กรมทางหลวงชนบท
กลุ่มบำรุงทาง ขสท.ร.๑๗

# การแก้ไขป้องกันการชะล้างพังทลายและการเคลื่อนตัวของเชิงลาด

ปัญหาและลักษณะความเสียหาย

การศึกษาวิจัย

ผลการศึกษา แนวทางแก้ไขและป้องกัน

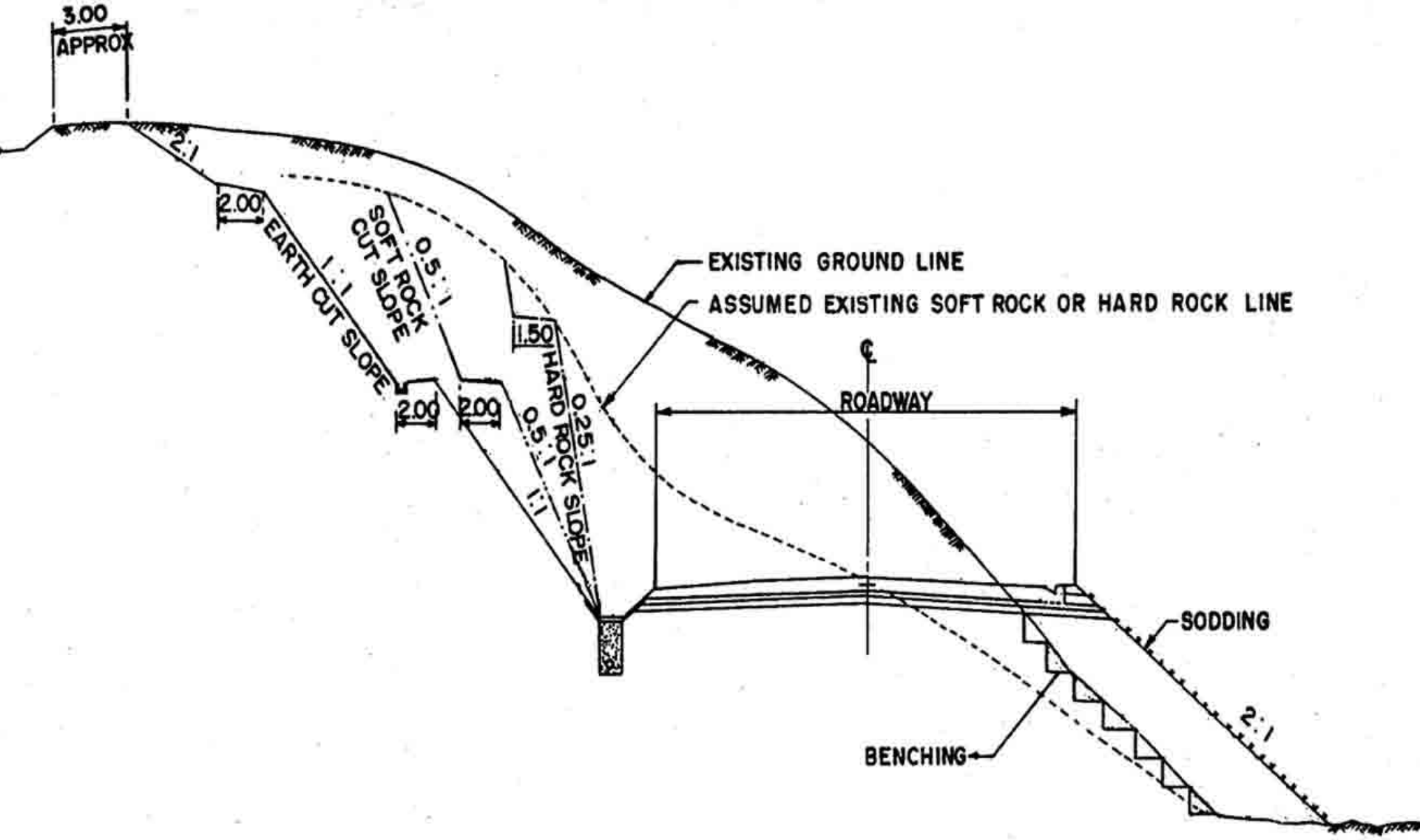
สรุปและข้อเสนอแนะ

# ปัญหาและลักษณะความเสียหาย

น้ำไหล

ไฟสว่าง

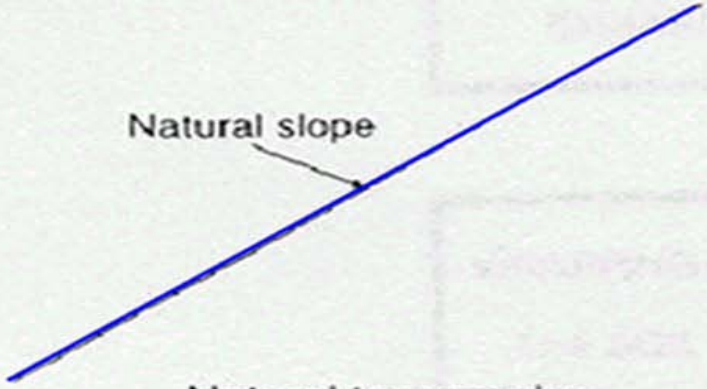
ทางสะดวก



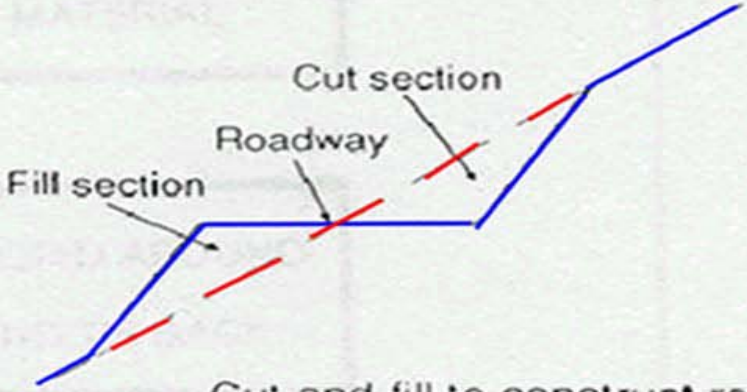

# Typical X-Section

Typical Cross Section

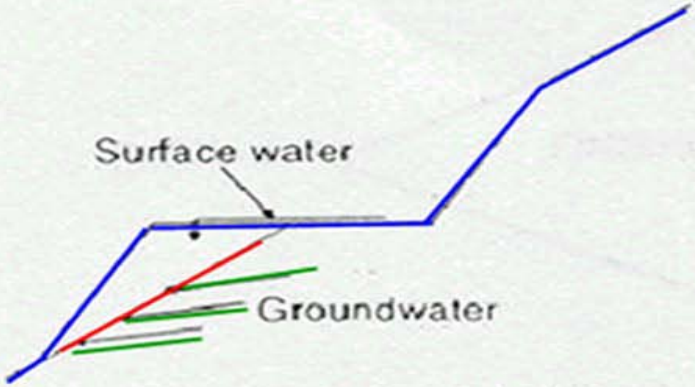
# Fill Slope Problems in Hilly Terrain



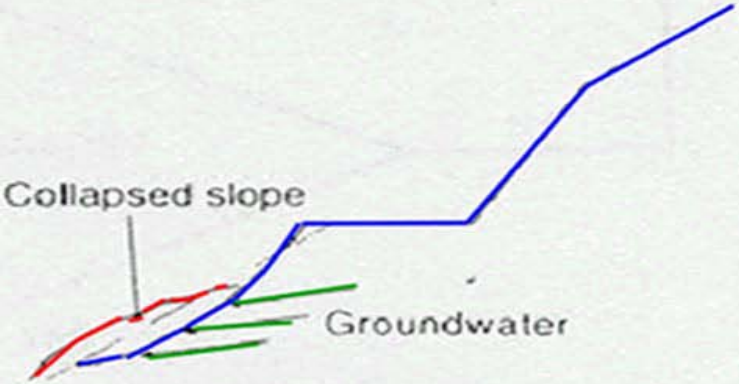

Natural topography




Cut-and-fill to construct road

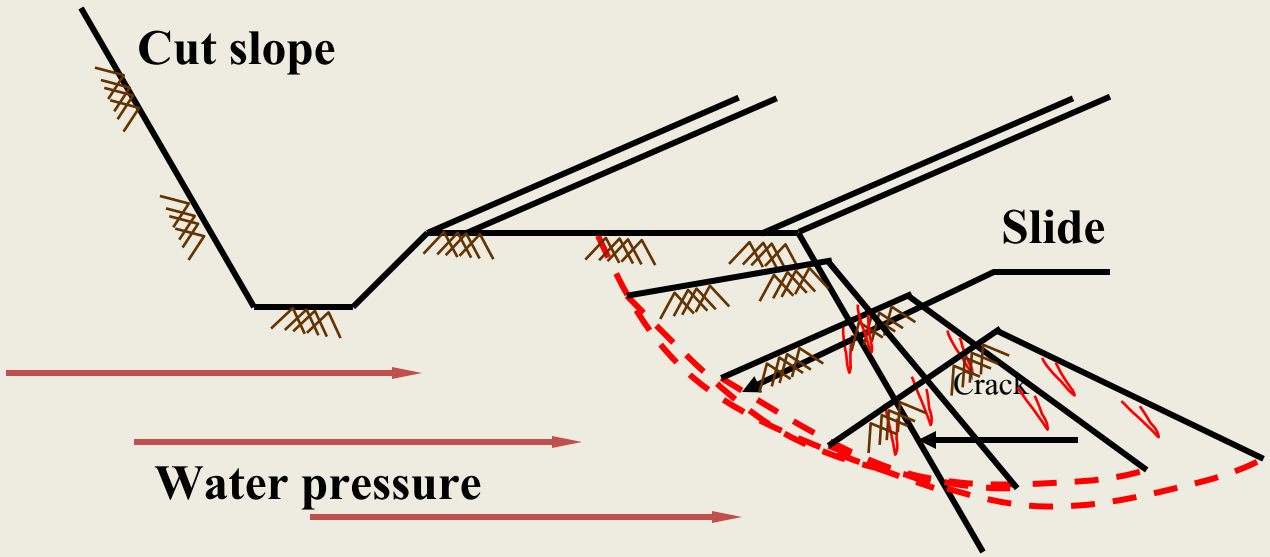



Water seepage into fill




Collapse of fill

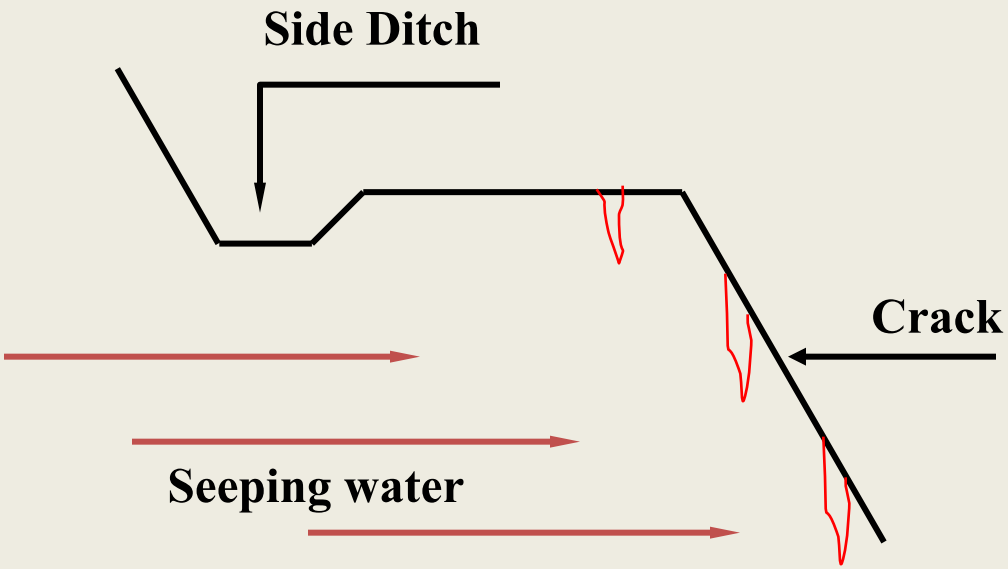
# การพังทลายของคันทางแบบ Half Cut / Half fill



ามเสียหายของคันทางอันเกิดจากน้ำใต้ดิน ทางหลวงหมายเลข 225 ตอน กิ่วเขา - วังกะ

ม. 109 - 908 – กม. 109 +950 RT.

# น้ำใต้ดินมีผลกระทบต่อของเชิงลาด



วามเสียหายของทางหลวงหมายเลข 4062 กม. 4 +458 - กม. 4 + 384 LT.อันเกิดจากกา
ow ของน้ำใต้ดินออกทางด้าน Side slope และเกิดการทรุดตัว แม้ว่ามีการก่อสร้างสู่สภาพเดิม
ล้วก็ตาม มวลดินเคลื่อนออกไปด้านข้างเรื่อย ๆ

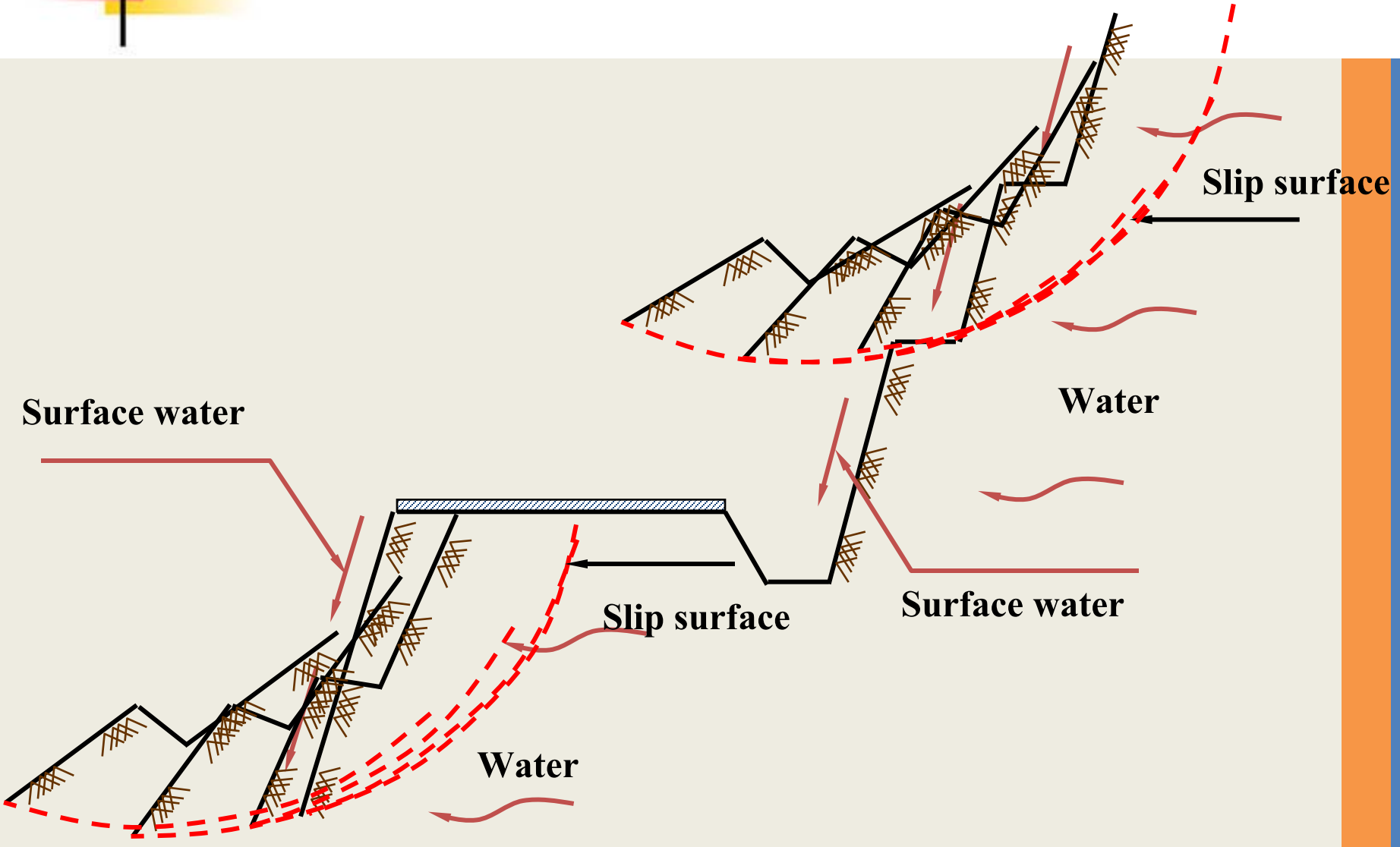
สดงการเคลื่อนที่ของมวลดินด้าน Side slope ณ จุดเดียวกันโดยต้นสะตอ บริเวณ To
ที่เคลื่อนออกไปประมาณ 10 – 15 เมตร

# Back Slope Slide

ทางหลวงหมายเลข 41 " อ.ทุ่งสง - พัทลุง " ตอน 1 ความเสียหายของ Back slope
กม. 13 +850 - กม. 14 + 025 ( RT. ) อันเกิดจากน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน( ธันวาคม 2543 )

แสดงความเสียหายของ Back slope , ทางหลวงหมายเลข 4 ตอน อนุสาวรีย์จปร. - อ.กระบุรี กม. 528 + 500 LT. อันเกิดจากSurface waterและ Underground water เนื่องจากไม่มีระบบระบายน้ำ เช่น Cutoff ditch, Drainchute และ Horizontal Drain ฯเมื่อฝนตกหนัก ( สิงหาคม 2540 , กรกฎาคม กันยายน 2544 ) ดินลูกรังจะอ่อนตัวเป็นดินโคลนเหลวไหลมากองทับบนผิวจราจร

# การพังทลายบน Side Slope และ Back Slope



ความเสียหายของคันทางเกิดจากการกัดเซาะบริเวณปลายท่อลอดที่ไม่มีระบบ Drainchute ที่เหมาะสม การกัดเซาะกินลึกเข้ามาถึงไหล่ทางและผิวจราจร

( ทางหลวงหมายเลข 1149 ตอน บ.ห้วยไคร้ - พระธาตุดอยตุง , กม. 15 + 250 LT. )

ามเสียหายของ Side slope อันเกิดจากไม่มีระบบระบายน้ำปลายปากท่อที่ถูกต้องสมบู

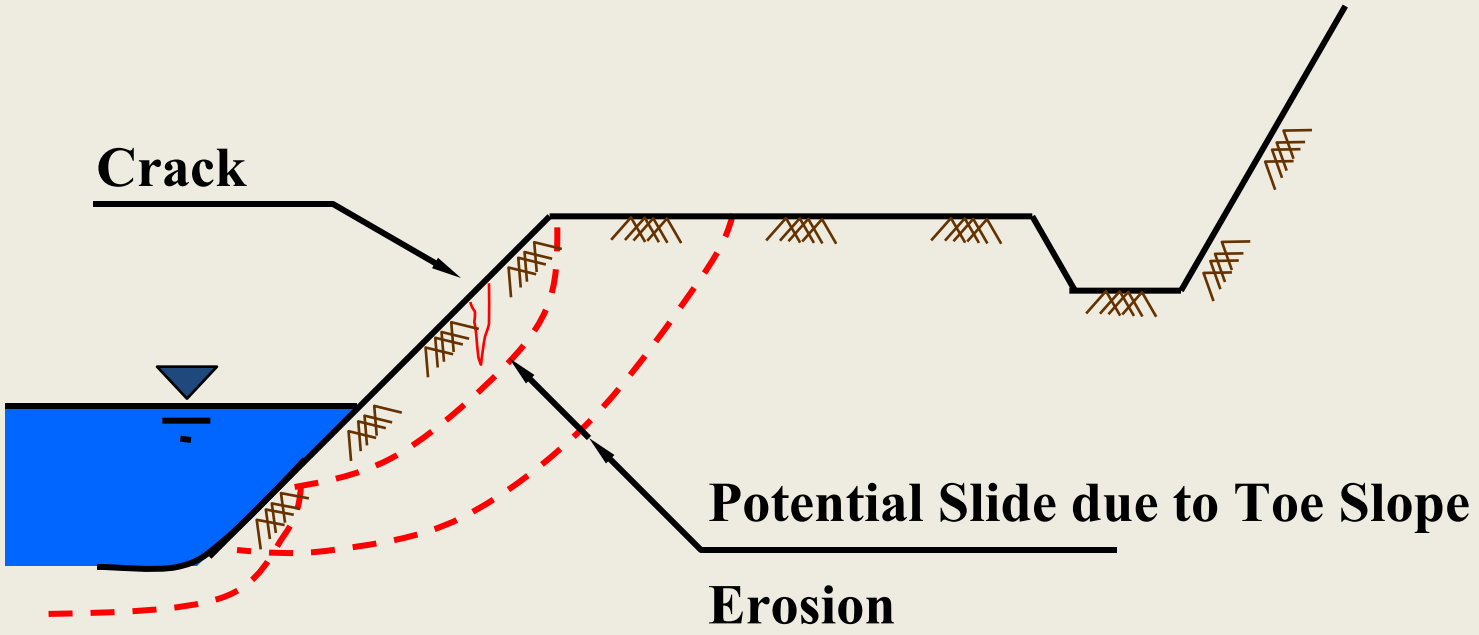
( ทางหลวงหมายเลข 109 " แม่สรวย - ฝาง " กม. 20 + 980 - กม. 20 + 970 LT

ความเสียหายของ Side slope อันเกิดจากการไม่ควบคุมน้ำผิวดิน ระบบระบายน้ำ Side ditch และ Drain chuteไม่สมบูรณ์ Side slope ถูกชะล้างกัดเซาะอย่างรุนแรง ( ลึกประมาณ 20 เมตร )

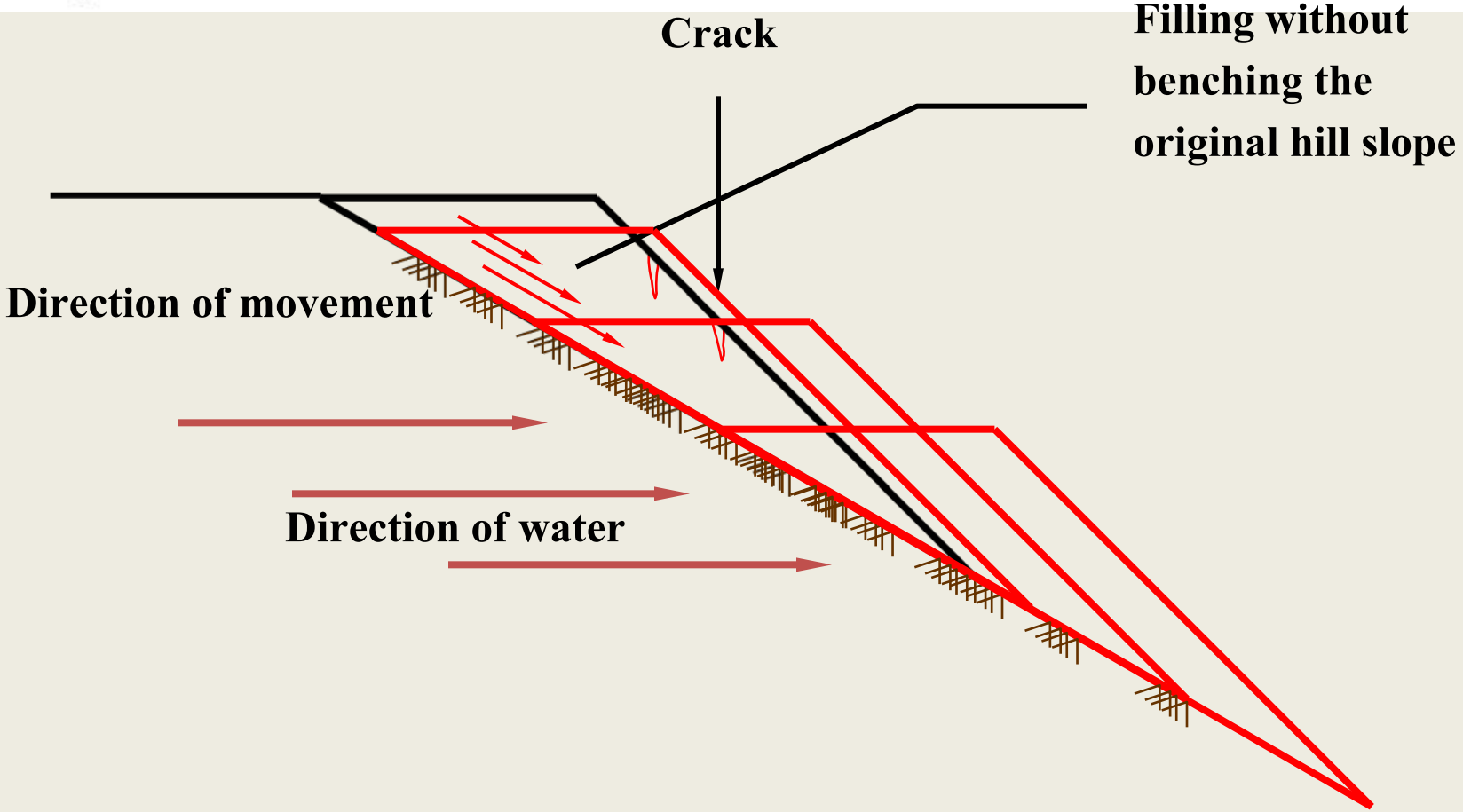
( ทางหลวงหมายเลข 1089 " บ.สันติสุข - บ.สันตคีรี " มกราคม 2543 )

แสดงความวิบัติ ( Disaster ) , เกิดการ Slide อย่างรุนแรงในช่วง Sag Curve กม. 17 + 550 – กม. 17 + 675 ทางหลวงหมายเลข 1263 ตอน อ. ขุนยวม - บ.ปางอุ๋ง อันเนื่องจากไม่ควบคุมน้ำผิวดิน ไม่มี Curb Drainchute ไม่สมบรณ์

# การกัดเซาะบริเวณ Toe Slope

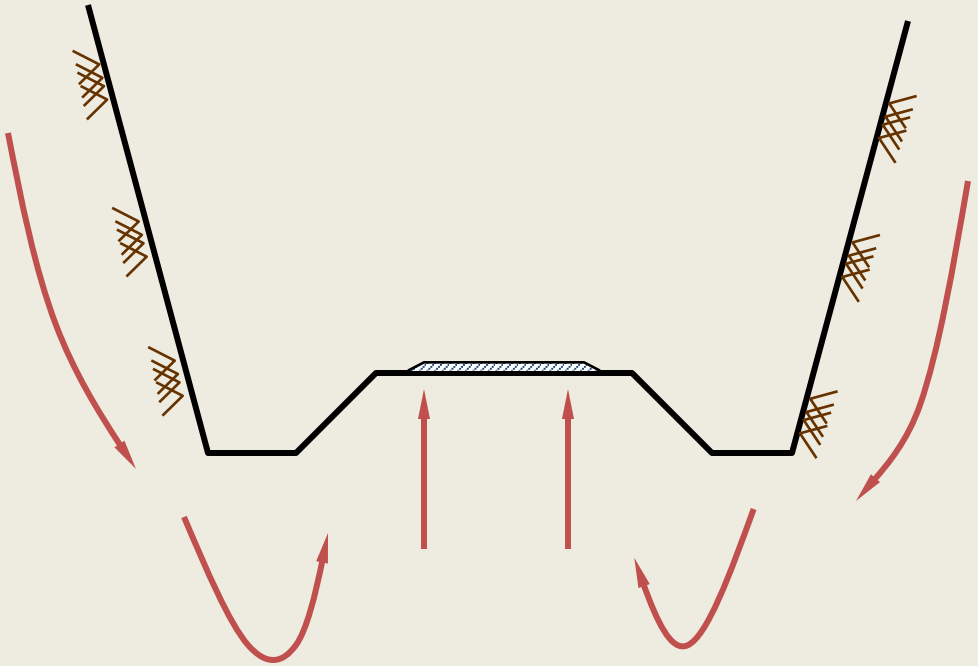


# การเกิดรอยแตกบน Side Slope



12/02/2004

# การเกิดจุดอ่อนตัวบนถนนช่วง Cut Section



Water under pressure

น้ำซึมขึ้นมาบนผิวจราจร

Gabion Retaining wall พร้อมระบบระบายน้ำที่สมบูรณ์ , Stepped Drain chute , Intercepter , Subdrain , และปลูกหญ้าแฝก ทางหลวงหมายเลข 1267 ตอน แยกทางหลวง 105 ( อ.ท่าสองยาง ) - กม. 35 + 000 , กม. 17 +050 - กม. 17 +300 , ก่อสร้างแล้วเสร็จ

# ฝนตกหนัก น้ำท่วม

ถนนสไลด์เนื่องจากน้ำไหลบ่ามากัดเซาะคันทางที่ประเทศใต้หวัน

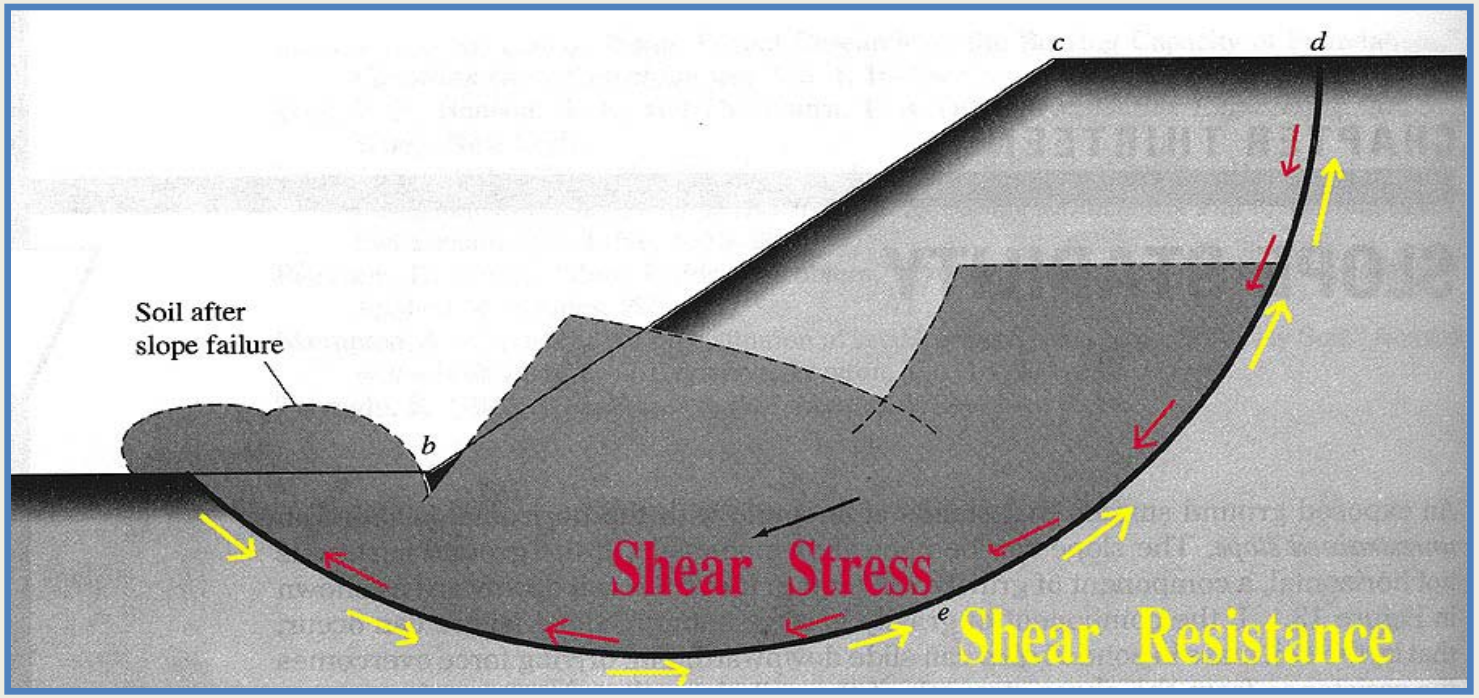
**landslide** ที่เมือง **Pingtung** ทางใต้ของประเทศไต้หวัน

ภาพขณะตึกกำลังถล่มจากน้ำไหลบ่าอย่างแรงเกิดที่ประเทศไต้หวัน

10
470
13/08/2005

# วิเคราะห์สาเหตุและแนวทางแก้ไข

# การขาดเสถียรภาพของเชิงลาด




1) การเพิ่มของ **Shearing Stress** 2) การลดลงของ **Shearing Resistance**

- ความสูงและความชันของ Slope
- นน.ที่กระทำ

$$\tau' = c' + (\sigma - u)\tan\phi$$

**Factor of Safety (F.S.) =** แรงต้านการเคลื่อนตัว **(Resisting Force)** / แรงกระทำให้เกิดการเคลื่อนตัว **(Driving Force)**

# แนวทางแก้ไข

การลดน้ำหนักหรือลดแรงที่กระทำ (Driving force)

ภายในมวลวิบัติ (Unloading or Excavation)

| | | | |
|---|---|---|---|
| การขุดรื้อเพื่อเพิ่มเสถียรภาพโดยการลดแรงที่กระทำเช่น นำวัสดุบนยอดออก | ปรับความลาดชัน | การขุดตัดเชิงลาดแบบขั้นบันได | นำเอาวัสดุออกหรือการแทนที่ด้วยวัสดุถมมวลเบา |

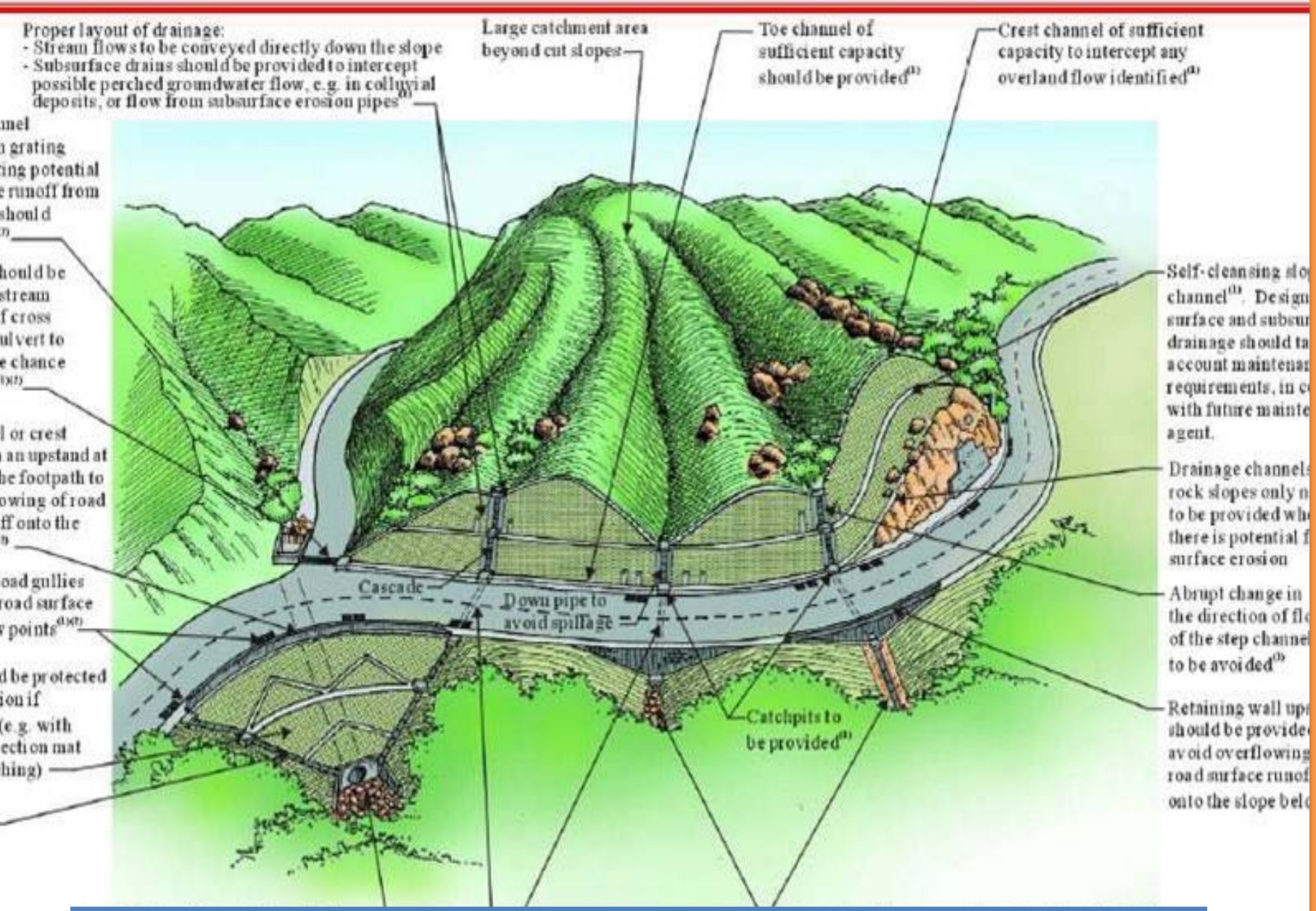
# แนวทางแก้ไข (2)

## การเพิ่มเสถียรภาพของลาดคันทาง

- การเสริมกำลังดินด้วยวัสดุเสริมแรง
- การใช้โครงสร้างเสริม ได้แก่ Gabion/Soil Nailing/Berm

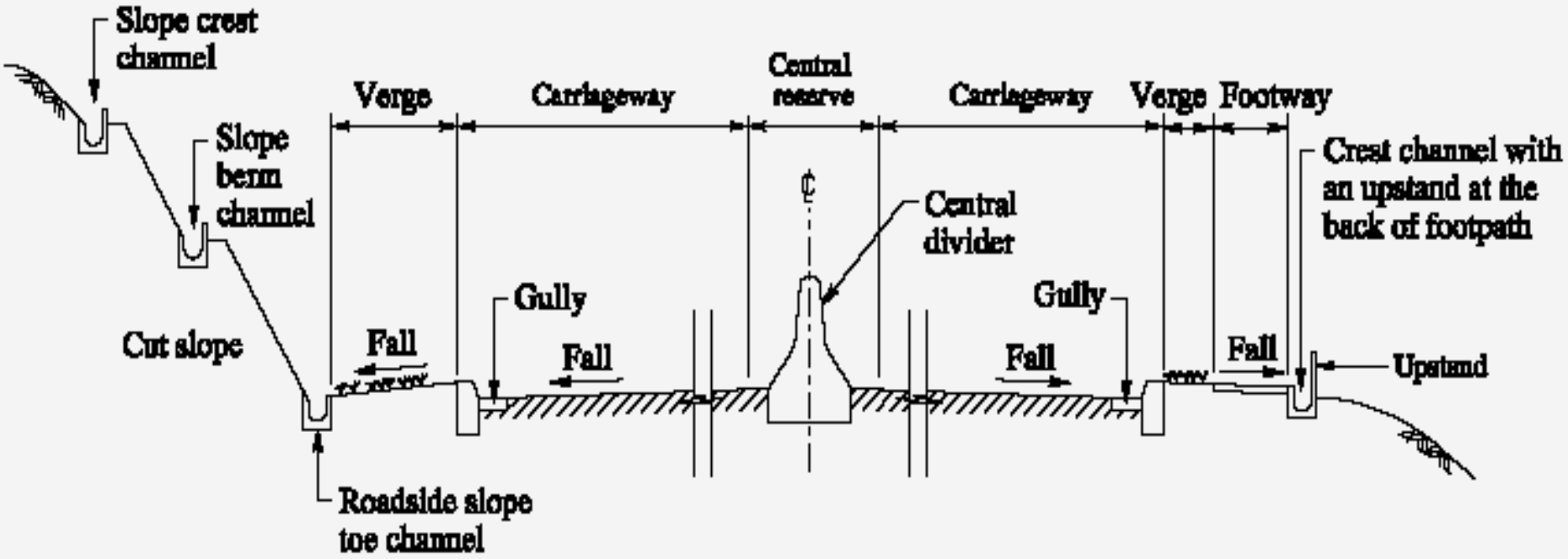
## การติดตั้งระบบระบายน้ำ

- ระบบระบายน้ำผิวดิน
- ระบบระบายน้ำใต้ดิน



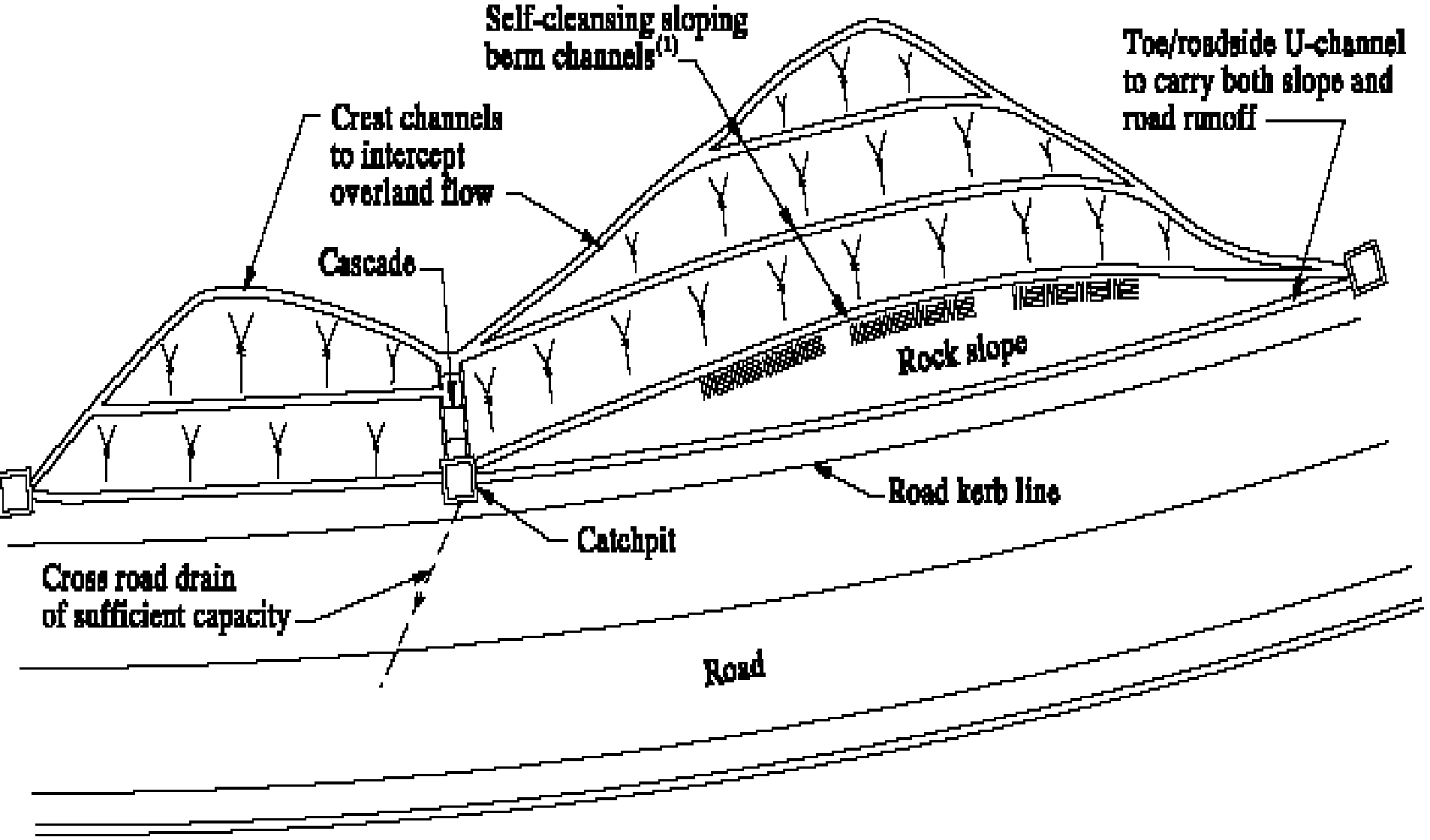

# การปรับปรุงระบบระบายน้ำ **Drainage System**

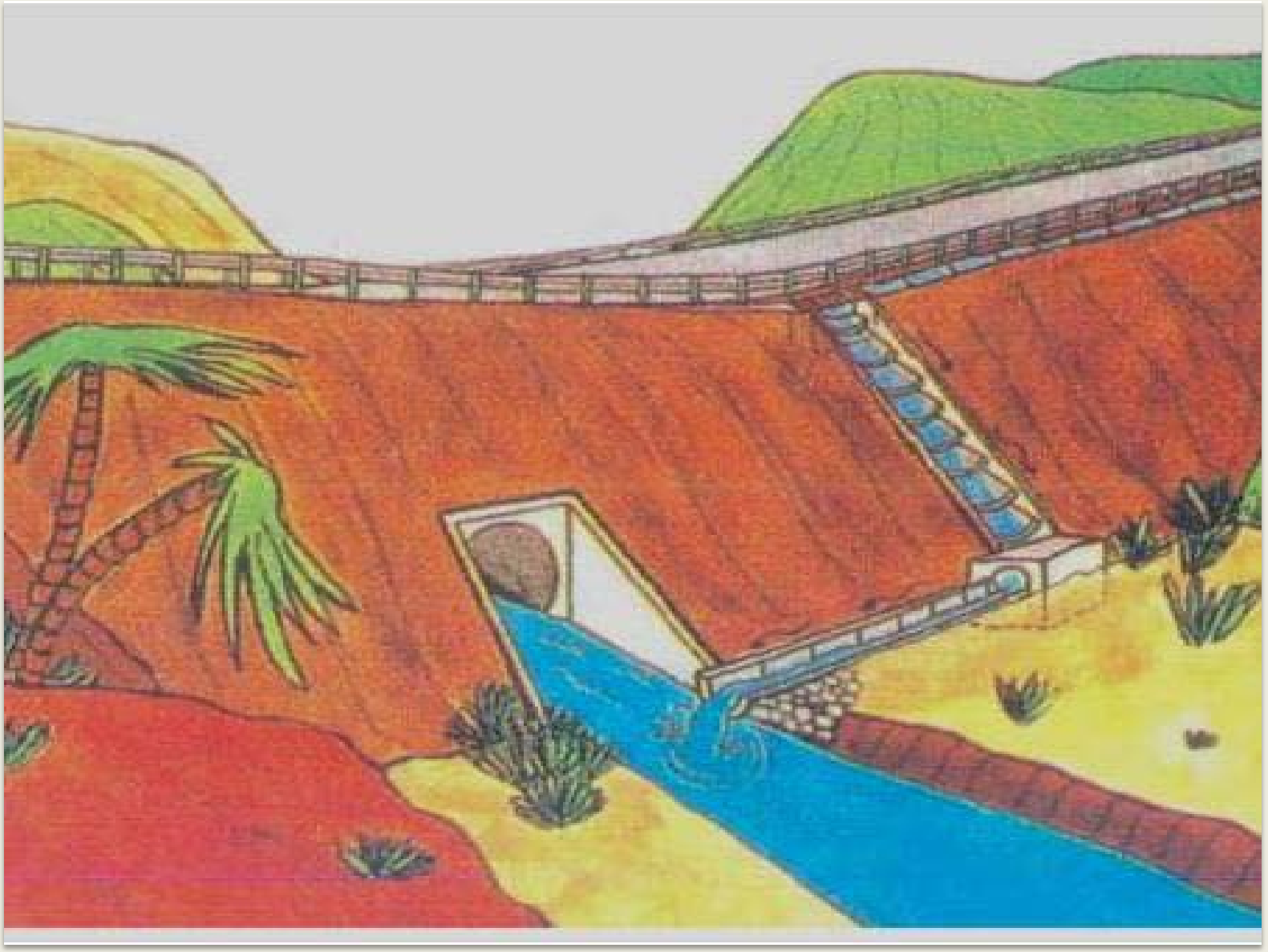
# An Example of Roadside Drainage




An Example Cross Section of a Rural Road
(Not to Scale)

# Berm channels for a Highways Cut Slope

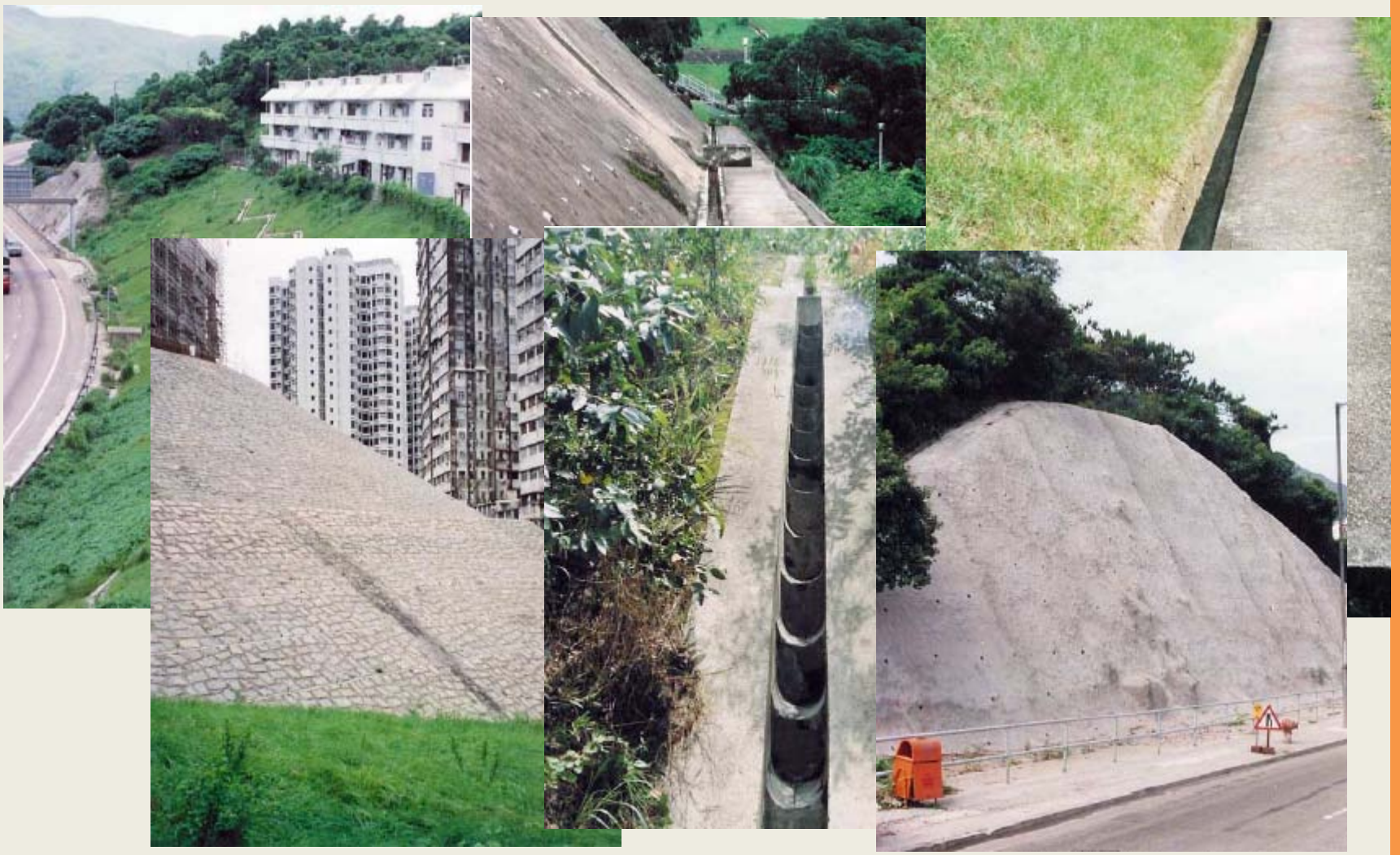




ดูแล รักษาระบบระบายน้ำให้ดี มิให้มีสิ่งใด ๆไปกีดขวางทางน้ำ

# ระบบระบายน้ำที่ขาดการดูแลรักษา

# ระบบระบายน้ำที่มีการดูแลรักษาอย่างดี



# การวิจัย

- เนื่องจากการชะล้างพังทลายของดินตัดคันทาง (Back Slope) และดินถมข้างทาง (Side Slope) ในพื้นที่ภูเขาได้ทวีความรุนแรง และมีความเสียหายมากขึ้น กรมทางหลวงต้องใช้งบประมาณเป็นจำนวนมากในการแก้ไขและมีหลายจุดที่มีลักษณะความเสียหายแบบซ้ำซาก

**โครงการวิจัยพัฒนาเพิ่มเสถียรภาพและแก้ไขป้องกันการชะล้างพังทลายและการเคลื่อนตัวเชิงลาด**

# ความเป็นมาของโครงการ

# วัตถุประสงค์

- สรุปประเภทและสาเหตุของความเสียหาย
- พัฒนารูปแบบของการแก้ไขป้องกันในรูปแบบคู่มือและแบบแนะนำ
- ได้งานถูกต้องตามหลักวิชาการได้มาตรฐานและง่ายสะดวกต่อการใช้งาน ทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานและระดับบริหาร ให้มีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิผลมากที่สุด

**ศึกษา วิเคราะห์สาเหตุของความเสียหาย**

# พื้นที่ศึกษา

เขตพื้นที่ภาคเหนือประกอบด้วย

- สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)
- สำนักทางหลวงที่ 2 (แพร่)
- สำนักทางหลวงที่ 4 (พิษณุโลก)
- สำนักทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)

# ขอบเขตการดำเนินงาน

1. ทำการศึกษาวิธีการแก้ไขป้องกันการชะล้างพังทลายและการเคลื่อนตัวของเชิงลาดที่ได้ดำเนินการไปแล้วจนถึงปัจจุบัน

ทางภาคเหนือของประเทศไทยในเขตพื้นที่ของสำนักทางหลวงที่ 1, 2, 4 และที่ 6 เป็นกรณีศึกษารวมไม่น้อยกว่า 60 จุด

2. กำหนดเกณฑ์ **(Criteria)** ของความรุนแรงความซับซ้อนของความเสียหาย

3. จัดทำแบบแนะนำ **(Recommended Typical Drawing)** สำหรับผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง

# ขอบเขตการดำเนินงาน (ต่อ)

4. จัดทำคู่มือ (Manual) ของการออกแบบ แก้ไขและการก่อสร้าง

- คู่มือการสำรวจ วิเคราะห์ ความเสียหายของการชะล้างพังทลายและเคลื่อนตัวของเชิงลาด
- คู่มือการแนะนำ แก้ไข และการปฏิบัติการชะล้างพังทลายและเคลื่อนตัวของเชิงลาด
- คู่มือการบำรุงรักษาทางหลวงเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายและเคลื่อนตัวของเชิงลาด

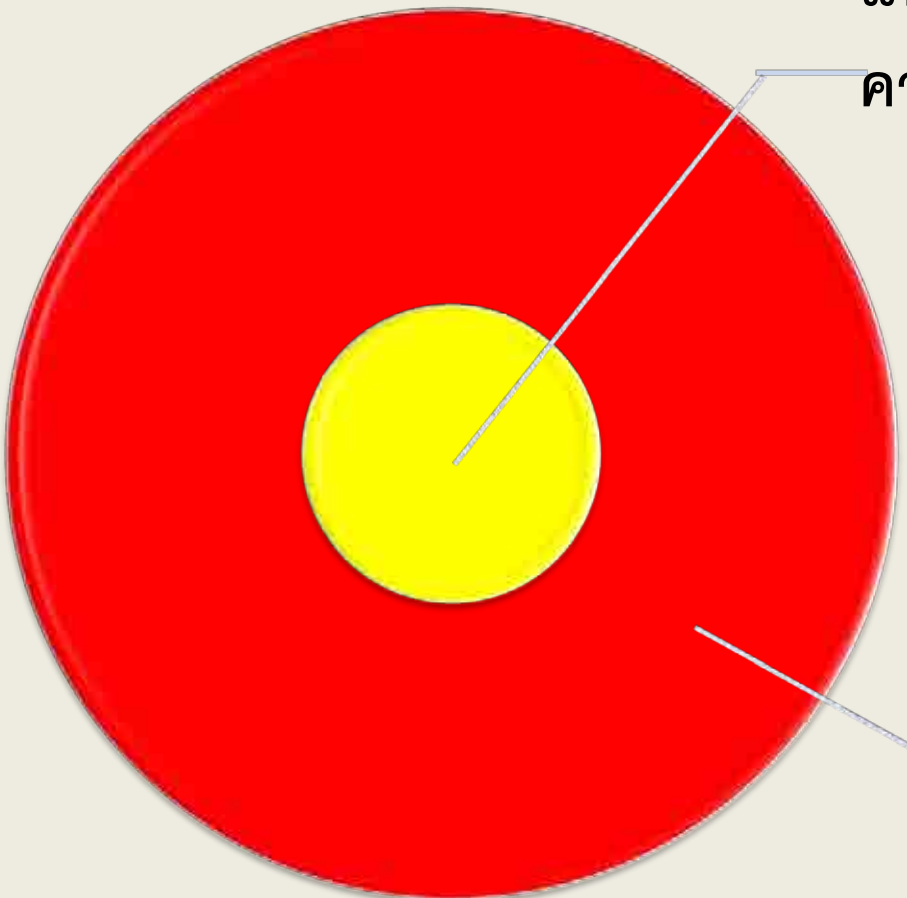
**คู่มือการสำรวจ วิเคราะห์ ความเสียหาย**

**คู่มือการแนะนำ แก้ไข และการ ปฏิบัติ**

**คู่มือการ บำรุงรักษาทาง หลวงเพื่อป้องกัน**

**การชะล้างพังทลายและการเคลื่อนตัวของเชิงลาด**

# การเผยแพร่ อบรมการใช้คู่มือ

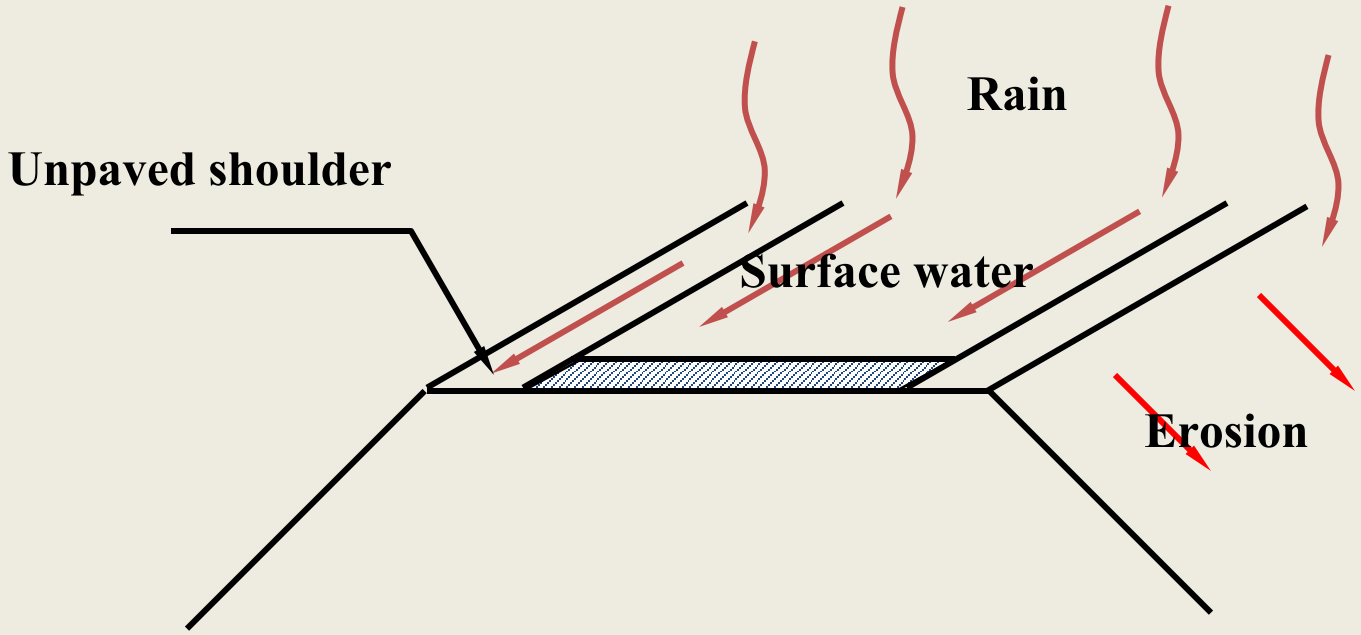


จัดทำคู่มือแนะนำการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นให้ผู้ปฏิบัติงานใช้เป็นแนวทางในการป้องกันแก้ไข ก่อนความเสียหายเพิ่มมากขึ้น

จัดการฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบส่วนภูมิภาค พร้อมทั้ง **Software** ที่ใช้

| บริเวณที่เกิดความเสียหาย | การจัดแบ่งประเภทความเสียหาย | ชนิดความเสียหาย |
|---|---|---|
| เชิงลาดตัด (Back Slope) เชิงลาดถม (Side Slope) | น้ำกัดเซาะ (Erosion) | 1. น้ำกัดเซาะบริเวณด้านปลายเชิงลาด (Erosion at Toe Slope) |
| | | 2. น้ำกัดเซาะบริเวณผิวหน้า (Surface Erosion) |
| | | 3. น้ำกัดเซาะไหล่ทาง (Erosion caused from Overflow) |
| | การเคลื่อนตัวของมวลดิน / หิน (Soil or Soil with Rock Slide) | 4. การเคลื่อนตัวของมวลดิน / หินที่มีสาเหตุจากน้ำผิวดิน หรือน้ำใต้ดิน (Groundwater and / or Surface Water) |
| | | 5. การเคลื่อนตัวของมวลดิน / หินที่มีสาเหตุมาจากแรงโน้มถ่วง |
| | หินร่วง และหินเคลื่อนตัว (Rock Fall and Rock Slide) | 6. หินเคลื่อนตัวเนื่องจากรอยแตกในมวลหิน (Wedge & Plane Slide) |
| | | 7. หินร่วงจากดินตัดที่มีก้อนหินฝังอยู่ (Boulder Rock Fall) |
| | | 8. หินร่วงจากการกัดเซาะผิวเชิงลาดที่เป็นดินปนหิน (Debris or Talus) |

# การกัดเซาะผิวหน้าบริเวณไหล่ทางและเชิงลาด




High - filled embankment

| สำนักทางหลวง | จำนวนความเสียหายแยกตามสาเหตุ | | | | | | | | | | | | | | | รวมจำนวนความเสียหาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเสียหายเกิดจากการเคลื่อนตัวของมวลดิน (Landslide) | | | ความเสียหายเกิดจากน้ำใต้ดิน (Ground Water) | | | ความเสียหายเกิดจากน้ำผิวดิน (Surface Water) | | | | | | ความเสียหายเกิดจากการร่วงหล่นของหิน (Rock Fall) | | | |
| | | | | | | | การกัดเซาะด้านบนของเชิงลาด | | | การกัดเซาะด้านปลายเชิงลาด (Toe Slope) | | | | | | |
| | ดินตัด | ดินถม | หินตัด | ดินตัด | ดินถม | หินตัด | ดินตัด | ดินถม | หินตัด | ดินตัด | ดินถม | หินตัด | ดินตัด | ดินถม | หินตัด | |
| สน.ทล. 1 (เชียงใหม่) | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | - | 1 | 7 | - | - | 9 | - | - | - | - | 25 |
| % ความเสียหาย | 12 % | 4 % | 4 % | 4 % | 8 % | - | 4 % | 28 % | - | - | 36 % | - | - | - | - | |
| สน.ทล. 2 (แพร่) | 4 | - | 1 | 2 | - | - | 3 | 3 | - | 1 | 4 | - | - | - | - | 18 |
| % ความเสียหาย | 22 % | – | 5.5 % | 11 % | – | – | 16.6 % | 16.6 % | – | 5.5 % | 22 % | - | - | - | - | |
| สน.ทล. 4 (พิษณุโลก) | 3 | – | - | 1 | – | – | – | 4 | – | – | 2 | – | 1 | – | – | 11 |
| % ความเสียหาย | 27.4 % | – | – | 9 % | – | – | – | 36.6 % | – | – | 18 % | – | 9 % | – | – | |
| สน.ทล. 6 (เพชรบูรณ์) | 1 | 1 | – | 1 | 1 | – | 1 | 6 | – | – | 4 | – | 2 | – | 3 | 20 |
| % ความเสียหาย | 5 % | 5 % | - | 5 % | 5 % | - | 5 % | 30 % | - | – | 20 % | - | 10 % | – | 15 % | |
| รวมจุดเสียหาย | 11 | 2 | 2 | 5 | 3 | - | 5 | 20 | - | 1 | 19 | - | 3 | - | 3 | 74 |
| สรุปเฉลี่ย % ความเสียหาย | 15 % | 2.7 % | 2.7 % | 6.8 % | 4 % | - | 6.8 % | 27 % | - | 1.4 % | 25.7 % | - | 4 % | – | 4 % | 100 |

# การเพิ่มเสถียรภาพของคันทาง

การใช้วัสดุใยสังเคราะห์ **(Geosynthetics)**

# ทำไมต้องใช้วัสดุเสริมแรง

เพิ่มเสถียรภาพของลาดคันทางที่ชันมาก

โครงสร้างที่ได้มีความยืดหยุ่นต่อการเคลื่อนตัว

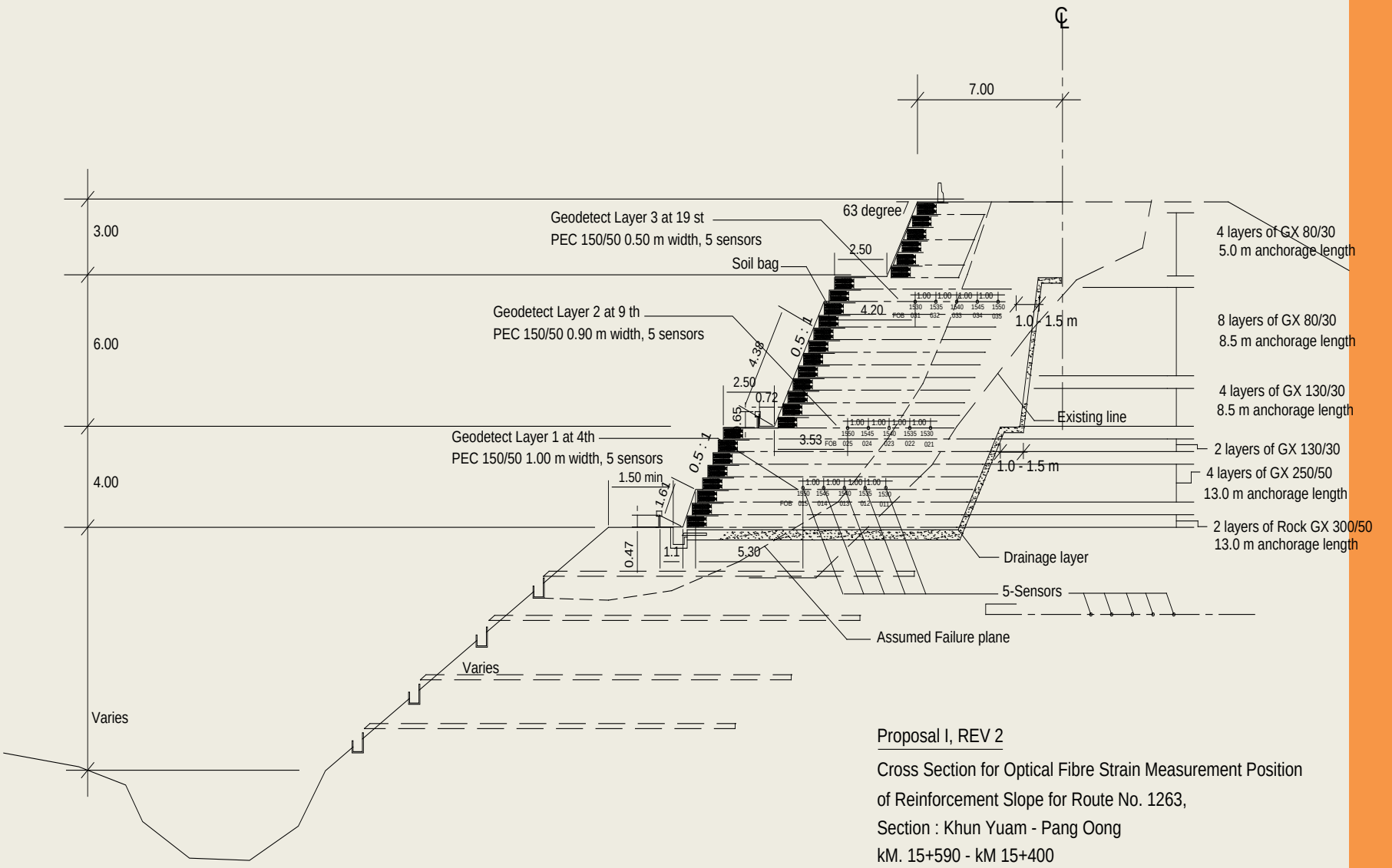
ก่อสร้างได้รวดเร็วไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคพิเศษ

สามารถนำวัสดุในที่มาใช้

งานแก้สไลด์สาย **1263** ก.ม 15+100 อ.ขุนยวม – บ.ปางอุ๋ง จ.แม่ฮ่องสอน

# ลักษณะความเสียหาย

- สภาพภูมิประเทศเป็นคันทางดินถมระหว่างภูเขาสูงประมาณ 25 เมตร
- จุดพังทลายเป็นจุดต่ำของ sag curve
- ได้มีการก่อสร้างแก้ไขการพังทลายของคันทางมาแล้ว
- เกิดความเสียหายขึ้นอีกเนื่องจากเกิดพายุฤดูฝนทำให้ฝนตกหนักต่อเนื่องหลายวัน
- เกิดการพังทลายที่ toe slope และการกัดเซาะทำให้คันทางพังทลาย



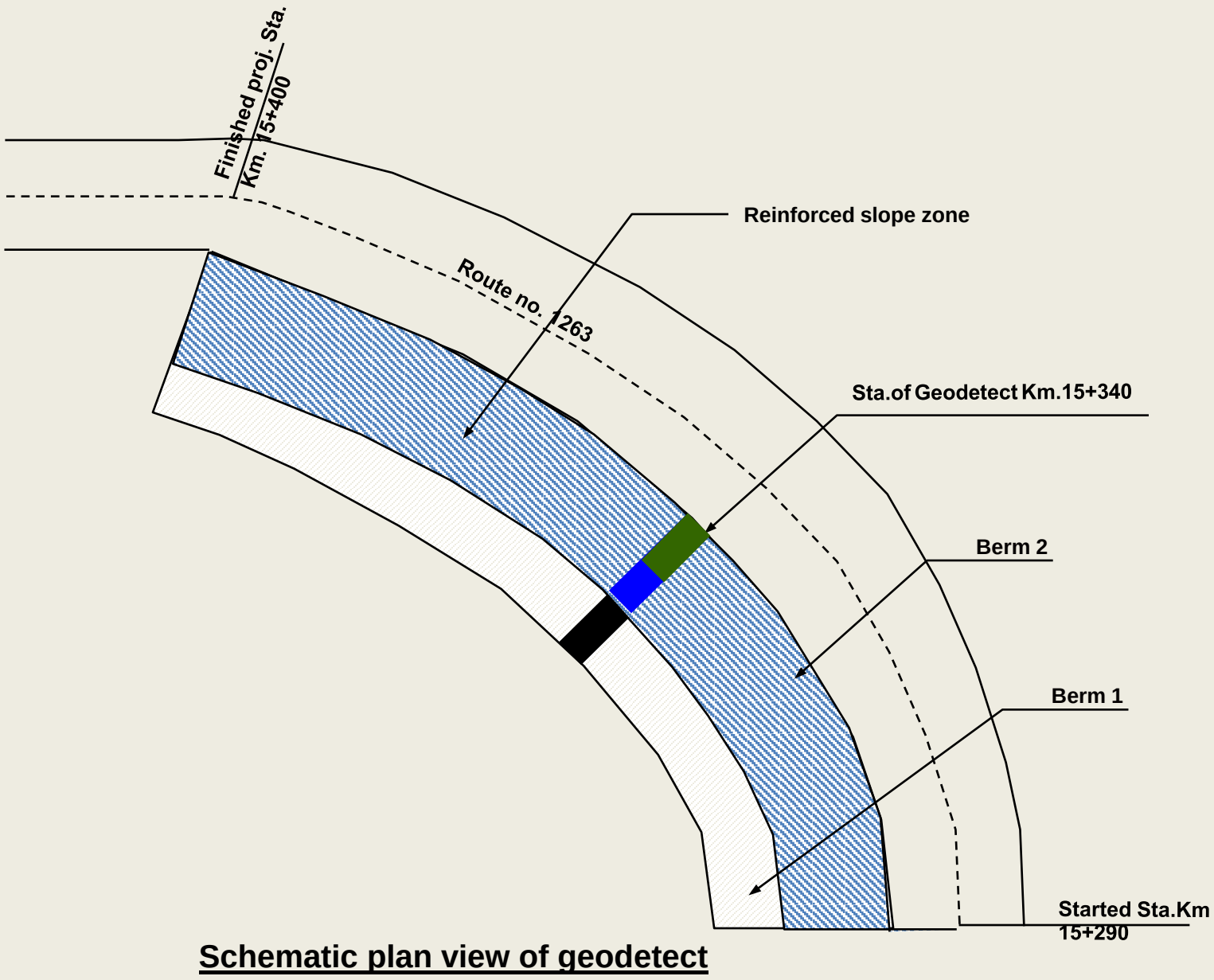

Proposal I, REV 2

Cross Section for Optical Fibre Strain Measurement Position of Reinforcement Slope for Route No. 1263,
Section : Khun Yuam - Pang Oong
kM. 15+590 - kM 15+400

# Typical section of Reinforcement Slope and Geodetect

ระบบตรวจวัดการยืดตัวของวัสดุเสริมกำลังดิน และ การเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ทางหลวงหมายเลข 1263 บ้านปางอุ๋ง – บ้านแม่นนาจร – บ้านขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน

ติดตั้งระบบเสริมกำลังดิน ด้วยตาข่ายเสริมกำลัง




**Schematic plan view of geodetect**

# ระบบตรวจวัดการยืดตัวของวัสดุเสริมกำลังดิน และ การเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ทางหลวงหมายเลข 1263 บ้านปางอุ๋ง – บ้านแม่นนาจร – บ้านขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน

Geodetect

# ระบบตรวจวัดการยืดตัวของวัสดุเสริมกำลังดิน และ การเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ทางหลวงหมายเลข 1263 บ้านปางอุ๋ง – บ้านแม่นนาจร – บ้านขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน

ตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์

# ระบบตรวจวัดการยืดตัวของวัสดุเสริมกำลังดิน และ การเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ทางหลวงหมายเลข 1263 บ้านปางอุ๋ง – บ้านแม่นนาจร – บ้านขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน

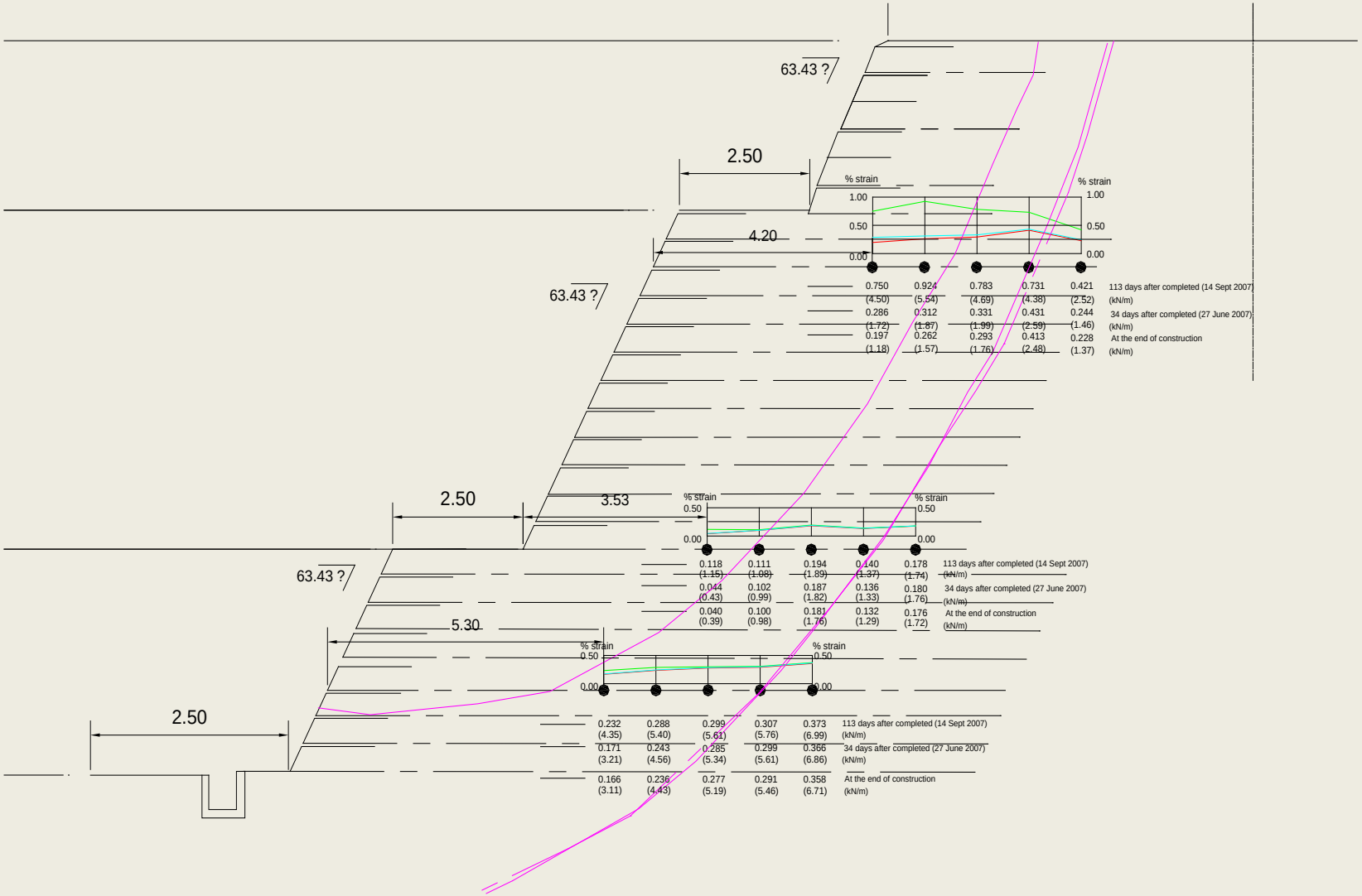
การติดตั้ง Geodetect

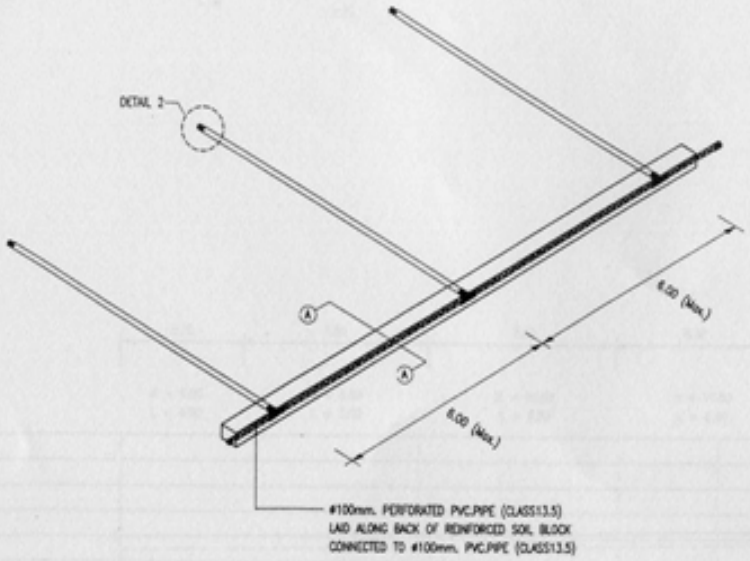
# ระบบตรวจวัดการยืดตัวของวัสดุเสริมกำลังดิน และ การเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ทางหลวงหมายเลข 1263 บ้านปางอุ๋ง – บ้านแม่นนาจร – บ้านขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน

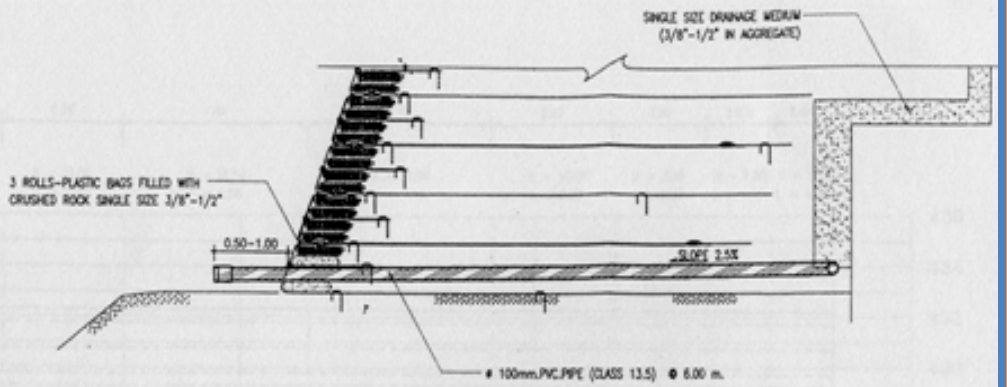
ใช้ดินถมทับป้องกันเสียหาย

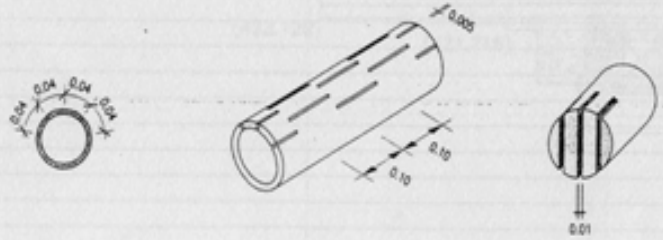
# ระบบตรวจวัดการยืดตัวของวัสดุเสริมกำลังดิน และ การเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ทางหลวงหมายเลข 1263 บ้านปางอุ๋ง – บ้านแม่นนาจร – บ้านขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน

# ระบบตรวจวัดการยืดตัวของวัสดุเสริมกำลังดิน และ การเคลื่อนตัวของโครงสร้าง ทางหลวงหมายเลข 1263 บ้านปางอุ๋ง – บ้านแม่นนาจร – บ้านขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน

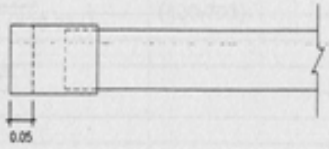




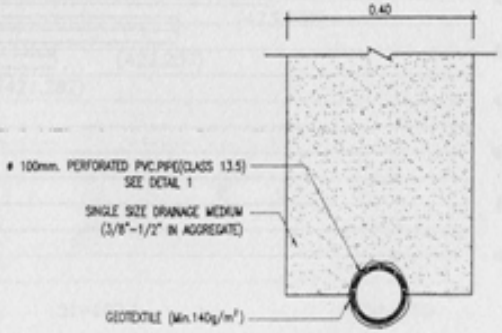




DETAIL 1
#100mm. PERFORATED PVC.PIPE (CLASS13.5)



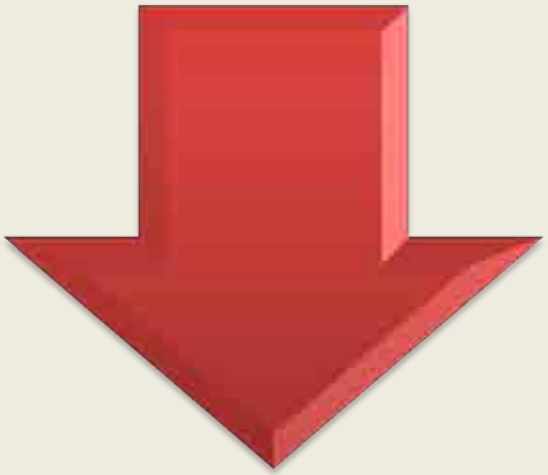

DETAIL 2
END CAP




SECTION Ⓐ - Ⓐ

# การออกแบบโดยใช้ Sub-Drain

# การก่อสร้าง Gabion wall ค้ำยันฐาน



เพื่อต้านทานและเพิ่มแรงต้าน **(resisting force)** การเคลื่อนตัวของมวลดิน **(Retaining Structures)**

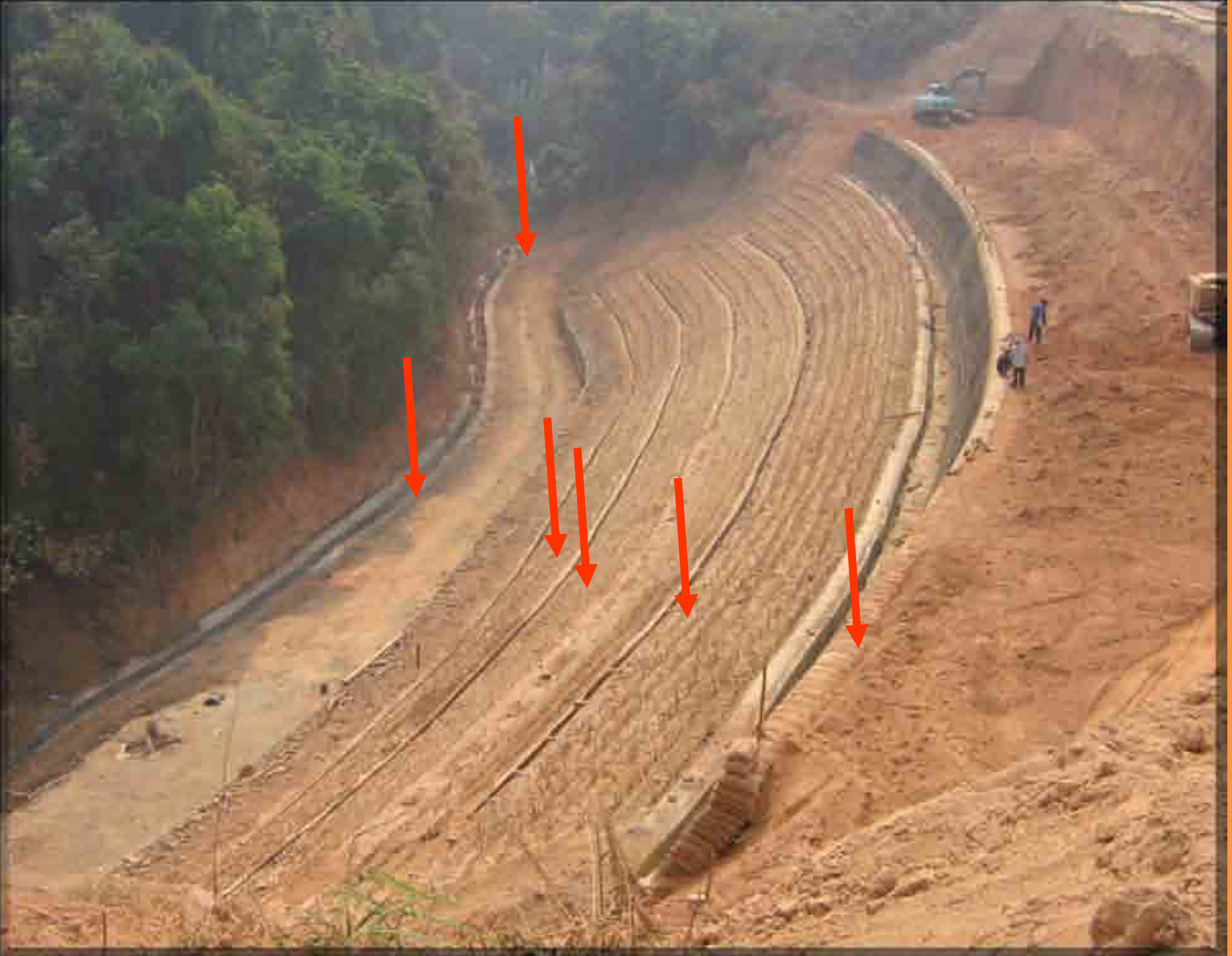
การถมดินและหิน **(Earth and Rock Fill)** เพื่อเป็น **dead weight** บริเวณตีนเชิงลาด **(toe slope)** ป้องกันการเคลื่อนตัว

# การจัดการระบบระบายน้ำ

การควบคุมการระบายน้ำผิวดิน (Interceptor ditch, Bench ditch, Stepped drain chute)

การก่อสร้างชั้นทางเพื่อการระบายน้ำ (Drainage Layer)

การก่อสร้างระบบระบายน้ำในแนวดิ่ง



# การป้องกันการชะล้างผิวหน้าเชิงลาด

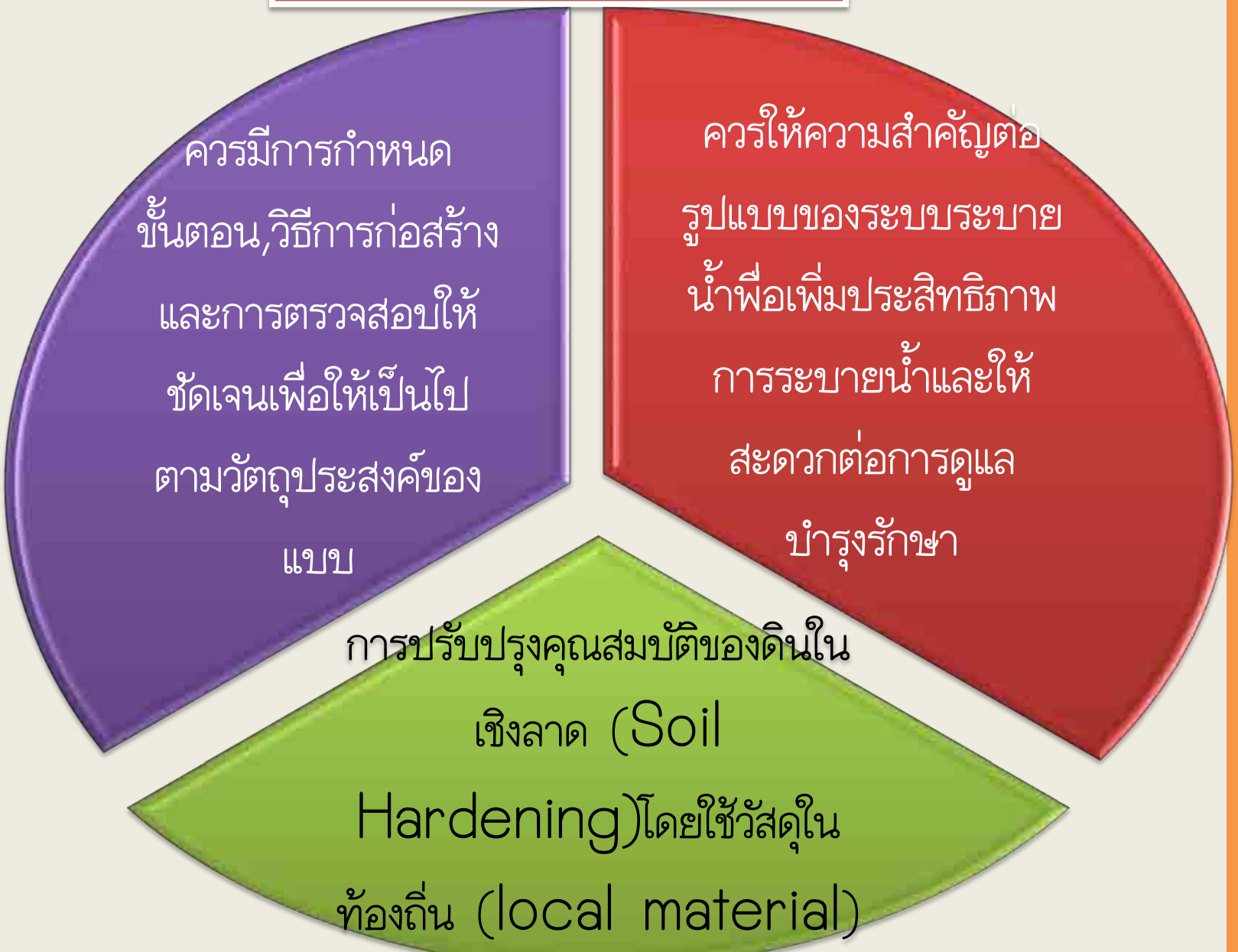
การปลูกพืช **(Vegetation)** คลุมดินครอบคลุมเต็มพื้นที่ของผิวหน้าเชิงลาดเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายและกัดเซาะจากน้ำผิวดิน ด้วยการทำ **soil bag**

การปลูกหญ้าแฝกหน้าเชิงลาด

# ปลูกหญ้าแฝก

- ป้องกันการกัดเซาะบริเวณลาดข้างทาง

# ข้อคิดเห็น


ควรมีการกำหนดขั้นตอน,วิธีการก่อสร้างและการตรวจสอบให้ชัดเจนเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแบบ
ควรให้ความสำคัญต่อรูปแบบของระบบระบายน้ำพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำและให้สะดวกต่อการดูแลบำรุงรักษา
การปรับปรุงคุณสมบัติของดินในเชิงลาด (Soil Hardening)โดยใช้วัสดุในท้องถิ่น (local material)

# แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

## บริเวณรอยต่อของ Geogrid กับคันทางเดิม

- เกิด Differential Settlement

## การปลูกหญ้าแฝกคลุมผิวหน้าเชิงลาด

- ปลูกยาก เกิดการกัดเซาะที่ผิวหน้า