

図 9.3-3 バタングスにおける関連道路の交通量予測値

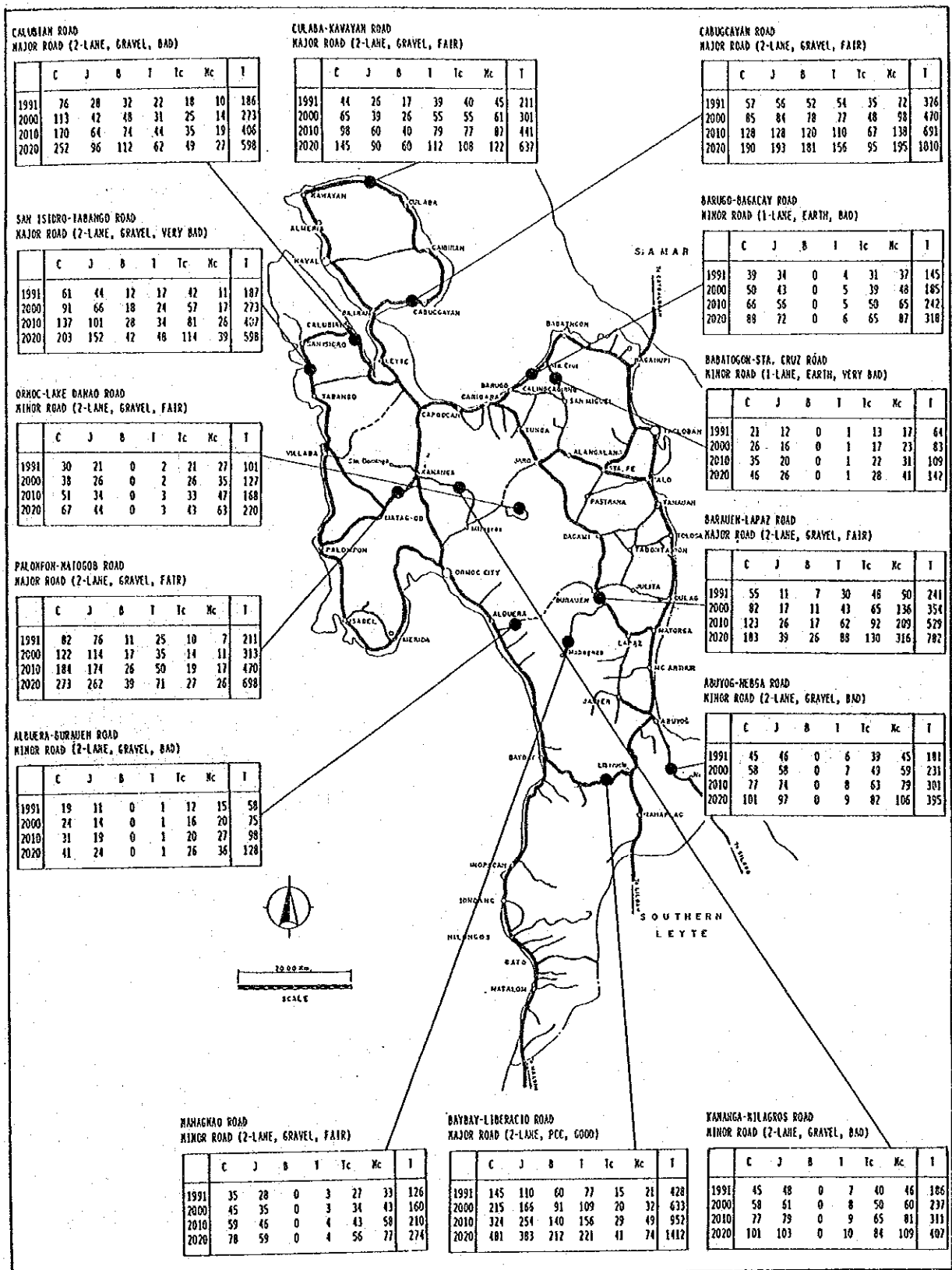


図 9.3-4 レイテにおける関連道路の交通量予測値

第10章 技術調査

10.1 技術調査の概要

次の技術調査を実施した。

- 地形測量
- 地質調査
- 災害調査

各調査を行なったスポットの数は次のとおりである。

Province	F/S Spots	Topographic Survey	Geotechnical Survey	Disaster Survey
Benguet	21	9	2	21
Batangas	18	11	2	18
Leyte	23	11	2	23
Total	62	31	6	62

ベンゲット、バタンガス、レイテの調査スポットの位置図を、それぞれ、図10.1-1、10.1-2、10.1-3に示す。

地形測量と地質調査は地元業者に外注したが、災害調査は調査団で実施した。地形測量が行なわれなかったスポットについては、調査団の手で、主要な長さ、高さ、勾配を計測して、概略平面図と横断図を作成した。

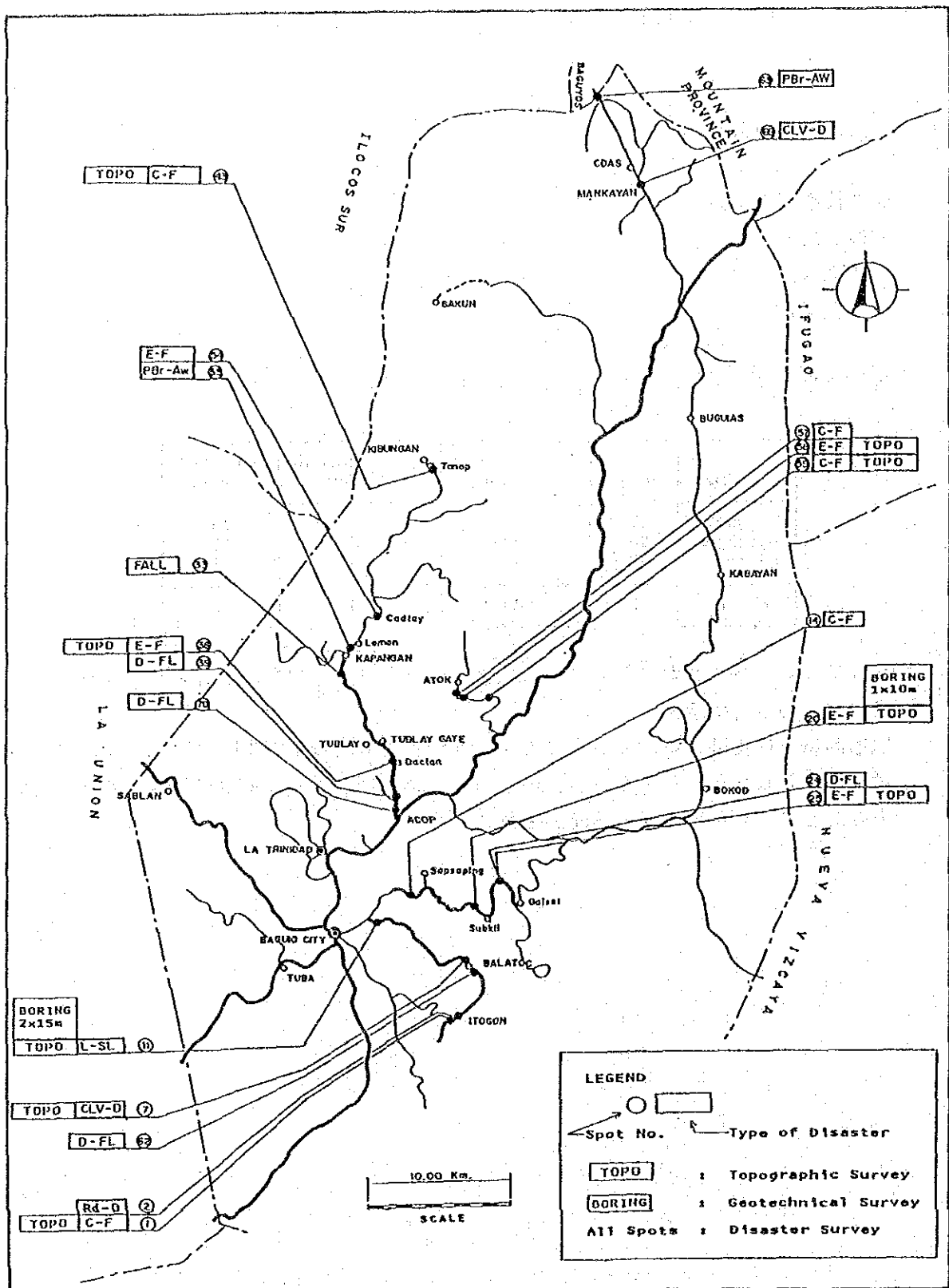


図10.1-1 技術調査を行ったスポットの位置図 (ベンゲット)

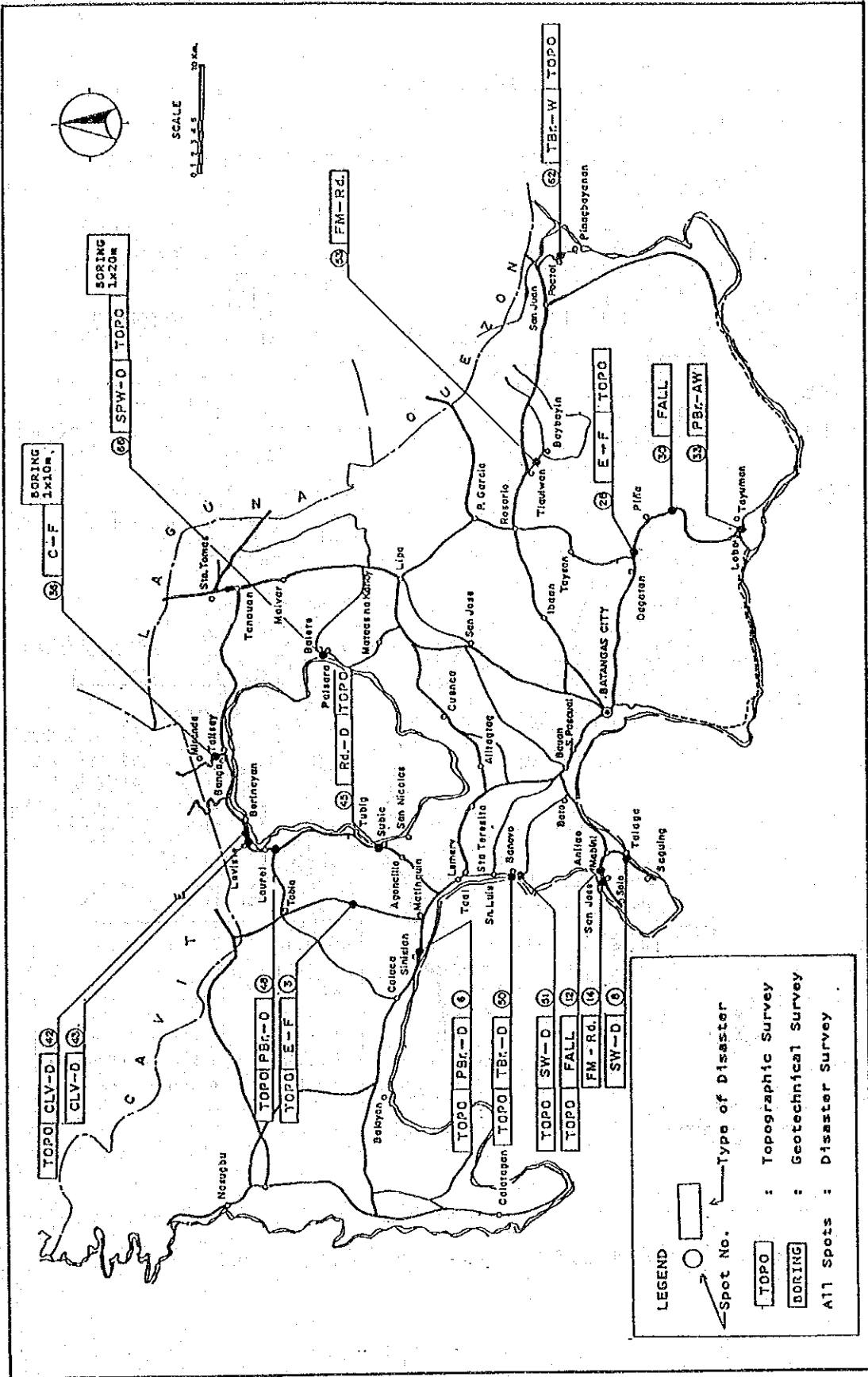


図 10.1-2 技術調査を行ったスポットの位置図 (バタンガス)

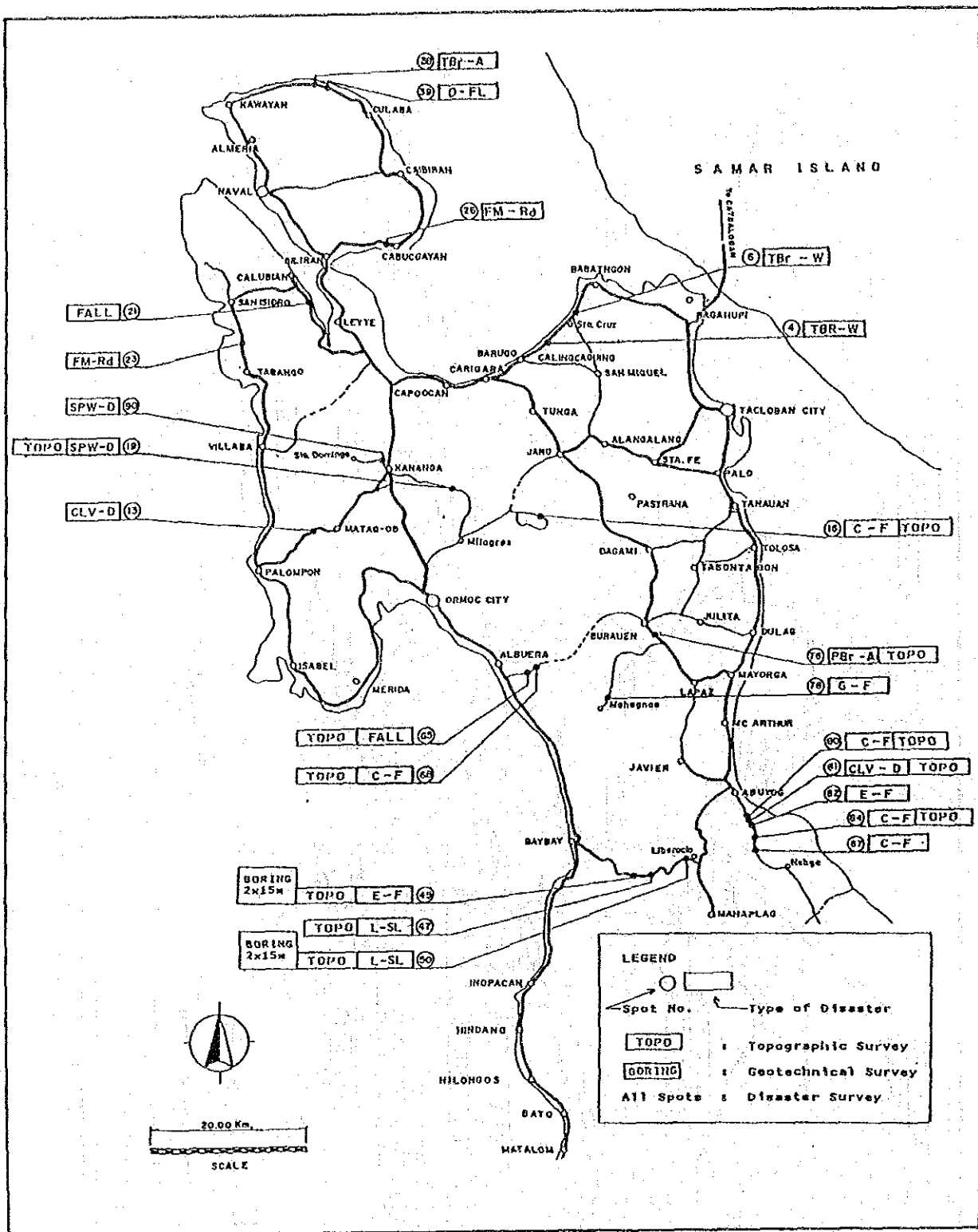


図10.1-3 技術調査を行ったスポットの位置図 (レイテ)

10.2 地形測量

地形測量は、下記の災害スポットを含む31スポットで実施した。

- 切土法面崩壊（C-F）、盛土法面崩壊（E-F）、地すべり（L-SL）の発生しているような急勾配で高い法面を持つスポット
- カルバートの損傷（CLV-D）のように表面水の流れが問題となるスポット
- 河川流水方向が分析されなければならないような蛇行河川上のスポット
- スピルウェイの損傷（SW-D）のように構造物の詳細の解析が必要となるスポット

災害の種別地形測量スポット数を表10.2-1に示す。

地形測量はオフセット測量で行い、地形図は縮尺1：250、等高線間隔1.0mで作成した。

各スポットで少なくとも4個所の横断測量を実施し、災害程度によって、縮尺1：100または1：200で図化した。

表10.2-1 災害の種類別地形測量スポット数

Type of Disaster	No. of Spots			
	Benguet	Batangas	Leyte	Total
C-F	3	-	4	7
E-F	4	2	1	7
FALL	-	1	1	2
L-SL	1	-	2	3
Rd-D	-	1	-	1
PBr-A	-	-	1	1
PBr-D	-	2	-	2
TBr-W	-	1	-	1
TBr-D	-	1	-	1
SPW-D	-	1	1	2
CLV-D	1	1	1	3
SW-D	-	1	-	1
Total	9	11	11	31

10.3 地質調査

地質調査は、斜面の安定解析と基礎の指示地盤の確認が復旧工法の計画に必要なスポットを各 Province から2ヶ所、合計6ヶ所選んで実施した。合計9ヶ所のボーリングを行い、標準貫入試験（SPT）、資料採取および土質試験を実施した。ボーリングの数と長さは下記のとおりである。

Province	Spot No.	Type of Disaster	No. of Boreholes	Length of Boreholes
Benguet	11	L-SL	2	2 x 15 m = 30 m
	20	E-F	1	10 m
Batangas	36	C-F	1	10 m
	66	SPW-D	1	20 m
Leyte	45	E-F	2	2 x 15 m = 30 m
	50	L-SL	2	2 x 15 m = 30 m
Total:	6 spots		9	130 m

地質調査結果を Appendix 10-1に示す。

10.4 災害調査

災害調査は、フィージビリティ調査のために選定された全災害スポットに対して実施された。

災害調査で行われた主な作業は次のとおりである。

- ・災害個所およびその周囲の状況の評価
- ・災害原因の評価
- ・概略平面図、横断図の作成
- ・その他関連資料の収集

10.4.1 災害の現況と原因の評価

1) 以下の項目を観察し、記述する。

- ・道路状況（道路名、道路等級、幅員、路面のタイプとコンディション、災害位置など）
- ・現地の特徴（地形、地質）
- ・災害の詳細（災害の現象・強度・影響範囲、交通障害の程度など）

2) 表10.4-1に示した検査項目について調査する。

3) 災害の原因を評価する。一般に災害は、次の2種類の原因が重なって発生する。

- ・潜在的原因：不安定な斜面形状、表面水の集中、橋長不足など。
- ・直接的原因：豪雨、波浪など

災害調査においては、主として、潜在的原因を調査する。表10.4-1に一般的な潜在的原因を示す。

各スポットの記述は、Volume IV：図面集に記されている。

表 10.4-1 検査項目と一般的災害原因 (1/4)

Type of Disaster	Check Items	General Potential Causes
1. Cut Slope Failure (C-F)	1) Surface water condition - Existence of gully, sag portion of a slope which causes concentration of surface water 2) Sub-surface water condition - Existence of seepage water, etc. 3) Top soil layer depth 4) Rock formation and condition - One kind of rock of several layers of different rocks - Condition of weathering, cracks and joints	<ul style="list-style-type: none"> • Unstable slope gradient (too steep and too high) • Surface water runs slope surface with high velocity due to bare and steep gradient • A slope has irregular surface and water concentrates at sagged portion causing erosion • Top soils on the inclined hard layer slides due to saturated water in top soils • Weathered rocks slide due to rainfall • Rotational failure along circular slide plane with weak shear strength • Translational failure which occurs along structural weakness such as faults, bedding planes and border planes between firm bedrock and overlying detritus or soils
2. Embankment Slope Failure (E-F)	1) Horizontal alignment of the road 2) Vertical alignment of the road 3) Super-elevation of the road 4) Type and width of pavement 5) Existence of side ditches and type, dimension and sedimentation of side ditches 6) Topography of mountain side slope particularly existence of stream or valley or sagged topography 7) River current directly hits the embankment (in this case, classify as Rd-D) 8) Type of cross-section	<ul style="list-style-type: none"> • Unstable slope gradient • Concentration of surface water • Failure caused by water saturation in embankment • Failure caused by saturation of water due to seepage of surface or underground water (cross section Type-A or Type-B) • Same as above, but at the boundary between cut section and embankment section (Type-C) • Slope with no vegetation and berms on which water runs with high velocity

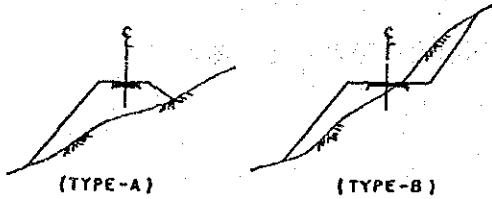


表 10.4-1 検査項目と一般的災害原因 (2/4)

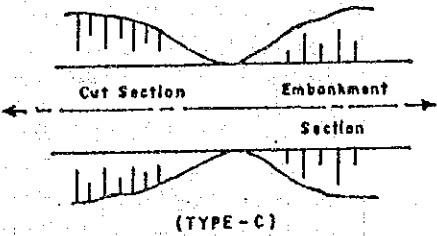
Type of Disaster	Check Items	General Potential Causes
(EF)	<p>9) No cross-drainage, where it should have been provided (in this case, classify as CLV-D)</p> <p>10) Existence of riprap/stone masonry protection - Height, thickness, etc.</p> <p>11) Damaged riprap/stone masonry - Grouted or not - Existence of foundation and depth of foundation embedment - Existence of weep holes and whether they are functioning or not - Back filling is compacted enough or not, and material used</p> <p>12) Whether it is located at the boundary between cut section and embankment section</p>  <p>(TYPE - C)</p>	
3. Rock Fall/ Debris Fall (FALL)	<p>1) Rock fall or debris fall</p> <p>2) Rock formation and condition - one kind of rock or several layers of different rocks - condition of weathering, cracks and joints</p> <p>3) Concentration of surface water - Existence of gully, sag portion</p> <p>4) Seepage of water from slope surface</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rocks with highly weathered or developed cracks/joints • In case of debris falls, same causes as cut slope failure
4. Landslide (L-SL)	<p>1) Existence of cliff in a slope</p> <p>2) Irregularity of road surface (sinking road surface or horizontal slide of road surface)</p> <p>3) Seepage of water from a slope</p> <p>4) Existence of tension cracks on a slope</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rock landslide occurs along structural weakness in rock or in weathered rock of weak shear strength • Soil landslide occurs along sliding plane of colluvial soil or clayey soil or along border plane between firm rock and soils

表 10.4-1 検査項目と一般的災害原因 (3/4)

Type of Disaster	Check Items	General Potential Causes
5. Debris Flow (D-FL)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Identify location of spot on 1/50,000 topo map. (Area of basin will be determined and plan will be also developed based on 1/50,000 top map at an appropriate scale) 2) Existence of deposits on the stream bed 3) Vegetation of slopes at both sides of a stream (slopes easily eroded or not) 	<ul style="list-style-type: none"> • Deposits on stream bed made by <ul style="list-style-type: none"> - accumulated soils and gravels brought from further upstream - materials brought by erosion of devastated slopes - failures of slopes on one or both sides of a stream
6. Scour/Wash-out of Road-bed (Rd-D)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Direction of river stream 2) High water level of a river which is obtained by interviewing local officials or nearby residents 3) Sea wave height 4) Riprap/stone masonry/sea wall (same information mentioned in E-F) 5) Flood level (how many cm from road surface) 	<ul style="list-style-type: none"> • Meandering river frequently changes its course and river stream hits the embankment directly • Overflowing water on a road surface scours shoulder/road bed • No protection against sea wave is provided • Improperly constructed protections
7. Flooded/Muddy Road Surface (FM-Rd)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Road surface elevation vs. abutting land 2) Existence of side ditches 3) Dimension of side ditches 4) Flood level above road surface 5) Road surface material 	<ul style="list-style-type: none"> • No proper drainage facilities • Improper road elevation • Improper material of road surface
8. Permanent Bridge Wash-out (PBr-W)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bridge length (Distance between abutments) 2) Span length (Distance between piers) 3) Scouring depth at abutment, piers and river-bank protection 4) River condition <ul style="list-style-type: none"> - Width of flood plane - General direction of river course changes - Past history of river course changes - Flood water level - River bed deposit (max and mean size of gravel/cobbles) - Tendency of river bed (rising or lowering) - Clearance between flood water level and bridge 	<ul style="list-style-type: none"> • Too short bridge length, thus insufficient opening at bridge site, and flood discharge cannot be accommodated. Usually bridge approach encroach flood plain • Too short span length between piers which causes accumulation of trees and logs flowed from upstream • Insufficient free board which causes accumulation of trees and logs. Insufficient free board may be due to sedimentation or design errors • Local scouring at abutments, piers, approach protections and river bank protections • Insufficient embedment of foundation or improper type of foundation • Meandering river usually changes its river course, resulting in deep local scouring of unexpected portion
9.(PBr-A) 10.(PBr-D) 11.(TBr-W) 12.(TBr-A) 13.(TBr-D)	<ul style="list-style-type: none"> • Same check items as 8. PBr-W 	<ul style="list-style-type: none"> • Same causes as 8. PBr-W

表 10.4-1 検査項目と一般的災害原因 (4/4)

Type of Disaster	Check Items	General Potential Causes
14. Spillway Damage (SPW-D)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Vertical alignment along road center line 2) Damaged length and width 3) Materials used for spillway <ul style="list-style-type: none"> - Concrete - Riprap - RCP (Diameter) 4) Length of spillway 5) River condition <ul style="list-style-type: none"> - Same as 8. PBr-W 6) Scouring depth 7) Condition of sedimentation 8) Cross section of spillway 	<ul style="list-style-type: none"> • Deep local scouring at downstream side which leads to collapse of spillway • Too short spillway, thus scouring/washout of approach, then washout of spillway • Improper materials and/or construction • Cracks of spillway surface due to axle load which leads to washout of materials under spillway surface • Sedimentation at upstream side due to which function is lost
15. Culvert Damage (CLV-D)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Horizontal and vertical alignment of the road 2) Super-elevation of the road 3) Type and width of pavement 4) Existence of side ditches, type, dimension and sedimentation of side ditches 5) Topography of mountain side slope 6) Type, dimension and condition of cross-drainage facility 7) Inlet and outlet facilities and their conditions 8) Damaged condition of slopes near the cross-drainage 9) River or stream condition for both upstream and downstream sides 	<ul style="list-style-type: none"> • Clogged culvert or insufficient capacity of culvert causes over flow of concentrated surface water over road surface and damaging embankment slopes • No outlet drainage facilities or insufficient length of apron are provided, thus water runs directly on a slope, causing deep scouring • Riprap around a culvert and a slope is poorly constructed, thus easily damaged by drained water • At curved or sagged section where surface water concentrate no drainage facilities are provided
16. Seawall Damage (SW-D)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Distance from seawall to seashore and distance from seawall to a road centerline 2) Type and width of road pavement and shoulder 3) Type of seawall 4) Damaged condition <ul style="list-style-type: none"> - Grouting was properly done or not - Foundation was properly constructed or not - Others 5) Wave height during typhoon (by interviewing local officials and/or nearby residents) 	<ul style="list-style-type: none"> • Poorly constructed seawall, and is not water-tight structure • Insufficient height of seawall • Foundation embedment is not sufficient and scoured

10.4-2 概略平面図・横断図の作成

地形測量を行わなかった災害スポットについては、調査団の手で、概略平面図と横断図を作成した。橋梁およびスピルウェイ関連のスポットについては、側面図も作成した。

地形測量が行われたスポットについては、測量成果をチェックし、スポットの状況を記述するため、計測は行わないで、概略の平面と横断をスケッチした。

平面図と横断図の作成要領は下記のとおりである。

スケッチによる平面図作成要領

- 1) 道路中心線を引く。
- 2) 舗装端、路肩、側溝を書く。側溝がない場合は側溝なしと記す。
- 3) 概略の縦断勾配を記す。
- 4) 災害の個所・延長・幅・高さを記す。
- 5) 地形の特徴を等高線で示す。
- 6) 擁壁、排水施設、家屋などの現況構造物の位置、寸法、高さなどを記す。
- 7) 潜在的災害の原因となるガリ、表面水の流れ、沈殿物の状況、パイプの詰りなどの現況を記す。
- 8) 橋梁およびスピルウェイのスポットについては表10.4-1にリストアップしたような河川状況を記す。
- 9) 横断図の位置を記す。

スケッチによる横断図の作成要領

- 1) 横断図作成位置を選定する（1スポット2～3ヶ所）。
- 2) 主要点について、道路中心からの距離および路面からの高さまたは深さを計測する。
- 3) 横断図を作成し、長さ、高さ、深さなどを記す。

10.4-3 その他関係資料の収集

建設時または復旧工事実施時の設計図／竣工図、過去の災害記録などの関係資料をできるだけ多く収集する。

第11章 道路災害の原因と現行復旧工法

11.1 道路災害の原因

選定スポットの災害の原因は個々に評価され、結果は図面集に記されている。主な災害の原因を災害の種類別に要約し、以下に述べる。

(1) 切土法面崩壊（C-F）

切土法面崩壊の原因を以下に示す。

- ・浸食
- ・風化と構造的弱点
- ・洗堀
- ・滑り崩壊
- ・断層崩壊

浸食

表面が不規則で裸地の法面は、窪地を速い流速で流れる表面水によって浸食され、ガリを形成、発達させる。堆積土砂、粘着力の乏しい砂、または火山灰・火山砂などで形成される裸法面は特に浸食されやすい。

風化と構造的弱点

脆く、崩壊しやすく、乾湿の繰り返しを受けて割裂しているような風化岩、および、クラック、節理、断層のような構造的弱点を持つ岩は、表面を流れる水によって表層崩壊を起こしやすい。軟岩、泥岩、凝灰岩は風化しやすく、片岩、玄武岩、蛇紋岩、花崗岩、安山岩、石英、砂岩は構造的弱点が生じ易い。

洗堀

地下水位の上昇によって浸透水圧が増えると、法面の表層、土砂のせん断力が失われ、法尻は降雨の流出によって容易に洗堀される。特に、砂質土、粘性土、崖錐、変成岩は洗堀されやすい。

滑り崩壊

砂または風化の進んだ岩で構成された法面が、不安定な形状をしている場合、地下水位の上昇によって、滑り崩壊が起きる。特に、砂質土、粘性土、崖錐、変成岩は滑り崩壊が発生しやすい。

断層崩壊

層理面、岩と土砂の境界面のように構造的に弱い面は断層崩壊の原因となる。特に、節理面、層理面が法面に沿って傾斜している場合は発生しやすい。

砂岩、泥岩、粘板岩、花崗岩、斑岩は断層崩壊が発生しやすい。

(2) 盛土法面崩壊 (E-F)

盛土法面崩壊の原因を以下に示す。

- ・浸食
- ・膨潤
- ・洗堀
- ・不安定な形状

浸食

法面が浸食を受けやすい土によって構成されており、排水が不備なときには、表面水が集中してのり面を浸食し、次第に大きな表層崩壊に進むことが多い。特に、曲線部や溝地形部では表面水が集中しやすい。

膨潤

浸透水や地下水によって盛土材料のせん断力が減少した場合、深い崩壊を起すことがある。特に、斜面上に盛土をした場合には地山からの浸透水を受けて盛土内の地下水位が上昇するので崩壊が起りやすい。

洗堀

盛土法面が曲線部、溝地形部、海岸、河岸に位置している場合、法尻は降雨の流出、海水、河川の流れによって洗堀されやすい。

不安定な形状

斜面が不安定な形状をしている場合、滑り崩壊の原因となる。

(3) 落石 (FALL)

剝離型落石

硬岩に発達したクラックや、互層状の岩が剝離型落石の主原因である。

抜け落ち型落石

岩塊・玉石・礫とマトリックスからなる地質の斜面では、マトリックスが地表水や地下水によって浸食され、岩塊などが浮き出した時、抜け落ち型落石が起こる。

(4) 地すべり (L-SL)

地すべりは斜面を構成している土塊の移動で、滑り面に沿ったせん断力と抵抗力のバランスが崩れることによって発生する。したがって、地すべり発生の可能性は、地形および、地質によるものであり、何らかの原因でせん断力が増加または抵抗力が減少した時、地すべりが発生する。多くの場合、大雨による地下水位の上昇が誘因となる。

地すべりは次の2種類に分類される。

- ・岩盤地すべり
- ・土砂地すべり

岩盤地すべり

岩盤地すべりは基盤岩の中の断層面、層理面のような構造的弱点面に沿って発生しやすい。新第3紀層、結晶岩、片岩は、特に、断層破碎帯で地すべりを発生しやすい。

土砂地すべり

土砂地すべりは崩積土、粘性土のような軟弱な土質、または、岩と土砂の境界に沿って発生しやすい。

(5) 土石流 (D - F L)

土石流の替在的原因は上流から運ばれて溪床上に堆積した大量の土砂または、山腹崩壊土砂であり、それらが豪雨によって水が供給されて流動する。

(6) 路体の洗堀・流失 (R d - D)

路体の洗堀・流失の主な原因は以下の通りである。

河川の流れ

道路が河川に沿っている場合、特に、河川の曲線部では流水が直接道路にぶつかる。豪雨後の洪水時には、それが大きな衝撃力となり路体の洗堀・流失の原因となる。

波 浪

海岸または湖岸の道路は波浪の作用を受ける。道路斜面の防護が不十分な場合は、容易に洗堀され、その結果、道路の一部または全面が流失される。

洪 水

路面が洪水位より低い場合、洪水流によって路体が洗堀される。

(7) 冠水・泥ねい路面 (F M - R d)

主な原因は以下の通りである。

低い路面高

路面が隣接地より低い場合、表面水が路面に集中し、泥ねい化の原因となり、時には、通行不可能となる。

不十分な側溝

側溝の容量が不足していると路面が冠水し、路盤・路床へ水が浸透する原因となり、それが、路面状態を悪化させ、路床の支持力を低下させる。堆積物によって側溝が詰まっている場合も同様の結果となる。

路肩の変形

路肩が盛り上っているか、または沈下していると、車道または路肩と車道の境界付近に水溜りができ、路体へ水が浸透する。路肩の盛り上りは、交通または表面水による路面材料の移動・堆積、または、路肩の草やブッシュの育成が原因であり、一方、路肩の沈下は主にその材料が軟弱であることに起因する。

不適當な路面材料

砂利道の路面状態は、粘性土分の多い粗悪な路面材料が用いられていたり、砂利が逸質していたりすると容易に悪化する。

(8) 永久橋・仮橋の流失 (P B r - W, T B r - W)

橋梁上部工は以下のような水力作用によって流失する。

- ・冠水した上部工に作用する水流量
- ・丸太、流木のような流下物による衝突力

上部工の冠水、流下物の衝突は通水断面が不足していることが原因があり、以下の状況が考えられる。

- ・橋長不足のため橋梁取付部が通水断面を侵している。
- ・橋脚間隔が短か過ぎることにより流下物が堆積し、通水断面を狭くしている。
- ・桁下クリアランスが不足している。これは、建設された時点ですでに不足している場合と、堆積土砂により河床が上昇した場合とがある。

場合によっては、橋梁の流失は、洗掘または土砂の掃流力による下部工の転倒によって起る。

(9) 永久橋・仮橋のアプローチの流失 (P B r - A, T B r - A)

橋梁のアプローチが浸食される主原因は次の通りである。

河道の変化

沖積河川の川道は、元来、不安定で、屈曲部における洗堀と堆積によってたえず流れを変化させ、中洲を形成したり流失したり、また、三ヶ月湖を発達させたりする。蛇行河川上に建設された橋梁のアプローチは、こうした流水の作用で浸食されやすい。

アプローチ部分の流水部への侵入

アプローチが流水部に侵入している場合は、通水断面が減少し、流速が速くなり、アプローチの盛土が著しく浸食される。

(10) 永久橋・仮橋のその他の損傷 (P B r - D, T B r - D)

橋梁のその他の損傷には、橋台・橋脚・護岸の洗堀、橋脚の傾斜、河床の上昇・低下が含まれる。それらの損傷の主な原因は全体洗堀、局部洗堀、河床の上昇または低下である。

Appendix 11-1 にいくつかの橋梁の損傷経過を示す。

全体洗堀

全体洗堀は流水断面縮小部で流速が増すことによって河床全幅にわたり発生する。

局部洗堀

局部洗堀は橋脚、橋台などの流水内の障害物の箇所で発生する。上流からの流れが障害物にぶつかってせり上がり、それが障害物の回りで加速しながら渦となって流れ、洗堀を起す。

河床の上昇と低下

多くの河川は河床の上昇、低下を繰り返しており、比較的安定した流れの平衡状態も河川の有効利用を図る水利計画などによって不安定になることがある。

河床の低下は河川堆積物の流水による搬出力が増加した時、または、堆積物の供給が減少した時に発生し、河床の上昇は逆の場合に発生する。

(11) スピルウェイの損傷 (SPW-D)

スピルウェイの損傷原因を以下に示す。

- ・流水による浸食、洗堀
- ・流下物の衝突
- ・堆積物によるパイプカルバートの詰り

(12) カルバートの損傷 (CLV-D)

カルバートの損傷原因を以下に示す。

カルバートの閉塞

カルバート内が堆積物などによって閉塞すると、上流側に水が溜まり、道路をオーバーフローし、道路斜面を浸食・洗堀する。

カルバートの容量不足

カルバート本体の容量が不足している時も、上記と同じ状況となる。

洗堀

吐口の保護工が不十分であるかまたは無い場合は、水が直接斜面を流れ、吐口下方の斜面を洗堀する。

(13) 海岸擁壁の損傷 (SW-D)

海岸擁壁の損傷原因を以下に示す。

- ・波の衝撃力に対する擁壁の強度不足
- ・擁壁の高さ不足による擁壁背面への水の侵入

11.2 現行復旧工法

現在採用されている復旧工法の多くは仮設的工法で、災害の再発を招いている。主な復旧工法を災害の種類別にまとめ、以下に述べる。また、Appendix 11-2に、最近実施された復旧工事の設計図を添付した。

(1) 切土法面崩壊 (C - F)

切土法面崩壊の復旧は、多くの場合、道路上の崩壊土砂をブルドーザーによって谷側斜面に排土するのみで、排水施設、斜面保護工などの本復旧工法はほとんど採用されていない。

(2) 盛土法面崩壊 (E - F)

以下の本調査の選定スポットに見られるように、多くの場合、練石積擁壁、または、重力式練石積み擁壁が盛土法面崩壊の復旧工法として広く採用されている。

Spot	Applied Measures
Bt - 20	Stone Masonry
Bt - 24	Stone Masonry
Bt - 25	Stone Masonry
Bt - 38	Stone Masonry
Bt - 54	Grouted Riprap
Bs - 28	Stone Masonry
L - 45	Grouted Riprap

一般に、現行の工事は、以下に述べるようないくつかの技術上の問題点がある。

- ・モルタルが適切に充填されない。
- ・高さが10mを越える練石積み擁壁に小段がない。
- ・路肩への表面水の集中が修正されていない。
- ・地下水の排除が考慮されていない。
- ・裏込材の締固めが不十分
- ・基礎の根入れ不足
- ・河川沿いの構造物のように基礎防護工が必要な箇所にもかかわらず、それが施工されていない。
- ・表面排水施設が十分ではない。

場合によっては、これらの復旧工事は、予算措置に時間を要し、ただちに実施されないことがある。

(3) 落石 (FALL)

落石の復旧は、ほとんどの場合、道路上に落下した落石物を排土するだけであり、巨石の場合は小片に砕くためダイナマイトを使うこともある。また、斜面防護工は通常実施されていない。

(4) 地すべり (L-SL)

地すべりによって沈下した路面にオーバーレイが施工されることがあるが、これは、地すべりを助長する結果となることが多い。一方、道路がすべり面の下部に位置していて、土砂で覆われた場合は、それを除去するのが一般的復旧法である。また、地すべりに対し練石積み擁壁が設けられる場合もある。

(5) 土石流 (D-FL)

通常行われているのは、道路上に流出した土石の排除であるが、土石流区間を横断する橋梁が建設される場合もある。

(6) 路体の洗堀・流失 (Rd-D)

一般に、練石積み擁壁または重力式練石積み擁壁が用いられる。

(7) 冠水・泥ねい路面 (FM-Rd)

一般的復旧工法は側溝の設置と、盛土による道路面の笠上げである。スポットL-23では、約2m盛土し、練石積み擁壁による斜面防護が行われた。

(8) 永久橋・仮橋の流失 (PBr-W, TBr-W)

永久橋または仮橋の建設が唯一の手段である。簡単な歩道橋が架けられるだけか、または、何等の対策も取られず、自動車交通が遮断されたままとなっているケースも多く見られる。

(9) 永久橋・仮橋のアプローチの流失 (P B r - A, T B r - A)

損傷の度合によって、練石積み擁壁による斜面防護を行なって埋戻しするか、橋梁を延伸するのが一般的方法であるが、復旧されないで放置してある場合も多い。

(10) 永久橋・仮橋のその他の損傷 (P B r - D, T B r - D)

多くの場合、橋台、橋脚、護岸の洗堀に対して何の対策も行なわれておらず、倒壊、流失のような重大な被害の危機にさらされている。

(11) スピルウェイの損傷 (S P W - D)

通常、スピルウェイの再建が行われる。スポットL-19とL-90では、河岸が浸食されて河床が広がり、アプローチ部が流失した。それに対し、土砂でアプローチ盛土がされた。

(12) カルバートの損傷 (C L V - D)

損傷箇所は新しいパイプと取り替えるられるか、場合によっては継ぎ足しが行われている。カルバートの欠陥に起因する盛土法面の崩壊は石積み擁壁によって復旧されることが多い。スポットBl-7, L-13はその例である。多くの場合、カルバートの吐口は改善されないままである。

(13) 海岸擁壁の損傷 (S W - D)

通常、擁壁の再建が行われる。スポットBs-51では、木柵による仮復旧が行われている。

11.3 現行復旧工法のコメント

復旧工法としてしばしば使用される重力式練石積擁壁、練石積擁壁、および、パイプカルバートの現行の設計・施工法についてのコメントを以下に述べる。

11.3.1 練石積み擁壁

通常見られる設計・施工上の問題点は次の通りである。

適 用

練石積み擁壁は斜面防護あるいは擁壁として用いられる。斜面防護は、構造的な支持なしで斜面自身が安定している場合、表面水の流出による浸食から斜面を防護することを主な目的としている。一方、擁壁は、土圧に抵抗し斜面を支える役割をもつ。しかし、練石積み擁壁の土圧に抵抗する力は小さいので、斜面防護としてか、または、土圧の小さい箇所の擁壁として用いられるべきである。しかしながら、練石積み擁壁は時々不適切に適用されており、その結果、土圧がわずかに増えただけで崩壊が発生している。

水抜きパイプとしゃ断層

水抜きパイプは、通常土圧より大きい水圧を排除するために重要な役割をもつ。水抜きパイプは適切なサイズ、本数、位置、傾きで設置し、背面は透水性の良いフィルター層を設けなければならない。しかし、不適当な水抜きパイプの設置、不適当なフィルター材の使用またはフィルター層の欠如などの欠陥が現行の石積み擁壁でしばしば見られ、それが崩壊の原因となっている。

グラウト

石と石のすべての間隙はセメントモルタルで完全に充填されなければならないが、石を積み終った後、その表面にセメントモルタルを塗っているだけのケースがしばしば見られる。

11.3.2 重力式練石積み擁壁

安 定 性

石積みが重力式擁壁として建設される場合、安定性のあるものでなければならない。しかし、現行の、特に、斜面上に施工された石積み擁壁の中には、十分な安定性があるとは思われないものがある。

水抜きパイプとフィルター層

練石積み擁壁の場合と同様の問題が見られる。

裏込材料の締固め

裏込材料の締固めがおろそかにされている場合が多い。

11.3.3 パイプカルバート

位 置

パイプカルバートの位置は通常の流れだけではなく豪雨時の流れも考慮して慎重に決めなければならない。しかし、パイプカルバートが豪雨時の主流に対して適当な位置にない場合があり、路面や法面の浸食の原因となっている。

土被り厚

パイプカルバートは不十分な土被りしかない場合、本体の損傷の原因となる超過荷重を受ける。このようなケースは現行のカルバートにしばしば見うけられる。

堆積物の問題

カルバートのみ口およびカルバート内での堆積物は設計に考慮されておらず、流入水の溢れる原因となる。このような状況は、のみ口の設計が不適切であり、維持管理が不足している場合に起る。堆積物でカルバートが詰っているケースはしばしば見うけられる。

吐口の防護

パイプカルバートの吐口に水たたきが設けられていない場合が多く、流出した水がカルバート下方の斜面を洗堀し、時には斜面崩壊の原因となっている。

第12章 復旧工法の種類

復旧は次の2タイプに大別される。

・ 応急復旧

応急対策は、災害によって交通止めとなっている道路の再開を主目的として、災害発生後、ただちに取られる処置である。

・ 本復旧

本復旧は、応急復旧が行なわれた後、道路の完全な修復と、災害の再発を防ぐために取られる処置である。

12.1 応急復旧工法の種類

応急復旧の目的は一般に次のとおりである。

- ・ 障害物の除去、または、浸食箇所の埋め戻しによって、少なくとも1車線の交通を緊急かつ一時的に確保する。
- ・ 斜面上の浮石のように、交通に危険を及ぼす材料を除去する。
- ・ 本復旧がなされるまで被害の進行をくい止める。

応急復旧工法の要件は次のとおりである。

- ・ 災害発生後直ちに実施でき、短時間に完了できること。
- ・ 特殊な機械、材料、技術を要しないこと。
- ・ 低コストであること。

上記の要件を考慮して選定し、地方道路復旧マニュアル（Volume V）に取り入れた応急工法は次のとおりである。

U 1	土 工	U 1 - 1	堆積物の除去
		U 1 - 2	浮石の除去
		U 1 - 3	斜面上部土砂の除去
		U 1 - 4	埋戻し・盛土
		U 1 - 5	良質材による盛土

U 2	表面排水工	U 2-1	仮設法面排水溝
		U 2-2	仮設側溝
		U 2-3	土のう設置
U 3	斜面防護工	U 3-1	シート被覆
		U 3-2	土のう被覆
U 4	擁壁工	U 4-1	土のう積み
		U 4-2	蛇籠積み
		U 4-3	木 柵
U 5	基礎防護工	U 5-1	蛇籠基礎防護工
U 6	橋梁工	U 6-1	木 杭
		U 6-2	H 杭
		U 6-3	仮 橋
U 7	舗装工	U 7-1	砂利敷均し工

応急復旧工法の概要を表12.1-1(1)-(4)に示す。

表 12.1-1 (1) 急復旧工法

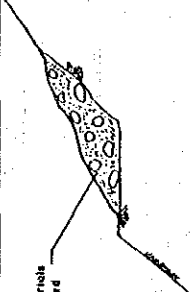
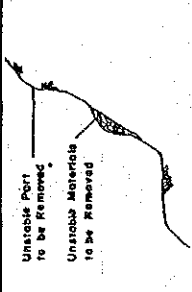
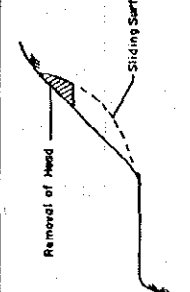
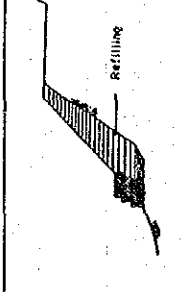
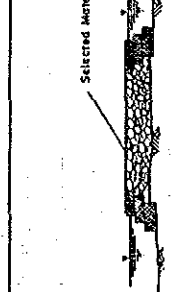
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
U1: Earth Work	U1-1: Removal of Deposit Materials	To open road for traffic by removing failed or moved materials deposited on the road.	C-F L-S FALL D-FL	 <p>Deposit Materials to be Removed</p>
	U1-2: Removal of Unstable Materials	To ensure traffic safety by removing unstable parts or materials on the slope.	C-F FALL	 <p>Unstable Part to be Removed Unstable Materials to be Removed</p>
	U1-3: Removal of Head	To reduce motivating force by removing head portion of cut slope failure or landslide.	C-F L-S Usually applied to landslide (L-S)	 <p>Removal of Head Sliding Surface</p>
	U1-4: Refilling/ Embankment	To open road for traffic by filling failure portions of the road with soil etc.	E-F PBR-A TBR-A SH-D Usually applied with slope protection work or retaining work.	 <p>Refilling</p>
	U1-5: Selected Material Fill	To fill portions influenced by water with selected materials such as sand and gravel, cobbles, etc.	E-F PBR-A SPU-D SH-D CLV-D	 <p>Selected Material</p>

表 12.1-1 (2) 応急復旧工法

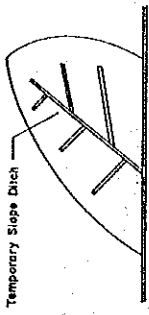
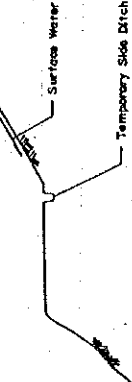
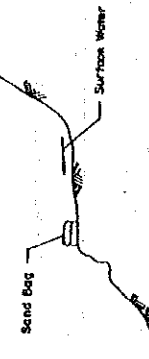
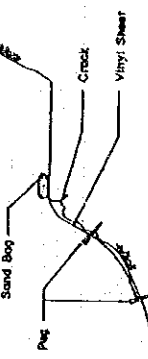

CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
U2: Surface Drainage	U2-1: Temporary Slope Ditch	To collect and drain surface water on slope by providing slope ditch for preventing slope surface from erosion/scour.	C-F FALL	
	U2-2: Temporary Side Ditch	To drain surface water on the road for preventing water from flowing onto embankment slope.	E-F	
	U2-3: Sand Bag Setting	To prevent the surface water from flowing onto the collapsed slope by setting sand bags.	E-F Instead of sand bags, there is a case in which small bank is constructed.	
U3: Slope Protection	U3-1: Sheet Covering	To protect slope from erosion and scour by covering the slope surface with vinyl sheets, etc.	C-F Usually applied to small area of the slope.	
	U3-2: Sand Bag Covering	To protect slope from erosion and scour by covering the slope with sand bags.	E-F Can be applied to fairly steep slope (up to 0.5:1)	

表 12.1-1 (3) 応急復旧工法

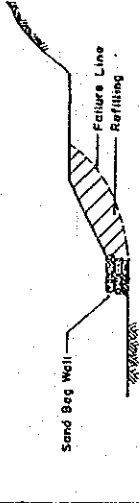

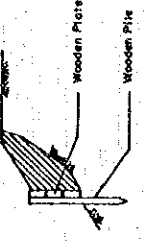
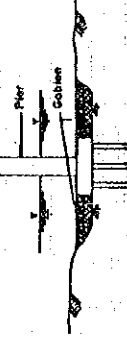
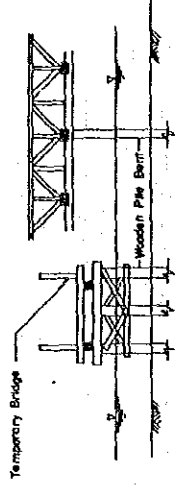
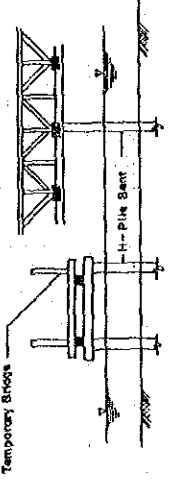
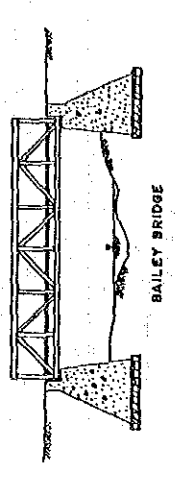
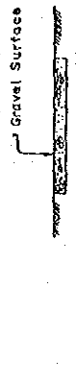
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
U4: Retaining Work	U4-1: Sand Bag Wall.	To resist earth pressure by stacking sand bags.	C-F L-S E-F	
	U4-2: Gabion Wall	To resist earth pressure by stacking gabions.	C-F L-S TBR-A E-F PBR-A SU-D Effective for slope with water seepage.	
	U4-3: Wooden Fence	To resist earth pressure by wooden fence.	E-F Mainly applied to embankment slope failure (E-F).	
U5: Foot Protection	U5-1: Gabion Foot Protection	To protect foot of revetment, retaining wall, pier, etc. from scour by placing gabion.	E-F PBR-A TBR-A TBR-D CLV-D	

表 12.1-1 (4) 応急復旧工法

CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
U6: Bridge	U6-1: Wooden Pile Bent	To support a temporary bridge.	PBr-W TBr-W PBr-A TBr-A	 <p>Temporary Bridge Wooden Pile Bent</p>
	U6-2: H-Pile Bent	To support a temporary bridge.	PBr-A TBr-A	 <p>Temporary Bridge H-Pile Bent</p>
	U6-3: Bailey Bridge	To provide a temporary bridge.	PBr-A TBr-A	 <p>BAILEY BRIDGE</p>
U7: Pavement Work	U7-1: Gravel Surfacing	To restore deteriorated road surface.	Applied to all types of disaster except the following: PBr-W TBr-W PBr-D TBr-D	 <p>Gravel Surface</p>

12.2 本復旧工法の種類

本復旧は応急復旧の後に、次のような目的で実施される。

- ・道路を完全に原状の状態に、又は、必要に応じて現状以上の状態に復旧する。
- ・災害の再発を防ぐ。

本復旧工法を選定するにあたって考慮した事項は次のとおりである。

- ・入手可能な機械・材料・技術を用いた工法で、技術的かつ実際に適用可能であること。
- ・フィリピンでは一般的でない新しい技術でも実用的である限り導入すること。
- ・周囲の環境との調和を計ること。

上記の要件を考慮して選定し、地方道路復旧マニュアル（Volume V）に取り入れた本復旧工法は次のとおりである。

P 1	土 工	P 1 - 1	斜面の切直し
		P 1 - 2	斜面上部土砂の除去
		P 1 - 3	埋戻し・盛土
		P 1 - 4	押え盛土
		P 1 - 5	良質材による盛土
P 2	表面排水工	P 2 - 1	法面排水溝
		P 2 - 2	側 溝
		P 2 - 3	地表集排水路
		P 2 - 4	カルバート
		P 2 - 5	排水ます
P 3	地下排水工	P 3 - 1	地下排水溝
		P 3 - 2	水平排水孔
		P 3 - 3	ディープウェル
		P 3 - 4	水抜きトンネル

P 4	植生による法 面保護工	P 4-1	種子蒔き工
		P 4-2	種子蒔きマット工
		P 4-3	張芝工
		P 4-4	筋芝工
		P 4-5	種子吹付工
		P 4-6	植生穴工
		P 4-7	植生土のう工
		P 4-8	植生柵工
P 5	構造物による 法面保護工	P 5-1	モルタル吹付工
		P 5-2	コンクリート吹付工
		P 5-3	石張工
		P 5-4	コンクリート張工
		P 5-5	蛇籠張工
		P 5-6	コンクリートブロック枠工
		P 5-7	場所打コンクリート枠工
		P 5-8	コンクリート吹付枠工
P 6	擁壁工	P 6-1	空石積み擁壁
		P 6-2	練石積み擁壁
		P 6-3	コンクリートブロック積み擁壁
		P 6-4	重力式練石積み擁壁
		P 6-5	重力式コンクリート擁壁
		P 6-6	もたれ式コンクリート擁壁
		P 6-7	片持ばり式コンクリート擁壁
		P 6-8	控え壁式コンクリート擁壁
		P 6-9	蛇籠擁壁
		P 6-10	シートパイル擁壁
P 7	アンカー工	P 7-1	ロックボルト工
		P 7-2	PCアンカー工
P 8	落石防止工	P 8-1	待ち受け土堤および側溝
		P 8-2	待ち受け蛇籠擁壁
		P 8-3	待ち受けコンクリート擁壁
		P 8-4	落石防止柵
		P 8-5	落石防止網

P 9	根固め工	P 9-1	コンクリート根固め工
P 10	落石覆工	P 10-1	コンクリート落石覆工
P 11	抑止工	P 11-1	鋼製抑止杭
P 12	斜面山留め工	P 12-1	石積み山留工
		P 12-2	蛇籠山留工
P 13	砂防ダム工	P 13-1	コンクリート砂防ダム
		P 13-2	蛇籠砂防ダム
		P 13-3	鋼製砂防ダム
P 14	床止め工	P 14-1	コンクリート床止め工
		P 14-2	蛇籠床止め工
P 15	橋梁工	P 15-1	コンクリート橋
		P 15-2	鋼橋
P 16	基礎防護工 (水たたきを含む)	P 16-1	コンクリート基礎防護工
		P 16-2	蛇籠基礎防護工
		P 16-3	練石積み水たたき工
P 17	水制工	P 17-1	割石・玉石水制工
		P 17-2	蛇籠水制工
P 18	スピルウェイ工	P 18-1	コンクリートスピルウェイ工
P 19	舗装工	P 19-1	砂利敷均し工
		P 19-2	アスファルト舗装工
		P 19-3	コンクリート舗装工
P 20	補強土工	P 20-1	壁面を有する補強土工
		P 20-2	鉄筋による盛土補強工

本復旧工法の概要を表12.2-1(1)～(16)に示す。

表 12.2-1 (1) 本復旧工法

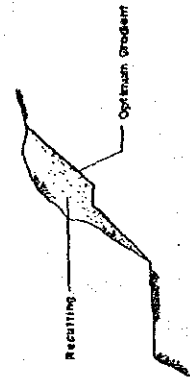
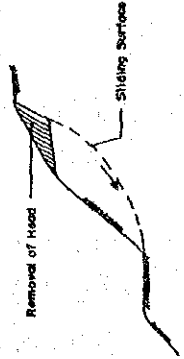


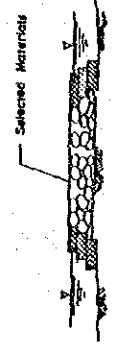
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P1: Earth Work	P1-1: Recutting	To stabilize slope by cutting it to optimum gradient.	C-F FALL Usually applied with drainage work and slope protection work.	
	P1-2: Removal of Head	To reduce sliding force by removing head portion of slope.	C-F L-SL Usually applied to landslide. (L-SL).	
	P1-3: Refilling/ Embankment	To recover failed portion of road by refilling with soil.	E-F TBr-A Usually applied with drainage work, slope protection work or retaining wall.	
	P1-4: Counterweight Fill	To resist sliding force by filling at foot portion of slope.	C-F L-SL Usually applied to landslide (L-SL).	
	P1-5: Selected Material Fill	To fill portions influenced by water with selected materials such as sand and gravel, cobbles, etc.	E-F TBr-A SPW-D SL-D CLV-D	

表 12.2-1 (2) 本復旧工法

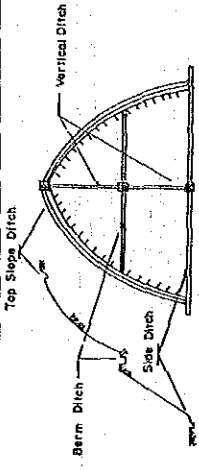
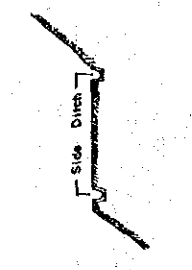
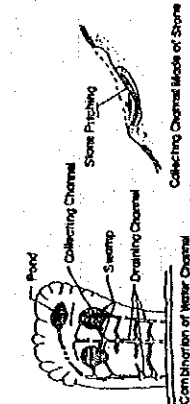
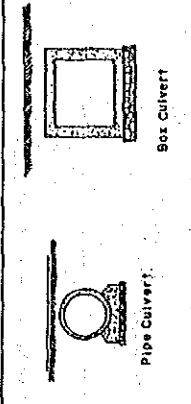
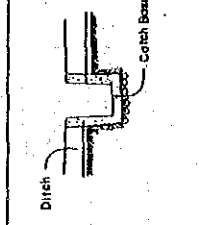
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P2: Surface Drainage	P2-1: Slope Ditch	To prevent erosion and scour of slope surface by collecting surface water running down on slope surface.	C-F FALL	
	P2-2: Side Ditch	To prevent erosion and scour of road and embankment surface by collecting surface water on road surface.	E-F TSr-A PBr-A	
	P2-3: Water Channel	To reduce sliding force by collecting and draining surface water in landslide area.	L-SL	
	P2-4: Culvert	To collect and drain water crossing road.	E-F CLV-D SPM-D	
	P2-5: Catch Basin	To connect different types of drainage facilities, reducing energy of flowing water.	Applied with other drainage works.	

表 12.2-1 (3) 本復旧工法

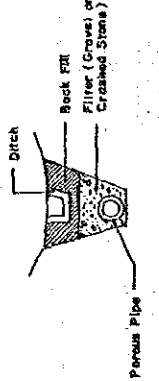
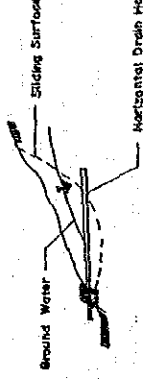
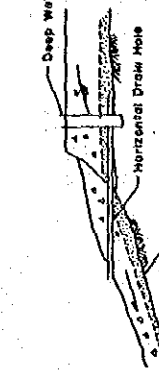
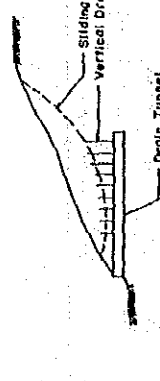
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P3: Subsurface Drainage	P3-1: Subsurface Drainer	To drain shallow groundwater and thus stabilize slope.	C-F L-SL Usually used in combination with surface drainage.	 <p>Labels: Ditch, Back Fill Filter (Crushed Stone), Porous Pipe</p>
	P3-2: Horizontal Drain Hole	To stabilize landslide-prone slope by draining groundwater in deep portion.	L-SL	 <p>Labels: Ground Water, Sliding Surface, Horizontal Drain Hole</p>
	P3-3: Deep Well	To stabilize landslide-prone slope by draining groundwater in deep portion.	L-SL Applied when horizontal drain hole is too long or crowdedly placed.	 <p>Labels: Deep Well, Horizontal Drain Hole, Sliding Surface</p>
	P3-4: Drain Tunnel	To stabilize landslide-prone slope by draining groundwater in deep portion.	L-SL Usually applied to large-scaled landslide with rich groundwater.	 <p>Labels: Sliding Surface, Vertical Drain Hole, Drain Tunnel</p>

表 12.2-1 (4) 本復旧工法

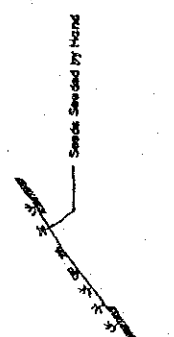
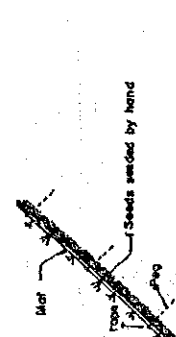
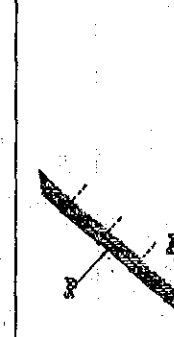
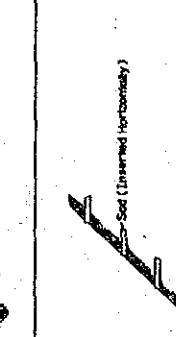
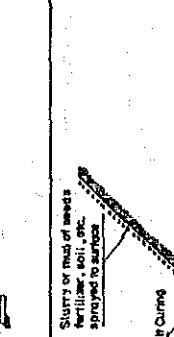
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P4: Slope Protection by Vegetation	P4-1: Hand Seeding	To prevent erosion, scour and weathering of slope by covering it with vegetation. Seeds are susceptible to be washed out by rain.	C-F FALL Mainly applied to slope of soil or strongly weathered rock. Slope with gradient of greater than 0.8:1 is not applicable.	
	P4-2: Hand Seeding with Mat	To prevent erosion, scour and weathering of slope by covering it with vegetation. Slope is covered with mat after seeding to prevent washing out of seeds.	C-F FALL E-F L-SL	
	P4-3: Sodding	To prevent erosion, scour and weathering of slope by covering it with vegetation. Certain size of sod is directly laid on slope. Protection effect is immediately expected.	C-F E-F Usually applied to small area of slope.	
	P4-4: Strip Sodding	To prevent erosion, scour and weathering of slope by covering it with vegetation. Strip shaped sod is inserted on slope at some intervals.	E-F Only applied to embankment slope.	
	P4-5: Seed Spraying	To prevent erosion, scour and weathering of slope by covering it with vegetation. Mixed slurry or mud composed of seeds, water, fertilizer, soil, etc. are sprayed by pump or spray gun. Slope is covered with asphalt emulsion for curing after spraying.	C-F FALL E-F L-SL Applied to large area of slope.	

表 12.2-1 (5) 本復旧工法

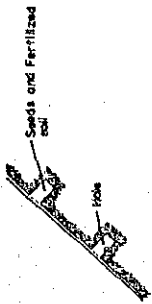

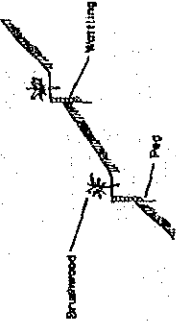
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P4: Slope Protection by Vegetation (Continued)	P4-6: Pick Hole Seeding	To prevent erosion, scour and weathering of slope by covering it with vegetation. Seeds and fertilized soil are filled into holes dug on slope.	C-F FALL Applied to slope relatively unsuitable to grow grass.	
	P4-7: Seed Packet	To prevent erosion, scour and weathering of slope by covering it with vegetation. Bags filled with seeds and fertilized soil are set on slope.	C-F FALL Applied to slope relatively unsuitable to grow grass.	
	P4-8: Mattling	To prevent erosion, scour and weathering of slope by covering it with vegetation. Interwoven fences of brushwood are made in shallow trenches on slope.	C-F FALL Mainly applied to eroded natural slope.	

表 12.2-1 (6) 本復旧工法

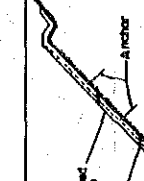
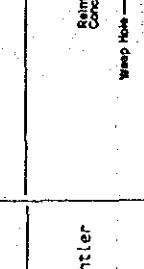
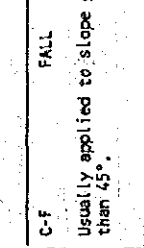
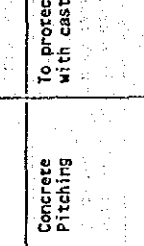
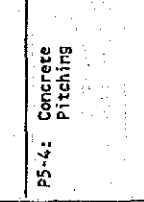
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P5: Slope Protection by Structure	P5-1: Mortar Spraying	To protect slope by covering it with sprayed mortar.	C-F FALL Applied to slope of weathered rock unsuitable to grow grass. Not applicable to slope with rich seepage water.	
	P5-2: Concrete Spraying	To protect slope by covering it with sprayed concrete.	C-F FALL Applied to slope of weathered rock unsuitable to grow grass. Not applicable to slope with rich seepage water.	
	P5-3: Stone Pitching	To protect slope by covering it with stone.	C-F FALL Usually applied to slope gentler than 45°.	
	P5-4: Concrete Pitching	To protect slope by covering it with cast-in-place concrete.	C-F FALL Usually applied to slope gentler than 45°.	
	P5-5: Gabion Pitching	To protect slope by covering it with gabion.	C-F E-F P5-A 75r-A CLV-D Usually applied to slope with seepage water or revetment of dike.	

表 12.2-1 (7) 本復旧工法

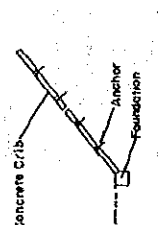
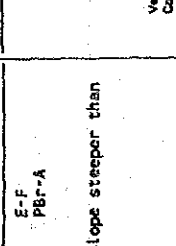
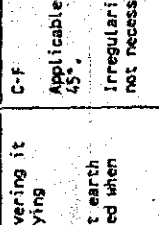
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P5: Slope protection by Structure (Continued)	P5-6: Concrete Block Crib	To protect slope by covering it with precast concrete block crib.	C-F FALL Usually applied to slope gentler than 45°.	
	P5-7: Cast-in-place Concrete Crib	To protect slope by covering it with cast-in-place concrete crib. Resisting force against earth pressure may be expected when large size is applied.	C-F FALL TBR-A Applicable to slope steeper than 45°.	
	P5-8: Sprayed Concrete Crib	To protect slope by covering it with crib made by spraying concrete through gun. Resisting force against earth pressure may be expected when large size is applied.	C-F FALL Applicable to slope steeper than 45°. Irregularity of slope surface is not necessary to correct.	

表 12.2-1 (8) 本復旧工法

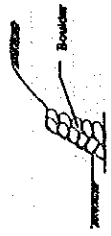
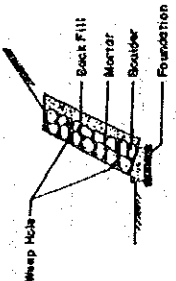
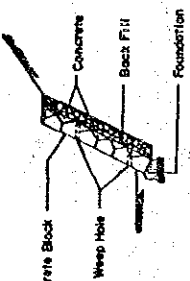
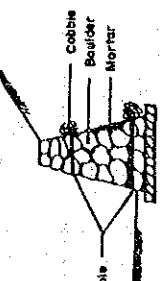
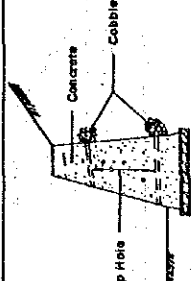
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P6: Retaining Wall	P6-1: Riprap	To protect slope from failure, resisting earth pressure. Resistant force is very small.	C-F FALL E-F Applicable to wall less than 3 m high.	
	P6-2: Grouted Riprap	To protect slope from failure, resisting earth pressure. Resistant force is small.	C-F FALL TBR-A E-F PBR-A CLV-D Applicable to wall less than 5 m high.	
	P6-3: Concrete Block Wall	To protect slope from failure, resisting earth pressure. Resistant force is small.	C-F FALL TBR-A E-F PBR-A CLV-D Applicable to wall less than 5 m high.	
	P6-4: Gravity Type Stone Masonry Wall	To protect slope from failure, resisting earth pressure.	C-F FALL TBR-A E-F PBR-A CLV-D Applicable to wall less than 5 m high.	
	P6-5: Gravity Type Concrete Wall	To protect slope from failure, resisting earth pressure.	C-F FALL TBR-A E-F PBR-A CLV-D Applicable to wall less than 5 m high.	

表 12.2-1 (9) 本復旧工法

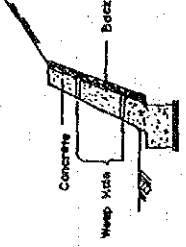
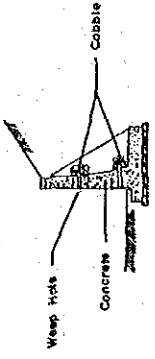
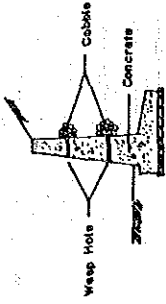
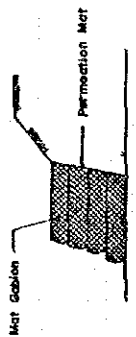
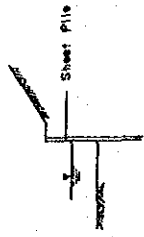
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P6: Retaining Wall (Continued)	P6-6: Supported Type Concrete Wall	To protect slope from failure, resisting earth pressure.	E-F FALL Mainly applied to cut slope. Applicable to wall less than 10 m high.	
	P6-7: Cantilever Type Concrete Wall	To protect slope from failure, resisting earth pressure.	E-F PBR-A usually applied to wall 3 to 10 m high.	
	P6-8: Buttressed Concrete Wall	To protect slope from failure, resisting earth pressure.	E-F PBR-A Usually applied to wall more than 6 m high.	
	P6-9: Gabion Wall	To protect slope from failure, resisting earth pressure.	E-F PBR-A Mainly applied to embankment slope with seepage water.	
	P6-10: Sheet Pile Wall	To protect slope from failure, resisting earth pressure.	E-F PBR-A Mainly applied to bridge approach and revetment of dike.	

表 12.2-1 (10) 本復旧工法

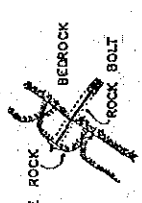
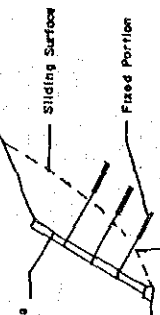
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P7: Anchoring	P7-1: Rock Bolt	To prevent unstable rocks on slope surface from falling down, by tying them to bedrock with rock bolt.	C-F FALL Usable also as supplemental measure of concrete crib.	 <p>UNSTABLE ROCK BEDROCK ROCK BOLT</p>
	P7-2: PC-Anchor	To prevent collapse and separation of bedrock by directly tightening the unstable bedrock with PC-anchor.	C-F FALL Usable also as supplemental measure of other protection works such as concrete crib, concrete pitching and retaining wall.	 <p>Sliding Surface Fixed Portion PC-ANCHOR Cast-in-place Concrete crib</p>

表 12.2-1 (11) 本復旧工法

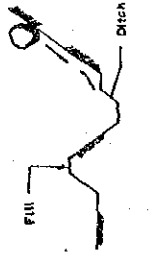

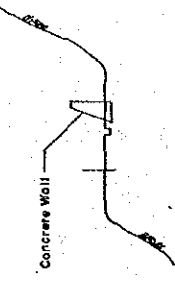
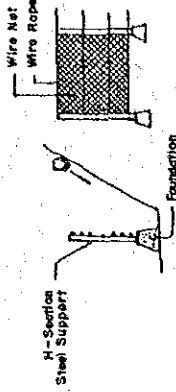
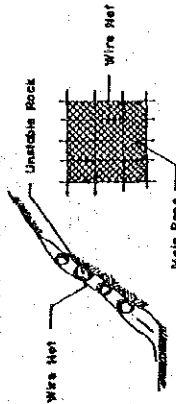
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
PB: Catch Work	PB-1: Catch Fill and Ditch	To prevent falling rocks from extending to road by providing fill and ditch.	C-F FALL D-FL Wide space for deposit is required between road edge and toe of slope Applicable where wide space is available on roadside to provide space for deposit.	
	PB-2: Catch Gabion Wall	To prevent falling rocks from extending to road by providing catch gabion wall.	C-F FALL D-FL Applicable where enough space for deposit is available on roadside.	
	PB-3: Catch Concrete Wall	To prevent falling rocks from extending to road by providing catch concrete wall.	C-F FALL D-FL Applicable where enough space for deposit is available on roadside.	
	PB-4: Catch Fence	To prevent falling rocks from extending to road by providing catch fence.	FALL Applicable where enough space for deposit is available on roadside.	
	PB-5: Catch Wire Net	To prevent falling rocks from extending to road by providing catch wire net.	FALL Applied where no space on roadside Unsuitable to slope of easily weathered materials.	

表 12.2-1 (12) 本復旧工法

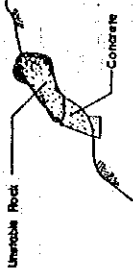
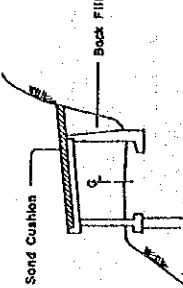

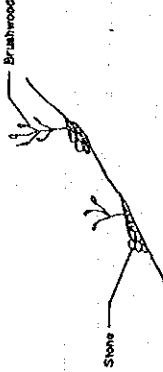
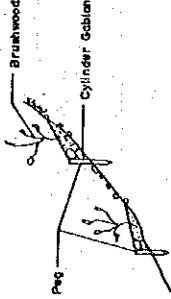
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P9: Supporting Work	P9-1: Concrete Supporting	To prevent unstable rock from falling down by supporting it with concrete.	FALL Mainly applied to supportless rocks which are big and difficult to remove.	
P10: Rock Shed	P10-1: Concrete Rock Shed	To avoid rock fall damage by covering road with shed.	C-F FALL Mainly applied to large-scaled fall.	
P11: Prevention Pile	P11-1: Steel Prevention Pile	To resist movement force of landslide by bending strength and shearing strength of pile.	L-SL Usually applied to landslide where sliding plane is deep.	
P12: Slope Breasting	P12-1: Stone Breasting	To stabilize cut slope with rocky deposit by providing riprap wall.	C-F FALL	
	P12-2: Gabion Breasting	To stabilize cut slope with rocky deposit by providing gabion wall.	C-F FALL	

表 12.2-1 (13) 本復旧工法

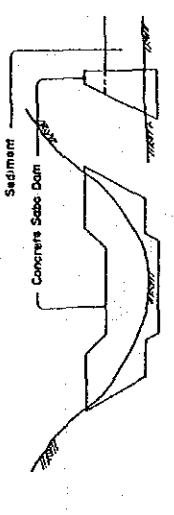
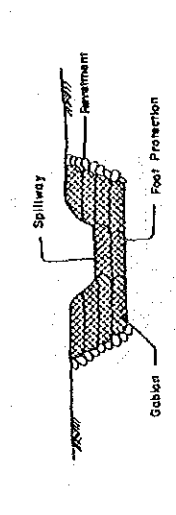
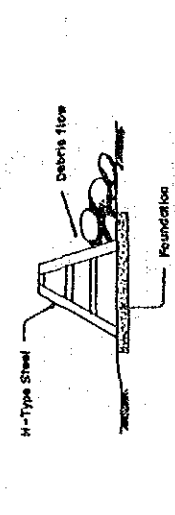
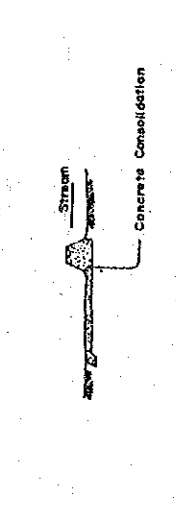
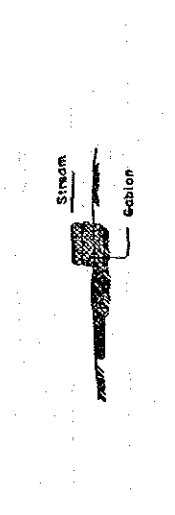
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P13: Sabo Dam	P13-1: Concrete Sabo Dam	To prevent debris flow by constructing concrete sabo dam.	D-FL Mainly applied to large-scaled debris flow.	
	P13-2: Gabion Sabo Dam	To prevent debris flow by constructing gabion sabo dam.	D-FL Mainly applied to large-scaled debris flow.	
	P13-3: Steel Sabo Dam	To prevent big rocks or trees from flowing down by providing steel sabo dam. Small-sized debris can pass through dam.	D-FL Mainly applied to large-scaled debris flow.	
P14: Consolidation	P14-1: Concrete Consolidation	To prevent scour of river bed by providing concrete consolidation like small-scaled sabo dam.	D-FL PBR-D	
	P14-2: Gabion Consolidation	To prevent scour of river bed by providing gabion consolidation like small-scaled sabo dam.	D-FL PBR-D	

表 12.2-1 (14) 本復旧工法

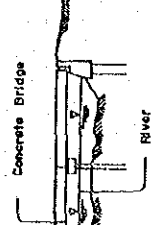
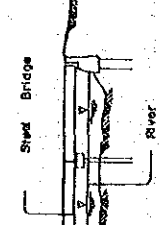
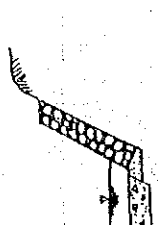
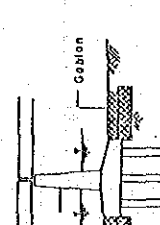
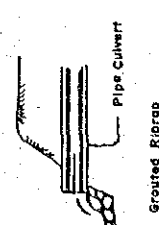
CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P15: Bridge	P15-1: Concrete Bridge	To provide stream crossing facility.	D-FL PBR-A TBR-A Applied to bridge and/or bridge approach washout. Applied sometimes to debris flow to avoid damage when other counter measures are difficult and costly.	
	P15-2: Steel Bridge	To provide stream crossing facility.	D-FL PBR-W TBR-W SPW-D Applied to bridge and/or bridge approach washout. Applied sometimes to debris flow to avoid damage when other counter measures are difficult and costly.	
P16: Foot Protection including Apron	P16-1: Concrete Foot Protection	To prevent foot portion of structure from being scoured by stream of water by placing concrete.	E-F PBR-A PBR-D TBR-A TBR-D CLV-D	
	P16-2: Gabion Foot Protection	To protect foot portion of structure from being scoured by stream of water by placing gabion.	TBR-D CLV-D	
	P16-3: Grouted Riprap Apron	To protect foot portion of structure and/or frontage ground from being scoured by dropping water by placing grouted riprap apron.	CLV-D	

表 12.2-1 (15) 本復旧工法

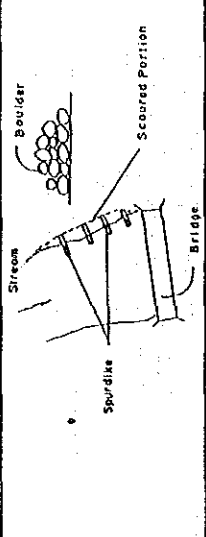
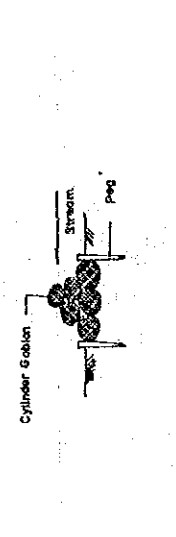
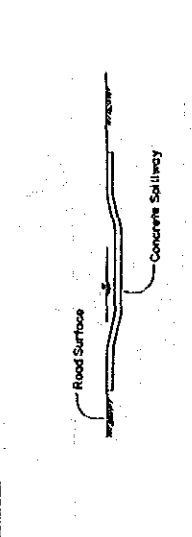
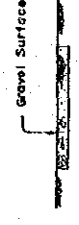


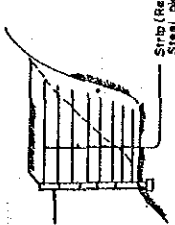

CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P17: Spurdike	P17-1: Stone Spurdike	To protect river bank and bridge approach by changing direction of stream with spurdike made of stone.	E-F PBR-A TBR-A	
	P17-2: Gabion Spurdike	To protect river bank and bridge approach by changing direction of stream with spurdike made of gabion.	E-F PBR-A TBR-A	
P18: Spillway	P18-1: Concrete Spillway	To cross small stream by placing concrete spillway instead of culvert.	C-F E-F Applied only to small stream on mountainside.	

表 12.2-1 (16) 本復旧工法

CLASSIFICATION	TYPE OF WORK	DESCRIPTION	APPLICATION (Type of Disaster)	ILLUSTRATION
P19: Pavement Work	P19-1: Gravel Surfacing P19-2: Bituminous Pavement	To reconstruct washed-out or deteriorated gravel surface. To reconstruct washed-out or deteriorated bituminous pavement.	Applied to various types of disaster of gravel surfaced road. Applied to various types of disaster of bituminous pavement road.	 
P20: Reinforced Earth	P19-3: Concrete Pavement P20-1: Reinforced Earth Wall P20-2: Inserting of Reinforcing Bar	To reconstruct washed-out or deteriorated concrete pavement. To construct stable earth structure by placing reinforcing materials therein. To stabilize steep slope by strengthening it with inserted reinforcing bar.	Applied to various types of concrete pavement road. Applied to embankment which requires perpendicular slope because of limitation of construction condition. C-F	  

第13章 復旧工法の選定

13.1 応急復旧工法の選定

応急復旧の主目的は次の3つである。

- ・交通の再開
- ・交通に対して危険となる浮石・転石の排除
- ・被害の進行の阻止

したがって、応急復旧工法はそれぞれの目的に応える必要性に応じて選定されるべきである。応急復旧工法を選定するとき基本的フローを図13.1-1に示す。

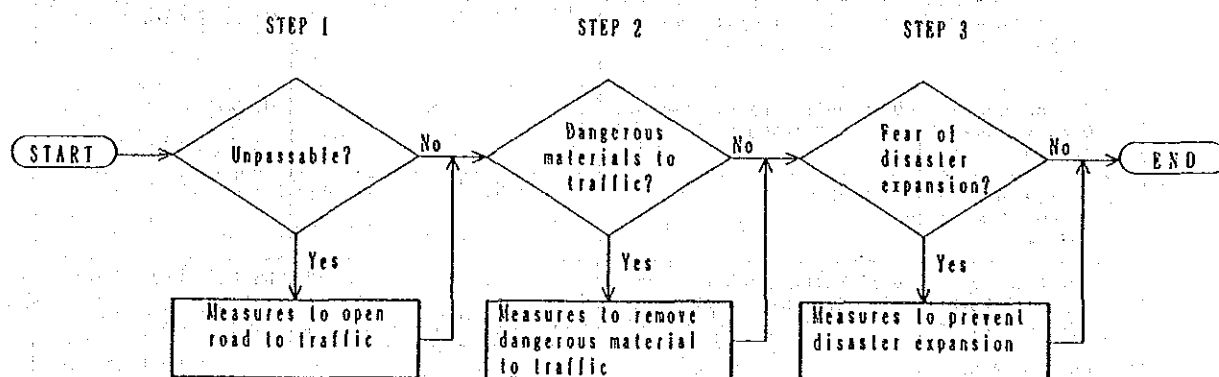


図13.1-1 応急復旧工法選定のフローチャート

応急復旧の最も重要な目的は交通の再開である。したがって、場合によっては、ステップ2およびステップ3を省略してステップ1のみから工法を選定することがある。

表13.1-1に、それぞれの目的に対応した応急復旧工法を災害のタイプ別に示す。

表 13.1-1 応急復旧工法の適用

Type of Disaster	Purposes		
	To Open Road to Traffic	To Remove Dangerous Material to Traffic	To Prevent Disaster Expansion
1. Cut Slope Failure (C-F)	U1-1 Removal of Deposit Materials	U1-2 Removal of Unstable Materials	U2 Surface Drainage U3 Slope Protection U4 Retaining Work
2. Embankment Slope Failure (E-F)	U1-4 Refilling/Embankment U4 Retaining Work	-	U2 Surface Drainage U3 Slope Protection
3. Rock Fall/Debris Fall (FALL)	U1-1 Removal of Deposit Materials	U1-2 Removal of Unstable Materials	U2 Surface Drainage U3 Slope Protection U4 Retaining Work
4. Landslide (L-SL)	U1-1 Removal of Deposit Materials	U1-3 Removal of Head	U2 Surface Drainage U4 Retaining Work
5. Debris Flow (D-FL)	U1-1 Removal of Deposit Materials	-	-
6. Scour/Washout of Roadbed (Rd-D)	U1-4 Refilling/Embankment U4 Retaining Work	-	U2 Surface Drainage
7. Flooded/Muddy Road Surface (FM-Rd)	U1-4 Refilling/Embankment U4 Retaining Work	-	U2 Surface Drainage
8. Permanent Bridge Washout (PBr-W)	U6 Bridge	-	-
9. Permanent Br. Approach Washout (PBr-A)	U1-4 Refilling/Embankment U4 Retaining Work	-	U5 Foot Protection
10. Permanent Br. Other Damage (PBr-D)	-	-	U5 Foot Protection
11. Temporary Bridge Washout (TBr-W)	U6 Bridge	-	-
12. Temporary Br. Approach Washout (TBr-A)	U1-4 Refilling/Embankment U4 Retaining Work	-	U5 Foot Protection
13. Temporary Br. Other Damage (TBr-D)	-	-	U5 Foot Protection
14. Spillway Damage (SPW-D)	U1-5 Selected Material Fill U4 Retaining Work	-	U5 Foot Protection
15. Culvert Damage (CLV-D)	U1-4 Refilling/Embankment U4 Retaining Work	-	U3 Slope Protection
16. Seawall Damage (SW-D)	U1-4 Refilling/Embankment U4 Retaining Work	-	U2 Surface Drainage

13.2 本復旧工法の選定

13.2.1 本復旧工法の選定にあたり考慮すべき要素

本復旧工法の選定にあたり考慮すべき要素は次のとおりである。

- ・復旧レベル
- ・作業条件
- ・新技術の適用
- ・環境への影響

(1) 復旧レベル

道路の重要性に応じた適切な復旧工法を選定するためには、異なるレベルの工法の経済的フィジビリティを検討しなければならない。一般に、復旧工法は応急復旧を含め3つのレベルに大別される。

ー 応急復旧工法

応急復旧は、供用されている道路である限り、道路の重要性にかかわらず、災害発生後直ちに行なわれなければならない。

ー 標準的本復旧工法

標準的本復旧工法は、災害の再発の可能性が少ない、十分な安定性と耐久性を持つ一般的工法である。

ー 高レベル本復旧工法

高レベル本復旧工法は、標準的工法よりさらに高い安定性と耐久性を持ち、通常20年以上供用できる工法であるが、建設費は他の工法より高くなる。

適当な復旧レベルを選定するガイドラインを作成するため、下記の災害タイプについて、異なるレベルの工法の経済的フィジビリティの検討を行なった。

- ー 切土法面崩壊、盛土法面崩壊、落石、永久橋のアプローチの流失、永久橋のその他の損傷。これらの災害に対しては、標準的本復旧工法と高レベルの本復旧工法の2つの選択がある。

—大規模な土石流、仮橋の流失。これらの災害に対しては、適当な標準的本復旧工法がなく、高レベルの本復旧工法を採用するかしないかの選択となる。（どちらにしても、応急復旧は必要である）。

上記以外の災害については、標準的本復旧工法以外の適当な代替工法がないか、または、類似のケースの検討結果が適用できるので、検討の対象としなかった。

検討は次の方法によって行なった。

(i) ケース・スタディー・スポットと復旧工法の選定

それぞれの災害タイプに対して、代表的スポットをケース・スタディー・スポットとして選んだ。次に、それぞれのケース・スタディー・スポットについて、表13.2-1に示すように、いくつかの復旧工法を選定した。図13.2-1はそれらの復旧工法の概略設計を示す。

(ii) 便益と交通量との関係

ここでは、標準的工法であれ高レベルの工法であれ、いづれにしても本復旧を検討の対象としているので、便益は、応急復旧のみが行われ本復旧は行われない場合に対して、本復旧を実施することによって生ずる節減可能費用と定義される。他の条件が一定であれば、交通量の増加にともなって、便益も増加する。交通量以外の条件を一定と仮定し、便益と交通量との関係を求めた。ここで、便益および交通量の定義は次のとおりである。

便 益 = 20年の解析期間における割引を考慮した合計便益。計算方法は第15.2章参照。

標準的本復旧工法と高レベルの本復旧工法とで便益の差はないと仮定する。

交通量 = 解析開始年のAADT。ただし3輪車および2輪車は除外する。

(iii) 経済的フィジビリティの検討

費用¹⁾と(ii)で求めた便益・交通量関係とを比較し、復旧工法の実施が経済的にフィジブルである交通量の範囲を決定した。

注 1)

15%の税金を差し引き、5%の設計施工管理費を上の上せすると、建設費の90%が経済分析に用いる費用となる。

検討の結果は、図13.2-2に示すとおりである。この図は、表13.2-2に示すように解釈できる。

上述の結果から、次のように、復旧レベルを決めるためのガイドラインが得られた。

大規模土石流や橋梁の流失の場合のように、適切な標準的本復旧工法が考えられないケースを除けば、ほとんどのケースで、標準的本復旧工法を採用することができる。一方、高レベルの本復旧工法は、経済的フィジビリティを満たす交通需要がある道路に適用できる。おおよそ、日交通量 100台が高レベルの本復旧工法が適用できるボーダーラインである。ただし、橋梁流失災害の復旧のため、ベイリー橋に代って、永久橋を架橋する場合は、日交通量 400台がボーダーラインとなる。

表13.2-1 ケース・スタディー・スポットと検討の対象として選定した復旧工法

Type of Disaster	Case Study Spot	Urgent Measure	Standard Permanent Measure	High Class Permanent Measure
Cut Slope Failure (C-F)	L-84	Removal of deposit materials	Recutting/slope protection by vegetation/grouted riprap	Slope protection by concrete crib/grouted riprap
Embankment Slope Failure (E-F)	Bt-54	Refilling/Wooden fence	Gabion retaining wall	Concrete retaining wall
Rockfall/Debris Fall (FALL)	L-65	Removal of deposit/unstable materials	Recutting/grouted riprap	Concrete catch wall
Permanent Bridge Approach Washout (PBr-A)	Bt-55	Sand bag wall	Grouted ripra/gabion foot protection	Concrete bridge
Permanent Bridge Other Damage (PBr-D)	Bs-6	-	Concrete foot protection (partial)/gabion consolidation	Option-1 Concrete and gabion foot protection (full width) Option-2 Concrete foot protection with steel sheet pile
Large-Scale* Debris Flow (D-FL)	Bt-70	Removal of deposit materials	-	Concrete bridge
Temporary Bridge Washout (TBr-W)	L-6	Bailey bridge	-	Concrete bridge

★土石流防止工が非常に効果である場合

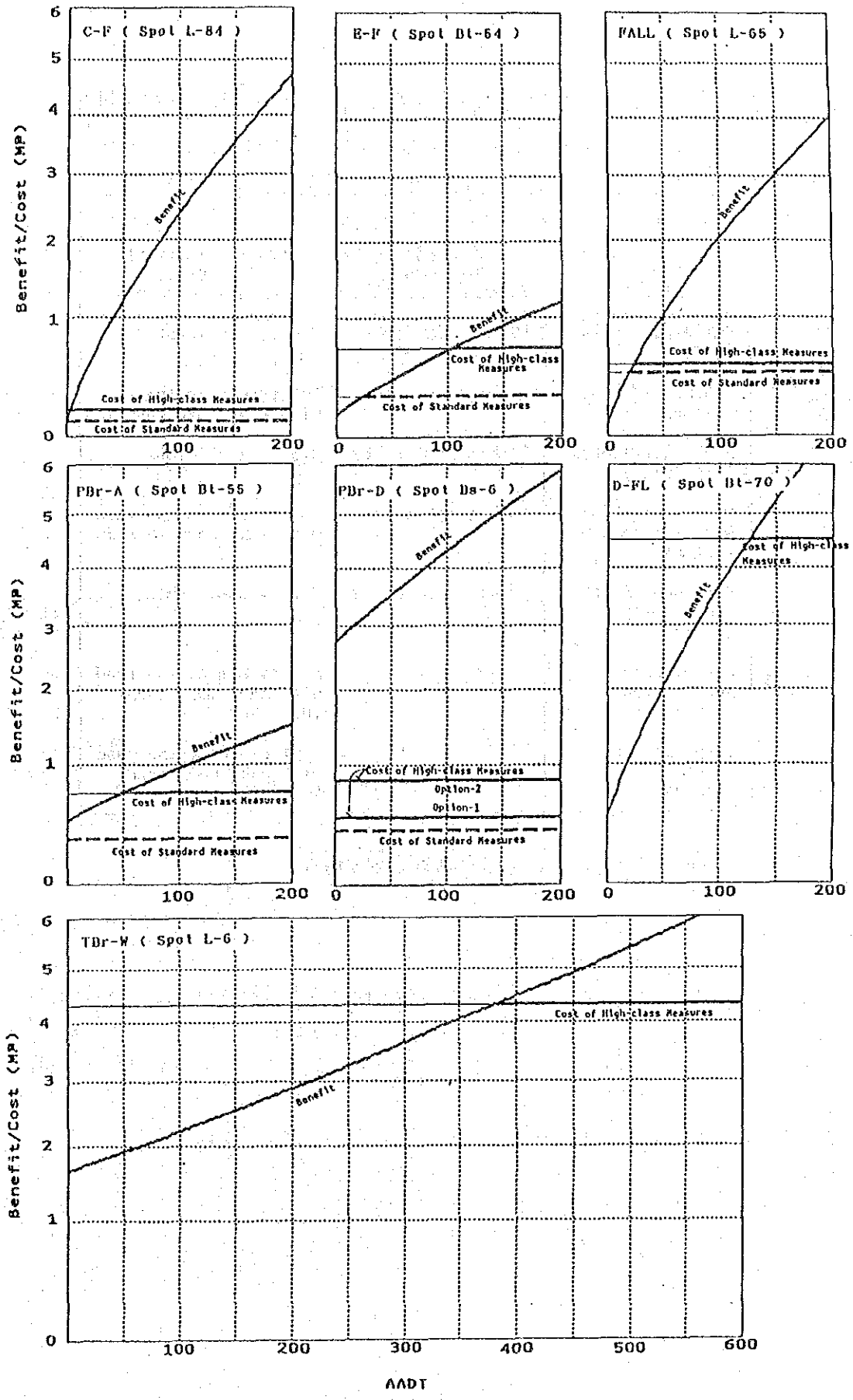


図 13.2-2 費用および便益と交通量の関係

表 13.2-2 標準的本復旧工法および高レベルの本復旧工法の適用性

Type of Disaster	Applicability of Standard Permanent Measure	Applicability of High Class Permanent Measures
Cut Slope Failure (C-F)	Widely applicable	Widely applicable
Embankment Slope Failure (E-F)	Widely applicable	Applicable to the road with AADT more than 100
Rock Fall/Debris Fall (FALL)	Widely applicable	Widely applicable
Permanent Bridge Approach Washout (PBr-A)	Widely applicable	Applicable to the road with AADT more than 50
Permanent Bridge Other Damage (PBr-D)	Widely applicable	Widely applicable
Large-Scale* Debris Flow (D-FL)	-	Applicable to the road with AADT more than 100 - 500
Temporary Bridge Washout (TBr-w)	-	Applicable to the road with AADT more than 400

★土石流防止工が非常に効果である場合

(2) 作業条件

必要となる機械、材料、技術が現場で容易に調達できるかどうかは、復旧工法を選定するにあたって考慮すべき主要な要素のひとつである。

第12章でリストアップした復旧工法のほとんどは、ブルドーザー、ホイールローダー、振動ローラー、ダンプトラック、ドロップハンマー、クローラークレーン、コンクリートミキサーなど、現地で入手できる一般的機械で建設することができる。同様に、ほとんどの復旧工法の材料は、現在あまり復旧していないため、入手が容易でないかもしれない蛇籠を除いて、現地で入手可能である。

また、ほとんどの復旧工法で特殊な技術は要しない。

上述したように、第12章でリストアップした復旧工法のほとんどは作業条件からみて適用可能である。

さらに、機械よりも人力をより多く必要とする工法、または、人力が機械にとって代わられるような工法は、雇用機会の増大という政府の政策に合致しており、好ましい。

(3) 新技術の適用

地下排水工、植生工、蛇籠工、砕工、基礎防護工、補強土工などの復旧工法は、復旧工法として優れているので、他の国では広く採用されているが、フィリピンではあまり使われていない。

これらフィリピンでは今まであまり使われなかった新技術でも、効果的、経済的であり、かつ、入手可能な機械と材料で施工できる工法は積極的に取り入れるべきである。これは、この国の技術発達を推進することにもなる。

(4) 環境への影響

周辺自然環境と良く調和する復旧工法は積極的に選定すべきである。一方、周辺環境にマイナスの効果をもたらす工法は避けるべきである。

以下に周辺自然環境への影響例を示す。

一 法面保護工は植生工と構造物工に大別される。植生工による法面保護工は、斜面を安定させるため、斜面上に直接草木を成長させる。この工法は浸食から斜面を保護するだけでなく、斜面の緑化によって道路沿いの自然環境を改善する。したがって、斜面の土砂が植生に適している限り、植生による法面防護工は構造物による法面保護工より好ましい。

一道路上に落下した土砂や岩石をブルドーザーによって直接谷川へ排土することが多いが、これは周辺環境に悪影響を及ぼす。土砂や岩石はダンプトラックに積み込み、適当な土捨場まで運搬しなければならない。

13.2.2 本復旧工法の選定

(1) 切土法面崩壊（C-F）

切土法面崩壊に一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- ・ P 1 - 1 斜面の切直し
- ・ P 2 表面排水工
- ・ P 3 地下排水工
- ・ P 4 植生による法面保護工
- ・ P 5 構造物による法面保護工
- ・ P 6 擁壁工

切土法面崩壊に対する復旧工法選定の一般的なフローチャートを図13.2-3に示す。選定上の要点は次のとおりである。

- 一崩壊斜面が依然として不安定である場合は、適切な法面勾配が得られるまで、「（P 1 - 1）斜面の切直し」を行うことが斜面を安定させるための最も確実で低廉な工法である。
- 一斜面を切直すとその範囲が高くなりすぎる場合は、斜面延長を短くするために法尻に擁壁が計画される。「（P 6 - 2）練石積み擁壁」は切土法面の法尻に施工される擁壁として推奨される。
- 一土砂の状態が適している時は「（P 4）植生による法面保護工」を切直し法面に適用するとよい。この工法は浸食から斜面を保護するだけでなく、斜面の緑化によって周辺環境を改善することとなる。特殊な機械や材料を必要としない「（P 4 - 1）種子蒔き工」、「（P 4 - 2）種子蒔きマット工」、「（P 4 - 8）植生柵工」などが適切で、地形と土質によって選ぶとよい。

- 「(P5) 構造物による法面保護工」は切直し斜面に適用される。特殊な機械と材料を必要としない「(P5-3) 石張工」、「(P5-7) 場所打コンクリート枠工」、「(P5-5) 蛇籠張工」などが適切である。その中で、「(P5-5) 蛇籠張工」は豊富な表面水を有する斜面には非常に効果的である。
- 豊富な地下水を有する斜面では「(P3-1) 地下排水溝」を浸透水の集中する個所に設置しなければならない。
- 切土斜面が広大である場合は、「(P2-1) 法面排水溝」を設置し、斜面上の表面水を処理しなければならない。特に、周辺の表面水が斜面内に流入する場合は法肩排水溝が必要である。法面排水溝としては、練石積み排水溝がフィリピンでは一般的である。

(2) 盛土法面崩壊 (E-F)

盛土法面崩壊に一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- ・ P 1 - 3 埋戻し・盛土
- ・ P 2 表面排水工
- ・ P 3 地下排水工
- ・ P 4 植生による法面保護工
- ・ P 5 構造物による法面保護工
- ・ P 6 擁壁工
- ・ P 20 補強土工

盛土法面崩壊に対する復旧工法選定の一般的なフローチャートを図を13.2-4に示す。選定上の要点は次のとおりである。

- 地下水が崩壊個所やその周辺に認められる場合、「(P 3 - 1) 地下排水溝」は、他の主要な対策を行う前に、盛土の安定にとって有害となる地下水圧を取り除くために必要である。
- 「(P 1 - 3) 埋戻し・盛土」は早く・安く施工できるので、それが可能である場合は、最も適切な工法といえる。
- 埋戻された法面が浸食を受け易い場合は、法面保護工が必要となる。盛土法面が比較的緩やかで盛土自体で安定している場合「(P 4) 植生による法面保護工」が推奨できる。一方、盛土法面が急な場合は、「(P 5 - 3) 石張工」、「(P 5 - 5) 蛇籠張工」、「(P 5 - 6) コンクリートブロック砕工」、「(P 5 - 7) 場所打コンクリート砕工」が適切である。特に、「(P 5 - 5) 蛇籠張工」は透水性が良く、河川や海岸に面する盛土法面に対して有効な工法である。
- 盛土法面が不安定な場合は、「(P 6) 擁壁工」または「(P 20 - 1) 壁面を有する補強土工」などが必要となる。
- 「(P 2 - 1) 法面排水溝」は、大規模な斜面や、表面水や浸透水が豊富な斜面に設置する必要がある。

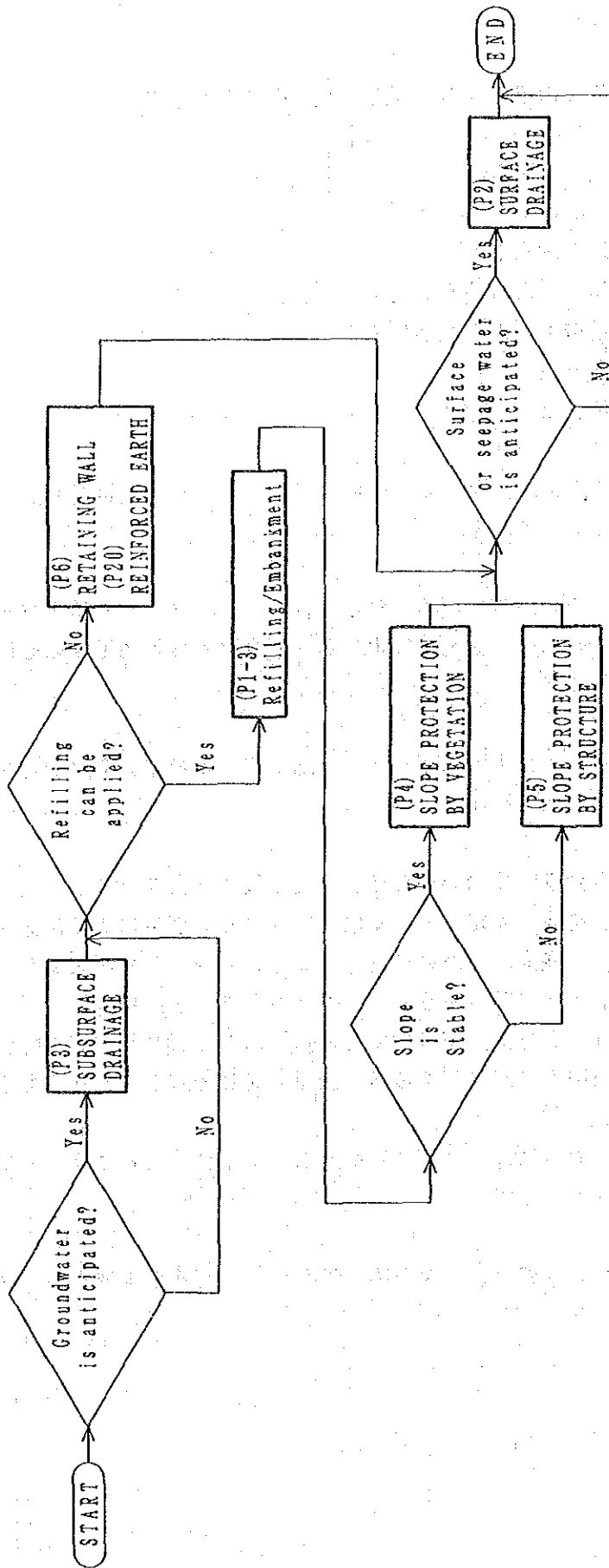


図 13.2-4 盛土法面崩壊 (E-F) に対する復旧工法選定のフローチャート

(3) 落石 (FALL)

落石に対し一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- ・ P 1 - 1 斜面の切直し
- ・ P 1 - 2 斜面上部土砂の除去
- ・ P 2 表面排水工
- ・ P 4 植生による法面保護工
- ・ P 5 構造物による法面保護工
- ・ P 8 落石防止工
- ・ P 9 根固め工
- ・ P 10 落石覆工

落石に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-5に示す。
選定上の要点次のとおりである。

- 斜面は安定しているが、浮石が斜面上にまだある場合は、「(P 8 - 5) 落石防止網」、「(P 9) 根固め工」、「(P 1 - 2) 斜面上部土砂の除去」のような落石予防工が必要である。
- 一方、斜面が不安定な場合は、「(P 1 - 1) 斜面の切直し」が可能ならば、それを適用するとよい。
- 上記の斜面の切直しが行われた後、斜面の表面に法面保護工や表面排水工を設けなければならない。その工法の選定手順は切土法面崩壊の場合と同様である。
- 斜面の切直しが難しい場合、「(P 8) 落石防止工」または「(P 10) 落石覆工」が必要となる。落石防止工の中では、「(P 8 - 1) 待ち受け土堤および側溝」、「P 8 - 2) 待ち受け蛇籠擁壁」、「(P 8 - 3) 待ち受けコンクリート擁壁」、「(P 8 - 4) 落石防止柵」などが適用できる。現場のコンディションによって選択するとよい。

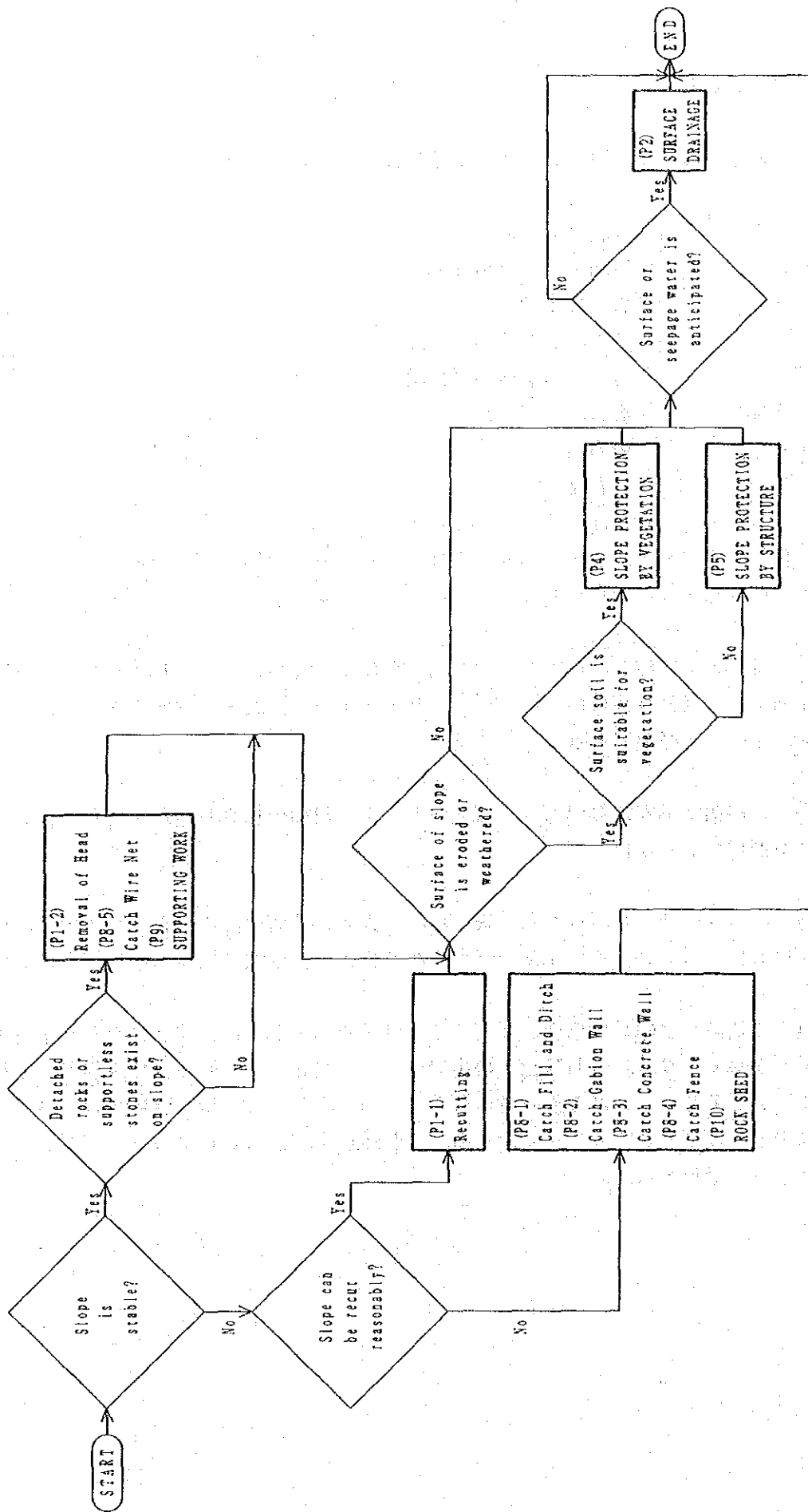


図 13.2-5 落石 (FALL) に対する復旧工法選定のフローチャート

(4) 地すべり (L-SL)

地すべりに対し一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- ・ P 1 - 2 斜面上部土砂の除去
- ・ P 1 - 4 押え盛土
- ・ P 2 表面排水工
- ・ P 3 地下排水工
- ・ P 4 植生による法面保護工
- ・ P 6 擁壁工
- ・ P 11 抑止工

地すべりに対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-6に示す。
選定上の要点は次のとおりである。

- 技術上および経済性の観点から、土工事が他の工法より適切であると判断される場合は、「(P 1 - 2) 斜面上部土砂の除去」、「(P 1 - 4) 押え盛土」が適用される。
- 土工事が不適切または不可能な場合は、「(P 6) 擁壁工」または「(P 11) 抑止工」が効果的である。
- 地すべりの主要原因のひとつは斜面上および斜面内の水の増加にある。したがって、「(P 2) 表面排水工」や「(P 3) 地下排水工」がいかなる場合にも必要である。特に、地すべりが大規模で地下水位が高い場合は、「(P 3 - 2) 水平排水孔」または「(P 3 - 3) ディープウェル」が地下水を排水するため必要となる。
- ほとんどの場合、地すべり地点には裸地ができる。そのような裸地に対しては、「(P 2 - 3) 地表集排水路」と「(P 4) 植生による法面保護工」が、浸食、洗堀、風化から斜面を防護するために、必要となる。

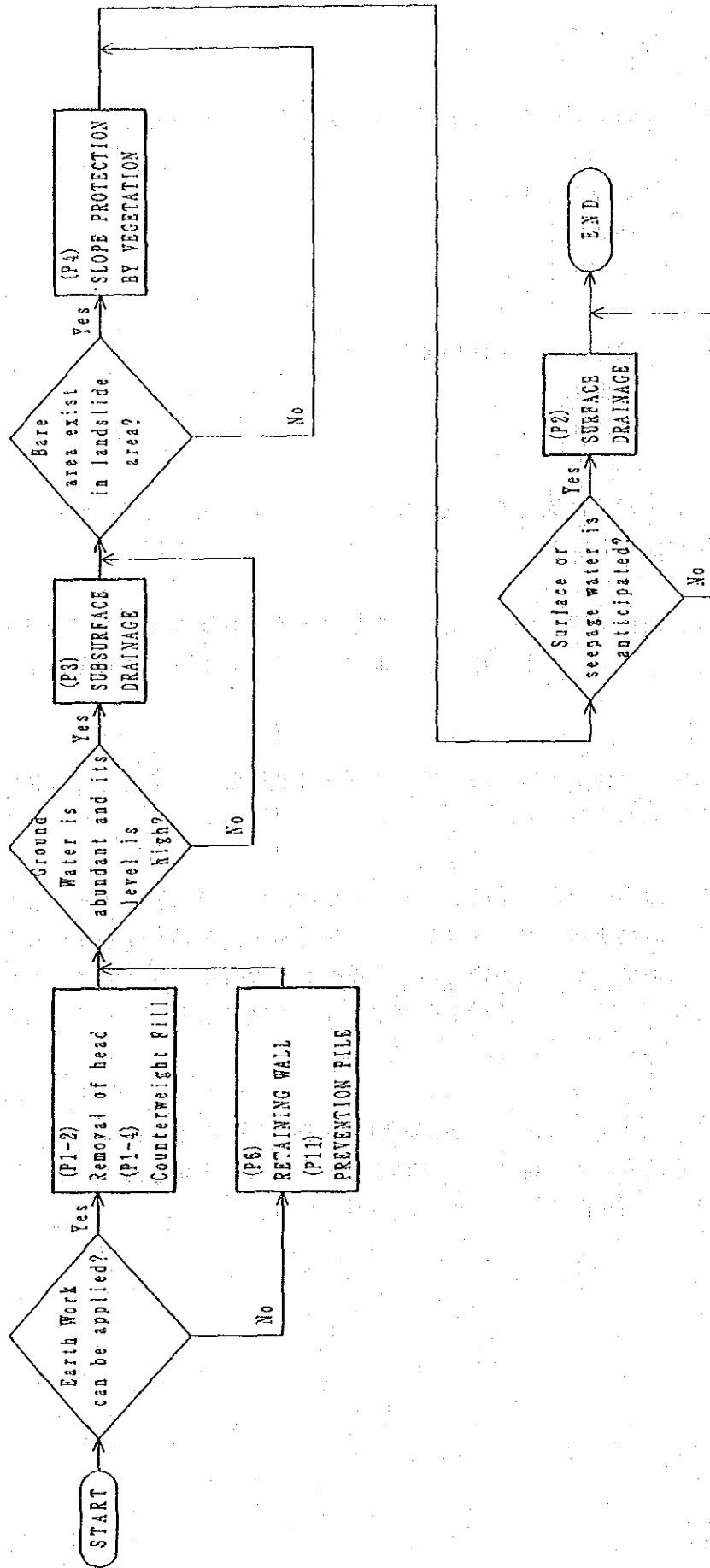


図 13.2-6 地すべり (L-SL) に対する復旧工法選定のフローチャート

(5) 土石流 (D-F L)

土石流に対し一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- ・ P 6 擁壁工
- ・ P 13 砂防ダム工
- ・ P 14 床止め工
- ・ P 15 橋梁工

土石流に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-7に示す。

選定上の要点は次のとおりである。

- 土石流は、一般に、長期間、広大な地域にわたって起るので、その復旧対策／防止対策は系統的に実施しなければならない。系統的対策には、「(P 6) 擁壁工」「(P 13) 砂防ダム工」「(P 14) 床止め工」の他に、導流堤、堆砂池、沈殿池、植林などが含まれる。
- 緩やかな丘陵地の土石流に対しては、「(P 13-2) 蛇籠砂防ダム」が簡易で経済的な工法として推奨できる。
- 河川内の土石流は一般的に大規模で、「(P 13) 砂防ダム」「(P 14) 床止め工」、または、両者の組合せによる砂防システムが必要である。
- 前記の防止対策が技術上、経済上の観点から不適切と判断された場合は、「(P 15) 橋梁工」により、土石流が直接道路を襲うのを避ける方法が用いられる。

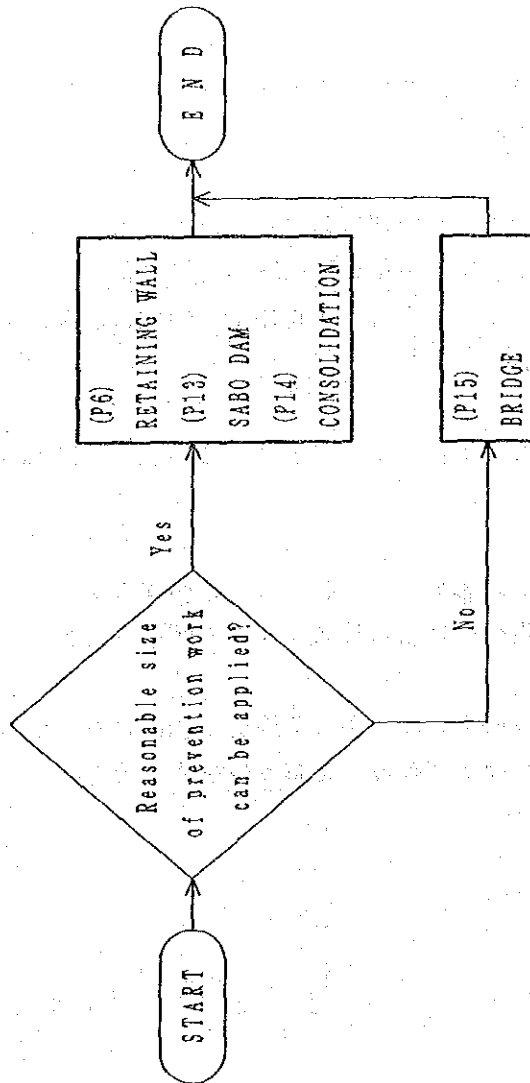


図 13.2-7 土石流 (D-F L) に対する復旧工法選定のフローチャート

(6) 路体の洗堀・流失 (R d - D)

路体の洗堀・流失に対し一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- ・ P 1 - 3 埋戻し・盛土
- ・ P 4 植生による法面保護工
- ・ P 5 構造物による法面保護工
- ・ P 6 擁壁工
- ・ P 16 基礎防護工
- ・ P 17 水制工

路体の洗堀・流失に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-8に示す。選定上の要点は次のとおりである。

—まず最初に、災害個所において埋戻し・盛土が適用できるかどうかを技術的に、特に、安定性について、検討する。可能であると判断された場合、「(P 1 - 3) 埋戻し・盛土」が災害個所の復旧工として適用される。

—埋戻しを行なった場合は再び流失・洗堀を受けることが予想されるので、「(P 5) 構造物による法面保護工」、「(P 16) 基礎防護工」などによって斜面を防護する必要がある。「(P 17) 水制工」も斜面を防護する間接的手段の1つとして用いられる場合がある。「(P 5) 構造物による法面保護工」は、多くの場合、「(P 16) 基礎防護工」と合わせて用いられる。その場合、同一材料を用いることが賢明である。とりわけ、「(P 5 - 5) 蛇籠張工」と「(P 16 - 2) 蛇籠基礎防護工」は、透水性が優れており、対策工として推奨される。

—土構造物が洗堀を受ける恐れのない場合は、「(P 4) 植生による法面保護工」を行なうとよい。

—埋戻しが不適切と判断された場合は、「(P 6) 擁壁工」が必要となる。この場合、「(P 6 - 9) 蛇籠擁壁」は前述したと同じ理由で推奨できる工法である。

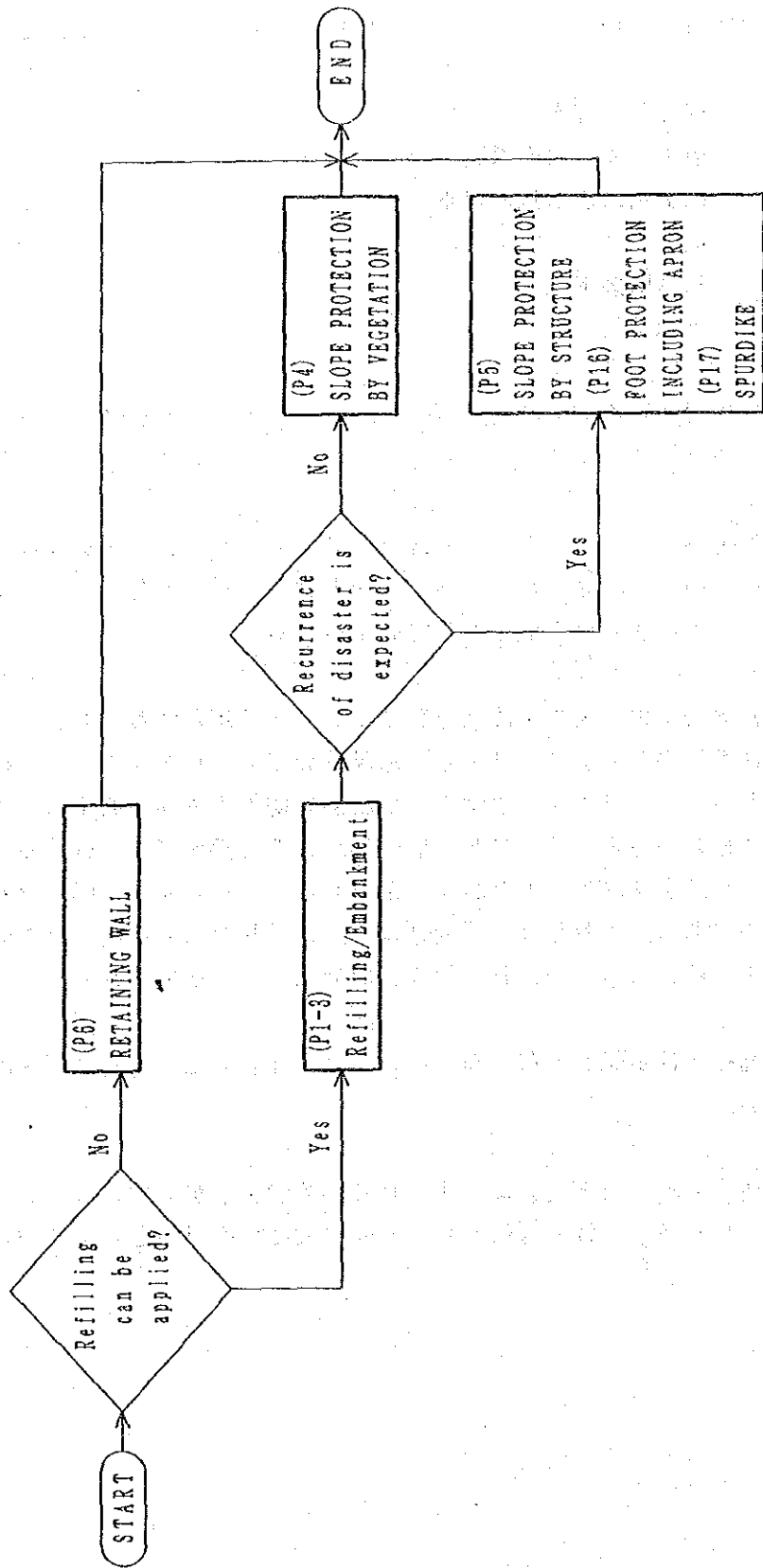


図 13.2-8 路体の洗堀・流失 (Road) に対する復旧工法選定のフローチャート

(7) 冠水・泥ねい路面 (FM-Rd)

冠水・泥ねい路面に一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- ・ P 1 - 3 埋戻し・盛土
- ・ P 2 表面排水工
- ・ P 19 舗装工

冠水・泥ねい路面に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを13.2-9に示す。選定上の要点次のとおりである。

- 路面が冠水する場合は、それを防ぐため「(P 1 - 3) 埋戻し・盛土」が行われる。
- ほとんどの場合、「(P 2) 表面排水工」、特に、「(P 2 - 2) 側溝」と「(P 2 - 4) カルバート」が必要である。十分な容量を持ったものを、適切な位置に設置しなければならない。
- 「(P 19) 舗装工」も同様に、多くの場合、必要となる。一般に、隣接区間の舗装と同じタイプが用いられる。

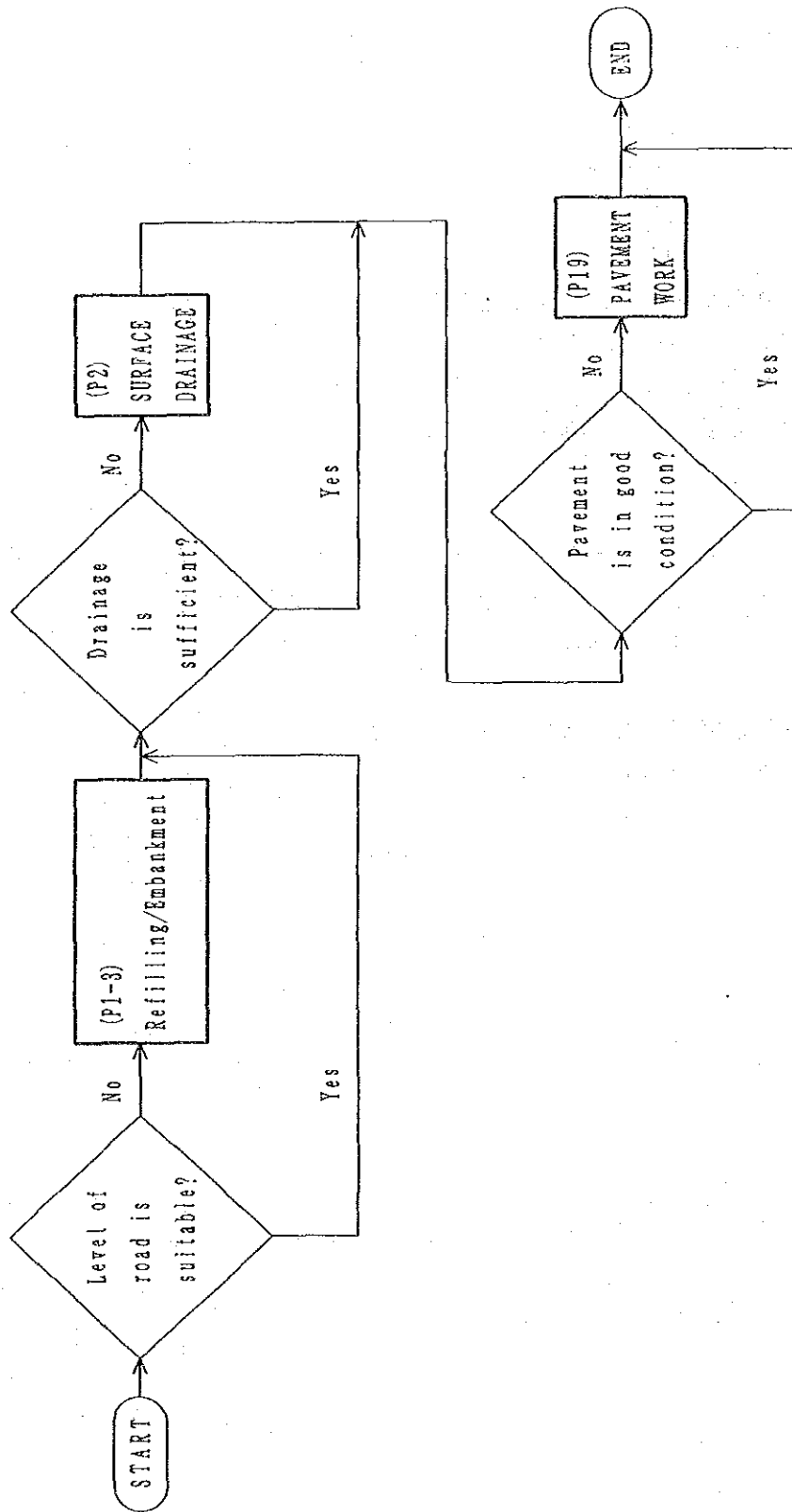


図 13.2-9 冠水・泥ねい路面 (FM-Rd) に対する復旧工法選定のフローチャート

(8) 永久橋の流失 (P B r - W)

本項は仮橋の流失にも適用できる。

永久橋および仮橋の流失に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-10に示す。

橋梁が流失した場合、早急に交通を再開するための応急対策として、まず最初に仮橋が建設される。経済性および他の面でフィージブルであると判断された場合、仮橋は永久橋に架け替えられる（「(P 15) 橋梁工」）。

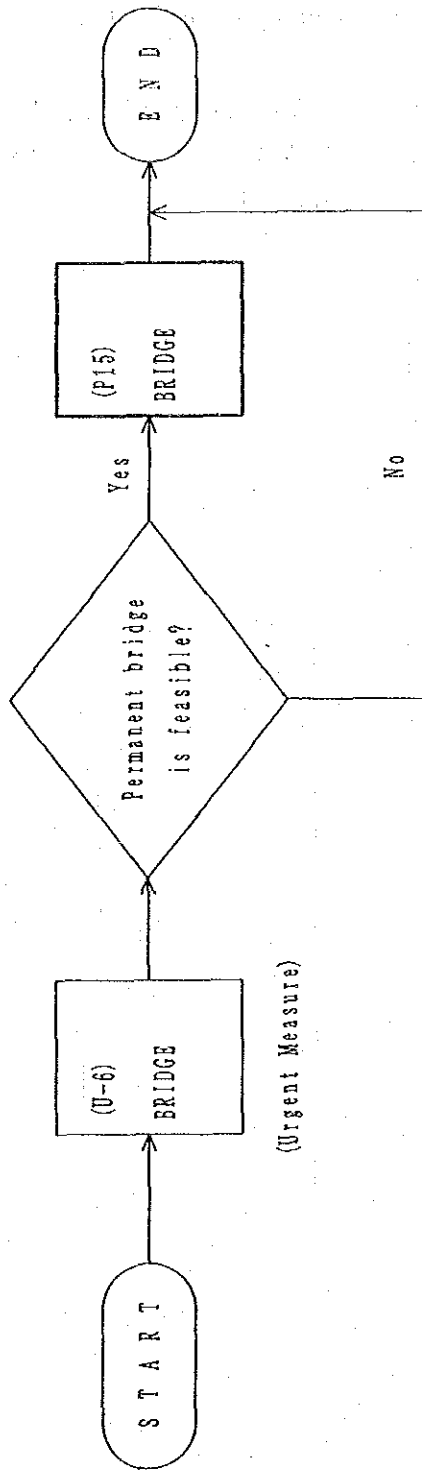


図 13.2-10 永久橋・仮橋の流失 (P B r - W, T B r - W) に対する復旧工法選定のフローチャート

(9) 永久橋のアプローチの流失 (P B r - A)

本項は仮橋のアプローチの流失にも適用できる。

永久橋および仮橋のアプローチの流失に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-11に示す。

まず最初に、被害を受けたアプローチを土工によって復旧するのが適切であるかどうかを技術的に検討する。もしアプローチが流水部を侵しているか、将来侵しそうな場合は、土工による復旧は不適當と判断される。その場合は、現橋を延伸することが必要となる（「(P15)橋梁工」または「(U6)橋梁工」）。

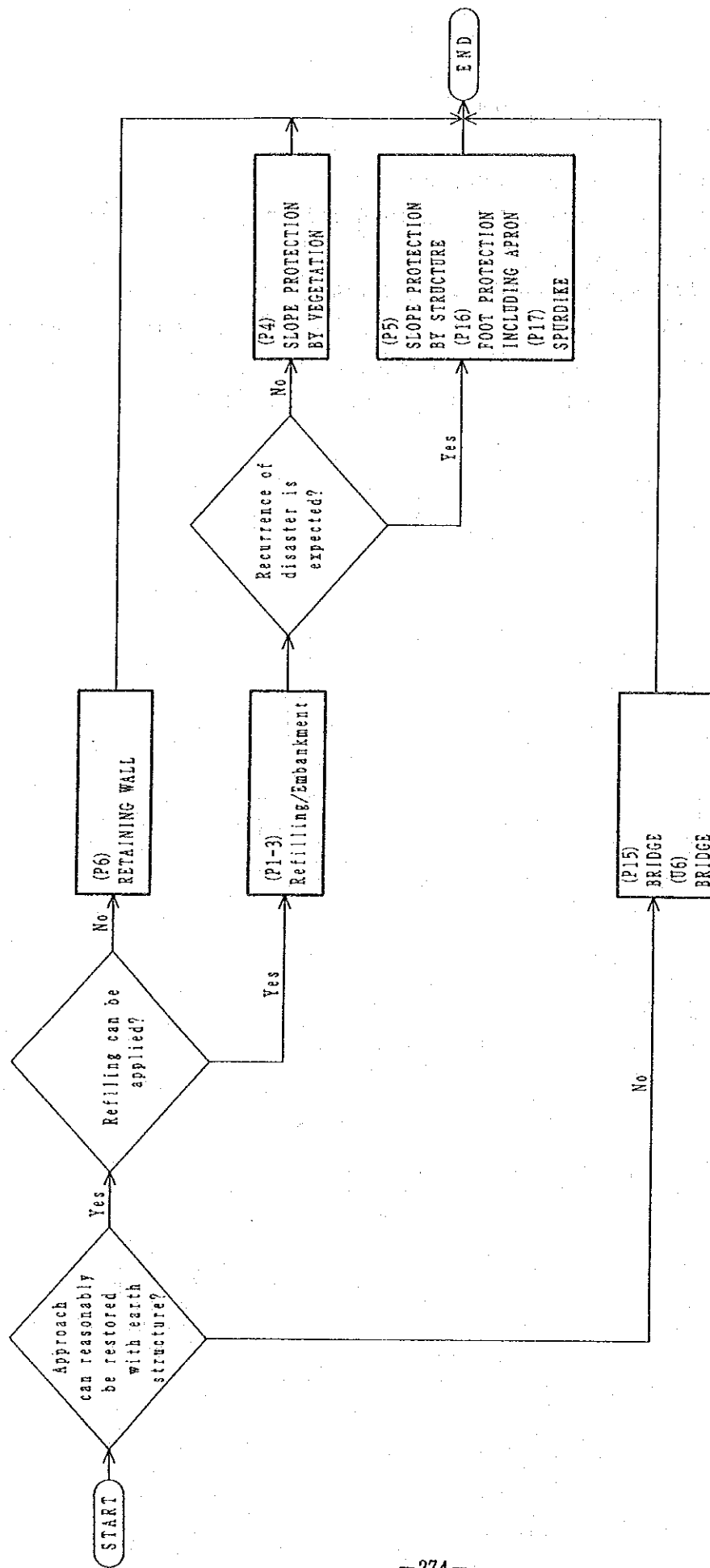


図 13.2-11 永久橋・仮橋のアプローチの流失 (PBR-A, TBR-A) に対する復旧工法の選定

(10) 永久橋のその他の損傷 (P B r - D)

本項は仮橋のその他の損傷にも適用できる。

永久橋および仮橋のその他の損傷に一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- ・ P 6 擁壁工
- ・ P 13 砂防ダム
- ・ P 14 床止め工
- ・ P 16-1 コンクリート基礎防護工
- ・ P 16-2 蛇籠基礎防護工
- ・ P 17 水制工

永久橋および仮橋のその他の損傷に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-12に示す。

選定上の要点は次のとおりである。

- 橋脚基礎が洗堀されている場合、「(P 16-1) コンクリート基礎防護工」または「(P 16-2) 蛇籠基礎防護工」で防護しなければならない。他の方法としては、崩壊の危険が差し迫っていない場合は、河床の上昇を目的として「(P 14) 床止め工」が下流側に建設される場合もある。また、より大きな効果を得るために両者を併用する場合もある。
- 河床が上昇している場合は、適当な方法でコントロールしなければならない。例えば、上流側に「(P 13) 砂防ダム」または「(P 14) 床止め工」を建設する方法がある。
- 橋台や護岸が洗堀されている場合、「(P 6) 擁壁工」、「(P 16) 基礎防護工」、または、その両方を併用して防護しなければならない。また、護岸が将来さらに洗堀されるのを防止するために、流れの方向をコントロールしなければならない場合は、「(P 17) 水制工」が必要となる。

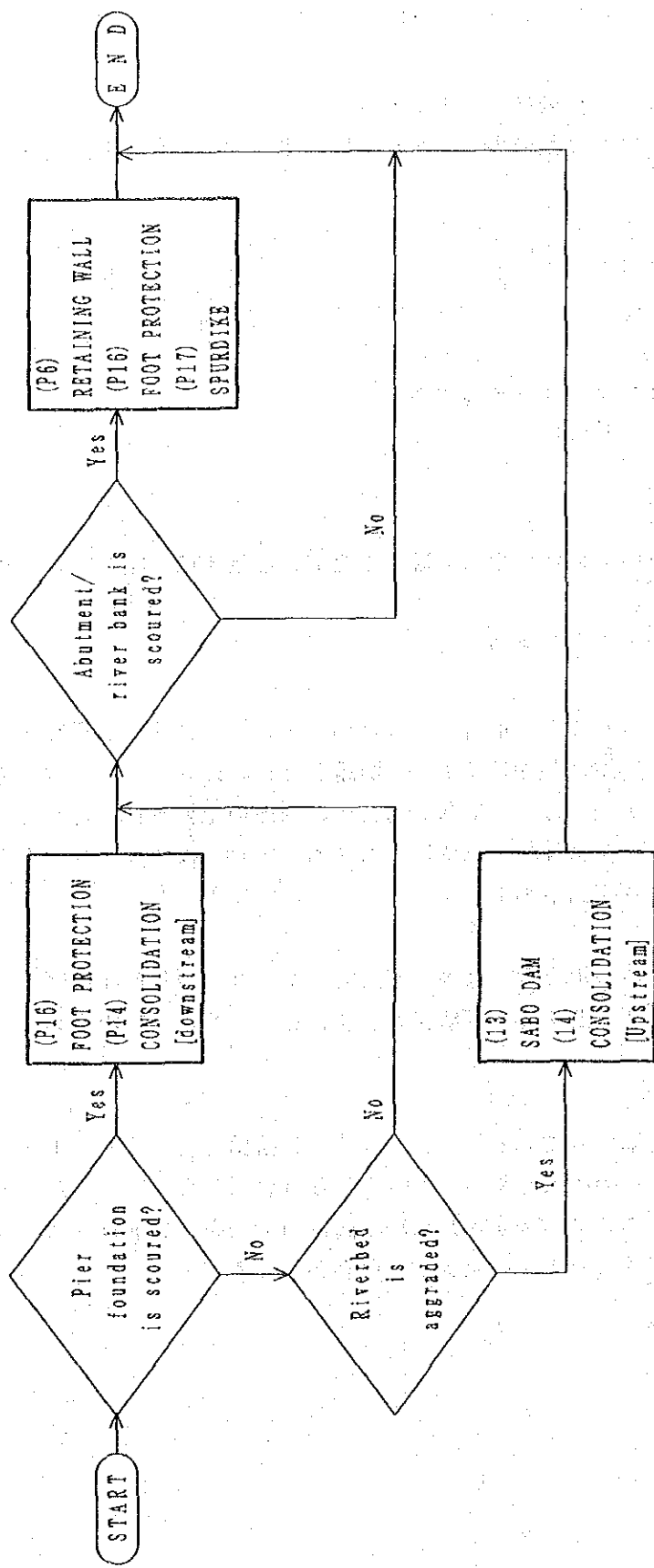


图 13.2-12 永久橋・仮橋その他の損傷 (PBR-D, TBR-D) に対する復旧工法選定のフローチャート

(11) 仮橋の流失 (T B r - W)

本章の(8) 参照。

(12) 仮橋のアプローチの流失 (T B r - A)

本章の(9) 参照。

(13) 仮橋のその他の損傷 (T B r - D)

本章の(10) 参照。

(14) スピルウェイの損傷 (S P W - D)

スピルウェイの損傷に一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- P 1 - 5 良質材による盛土
- P 2 - 4 カルバート
- P 6 擁壁工
- P 13 砂防ダム工
- P 14 床止め工

スピルウェイの損傷に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-13に示す。

選定上の要点は次のとおりである。

ースピルウェイの損傷はその原因によって以下の2つに分類される。

- スピルウェイの本体またはアプローチが洗堀または流失する。
- スピルウェイ内のカルバートの堆積物による詰まり。

ー最初のケースでは、スピルウェイを再建、又は、延伸することが必要である。その場合、「(P 1 - 5) 良質材による盛土」で路体を再建し、それを「(P 6 - 6) もたれ式コンクリート擁壁」または「(P 6 - 9) 蛇籠擁壁」のような「(P 6) 擁壁工」で防護する方法が推奨される。

- 2番目のケースでは、堆積物を除去しなければならない。土砂の堆積が再び起こると予想される場合、「(P13) 砂防ダム工」や「(P14) 床止め工」のような根本的な予防策が必要となる。

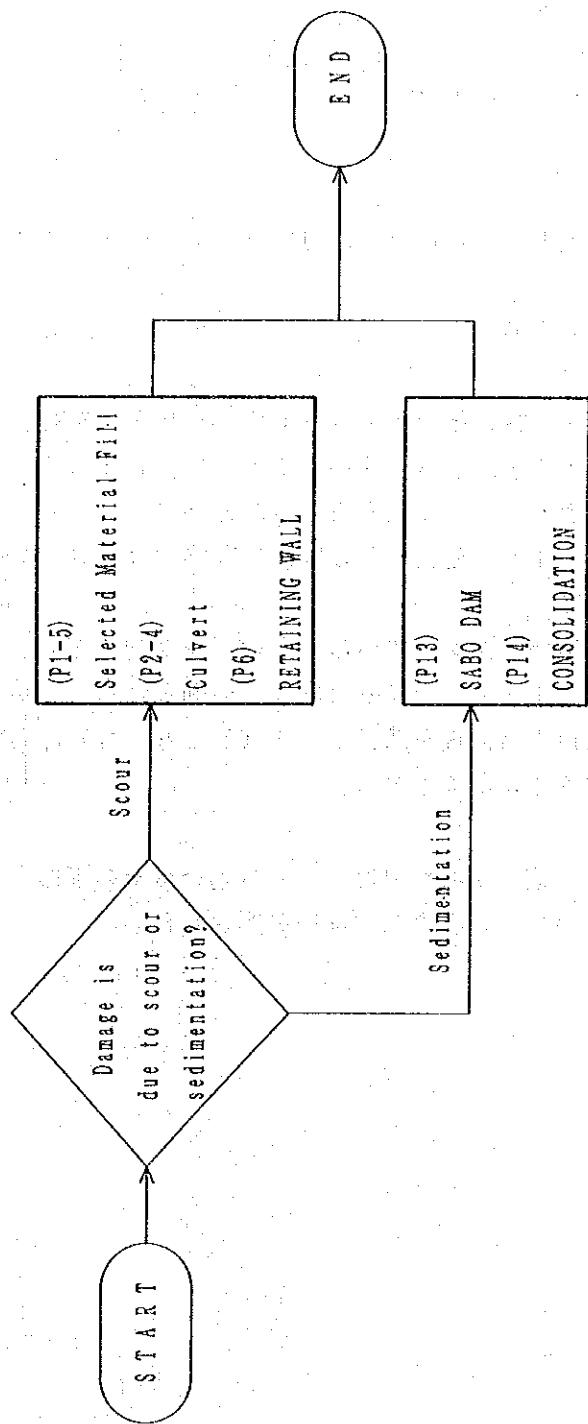


図 13. 2-13 スピルウェイの損傷 (SPW-D) に対する復旧工法選定のフローチャート

(15) カルバートの損傷 (CLV-D)

カルバートの損傷に一般的に適用される主要な工法は次のとおりである。

- P 2 - 4 カルバート
- P 2 - 5 排水ます
- P 16 - 3 練石積み水たたき工
- 盛土法面崩壊の時と同じ工法

カルバートの損傷に対する復旧工法選定の一般的フローチャートを図13.2-14に示す。

選定上の要点は次のとおりである。

- 既存のカルバートが、容量不足、損傷、延長不足のような欠陥を有する場合、
「(P 2 - 4) カルバート工」による改善が必要となる。すなわち、要領不足の場合は、適切なサイズのカルバートで置き換えるかカルバートを追加する。損傷のある場合は取り替える。また、延長不足の場合は既存のカルバートを延長する。
- カルバートののみ口が堆積物で詰まっている場合は、堆積物を除去しなければならない。「(P 2 - 5) 排水ます」の設置は堆積物の問題に対してかなり有効である。カルバートの吐口付近は洗堀が問題で、「(P 16 - 3) 練石積み水たたき工」のような適切な防護工が必要となる。
- カルバートの欠陥が原因で盛土法面が損傷している場合はその復旧が必要となる。その場合の工法の選定については、本章 (2) を参照されたい。

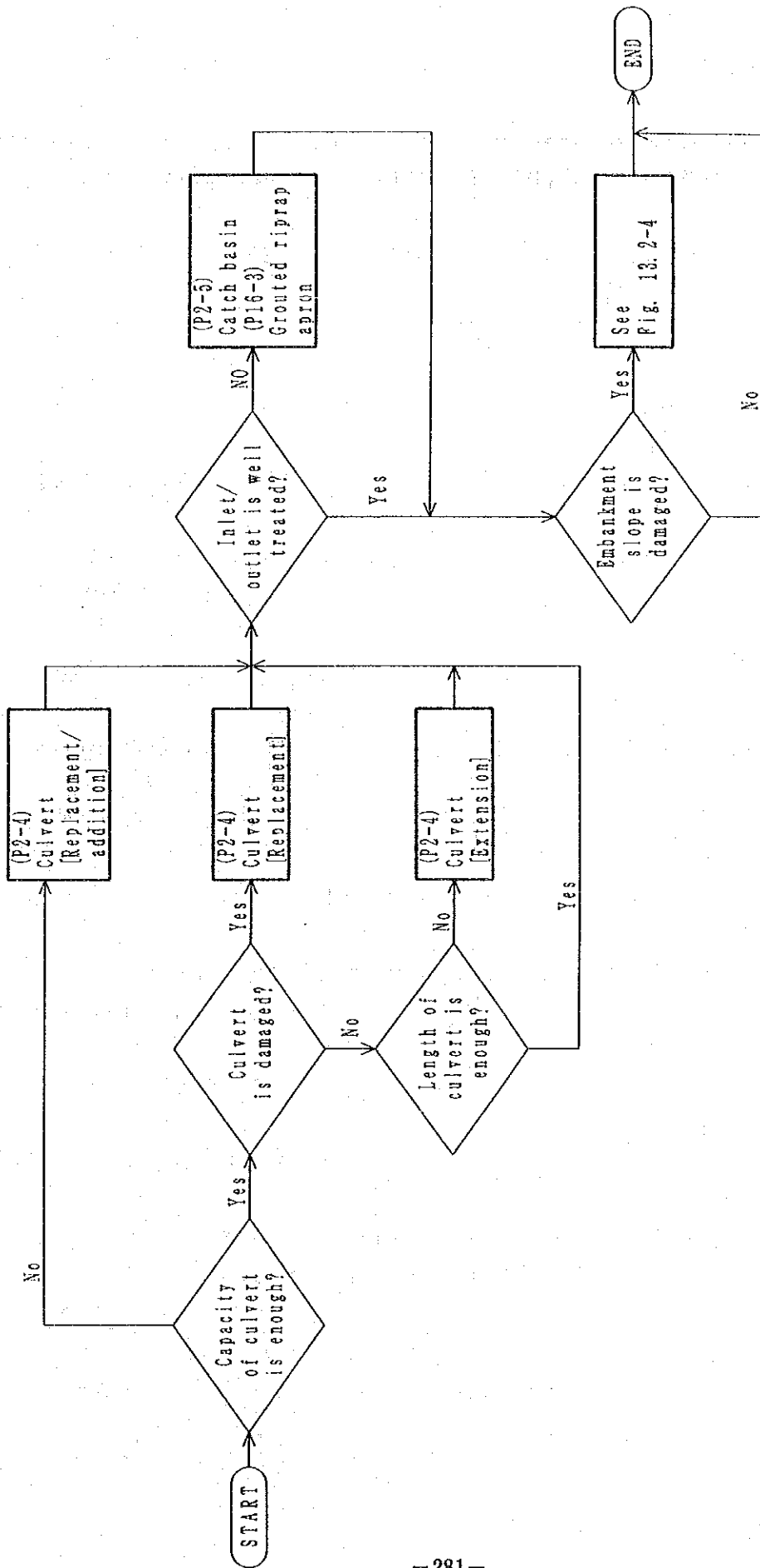


図 13.2-14 カルバートの損傷 (CLVD) に対する復旧工法選定のフローチャート

(16) 海岸擁壁の損傷 (SW-D)

海岸擁壁の損傷に対する本復旧工法は主に「(P6) 擁壁工」である。高さ、地質、施工条件などを考慮して、適切なタイプの擁壁を選定しなければならない。

第14章 選定スポットの概略設計

14.1 サンプルスポットの概略設計

概略設計は全ての選定スポットに対して、次のような手順で実施された。

技術調査

第10章で述べた技術調査により、現場の諸調査と災害原因の評価を行なった。

復旧工法の選定

応急復旧、本復旧の両復旧工法を、代替案も含めて、第13章に示す選定手順に従って、第12章に述べた工法の中から選定した。

選定された復旧工法の概略設計

Volume V の地方道路防災マニュアルに従って復旧工法の概略設計を行なった。

工費の概算

設計した復旧工法について概算工費を積算した。

災害のタイプ別に代表的サンプルスポットを1つずつ選び、それらについて概略設計の概要を以下に述べる。

14.1.1 切土法面崩壊 (C-F)

(1) スポット L-84 (レイテ)

位 置	Jct. Abuyog-Mahaplag道路から7.6 kmの地点
道 路 名	Tadoc-Southern Leyte道路
道路等級	Barangay道路
地質状況	風化の進んだ硬質粘土
水の状況	後背地からの流入がある。

(2) 災害の状況

山側斜面の土砂が延長30m、高さ12mに渡って崩壊した。道路は崩壊土砂によって部分的に覆われた。

(3) 災害の原因

切土法面の急勾配と表層土砂の浸食が崩壊の主原因である。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

提案された工法は次のとおりである。

Proposed Measures		Purpose
U1-1	Removal of Deposit Materials	To remove traffic obstruction

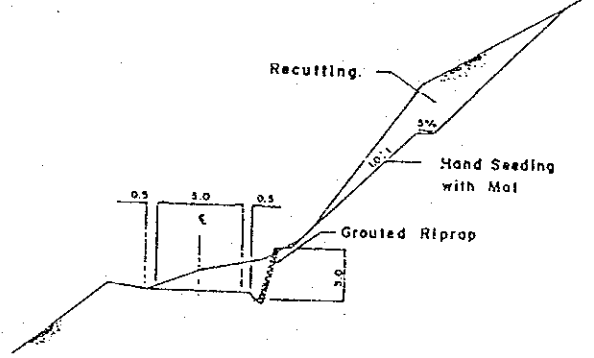
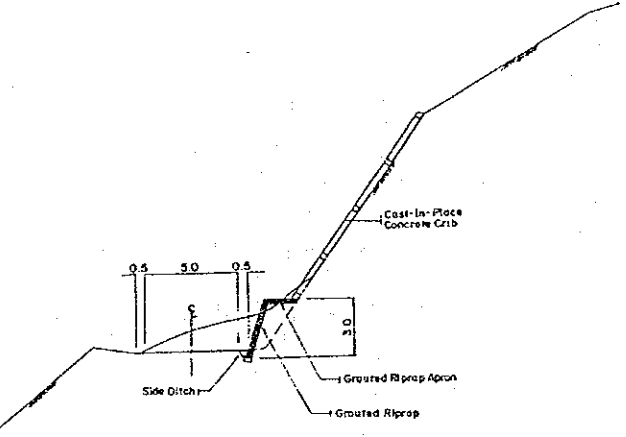
本復旧工法

1) 練石積み擁壁+植生工、2) 練石積み擁壁+コンクリート枠工の2案を提案し、図14.1-1に示すように、比較検討を行なった。その結果、経済性と周辺環境への影響を考慮して、1)を採用した。採用した工法を以下に示す。

Proposed Measures		P u r p o s e
P1-1	Recutting	To make the slope stable
P2-2	Side Ditch	To collect surface water coming from mountain side and thus prevent water from running directly on the surface of the road.
P4-2	Hand Seeding with Mat	To prevent the slope from erosion
P6-2	Grouted Riprap	To protect the slope toe

図 14.1-1 スポット L-84における復旧工法の比較

TYPE OF DISASTER : CUT SLOPE FAILURE
 PROVINCE AND SPOT NO: LEYTE, L-84

TYPE OF WORK AND ILLUSTRATION	ENGINEERING CHARACTERISTICS	CONSTRUCTION COST (P1,000)	CONSTRUCTION CHARACTERISTICS	ENVIRONMENTAL ASPECTS	REMARKS
<p>(1) Grouted Riprap and Vegetation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> The slope is stabilized by cutting to stable gradient and protected by vegetation. Maintenance is needed for vegetation growth. 	<p>Recutting $240\text{ m}^3 \times 50 = 14$ Grouted Riprap $34\text{ m}^3 \times 1,326 = 25$ Hand Seeding w/ Mat $290\text{ m}^2 \times 44 = 13$ Side Ditch $19\text{ m} \times 250 = 5$</p> <p>P57</p>	<ul style="list-style-type: none"> Special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 1 month and 1 lane is passable during construction. 	<ul style="list-style-type: none"> The vegetation conserves natural environment. 	<ul style="list-style-type: none"> Recommendable from the economic and environmental aspects.
<p>(2) Grouted Riprap and Concrete Crib</p> 	<ul style="list-style-type: none"> The slope is completely protected from erosion by concrete crib. 	<p>Concrete Crib $25\text{ m}^3 \times 2,238 = 78$ Reinforcing Steel Bars $300\text{ kg} \times 34 = 10$ Grouted Riprap $19\text{ m}^3 \times 1,326 = 25$ Grouted Riprap Apron $8\text{ m}^3 \times 1,326 = 11$ Side Ditch $19 \times 250 = 5$</p> <p>P129</p>	<ul style="list-style-type: none"> Construction of cast-in-place on steep slope needs time and many labors but special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 3 months and 1 lane is passable during construction 	<ul style="list-style-type: none"> Cast-in-place concrete harms natural view. 	<ul style="list-style-type: none"> Applicable.

14.1.2 盛土法面崩壊 (E-F)

(1) スポット B1-54 (ベンゲット)

位置	Kibunganの中心から23.4kmの地点
道路名	Kibungan-Kapangan 道路
道路等級	2級国道
地質状況	砂礫層
水の状況	表面水が斜面上を直接流れるが、特定の箇所には集中していない。

(2) 災害の状況

河沿いに盛土があり、その勾配は45°、道路幅は約7mである。頂部で幅2.5m、長さ16mの部分が滑り落ち、崩壊土砂は河床に堆積した。道路の山側に設けられた側溝は土砂で埋まっていた。

(3) 災害の原因

この地点は河床の堆積物によって、河幅が狭められており、その結果、水位が上昇し、流速が速くなっていて、盛土の浸食が促進された。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

提案された工法は次のとおりである。

Proposed Measures		Purpose
U1-4	Refilling/Embankment	To fill scoured portion of slope
U4-3	Wooden Fence	To retain refilled slope temporarily

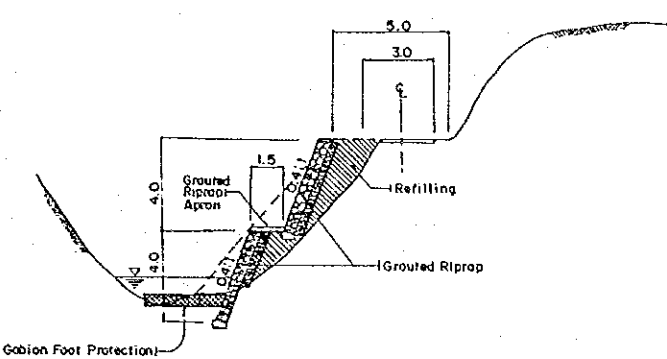
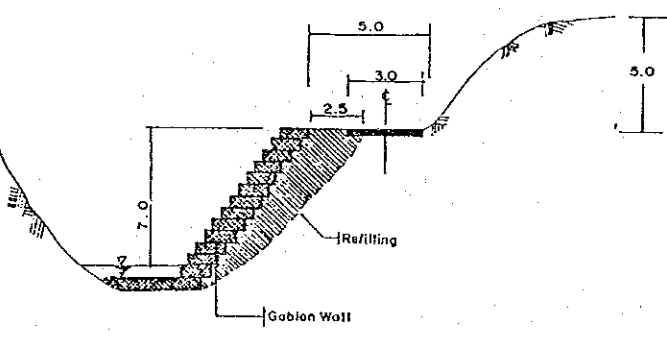
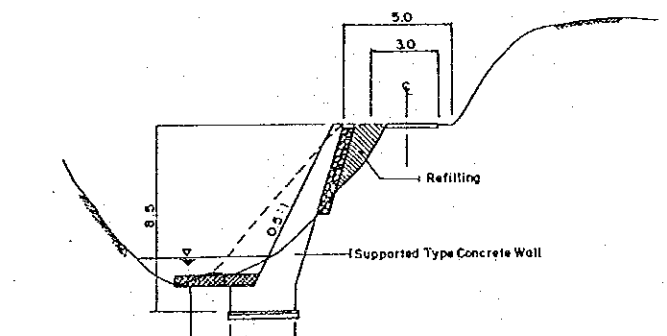
本復旧工法

1) 練石積み擁壁、2) 蛇籠擁壁、3) もたれ式コンクリート擁壁の3案を提案し、図14.1-2に示すように比較検討を行なった。技術的・経済的見地から、2)を選んだ。選ばれた工法は次のとおりである。

Proposed Measures		Purpose
P1-3	Refilling/Embankment	To fill scoured portion of slope
P6-9	Gabion Wall	To retain refilled slope and protect it from scour

図 14.1-2 スポット B t - 54における復旧工法の比較

TYPE OF DISASTER : EMBANKMENT SLOPE FAILURE
 PROVINCE AND SPOT NO.: BENGUET, Bt-54

TYPE OF WORK AND ILLUSTRATION	ENGINEERING CHARACTERISTICS	CONSTRUCTION COST (P1,000)	CONSTRUCTION CHARACTERISTICS	ENVIRONMENTAL ASPECTS	REMARKS
<p>(1) Grouted Riprap</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Grouted Riprap is weaker than Gabion Wall and Concrete Wall in strength of sustaining earth pressure. The foundation of Grouted Riprap of upper row is in the embankment it is questionable. 	<p>Excavation $48 \text{ m}^3 \times 90 = 4$ Grouted Riprap $72 \text{ m}^3 \times 1,326 = 95$ Grouted Riprap Apron $5 \text{ m}^3 \times 1,326 = 7$ Refilling $94 \text{ m}^3 \times 68 = 6$ Gabion Foot Protection $29 \text{ m}^3 \times 1,425 = 41$</p> <p style="text-align: right;">P153</p>	<ul style="list-style-type: none"> Special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 1 month. 		<ul style="list-style-type: none"> Not recommendable from the engineering aspect.
<p>(2) Gabion Wall</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Gabion is effective when there is seepage water from backfill. River is maintained to its original width. 	<p>Refilling $310 \text{ m}^3 \times 68 = 21$ Gabion Wall $154 \text{ m}^3 \times 1,425 = 219$ Permeance Mat $100 \text{ m}^2 \times 34 = 3$</p> <p style="text-align: right;">P243</p>	<ul style="list-style-type: none"> Special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 1.5 months. 		<ul style="list-style-type: none"> Recommendable from the engineering and economical aspects.
<p>(3) Supported Type Concrete Wall</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Durability and reliability is higher than the others. 	<p>Excavation $192 \text{ m}^3 \times 90 = 17$ Concrete Wall $230 \text{ m}^3 \times 2,942 = 677$ Refilling $43 \text{ m}^3 \times 68 = 3$ Gabion Foot Protection $29 \text{ m}^3 \times 1,425 = 41$</p> <p style="text-align: right;">P738</p>	<ul style="list-style-type: none"> Special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 2 months. 		<ul style="list-style-type: none"> Applicable.

14.1.3 落石 (FALL)

(1) スポット L-65 (レイテ)

位 置 Baybay道路のAlbuera Jct. から3.3 kmの地点
道 路 名 Albuera-Burauen 道路
道路等級 2級国道
地質状況 基岩は凝灰角礫岩であるが表面は風化が進んでいる。
水の状況 後背地からの表面水がある。

(2) 災害の状況

落石は台風Ruping (1990年11月12日) によって発生した。被害箇所は高さ25m、延長34mで、切土法面は垂直またはオーバーハングしている。

(3) 災害の原因

オーバーハングしている斜面上の風化岩が豪雨時の浸透水によって基岩から遊離して落下した。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

提案された工法は次のとおりである。

Proposed Measures		Purpose
U1-1	Removal of Deposit Materials	To remove traffic obstruction
U1-2	Removal of Unstable Materials	To prevent temporarily recurrence of rock fall

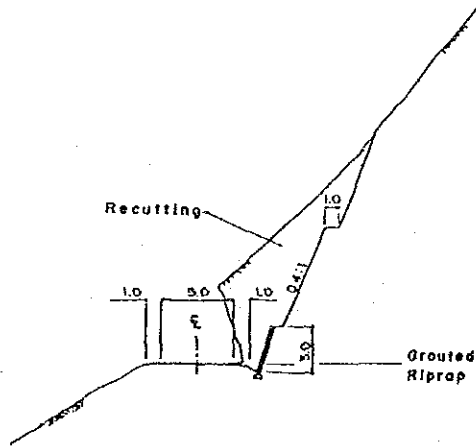
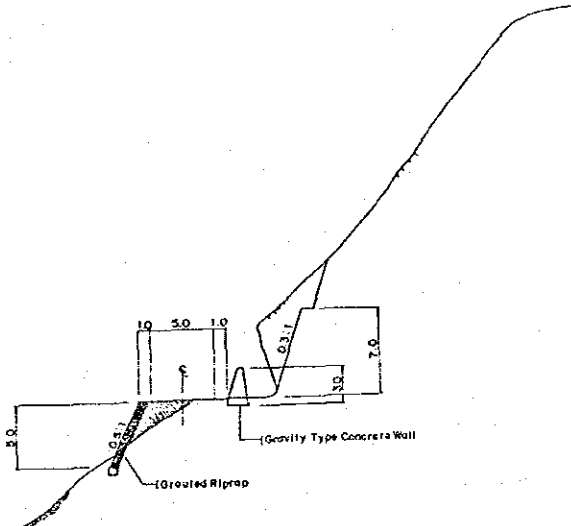
本復旧工法

1) 斜面の切直し+練石積み擁壁、2) 道路線形変更+待ち受け擁壁の2案を提案し、図14.1-3に示すように比較検討を行なった。主として経済性より1)が選択された。選択された工法を以下に示す。

Proposed Measures		Purpose
P1-1	Recutting	To stabilize the slope
P2-2	Side Ditch	To prevent surface water from running on road surface
P6-2	Grouted Riprap	To protect the slope toe

図 14.1-3 スポット L-65における復旧工法の比較

TYPE OF DISASTER: FALL
 PROVINCE AND SPOT NO.: LEYTE, L-65

TYPE OF WORK AND ILLUSTRATION	ENGINEERING CHARACTERISTICS	CONSTRUCTION COST (P1,000)	CONSTRUCTION CHARACTERISTICS	ENVIRONMENTAL ASPECTS	REMARKS
<p>(1) Recutting and Grouted Riprap</p> 	<ul style="list-style-type: none"> The slope is stabilized to a degree of little possibility of recurrence of disaster. 	<p>Recutting $1,440\text{m}^3 \times 359 = 409$ Side Ditch $34\text{ m} \times 250 = 9$ Grouted Riprap $34\text{ m} \times 1,326 = 45$ P463</p>	<ul style="list-style-type: none"> Special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 3 months. During the recutting work (dynamite blasting), road is temporarily closed to traffic. 		<ul style="list-style-type: none"> Recommendable to economical reason.
<p>(2) Realignment and Catch Wall</p> 	<ul style="list-style-type: none"> There is a possibility of surface failure at the upper part of slope. However, fallen rocks will be checked by the catch wall. Maintenance will be needed for removing the debris accumulating on the back of the catch wall. 	<p>Recutting $360\text{ m}^3 \times 359 = 129$ Concrete Wall $112\text{ m}^3 \times 2,240 = 251$ Grouted Riprap $119\text{ m}^3 \times 1,326 = 158$ Refilling $183\text{ m}^3 \times 68 = 12$ Gravel Surfacing $24\text{ m}^3 \times 316 = 8$ P558</p>	<ul style="list-style-type: none"> Special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 4 months. During the recutting work (dynamite blasting), road is temporarily closed to traffic, but in shorter period than the above scheme. 		<ul style="list-style-type: none"> Applicable.

14.1.4 地すべり (L-SL)

(1) スポット L-47 (レイテ)

位 置 993 kmのキロポストから0.9 kmの地点
道 路 名 Bay bay-Jct. Mahaplag道路
道 路 等 級 2級国道
地 質 状 況 柔らかい粘土
水 の 状 況 後背地から表面水および浸透水がある。

(2) 災害の状況

道路の山側斜面において、路面から高さ約10mの位置に、長さ約40mにわたり、地すべりの形跡を示す0.5 m～1.0 mの段差が見られる。山側の側溝は滑動して損傷し、土砂に詰まっている。

(3) 災害の原因

道路建設時に行なわれた切土が斜面の安定性を損なう原因となっており、豪雨時の地下水位の上昇によって土のせん断力が減少し、地すべりが起った。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

提案された工法は次のとおりである。

	Proposed Measures	Purpose
U1-1	Removal of Deposit Material	To remove traffic obstruction
U2-2	Temporary Side Ditch	To prevent rain water from running on the road surface

本復旧工法

滑り土塊の部分的除去、地下排水、および、滑りに対する抵抗力を増すための法尻の防護を含む斜面安定工法を当スポットの復旧工法として提案した。提案した復旧工法は次の工種を含んでいる（図14.1-4参照）。

Proposed Measures		Purpose
P1-1	Recutting	To remove partially sliding mass
P1-3	Refilling/Embankment	To repair shoulder along valley side
P2-2	Side Ditch	To prevent water from running on road surface
P3-2	Horizontal Drain Hole	To drain groundwater and thus lower its level
P4-2	Hand Seeding w/Mat	To protect slope from erosion
P16-2	Gabion Foot Protection	To increase resisting force against sliding movement

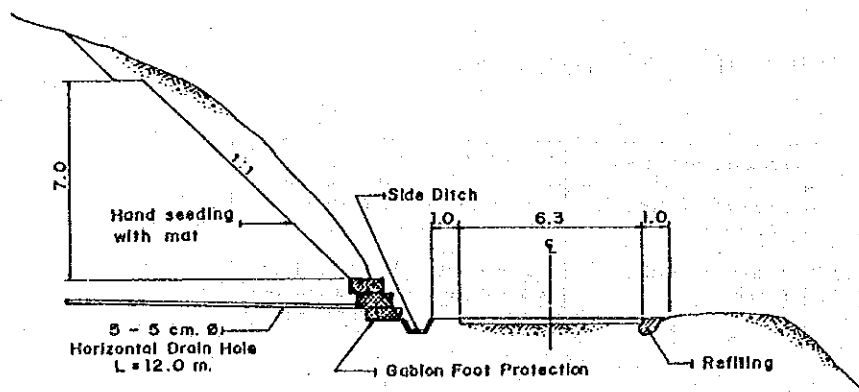


図14.1-4 スポット L-47の本復旧工法

14.1.5 土石流 (D-F L)

(1) スポット B1-39 (ベンゲット)

位 置 Kapangan庁舎から15.2kmの地点
道 路 名 Kapangan-Acop 道路
道路等級 2級国道
地質状況 閃緑岩
水の状況 山側からの雨水が集中する。

(2) 災害の状況

上流からの流水によって運ばれた岩が、長さ約40m、幅約16mに渡って峡谷の河床に堆積している。堆積している岩は豪雨時にしばしば道路上に流出する。道路の谷側を防護している練石積みは、路面から直接流入する表面水によって浸食されている。

(3) 災害の原因

土石流は豪雨時の流水の力によって発生する。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

Proposed Measures		Purpose
U1-1	Removal of Deposit Materials	To remove traffic obstruction

本復旧工法

土石流に対する待ち受け擁壁、表面水の排水工、谷側法面の防護工を当スポットの復旧工法として提案した。提案した復旧工法を以下に示す(図14.1-5参照)。

Proposed Measures		Purpose
P6-2	Grouted Riprap	To protect the slope on valley side of the road
P8-2	Catch Gabion Wall	To catch debris and to control flow of debris
P16-3	Grouted Riprap Apron	To protect the foundation of grouted riprap from scour
P18-1	Concrete Spillway	To regulate the flow of surface water and to protect road surface

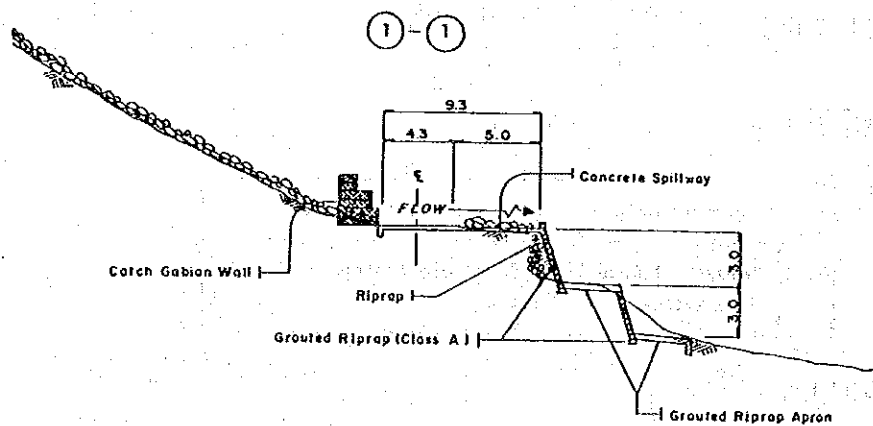


図14.1-5 スポット Bt-39 の本復旧工法

14.1.6 路体の洗掘・流失 (R d - D)

(1) スポット Bl-2 (ベンゲット)

位 置 Ilogonから0.3 kmの地点
道 路 名 Ilogon-Balatok道路
道路等級 2級国道
地質状況 斜面の基岩は石英安山岩
水の状況 道路は川沿いに位置している。

(2) 災害の状況

1990年7月の地震とそれに続く台風による洪水で、路体が全長約300 mにわたり完全に流失した。道路は完全に寸断されたが、洪水敷上に迂回路が設けられている。

(3) 災害の原因

地震による斜面の損傷と、洪水による洗掘作用が流失の原因である。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法は

短期間に完成させる適当な工法がないため、応急復旧工法は提案しなかった。

本復旧工法

盛土で路体を構築し、蛇籠擁壁でそれを支持する構造を提案した。蛇籠を選んだ理由は、水の浸食作用に強いこと、河床に石が豊富にあること、コンクリート擁壁よりも経済的であることなどである。提案した復旧工法は次に示す工種を含んでいる(図14.1-6参照)。

Proposed Measures		Purpose
P1-3	Refilling/Embankment	To fill washed-out section
P6-9	Gabion Wall	To retain embankment
P19-1	Gravel Surfacing	To surface the road

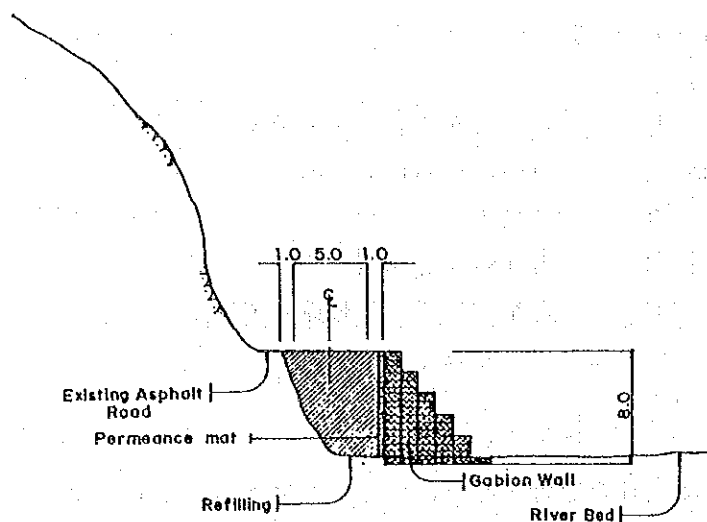


図14.1-6 スポット Bt-2 の復旧工法

14.1.7 冠水・泥ねい路面 (FM-Rd)

(1) スポット Bs-14 (バタンガス)

位置	Mabini Jct. から Malimatok に向って 3.8 km の地点
道路名	Mabini Jct. - Anilao-Solo 道路
道路等級	2 級国道
地質状況	基層は安山岩の卓越する火山岩。
水の状況	後背地から表面水が流入する。

(2) 災害の状況

直径 0.61m のパイプカルバートが道路の最も低い個所から 42m 離れた位置に設置されている。カルバートの入口には石やその他の堆積物がたまっていて、雨水の流出容量を不十分なものとしている。また、側溝がないため、表面水が道路上を直接流れ、雨季には路面が泥ねい化する。

(3) 災害の原因

表面水の不適切な処理が路面の泥ねい化の原因である。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

提案した復旧工法は次のとおりである。

Proposed Measures		Purpose
U2-2	Temporary Side Ditch	To prevent water from running on road surface
U7-1	Gravel Surfacing	To improve road surface condition

本復旧工法

提案した復旧工法は次の工事から成る（図14.1-7参照）。

Proposed Measures		Purpose
P2-2	Side Ditch	To prevent water from running on road surface
P2-5	Catch Basin	To prevent the entrance of culvert from clogging
P6-6	Supported Type Concrete Wall	To protect the existing riprap from erosion
P6-9	Gabion Wall	To protect outlet portion of culvert
P16-3	Grouted Riprap Apron	To protect outlet portion of culvert
P18-1	Concrete Spillway	To regulate the flow of surface water and to protect road surface

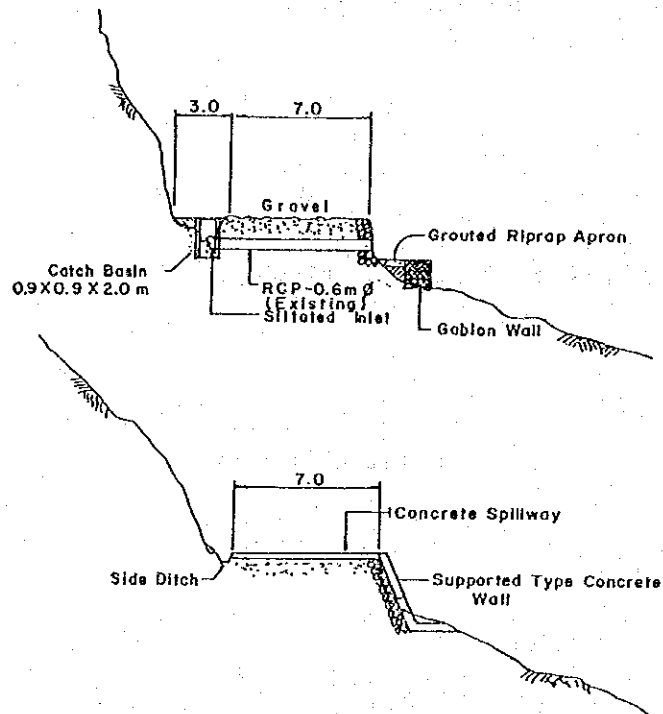


図14.1-7 スポット Bs-14 の本復旧工法

4.1.8 永久橋・仮橋の流失 (P B r - W, T B r - W)

(1) スポット Bs-62 (バタンガス)

位置 Tipas Jct. から Candelaria に向って 2.8 km の地点
 道路名 Tipas Jct. - Pinagbayanan 道路
 道路等級 Provincial 道路
 地質状況 火山性凝灰岩の上に沖積土が堆積している。
 水の状況 河道の不安定な沖積河川。

(2) 災害の状況

当スポットの周辺は低い平坦地で、広大な集水地域からの水はこの地域を通過して排水されており、豪雨の時この地域はしばしば水没する。洪水水位が路面から 1.5 m の高さに達することもある。橋長 9.0 m のベイリー橋が、Tipas 側の橋台とともに、1990年の洪水によって流失した。また河床が橋の上下流とも Tipas 側に拡大しており、アプローチ部分が流失の危険にさらされている。

(3) 災害の原因

洪水時の橋梁の水没が災害の原因である。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

短期間に建設できる仮橋として、ベイリー橋と H パイルベントの下部工を提案した。

Proposed Measures		Purpose
U6-1	H-Pile Bent	To serve as substructure of bridge
U6-2	Bailey Bridge	To serve as superstructure of bridge

本復旧工法

本復旧工法を提案するにあたり、下記の点を考慮した。

- ・水没から橋梁を守るために橋梁の計画高を上げる
- ・水路に侵入しないように1スパンを追加する。さもないと、橋梁部で河幅が縮小するため、上流側の水位が上昇し、流速が速くなり、アプローチ部の浸食をもたらす。
- ・河岸を防護する。

提案した本復旧工法は次のとおりである（図14.1-8参照）。

Proposed Measures		Purpose
P1-3	Refilling/Embankment	To elevate approaches of the bridge
P6-2	Grouted Riprap	To protect river bank
P15-1	Concrete Bridge	To provide permanent river crossing structure
P16-2	Gabion Foot Protection	To protect foot of grouted riprap from scour
P19-1	Gravel Surfacing	To surface the approaches of the bridge

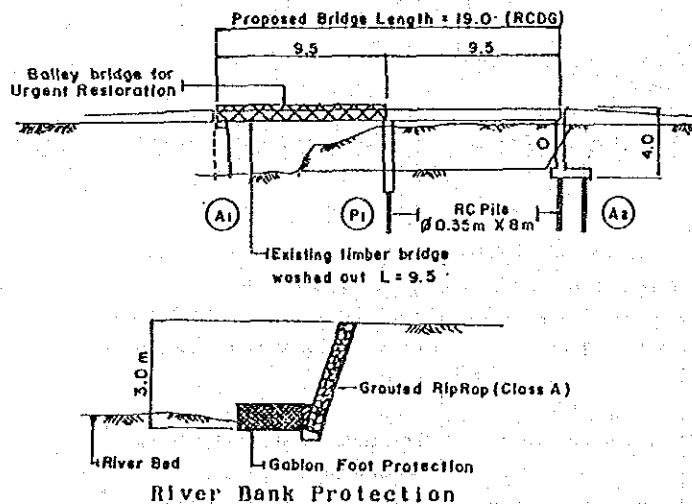


図 14.1-8 スポット Bs-62 の本復旧工法

14.1.9 永久橋・仮橋のアプローチの流失 (P B r - A, T B r - A)

(1) スポット Bs-33 (バタンガス)

位 置 Daglan Jct. からTaysanに向って18.5kmの地点
道 路 名 Daglan Jct. -Lobo道路
道路等級 2級国道
地質状況 沖積土の堆積、河床は砂でおおわれている。
水の状況 河道の不安定な沖積河川。

(2) 災害の状況

Lobo橋は全長 124m、8 スパンのRCDG橋で、1984年に建設された。その後、Lobo川の蛇行によって1986年頃からMalabrigo 側の河岸の浸食が始り、1988年1月に台風 Sisangが来襲した時、河岸が幅約 160m流失した。橋梁自体は健在であるが、アプローチが流失しているため、不通となっている。現在、乾季には、わずかの車輛が浅瀬を渡っている。

(3) 災害の原因

蛇行河川で、河道がシフトしたことが災害の原因となった。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

短期間に建設できる仮橋として、ベイリー橋とHパイルベントの下部工を提案した。

Proposed Measures		P u r p o s e
U6-2	H-Pile Bent	To serve as substructure of bridge
U6-3	Bailey Bridge	To serve as superstructure of bridge

本復旧工法

Malabrigo 側の河岸はさらに浸食される危険が続いている。したがって、橋梁を延長して兩岸を結合するだけでなく、河岸の浸食に対する防護工が必要である。このスポットで提案した本復旧工法は次のとおりである（図14.1-9参照）。

Proposed Measures		Purpose
P6-9	Gabion Wall	To protect bank from erosion
P15-1	Concrete Bridge	To cross the shifted main channel
P17-2	Gabion Spurdike	To control movement of stream

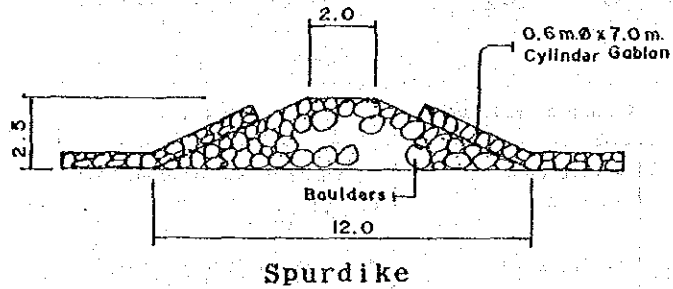
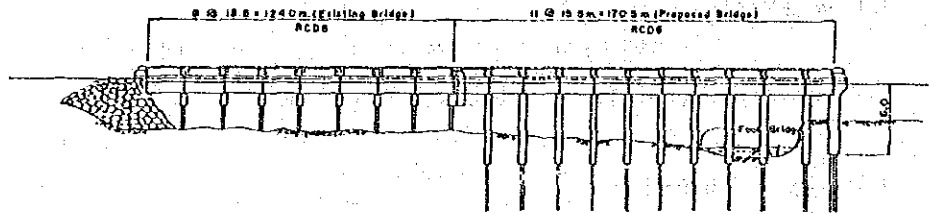


図 14.1-9 スポット Bs-33 の本復旧工法

14.1.10 永久橋・仮橋のその他の損傷 (P B r - D, T B r - D)

(1) スポット Bs-6 (バタンガス)

位 置 Jct. Calacaから町の中心に向かって4.3 kmの地点
道 路 名 Calaca-Mahayahay Jct. 道路
道路等級 2級国道
地質状況 表層は砂、下部は凝灰岩および角礫岩
水の状況 洪水敷は幅30m、主要流水幅は10m

(2) 災害の状況

Sinisian橋は全長36m、3スパンのRCDG橋で1983年に建設された。最初に河床の洗掘が報告されたのは1985年で、現在の河床は橋脚のフーチング下面より1.5 m～2.0 m下にあり、杭が露出している。橋台は蛇籠で防護されているが、河床の低下に伴って沈下している。

(3) 災害の原因

約100 m下流で砂と砂利の採取が行なわれており、河床洗掘の原因となっている。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

現在、交通に支障はないので、次に示す橋台の防護工を除いて、応急復旧は提案しなかった。

Proposed Measures		Purpose
U5-1	Gabion Foot Protection	To protect slope at the abutment from erosion

本復旧工法

以下の3案を提案し、図14.1-10に示すように、比較検討を行なった。

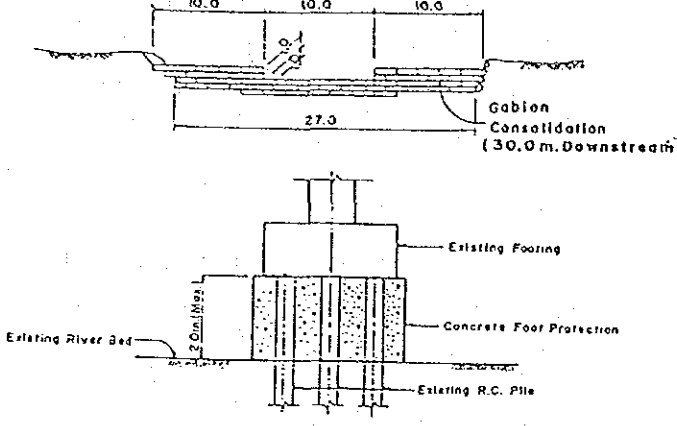
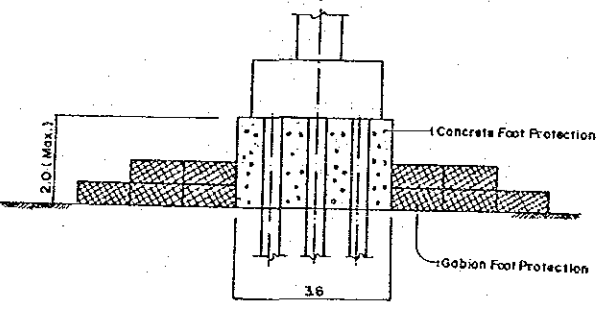
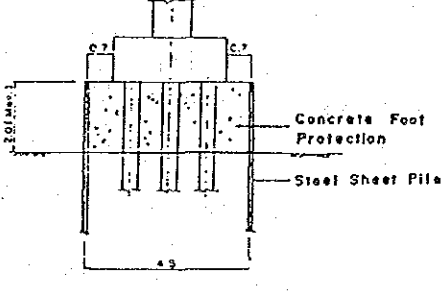
- 杭周辺のコンクリート基礎防護工+下流側の蛇籠床止め工
- 杭周辺のコンクリート基礎防護工、さらに周囲を蛇籠で防護
- 周囲をシートパイルで防護したコンクリート基礎防護工

技術的・経済性的観点から第1番目の案が選択された。提案した復旧工法は次のとおりである。

Proposed Measures		Purpose
P14-2	Gabion Consolidation	To recover scoured river bed
P16-1	Concrete Foot Protection	To protect exposed piles

図 14.1-10 スポット Bs-6 における復旧工法の比較

TYPE OF DISASTER: PERMANENT BRIDGE OTHER DAMAGE
 PROVINCE AND SPOT NO.: BATANGAS, Bs-6

TYPE OF WORK AND ILLUSTRATION	ENGINEERING CHARACTERISTICS	CONSTRUCTION COST (¥1,000)	CONSTRUCTION CHARACTERISTICS	ENVIRONMENTAL ASPECTS	REMARKS
<p>(1) Concrete Foot Protection and Gabion Consolidation</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Gabion consolidation is to place gabions on the present riverbed at down stream of the structure and to expect natural sediment up to the original level. 	<p>Gabion Consolidation $114\text{m}^3 \times 1,425 = 162$ Concrete Foot Protection $65\text{m}^3 \times 2,942 = 191$ ¥353</p>	<ul style="list-style-type: none"> Special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 2 months. 		<ul style="list-style-type: none"> Recommendable for economic reason.
<p>(2) Concrete Foot Protection with Gabion</p> 	<ul style="list-style-type: none"> There is possibility of submerge of Gabion Foot Protection due to scouring of the river bed. 	<p>Conc. Foot Protection $65\text{m}^3 \times 2,942 = 191$ Gabion Foot Protection $206\text{m}^3 \times 1,425 = 294$ ¥485</p>	<ul style="list-style-type: none"> Special equipment and expertise are not necessary. Construction period is about 3 months. 		<ul style="list-style-type: none"> Applicable.
<p>(3) Concrete Foot Protection with Steel Sheet Pile</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Even if the riverbed is further scoured, the sheet pile affords stability. 	<p>Concrete Foot Protection $100\text{m}^3 \times 2,942 = 294$ Steel Sheet Pile $18\text{T} \times 34,200 = 616$ ¥910</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sheet piles must be driven from above the bridge because of short height of the bridge, causing traffic disturbance. Automatic pile hammer is necessary. Construction period is about 6 months. 		<ul style="list-style-type: none"> Not recommendable because of high cost and difficulty in construction.

14.1.11 スピルウェイの損傷 (SPW-D)

(1) スポット L-90 (レイテ)

位 置	Kananga の中心から1.5 kmの地点
道 路 名	Jct. Kananga-Tagaytay道路
道路等級	Provincial道路
地質状況	砂および砂利
水の状況	河道の不安定な沖積河川で、主要水路幅30m。

(2) 災害の状況

損傷したスピルウェイは、河川の曲線部の下流約20mの位置にあり、長さ30m、幅4mで、7本のパイプカルバートが設置されている。1990年11月の台風Rupingによって、両側のアプローチがそれぞれ約10~15mにわたって流失した。その時の洪水水位は路面から1.0mの高さに達している。スピルウェイ自体は健全であるが、アプローチが流失しているため、交通は完全にストップしている。

(3) 災害の原因

洪水による河岸の浸食がアプローチ流失の原因である。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

次の工法が提案された。それらは後に本復旧工法の一部として利用できる。

Proposed Measures		Purpose
U1-5	Selected Material Fill	To provide the stream crossing
U4-2	Gabion Wall	To protect the fill from erosion

本復旧工法

応急復旧として建設されるアプローチを防護することによって、本復旧となる。本復旧は以下の工種を含んでいる（図14.1-11 参照）。

Proposed Measures		Purpose
P2-4	Culvert R.C.P.C. 0.6 m	To provide the smooth water flow during the high flow
P6-6	Supported Type Concrete Wall	To provide permanent protection of the approach road constructed as urgent measures
P16-2	Gabion Foot Protection	To protect the upstream side river bank
P19-3	Concrete Pavement	To provide permanent surfacing

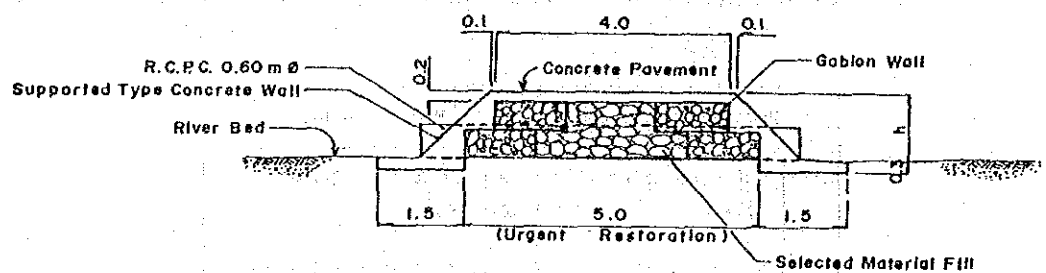


図 14.1-11 スポット L-90 の本復旧工法

14.1.12 カルバートの損傷 (CLV-D)

(1) スポット L-13 (レイテ)

位置 Matag-obの中心から8.8 kmの地点
 道路名 Matag-ob-Palompon 道路
 道路等級 2級国道
 地質状況 砂岩、礫質土
 水の状況 後背地からの水が集中する。

(2) 災害の状況

直径0.61mのパイプカルバートが山岳地の道路の曲線部に設置されている。のみ口は堆積物によって部分的に詰まっている。谷側の斜面は防護工がなく、長さ約10m、幅約2mの部分が崩壊している。

(3) 災害の原因

カルバートの容量が不足しており、さらに、のみ口に堆積物がたまっているため、オーバーフローした水が裸斜面に直接流れ、その結果、斜面が浸食されて崩壊が起った。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

提案した復旧工法は次の工種から成る。

Proposed Measures		Purpose
U1-4	Refilling	To fill eroded portion of slope on valley side
U3-1	Sheet Covering	To prevent surface water from running directly on sand bag covering
U3-2	Sand Bag Covering	To protect fill surface
U4-3	Wooden Fence	To support temporarily fill material and sand bag

本復旧工法

次に示す工法を提案した（図14.1-12 参照）。

Proposed Measures		Purpose
P2-1	Slope Ditch	To provide waterway along mountain slope thus protect slope surface from erosion
P2-4	RCPC, 0.610 m in diameter	To extend the existing pipe culvert beyond the surface of slope
P2-5	Catch Basin	To connect slope ditch with pipe culvert reducing the energy of running water
P6-2	Grouted Riprap	To protect slope on valley side
P16-3	Grouted Riprap Apron	To protect foundation of grouted riprap from scour

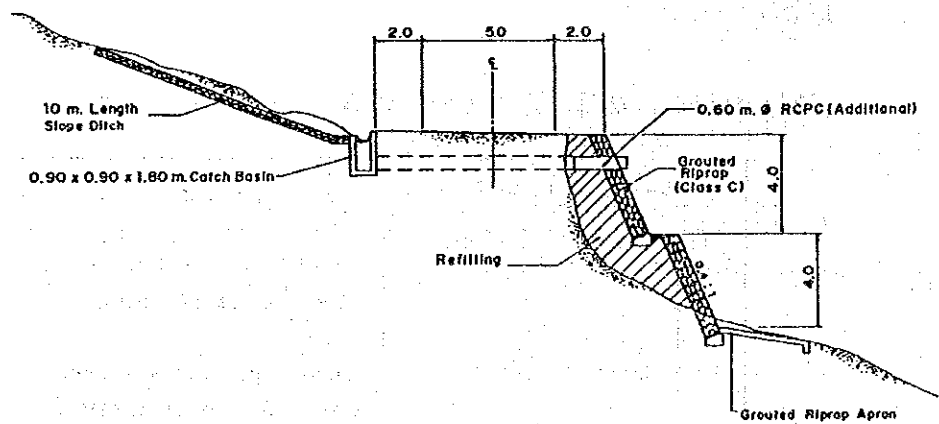


図 14.1-12 スポット L-13 の本復旧工法

14.1.13 海岸擁壁の損傷 (SW-D)

(1) スポット Bs-51 (バタンガス)

位 置 Banoyo Jct. から Baguilava へ向って 0.65km の地点
道 路 名 Banoyo Jct. - San Luis Jct. 道路
道路等級 Provincial 道路
地質状況 粘土、シルト、砂、砂利と石灰岩の破片
水の状況 波の影響を受ける。

(2) 災害の状況

高さ 2.1 m、長さ 200 m の擁壁が 1970 年代初頭に建設され、その後、1987 年に練石積みで再建された。この擁壁は、1988 年 11 月の台風で、北側 42 m が全壊、南側 18 m ず半壊した。

(3) 災害の原因

波の衝撃力による。

(4) 提案した復旧工法

応急復旧工法

次の工法を提案した。

Proposed Measures		Purpose
U1-4	Refilling	To fill washed-out portion
U3-2	Sand Bag Covering	To protect fill surface
U4-3	Wooden Fence	To support temporarily fill material and sand bag

本復旧工法

次の工法を提案した（図14.1-13 参照）。

Proposed Measures		Purpose
P6-5	Gravity Type Concrete Wall (With Ladder Foundation)	To retain embankment protecting it from erosion by seawave

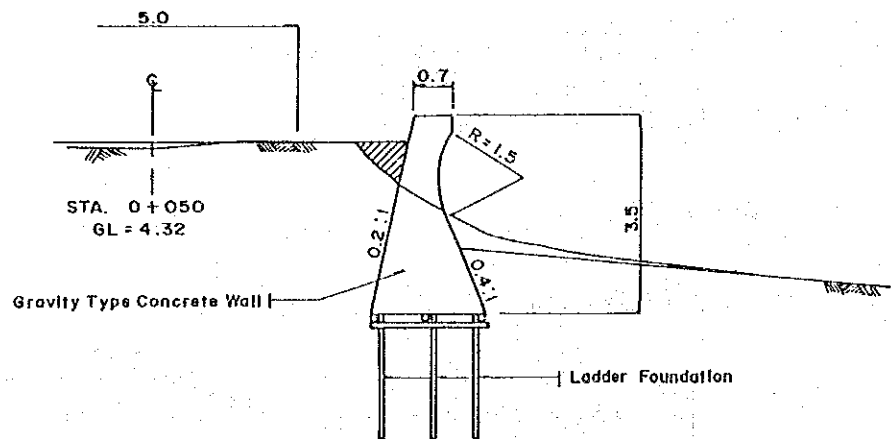


図 14.1-13 スポット Bs-51 の本復旧工法

14.2 全選定スポットの概略設計

第14.1章に例示したように、全選定スポットについて概略設計を実施した。概略設計は、次のスポットを除いて、応急復旧と本復旧の両工法について行った。

- スポット B1-2 (ベンゲット)、路体の洗掘・流失

このスポットでは、道路が延長300 mに渡って完全に流失している。現在、交通は完全にストップしているが、迂回路がある。このようなスポットについては、本復旧が実施される前に短期間で完成する適切な応急復旧がなく、直ちに本復旧を実施するほうが現実的である。以上の観点から、応急復旧工法は提案しなかった。

- スポット Bs-48 (バタンガス)、永久橋のその他の損傷

橋脚の基礎杭が河床の洗掘によって露出している。洗掘は今だ継続しているが、現在のところ、交通に支障は全然ない。このような場合、直ちに本復旧を実施することが望ましい。したがって、応急復旧工法は提案しなかった。

- スポット Bs-53 (バタンガス)、冠水・泥ねい路面

このスポットはしばしば氾濫し、雨季には常に泥ねい化している。その主原因は、路面が隣接地より低いことにある。このスポットに対しては、路面高を上げる以外に適当な方法がなく、これは、本復旧のカテゴリーに入る。したがって、このスポットでは、応急復旧対策はない。

- スポット L-4 (レイテ)、仮橋の流失

このスポットでは、ベイリー橋の建設が提案されている。ベイリー橋の建設は応急復旧であるが、それによってすでにオリジナルコンディションに修復されたことになる。ベイリー橋を後に永久橋に架け替えることが考えられるが、このスポットでは交通需要が少ないため、経済的にフィージブルではない。したがって、このスポットでは、応急復旧のみを提案し、本復旧は提案しなかった。

- スポット L-6 (レイテ)、仮橋の流失

スポット L-4と同じ。

各スポットの概略設計はVolume IV, 図面集に示されている。各スポットに適用された工法の一覧表を表14.2-1に示す。

災害の種類別の主な復旧工法を表14.2-2に示す。

図 14.2-1 各スポットに適用された復旧工法

TYPE OF RESTORATION MEASURE	C - F		E - F		FALL	L - SL		D - FL		Rd-D	FM-Rd		PBR-W/ TBR-W		PBR-A/ TBR-A		PBR-D/ SPW-D		CLV - D	SW-D	
	1	2	1	2		1	2	1	2		1	2	1	2	1	2	1	2			1
U1-1 Removal of Deposit Materials																					
U1-2 Removal of Unstable Materials																					
U1-4 Refilling / Embankment																					
U1-5 Selected Material Fill																					
U2-2 Temporary Side Ditch																					
U3-1 Sheet Covering																					
U3-2 Sand Bag Covering																					
U4-1 Sand Bag Wall																					
U4-2 Gabion Wall																					
U4-3 Wooden Fence																					
U5-1 Gabion Foot Protection																					
U6-2 H - Pile Bent																					
U6-3 Bailey Bridge																					
U7-1 Gravel Surfacing																					
P1-1 Recutting																					
P1-3 Refilling / Embankment																					
P1-4 Counterweight Fill																					
P2-1 Slope Ditch																					
P2-2 Side Ditch																					
P2-3 Water Channel																					
P2-4 Culvert																					
P2-5 Catch Basin																					
P3-2 Horizontal Drain Hole																					
P4-2 Hand Seeding with Mat																					
P4-6 Pick Hole Seeding																					
P4-8 Wattling																					
P5-3 Stone Pitching																					
P6-2 Grouted Riprap																					
P6-4 Gravity Type Stone Masonry																					
P6-5 Gravity Type Concrete Wall																					
P6-6 Supported Type Concrete Wall																					
P6-9 Gabion Wall																					
P6-10 Sheet Pile Wall																					
P8-2 Catch Gabion Wall																					
P14-2 Gabion Consolidation																					
P15-1 Concrete Bridge																					
P16-1 Concrete Foot Protection																					
P16-2 Gabion Foot Protection																					
P16-3 Grouted Riprap Apron																					
P17-2 Gabion Spurlock																					
P18-1 Concrete Spillway																					
P19-1 Gravel Surfacing																					
P19-2 Bituminous Pavement																					
P19-3 Concrete Pavement																					

表14.2-2 主な復旧工法

Type of Disaster	Urgent Measures	Permanent Measures
C-F (Cut Slope Failure)	U1-1: Removal of Deposit Materials	P1-1: Recutting P4 : Slope Protection by Vegetation P6-2: Grouted Riprap
E-F (Embankment Slope Failure)	U1-4: Refilling/Embankment U3-1: Sheet Covering, or U3-2: Sand Bag Covering U4-3: Wooden Fence	P1-3: Refilling/Embankment P6-2: Grouted Riprap
FALL (Rock Fall/Debris Fall)	U1-1: Removal of Deposit Materials U1-2: Removal of Unstable Materials	P1-1: Recutting P6-2: Grouted Riprap, or P8-2: Catch Gabion Wall
L-SL (Landslide)	U1-1: Removal of Deposit Materials	P3-2: Horizontal Drain Hole P16-2: Gabion Foot Protection
D-FL (Debris Flow)	U1-1: Removal of Deposit Materials	P8-2: Catch Gabion Wall, or P15-1: Concrete Bridge
Rd-D (Scour/Washout of Roadbed)	U1-4: Refilling/Embankment U3-2: Sand Bag Covering	P6-2: Grouted Riprap
FH-Rd (Flooded/Muddy Road Surface)	U2-2: Temporary Side Ditch U7-1: Gravel Surfacing	P2 : Surface Drainage P19-1: Gravel Surfacing
PBr-W/TBr-W (Permanent/Temporary Bridge Washout)	U6-2: H-Pile Bent U6-3: Bailey Bridge	P15-1: Concrete Bridge, or None
PBr-A/TBr-A (Permanent/Temporary Bridge Approach Washout)	U6-3: Bailey Bridge	P6-2: Grouted Riprap P15-1: Concrete Bridge
PBr-D/TBr-D (Permanent/Temporary Bridge Other Damage)	None	P16-1: Concrete Foot Protection
SPW-D (Spillway Damage)	U1-5: Selected Material Fill U4-2: Gabion Wall	P6-6: Supported Type Concrete Wall P19-3: Concrete Pavement
CLV-D (Culvert Damage)	U1-4: Refilling/Embankment U3-1: Sheet Covering U3-2: Sand Bag Covering U4-1: Sand Bag Wall	P2 : Surface Drainage P6-2: Grouted Riprap
SW-D (Seawall Damage)	U4-3: Wooden Fence	U6-4: Gravity Type Stone Masonry, or U6-5: Gravity Type Concrete Wall

14.3 工費の積算

(1) 機械、材料、労務費

機械、材料、労務費のデータはAssociated Construction Equipment Lessors, Inc. (ACEL)、DPWHのPrice Monitoring Section、および、調査団による市場価格調査から得られた。収集したデータに基づき、1991年の単価を表14.3-1～14.3-3に示すように設定した。

(2) 単価解析

機械、材料、労務単価に基づいて、単価解析を行ない、表14.3-4に示すように工種別単価を求めた。単価解析はAppendix 14-1 に示す。

ベイリー橋のコストについての注

H杭 (U6-2) とベイリー橋 (U6-3) のコストは償却費ベースで算出した。それらは、本復旧が完成するまでの期間にだけ用いられ、その後、他の場所で再使用されると考えられるからである。ただし、スポット L-4と L-6では、本復旧が提案されず、したがって、H杭とベイリー橋は長期間使用されると考えられるので、100%の材料価格に基づいてコストを求めた。

(3) 建設費

提案した復旧工法の建設費をスポット毎に計算し、結果を表14.3-5にまとめた。積算の詳細をAppendix 14-2 に示す。

表14.3-1 建設機械の時間単価

Unit: Pesos at June 1991 Prices

Construction Equipment	Hourly Cost	Component (%)		
		F	L	T
Wheel Loader, 80 HP	452.70	67	20	13
Motorized Grader, 175 HP	445.60	67	20	13
Tractor Crawler with Dozer, 200 HP	1,075.10	67	20	13
Backhoe Crawler, 100 HP	702.10	67	19	14
Bulldozer, 200 HP	1,075.10	67	19	14
Dump Truck, 190 HP	506.90	60	20	20
Macadam Roller, 105 HP	460.40	67	19	14
Tandem Roller, 65 HP	414.95	67	19	14
Vibratory Roller, 175 HP	710.95	67	19	14
Pneumatic Roller, 106 HP	284.00	67	19	14
Transit Mixer, 190 HP	742.25	60	19	21
Concrete Vibrator for small works	40.80	65	20	15
Bar Bender	10.30	50	23	27
Bar Shear	35.40	50	23	27
Crushing Plant, 110 HP	1,359.90	60	18	22
Screening and Washing Plant, 24 HP	937.75	60	18	22
Air Compressor, 93 HP	308.73	67	19	14
Generator, 45 HP	256.50	67	19	14
Water Truck, 120 HP	333.70	65	20	15
Pile Hammer, 76 HP	569.30	67	20	13
Truck Mounted Crane	1,810.16	67	19	14
Rock Drill, 106 HP	58.30	60	23	17
Boring Machine	1,200.00	60	23	17
Cargo Truck	242.00	60	20	20
Stake Truck	305.00	60	20	20
Pick-up, 2 T	184.97	60	20	20

表 14.3-2 主要材料の単価

Unit: Pesos at June 1991 Price

Main Material	Unit	Unit Price	Component (%)		
			F	L	T
Portland Cement	Bags	120.00	55	30	15
Lumber, Yakal/Guijo	Bd.Ft.	22.00	25	60	15
Diesel Fuel	Liter	7.92	60	13	27
Regular Gasoline	Liter	15.00	60	13	27
Dynamite	Kg.	52.00	70	10	20
Blasting Caps and Fuse	Lb.	21.00	70	10	20
Safety Fuse	Kg.	18.00	70	20	20
Nails	Kg.	22.50	64	20	15
Wire Mesh (4 ft. x 12 ft.)	Roll	585.00	65	20	15
Vinyl Sheet (3 m x 5 m)	Each	1,560.00	55	30	15
Coco Lumber	Bd.Ft.	5.00	25	60	15
Peg	Bd.Ft.	22.00	25	60	15
Seed	M ²	5.00	25	60	15
Fertilizer	Bag	500.00	25	60	15
Cogon Mat	Bundle	5.00	-	100	-
Coarse Aggregate for Cement Concrete	M ₃	179.00	66	19	15
Fine Aggregate for Cement Concrete	M ₃	151.00	63	23	14
Crushed Aggregate for Base Course	M ₃	215.00	66	19	15
Coarse Aggregate for Subbase Course	M ₃	155.00	64	21	15
Asphalt Concrete Course	M ₃	1,088.74	65	20	15
Emulsified Asphalt for Bituminous Tack Coat	M ₃	8,061.49	65	20	15
Concrete Class A, delivered	M ₃	1,988.00	60	25	15
Concrete Class B, delivered	M ₃	1,889.00	60	25	15
Boulders	M	393.00	55	30	15
Reinforcing Steel Bars	Kg.	22.50	54	35	11
Reinforced Concrete Pipe Culvert 610 mm φ	LM	494.00	55	30	15
Reinforced Concrete Pipe Culvert 910 mm φ	LM	878.00	55	30	15
Reinforced Concrete Pipe Culvert 1,220 mm φ	LM	1,393.00	55	30	15
Cement Grout	M	2,170.00	55	30	15

表 14.3-3 労務単価

Unit: Pesos at June 1991 Price

Labor Category	Hourly Rate	Daily Rate	Component (%)		
			F	L	T
Foreman	22.50	180.00	0	100	0
Assistant Foreman	19.00	152.00	0	100	0
Heavy Equipment Operator	17.00	136.00	0	100	0
Light Equipment Operator	16.00	128.00	0	100	0
Carpenter	16.00	128.00	0	100	0
Mason	16.00	128.00	0	100	0
Steelman	16.00	128.00	0	100	0
Driver	15.00	120.00	0	100	0
Skilled Laborer	16.00	128.00	0	100	0
Unskilled Laborer	14.00	112.00	0	100	0

表 14.3-4 工種別準備 (1/3)

Type of Work	Work Item	Unit	Unit Cost (Pesos)	Component (%)		
				F	L	T
U1-1 Removal of Deposit Materials	U1-1 Removal of Deposit Materials	P/m ³	34.78	61	25	14
U1-2 Removal of Unstable Materials	U1-2 Removal of Unstable Materials	P/m ³	72.15	62	24	14
U1-4 Refilling/Embankment	U1-4 Refilling/Embankment	P/m ³	68.42	64	21	15
U1-5 Selected Material Fill	U1-5 Selected Material Fill	P/m ³	368.94	60	25	15
U2-2 Temporary Side Ditch	U2-2 Temporary Side Ditch	P/lm.	10.99	5	93	2
U3-1 Sheet Covering	U3-1 Sheet Covering	P/m ²	28.11	32	60	8
U3-2 Sand Bag Covering	U3-2 Sand Bag Covering	P/m ²	112.17	50	37	13
U4-1 Sand Bag Wall	U4-1 Sand Bag Wall	P/m ²	112.17	50	37	13
U4-2 Gabion Wall	U4-2 Gabion Wall	P/m ³	1,424.71	47	40	13
U4-3 Wooden Fence	U4-3 Wooden Fence	P/lm.	185.17	21	67	12
U5-1 Gabion Foot Protection	U5-1 Gabion Foot Protection	P/m ³	1,424.71	47	40	13
U6-2 H-Pile Bent (Depreciation)	U6-2 H-Pile Bent (Depreciation)	P/lm.	1,051.68	58	25	17
U6-3 Bailey Bridge (Depreciation)	U6-3 Bailey Bridge (Depreciation)	P/lm.	13,555.83	29	56	15
U7-1 Gravel Surfacing	U7-1 Gravel Surfacing	P/m ³	315.50	60	26	14
P1-1 Recutting	P1-1(1) Recutting (Common)	P/m ³	58.30	61	25	14
P1-3 Refilling/Embankment	P1-1(2) Recutting (Rock)	P/m ³	358.53	65	19	16
P1-4 Counterweight Fill	P1-3 Refilling/Embankment	P/m ³	68.42	64	21	15
P2-1 Slope Ditch	P1-4 Counterweight Fill	P/m ³	68.42	64	21	15
P2-2 Side Ditch	P2-1 Slope Ditch	P/lm.	318.76	46	41	13
	P2-2(1) Side Ditch Type A	P/lm.	250.30	46	41	13
	P2-2(2) Side Ditch Type B	P/lm.	318.76	46	41	13
	P2-2(3) Side Ditch Type C	P/lm.	500.60	46	41	13
P2-3 Water Channel	P2-3(1) Structural Conc. Class A	P/m ³	2,942.21	53	32	15
	P2-3(2) Reinforcing Steel Bar	P/kg.	33.60	45	45	10

Note: U6-2 and U6-3: not applicable to Spots L-4 and L-6 (Leyte) where full material cost instead of depreciation cost are assumed.

表 14.3-4 工種別單価 (2/3)

Type of Work	Work Item	Unit	Unit Cost (Pesos)	Component (%)		
				F	L	T
P2-4 Culvert	P2-4(1) Conc. Pipe Culvert 610 mm	P/lm.	1,410.17	58	27	15
	P2-4(2) Conc. Pipe Culvert 910 mm	P/lm.	1,959.33	57	28	15
	P2-4(3) Conc. Pipe Culvert 1220 mm	P/lm.	2,950.85	57	28	15
P2-5 Catch Basin	P2-5(1) Catch Basin for 610 mm	P/ea.	5,751.17	54	32	14
	P2-5(2) Catch Basin for 910 mm	P/ea.	7,531.23	54	32	14
	P2-5(3) Catch Basin for 1070 mm	P/ea.	8,791.07	54	32	14
	P2-5(4) Catch Basin for 1220 mm	P/ea.	11,200.73	54	32	14
P3-2 Horizontal Drain Hole	Horizontal Drain Pipe	P/lm.	767.35	57	29	14
P4-2 Hand Seeding with Mat	Hand Seeding with Mat	P/m2	44.01	12	82	6
P4-6 Pick Hole Seeding	Pick Hole Seeding	P/m2	161.20	5	94	1
P4-8 Wattling	Wattling	P/lm.	391.55	8	88	4
P5-3 Stone Pitching	Stone Pitching	P/m3	1,326.00	51	35	14
P6-2 Grouted Riprap	Grouted Riprap	P/m3	1,326.00	51	35	14
P6-4 Gravity Type Stone Masonry Wall	P6-4(1) Structural Excavation	P/m3	89.79	52	36	12
	P6-4(2) Structural Conc. Class A	P/m3	2,942.21	53	32	15
	P6-4(3) Grouted Riprap	P/m3	1,326.00	51	35	14
P6-5 Gravity Type Conc. Wall	P6-5(1) Recutting (Common)	P/m3	58.30	61	25	14
	P6-5(2) Structural Conc. Class A	P/m3	2,942.21	53	32	15
	P6-5(3) Ladder Foundation	P/m2	132.11	20	70	10
P6-6 Supported Type Conc. Wall	Supported Type Conc. Wall	P/m3	2,942.21	53	32	15
P6-9 Gabion Wall	Gabion Wall	P/m3	1,424.71	47	40	13
P6-10 Sheet Pile Wall	Permeance Mat	P/m2	34.11	20	68	12
P8-2 Catch Gabion Wall	Steel Sheet Pile	P/lm.	2,987.24	75	15	10
P14-2 Gabion Consolidation	P14-2 Catch Gabion Wall	P/m3	1,424.71	47	40	13
	P14-2 Gabion Consolidation	P/m3	1,424.71	47	40	13