีขึ้นมาก ดังนั้น ในอนาคตควรจะมีการเน้นในเรื่องของคุณภาพของถนนมากกว่าในเรื่องของปริมาณ โดยการออกแบบถนนให้สามารถต้านทานความเสียหายได้มากขึ้น

7.1 การเลือกแนวของทางหลวง

ในการวางแผนเพื่อสร้างทางหลวงแนวใหม่ ควรจะมีการพิจารณาแนวของทางหลวงด้วยความรอบคอบ เพื่อลดศักยภาพด้านความเสียหายของถนน (Road Damage Potential) และผลกระทบร้ายแรงทางด้านสิ่ง แวดล้อม ควรพิจารณาเลือกแนวของถนนมีหลักใหญ่ ๆ อยู่ 2 ประการคือ

1. เพื่อหลีกเลี่ยงพื้นที่ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดภัยธรรมชาติได้ง่าย

   พื้นที่ซึ่งควรจะหลีกเลี่ยง ได้แก่

   - พื้นที่ที่มีแนวโน้มจะเกิดการเลื่อนไหลของพื้น (Landslide) ซึ่งมีสภาพสูงขึ้นของภูมิประเทศ (Fractured Geography)
   - พื้นที่ซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดการไหลของดินโคลน/ดินปนซุง (Debris)
   - พื้นที่ซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดน้ำท่วม

2. เพื่อลดผลกระทบร้ายแรงทางด้านสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการก่อสร้างถนน

เพื่อเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางด้านเศรษฐกิจสังคม (Socio-Economic Environment) ควรหลีกเลี่ยงการก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินส่วนบุคคล เช่น พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อยู่อาศัยให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

ในส่วนของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ สิ่งที่ควรจะหลีกเลี่ยงให้มากที่สุด คือ

- การก่อให้เกิดการลดลงของพืชผักต่าง ๆ
- การเปลี่ยนทางไหลของแม่น้ำ
- การลดความสวยงามของภูมิสถาปัตย์ (Landscape)

7.2 การวางแนวของถนน

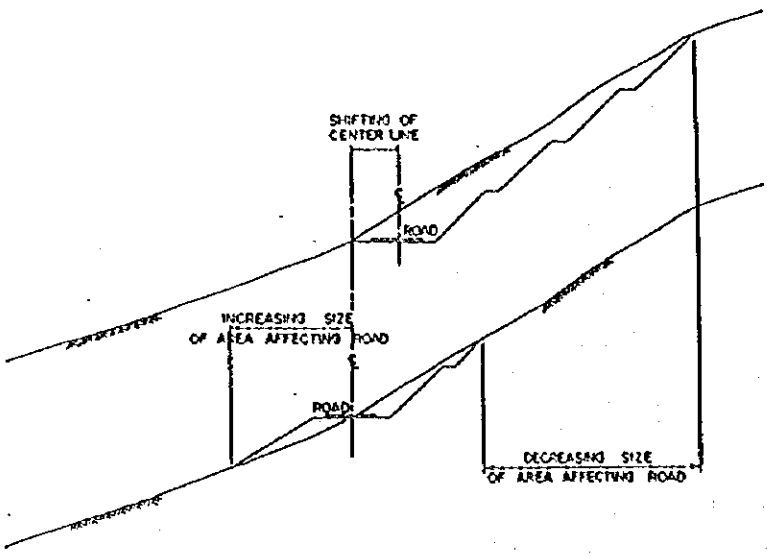
โดยทั่วไปแล้วหากแนว (Alignment) ของถนนมีความสอดคล้อง (Harmony) กับสภาพภูมิประเทศข้างทาง ถนนนั้นก็มีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายน้อย ดังนั้น เพื่อให้ถนนมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศจึงควรจะมีการพิจารณาถึง :

7.2.1 แนวของถนนในพื้นที่ภูเขา (Mountainous Area)

1. เลือกแนวทาง (Route Alignment) ที่จะมีการทำงานดินตัดและดินถมสูง งานลาดดินตัดและดินถมที่มีความชันมากกว่าพื้นที่ตามธรรมชาติ จะมีแนวโน้มที่จะเกิดการเลื่อนไหลของดิน (Landslide) ได้ง่าย เนื่องจากความไม่มีเสถียรภาพของพื้นลาด (Slope Instability)

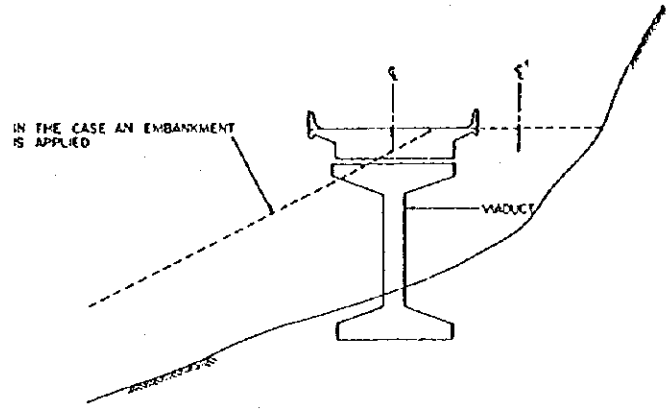
นอกจากนี้พื้นลาด (Slope) ที่ยิ่งมีความชันมากจะยิ่งเกิดการกัดเซาะ (Erode) มาก ดังนั้นค่าก่อสร้างเพื่อป้องกันการกัดเซาะจะสูงมาก ในบางกรณีโครงสร้างที่ทำขึ้นเพื่อป้องกันการกัดเซาะจะไปบดบังทัศนียภาพของภูมิสถาปัตย์ (Landscape)

2. เพื่อลดความสูงอันเนื่องมาจากงานดินตัด หรืองานดินถมเพียงอย่างเดียว ควรจะออกแบบให้มีทั้งงานดินตัดและงานดินถม (ดูภาพประกอบที่ 7.2.1)

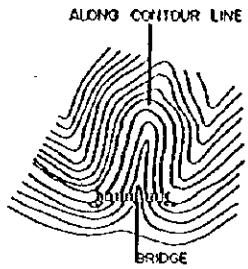


ภาพประกอบที่ 7.2.1 จากงานดินตัดและงานดินถม

3. เพื่อหลีกเลี่ยงการวางแนวทางผ่านพื้นที่ที่มีงานดินตัดและดินถมสูง เช่น หุบเขาและร่องน้ำสันเขา (Ravines) ควรจะทำเป็นลักษระของโครงสร้างสะพาน (ดูภาพประกอบที่ 7.2.2-1) ซึ่งโครงสร้างนี้จะยังช่วยให้แนวของทางไม่คดเคี้ยวเกินไป เมื่อตัดผ่านพื้นที่ภูเขา (ดูภาพประกอบที่ 7.2.2-2)

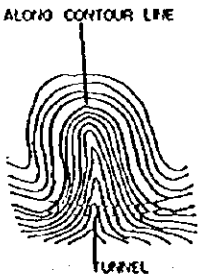


ภาพประกอบที่ 7.2.2-1 สะพานยาว (Viaduct) บริเวณ Slope งานถม



ภาพประกอบ 7.2.2-2 การก่อสร้างสะพานเพื่อให้ได้แนวทางหลวงที่ดี

4. อุโมงค์เป็นทางเลือกทางหนึ่งซึ่งจะช่วยให้แนวถนนไม่คดเคี้ยวเกินไป เมื่อตัดผ่านพื้นที่ภูเขา (ดูภาพประกอบที่ 7.2.3)



ภาพประกอบที่ 7.2.3 การก่อสร้างอุโมงค์เพื่อให้ได้แนวทางหลวงที่ดี

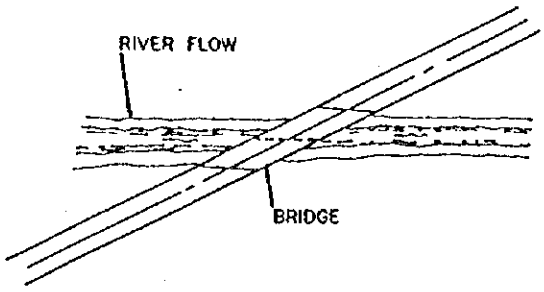
7.2.2 แนวของถนนในบริเวณที่ลุ่มน้ำท่วมถึง (Flood Plain)

1. ระดับของงานดินในพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมถึง ควรจะสูงกว่าระดับน้ำท่วมในอดีตประมาณ 50 เซนติเมตร

2. ระยะห่างระหว่างท้องคานสะพานกับระดับน้ำสูงสุด ควรจะมากกว่า 60 เซนติเมตร

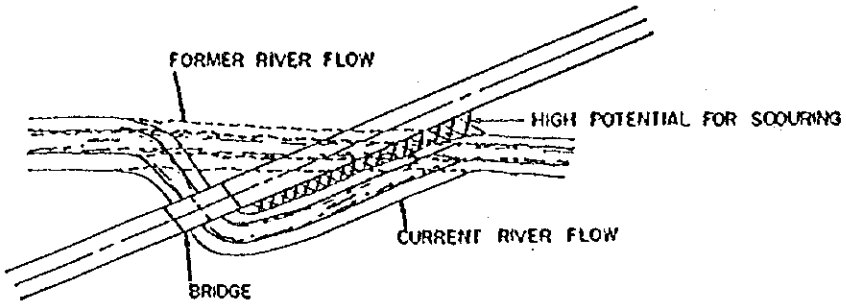
3. ที่จุดตัดระหว่างสะพานกับแม่น้ำ ควรมีแนวทำมุมกันมากกว่า 60 องศา

กรณีที่มุมมากกว่า 60 องศา ตัวสะพานควรมีความยาวมากเพียงพอที่จะครอบคลุมความกว้างทั้งหมดของแม่น้ำ (ดูภาพประกอบที่ 7.2.4)



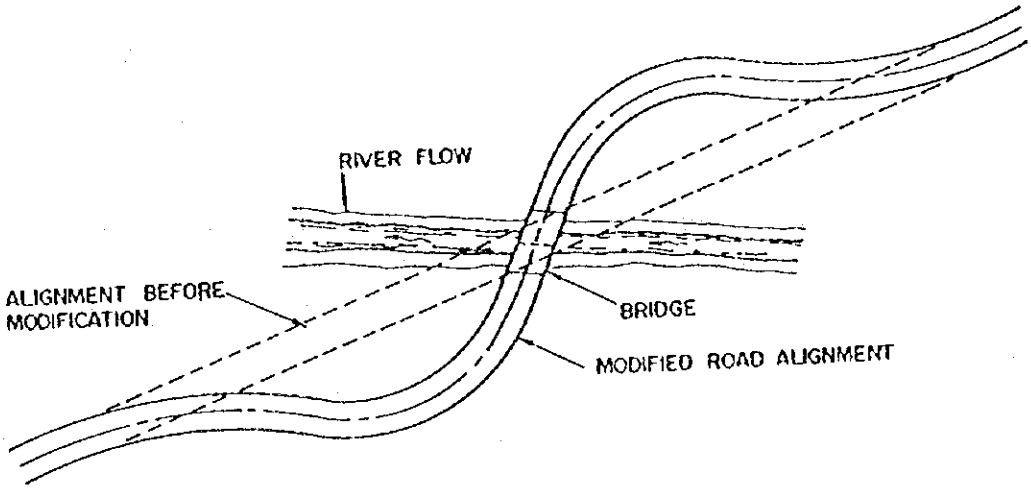
ภาพประกอบที่ 7.2.4 จุดตัดแม่น้ำที่เหมาะสม

แนวของแม่น้ำจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงตรงบริเวณสะพาน เพื่อจะได้คงขนาดมุมตัดไว้ตามเดิม (ดูภาพประกอบที่ 7.2.5)



ภาพประกอบที่ 7.2.5 จุดตัดแม่น้ำที่ไม่เหมาะสม

การวางแนวของถนนตรงบริเวณใกล้กับสะพานสามารถปรับให้ดีขึ้นได้ เพื่อให้รับกับเงื่อนไขที่ได้กล่าวมาข้างต้น (ดูภาพประกอบที่ 7.2.6)



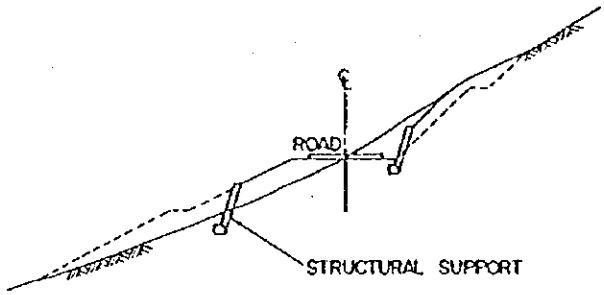
ภาพประกอบที่ 7.2.6 การเปลี่ยนแนวถนน

7.3 การพิจารณาออกแบบเพื่อป้องกันความเสียหายของถนน

1. งานลาดดินตัดและดินถม

เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดกับลาดคันทาง ความสูงของลาดดินตัด (Cut Slope) และลาดดินถมควรจะถูกจำกัด โดยที่ความสูงของลาดดินตัดควรจะน้อยกว่า 15 เมตร และความสูงของลาดดินถมควรจะน้อยกว่า 20 เมตร

การทำโครงสร้างรองรับที่ฐานของลาดคันทางจะสามารถช่วยให้ความสูงของลาดคันทางลดลงได้ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 7.2.7



ภาพประกอบที่ 7.2.7 งานโครงสร้างสำหรับ Slope

สำหรับถนนที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่ได้มีการป้องกันความเสียหายของลาดคันทางอย่างพอเพียง ผิวของลาดคันทางส่วนใหญ่จะถูกน้ำชะออก (Runoff Water) โดยไม่มีการป้องกัน ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะงบประมาณมีจำกัด

ในอนาคตมาตรการป้องกันความเสียหายของถนนอย่างถูกวิธีควรจะถูกนำมาใช้ เพื่อให้ถนนอยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ การปูแห่งคอนกรีต (Cribwork) พร้อมกับการปลูกพืช และการหว่ายเมล็ดพืช ทั้ง 2 วิธีนี้นับเป็นมาตรการที่ควรจะนำมาใช้

2. งานดินคันทาง

ในประเทศไทยมีการถมดินคันทางสูงเสมอ แม้แต่ในบริเวณพื้นที่ภูเขา จึงมีแนวโน้มที่ถนนจะเสียหายโดยภัยธรรมชาติได้มาก ความเสียหายส่วนใหญ่เกิดจากการขาดระบบระบายน้ำที่เหมาะสม และไม่มีการป้องกันลาดคันทางอย่างเพียงพอ ประเภทของความเสียหายที่พบอยู่เสมอคือ :

- ลาดคันทางเกิดการเลื่อนไหล (Landslide)
- การกัดเซาะของลาดคันทาง
- ลาดคันทางถูกน้ำพัดพาไป (Wash-out)
- คันทางพังเนื่องจากถูกน้ำพัดพาไป

ความเสียหายที่เกิดขึ้นบางประเภทจะเกิดบ่อยครั้งตรงบริเวณเดิม ดังนั้น ในอนาคตถนนบริเวณที่มีคันทางสูงควรจะถูกแทนที่ด้วยโครงสร้าง เช่น สะพาน เป็นต้น

3. ถนนในบริเวณที่ลุ่มน้ำท่วมถึง (Flood Plain)

ความเสียหายส่วนมากที่เกิดขึ้นต่อดินคันทางในบริเวณที่ลุ่มน้ำท่วมถึง มีสาเหตุจากการวางแนวทางที่ไม่ดี ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 7.2 สาเหตุที่พบส่วนใหญ่มีดังนี้

- ความสูงของดินคันทางไม่เพียงพอ
- สะพานข้ามแม่น้ำมีน้อยเกินไป
- ช่องทางน้ำ (Waterway Opening) มีขนาดเล็กเกินไป
- ช่องลอด (Clearance) ระหว่างสะพานกับผิวน้ำน้อยเกินไป

จากอดีตที่ผ่านมาพบว่าซุงที่ลอยมาตามกระแสน้ำแล้วถูกกันไว้โดยตอม่อและคานสะพานจะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อตัวสะพาน ด้วยเหตุนี้ความยาวของช่วงสะพานควรจะมากกว่า 10 เมตร เหมือนเช่นปัจจุบัน และช่วงห่างระหว่างท้องคานกับระดับน้ำสูงสุดควรจะสูงพอเพียงที่จะให้ซุง (Debris) ไหลผ่านอย่างสะดวก

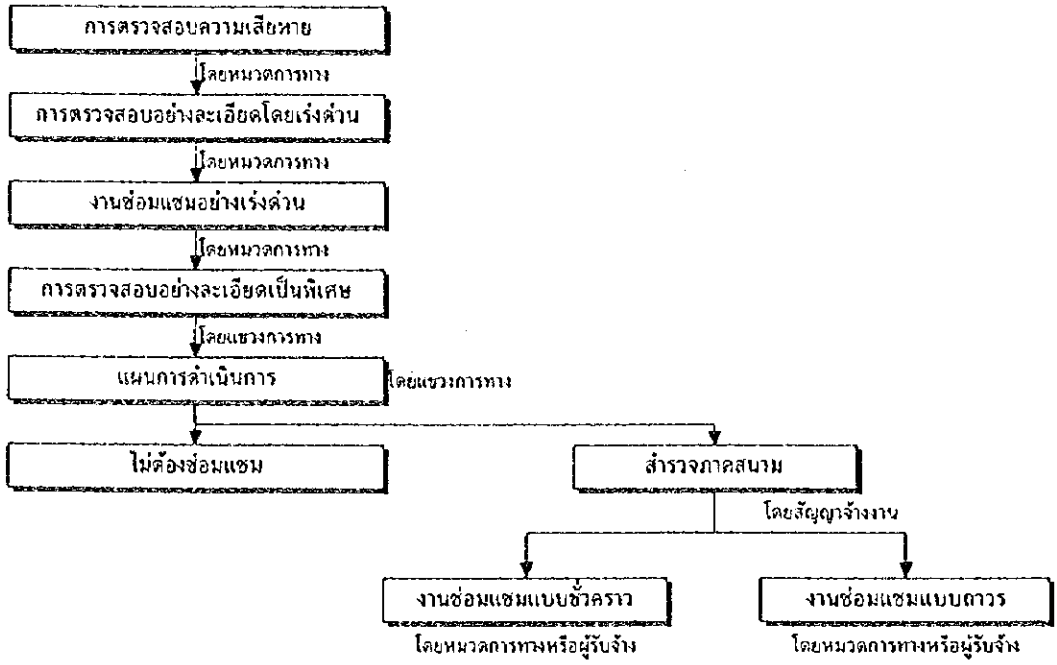
สำหรับดินคันทางซึ่งโดยทั่วไปแล้วขาดระบบระบายน้ำที่พอเพียง ทางด้านความสามารถในการระบายน้ำ (Capacity) หรือการเว้นระยะไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถแก้ไขโดยการติดตั้งให้เต็มที่ตามผลที่ได้จากการคำนวณปริมาณน้ำไหล (Discharge) แต่พึงระมัดระวังว่าถึงแม้ว่าความสามารถในการระบายน้ำจะพอเพียง ความเสียหายยังคงเกิดขึ้นได้หากมีการติดตั้งโดยเว้นระยะห่างระหว่างตอม่อ (Spacing) ไม่ถูกต้อง

ส่วนที่ 2

คู่มือการการบูรณะซ่อมแซม ทางหลวงที่เกิดความเสียหาย

ส่วนที่ 2 คู่มือการบูรณะซ่อมแซมทางหลวงที่เกิดความเสียหาย

คู่มือนี้จะได้อธิบายถึงการบูรณะซ่อมแซมถนนที่เกิดความเสียหาย โดยเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบความเสียหาย จนกระทั่งถึงการบูรณะซ่อมแซมความเสียหายนั้น ๆ กระบวนการหลัก ๆ คือการเริ่มตรวจหาความเสียหาย และงานซ่อมแซม จนกระทั่งแล้วเสร็จ ได้แสดงไว้พร้อมกับชื่อของหน่วยงานที่รับผิดชอบการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนในภาพประกอบที่ P2



ภาพประกอบที่ P2 ขั้นตอนต่าง ๆ โดยทั่วไปของงานบูรณะซ่อมแซมถนน
ที่ได้รับความเสียหาย

ขณะดำเนินการซ่อมแซม โดยเฉพาะงานซ่อมแซมเร่งด่วน จะต้องมีการจัดเตรียมวัสดุและเครื่องมือต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ระบบการจัดลำดับขั้นตอนและการจัดเตรียมวัสดุและเครื่องมือต่าง ๆ (Procurement and Arrangement Systemn for Material/Equipment) จึงได้ถูกแนะนำไว้ในบทที่ 10