

フィリピン国

地方道路防災計画調査

報告書

(要約編)

平成4年1月

国際協力事業団

社開一

J R

92-002

JICA LIBRARY



1097286(7)

23650

フィリピン国

地方道路防災計画調査

報告書

(要約編)

平成4年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

23650

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の地方道路防災計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成3年10月から平成4年11月までの間2回にわたり、(株)片平エンジニアリング・インターナショナルの澤野邦彦氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、フィリピン国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

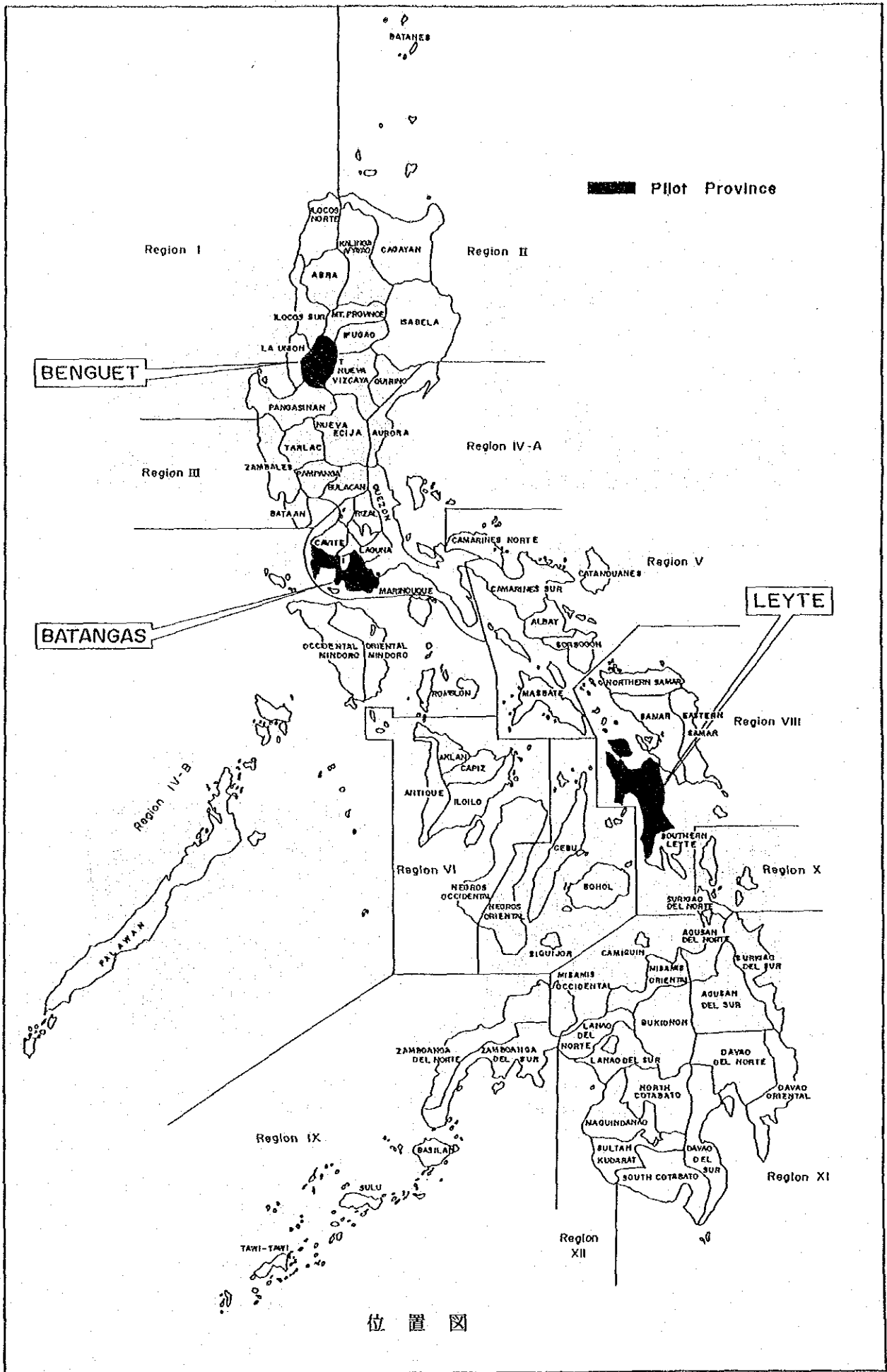
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年1月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介





1. Cut Slope Failure (C-F)
Spot Bt - 43 (Benguet)



2. Embankment Slope Failure (E-F)
Spot Bt - 20 (Benguet)



3. Rock Fall/Debris Fall (FALL)
Spot Bs - 12 (Batangas)



4. Landslide (L-SL)
Spot L - 50 (Leyte)

典型的な災害スポット (1)



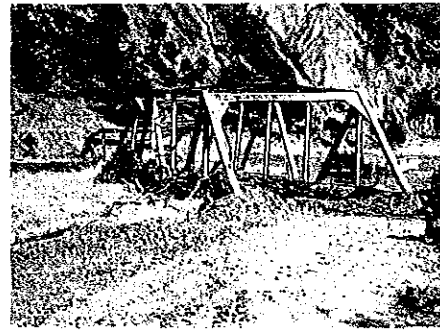
5. Debris Flow (D - FL)
Spot Bt - 39 (Benguet)



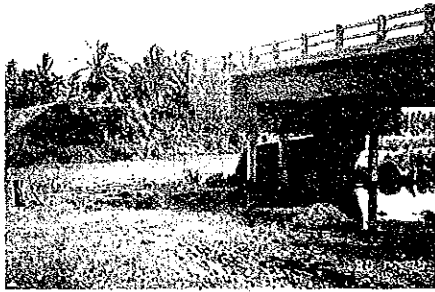
6. Scour/Washout of Roadbed (Rd - D)
Spot Bs - 45 (Batangas)



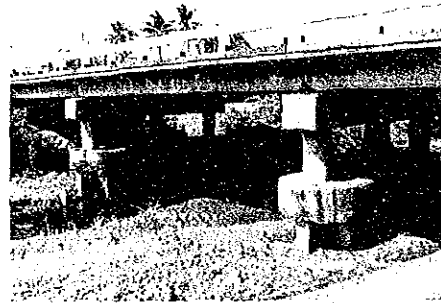
7. Flooded/Muddy Road Surface (FM-Rd)
Spot L - 23 (Leyte)



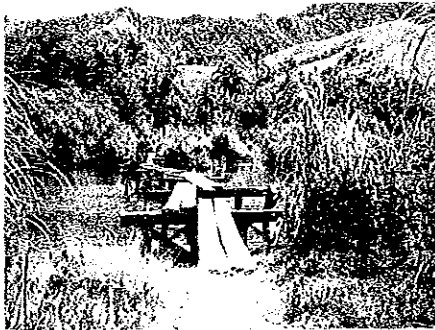
8. Permanent Bridge Washout (PBr-W)
Spot Bt - 27 (Benguet)



9. Permanent Bridge Approach Washout
(PBr - A)
Spot L - 76 (Leyte)



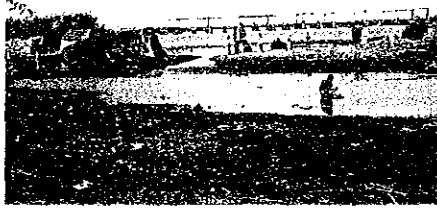
10. Permanent Bridge Other Damage
(PBr - D)
Spot Bs - 6 (Batangas)



11. Temporary Bridge Washout (TBr - W)
Spot L - 6 (Leyte)



12. Temporary Bridge Approach Washout
(TBr - A)
Spot L - 38 (Leyte)



13. Temporary Bridge Other Damage (TBr - D)
Spot Bs - 50 (Batangas)



14. Spillway Damage (SPW-D)
Spot L - 90 (Leyte)



15. Culvert Damage (CLV - D)
Spot L - 81 (Leyte)



16. Seawall Damage (SW - D)
Spot Bs - 51 (Batangas)

要 約 編 目 次

I. 序 文	1
1. 調査の背景	1
2. 調査の目的	2
3. 調査の範囲	2
4. 報告書	3
II. 結論と提言	5
1. 結 論	5
2. 提 言	10
III. 要 約	11
1. パイロット・プロビンスの選定	11
1.1 フィリピンの自然および社会・経済現況	11
1.2 プロビンスの分類	13
1.3 パイロット・プロビンスの選定	15
1.4 パイロット・プロビンスの概要	16
2. パイロット・プロビンスの道路災害	17
2.1 道路災害の分類	17
2.2 災害スポットのアイデンティフィケーション	18
2.3 フィジビリティ・スタディのための災害スポットの選定	18
3. 災害スポットのフィジビリティ・スタディ	25
3.1 交通量予測	25
3.2 技術調査	27
3.3 道路災害の原因と現行復旧工法	28
3.4 復旧工法の種類	31
3.5 復旧工法の選定	36
3.6 選定スポットの概略設計	39
3.7 プロジェクトの評価	42
4. 事業実施計画	46
4.1 災害対策の体制	46
4.2 地方道路復旧プロジェクトの実施計画	47
4.3 復旧工事促進のための提言	49

I. 序 文

I 序 文

1. 調査の背景

フィリピン国における道路網の整備は、国家の社会・経済開発目標を達成する上での主要な課題の一つとして、政府によって重点的に実施されてきた。道路の改良及び建設は1970年代の初頭に始められ、それ以来、継続的に実施されており、現在、道路網の配置と量的な面においては一応の水準に達していると思なされるに至った。このように道路の量的な拡大は着実に実施されてきたものの、質的水準の向上は十分とは言えず、台風や豪雨によるのり面崩壊、土石流、地滑り等の道路災害が発生し、交通途絶を余儀なくされるケースが増加している。

このため、フィリピン国政府は、国際協力事業団の技術協力によって、次の2つの調査を実施した。

- ・フィリピン国道路防災計画調査、1984年6月
- ・フィリピン国道路防災計画調査（ステージⅡ）、1985年7月

この調査結果に基づき、主要幹線道路の防災プロジェクトが、現在、実施にうつされている。

一方、地方道路では本格的な防災対策がとられておらず、道路災害はより頻繁に発生している。これらの災害は、農業・工業製品の産地と消費地との連結を妨げ、地域中心地と後背地間の人や物の効率的な流れを阻害している。かくして、災害により被害をこうむった地方道路の復旧は、地方における基本的な輸送施設の整備と農業生産性の向上のための緊急課題となっている。

この観点に基づいて、フィリピン政府は公共事業道路省を通じて、地方道路防災計画調査の技術援助を日本政府に要請した。

フィリピン政府の要請に応え、日本政府は本調査の実施を決定した。国際協力事業団は調査団を編成し、調査団は公共事業道路省のカウンターパートと協力して、1990年9月に調査を開始し、1992年1月に完了した。

2. 調査の目的

調査の目的は以下のとおりである。

- 1) パイロットプロビンスの地方道路上の災害スポットを確認し、復旧対策を提案する。
- 2) 提案した復旧対策の実施計画を作成する。
- 3) 地方道路の一般的復旧工法を確立する。
- 4) 調査の過程でフィリピン側カウンターパートに技術移転を行う。

3. 調査の範囲

前述の目的を遂行するため、調査は4つのステージに分けて実施された。各ステージの調査内容は次のとおりである。

ステージⅠ：パイロットプロビンスの選定と災害地点の特定

フィリピンにおいて一般的に見られるすべての災害形態を含む3つのプロビンスをパイロットプロビンスとして選定する。

パイロットプロビンスの地方道路上の災害地点の中からフィジビリティ・スタディを実施するための約60ヵ所の災害地点を特定する。

ステージⅡ：典型的な災害復旧工法のF/Sの実施

ステージⅠで特定された災害地点について、交通調査、技術調査、概略設計、積算、プロジェクト評価を含むF/Sを実施する。

ステージⅢ：事業実施計画の策定

ステージⅡの結果に基づき、事業実施計画を策定する。

ステージⅣ：地方道路復旧マニュアルの作成

本調査全体の結果に基づき、地方道路復旧マニュアルを作成する。マニュアルは、災害地点のアイデンティフィケーション、復旧工法の設計、施工法を含む内容とする。

4. 報告書

調査期間中に次の報告書が作成された。

インセプション・レポート	(1990年10月)
インテリム・レポート I	(1991年1月)
プロGRESS・レポート	(1991年3月)
インテリム・レポート II	(1991年9月)
ドラフト・ファイナル・レポート	(1991年10月)

ドラフト・ファイナル・レポートに対するフィリピン政府のコメントに基づいて、ファイナル・レポートが作成された。ファイナル・レポートの構成は以下のとおりである。

Volume I : Executive Summary	(要約編)
Volume II : Main Report	(本編)
Volume III : Appendix	(資料集)
Volume IV : Drawings	(図面集)
Volume V : Rural Road Restoration Manual	(地方道路復旧マニュアル)

調査は、DPWH運営委員会およびJICA作業監理委員会の指導のもとに、JICA調査団とDPWHカウンターパートが共同して行った。

II. 結論と提言

II 結論と提言

1. 結論

1) プロビンスの分類

災害のポテンシャルおよび地形によって、プロビンスは、次のように分類された。

		Disaster Potential		
		L (Low)	M (Medium)	H (High)
Topo- graphy	H (Mountai- nous)			(CAR) Benguet (CAR) Ifugao (CAR) Abra (CAR) Mountain Province (2) Nueva Vizcaya (4) Aurora (5) Catanduanes (CAR) Kalinga-Apayao (2) Quirino
	MF (Mountai- nous and Flat)	(11) Davao del Sur (11) South Cotabato (11) Davao Oriental (11) Davao del Norte (12) Sultan Kudarat (10) Misamis Occidental (9) Zamboanga del Norte (12) Lanao del Sur	(6) Antique (10) Agusan del Norte (10) Misamis Oriental (7) Cebu (10) Bukidnon (7) Negros Oriental (4) Romblon (6) Aklan (10) Agusan del Sur	(3) Zambales (8) Southern Leyte (8) Samar (1) Ilocos Sur (1) Ilocos Norte (4) Rizal (5) Albay (4) Marinduque (4) Oriental Mindoro (2) Cagayan (2) Isabela (8) Northern Samar (8) Eastern Samar (4) Batangas
	F (Flat)	(12) Lanao del Norte (12) North Cotabato (9) Zamboanga del Sur (12) Maguindanao (9) Basilan (9) Tawi-Tawi (9) Sulu	(10) Surigao del Norte (4) Palawan (6) Negros Occidental (7) Bohol (6) Cebu (6) Iloilo (10) Camiguin (7) Siquijor (5) Masbate	(5) Camarines Norte (4) Occ. Mindoro (4) Quezon (5) Camarines Sur (8) Leyte (1) La Union (3) Bulacan (11) Surigao del Sur (4) Laguna (3) Bataan (3) Nueva Ecija (4) Cavite (3) Tarlac (5) Sorsogon (1) Pangasinan (2) Batanes (3) Pampanga

ベンゲット、バタンガス、レイテの3プロビンスがパイロットプロビンスとして選定された。

2) 道路災害の分類

道路災害は、次に示すように、災害箇所によって6つに大別され、さらに災害形態により16に分類された。

Classification by Portion of Roadway Damaged	Classification by Type of Damage	Abbreviation
I. Slope Damage	1. Cut Slope Failure 2. Embankment Slope Failure 3. Rock Fall/Debris Fall 4. Landslide	C-F E-F FALL L-SL
II. Debris Flow	5. Debris Flow	D-FL
III. Road Damage	6. Scour/Washout of Roadbed 7. Flooded/Muddy Road Surface	Rd-D FM-Rd
IV. Bridge Damage	8. Permanent Bridge Washout 9. Permanent Bridge Approach Washout 10. Permanent Bridge Other Damage 11. Temporary Bridge Washout 12. Temporary Bridge Approach Washout 13. Temporary Bridge Other Damage 14. Spillway Damage	PBr-W PBr-A PBr-D TBr-W TBr-A TBr-D SPW-D
V. Culvert Damage	15. Culvert Damage	CLV-D
VI. Seawall Damage	16. Seawall Damage	SW-D

上記以外の災害、例えば、橋梁部材のクラックや剥離等の損傷や舗装・道路付属物の損傷などについては、この調査の対象外とする。

3) 選定地点の概略設計

選定した62ヶ所の災害地点に適用した主要な復旧工法は、次のとおりである。

Type of Disaster	Urgent Measures	Permanent Measures
C-F (Cut Slope Failure)	U1-1: Removal of Deposit Material	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 Material U1-2: Removal of Unstable Material	P1-1: Recutting P6-2: Grouted Riprap, or P8-2: Catch Gabion Wall
L-SL (Landslide)	U1-1: Removal of Deposit Material	P3-2: Horizontal Drain Hole P16-2: Gabion Foot Protection
D-FL (Debris Flow)	U1-1: Removal of Deposit Material	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
FM-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)	N o n e	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

4) プロジェクト評価

技術的評価

選定した62ヶ所の災害地点に提案された復旧工法について、施工性、安定性、耐久性、維持のしやすさ、環境への影響などの見地から技術的フィージビリティが検討された。

その結果、提案された復旧工法は、以下に述べるコメント付きで、技術的にフィージブルであると判断された。

- 蛇かご、H型鋼、ベイリー橋部材、植生工の種子は場合によっては容易に入手できないことがある。状況の改善が望まれる。
- 蛇かごや水平排水孔など経験の少ない工法については、その施工法を十分に理解することが必要である。
- 排水施設、植生工、落石防止待ち受け工などについては、特に、適切な維持管理作業が必要である。

経済評価

経済評価は、本復旧工法を対象とし、応急復旧のみの場合、又は、何もしない場合と、本復旧がなされた場合とを比較することによって行なわれた。

ただし、仮橋の流失については次の2つのケースが検討された。

- ・何もされなかった場合に対する、ベイリー橋で応急復旧された場合の評価
 - ・ベイリー橋で応急復旧された場合に対する、永久橋で本復旧された場合の評価
- 前者はオリジナル・コンディションへの復旧と考えられ、後者は格上げと考えられる。

経済評価の結果、提案された復旧工法は、仮橋の流失に対する格上げ案を除いて、全て経済的にフィージブルであることが明らかとなった。仮橋の流失に対する格上げ案の経済的フィージビリティは交通需要次第である。

5) 地方道路復旧プロジェクトの実施計画

地方道路復旧プロジェクトは、維持管理予算や災害基金で手当てされずにとり残されている災害箇所への復旧のための海外援助プロジェクトとして提案される。

本プロジェクトは、1)で示すプロビンスの分類で、災害ポテンシャルが高いと格付けされた10のプロビンスの2級国道、プロビンス道路、バランガイ道路の災害箇所への復旧を行なうもので、次の状況の道路災害が対象となる。

- 復旧されずにとり残されていて、交通が遮断されたままとなっている箇所。
- 現在は交通の障害とはなっていないが、放置すれば将来重大な被害を起こすと予想される進行性の欠陥の認められる箇所。
- 一時しのぎの対策のみが講じられていて、その再発を防止するための本格的な対策が必要とされる箇所。

実 施 計 画

	1992	1993	1994	1995
Project Preparation	■			
Subproject Selection		■		
Detailed Engineering Design		■		
Tendering			■	
Construction			■	■

プロジェクト・コスト

建設建	510.6 百万ペソ
コンサルタント費	66.4 百万ペソ
合 計	577.0 百万ペソ

2. 提 言

- 1) 既存の施設の維持・復旧を優先させるのが政府の道路行政上の基本方針であり、それに沿って、地方道路復旧プロジェクトを海外援助プロジェクトとして実施することを提言する。

本プロジェクトは、数多くの小規模プロジェクトから成っているので、プログラムタイプのローンの導入が適切であろう。

- 2) 蛇籠は、フレキシブルである、透水性がよい、容易かつ迅速に施工できる、経済的であるなどの利点をもっており、擁壁工、基礎防護工、落石防止工、斜面山留め工、砂防ダム工、床止め工、水制工などの主要材料として復旧工法に広く適用できる。しかし、供給能力は、現在まだ極めて低い。

したがって、蛇籠の普及を図るための施策が必要であり、本報告書では、全国7箇所
所に蛇籠製作工場を建設することを提案している。

- 3) 橋梁またはその取り付け部が流失し交通途絶を引きおこしているケースが数多く見られる。これらの箇所の交通を速やかに確保するために、分解可能で、保管・輸送・架設・撤去の容易な簡易橋を備蓄しておくことが望ましい。本報告書では、19m
スパンの橋梁10組、および、橋梁建設に必要な機械・器具一式を有する、13箇所の
保管所の建設を提言している。

III. 要 約

III 要 約

1. パイロット・プロビンスの選定

1.1 フィリピンの自然および社会・経済現況

1) 地 形

フィリピンは、7,100以上の島から成る群島で、総面積は約 300,000km²である。その地形は、低湿地から高山まで変化に富んでおり、最高峰はミンダナオの Apo 山で標高 2,953m である。

2) 地 質

フィリピンの地質は、第四紀層30.6%、新第三紀層12.4%、古第三紀層13.1%、前第三紀層10.2%、貫入岩 6.4%、火山岩27.3%より構成されている。

3) 気 象

フィリピンの気象は熱帯海洋性で、高温、多湿、多雨である。

気 温 : 月間平均気温は最低が1月の25.7℃、最高が5月の27.8℃である。

湿 度 : 月間平均湿度は最低が4月の78.6%、最高が11月の83.3%である。

風 向 : 10月から1月にかけて北東の季節風、6月から9月にかけて南西の季節風、残りの期間は貿易風が卓越する。

雨 量 : 年間平均降雨量は 2,405mm で、最低はサウスコタバトの 955mm、最高はバタネスの 5,237mm である。

4) 自然災害

火 山 : フィリピンは 220 の火山があり、そのうち 22 が最近 600 年の間に噴火活動をおこしている。

地 震 : フィリピンは環太平洋地震帯にあり、1599年以來41回の大地震が記録されている。

熱帯性低気圧 : 太平洋の北西部で、年間平均22個の熱帯性低気圧が発生し、その内19個がフィリピン領内に侵入し、9個が国土を通過する。

5) 道路網

1987年現在におけるフィリピンの公共道路網は次のとおりである。

National Roads	26,100km	(16.5%)
Provincial Roads	28,900km	(18.3%)
City Roads	4,000km	(2.5%)
Municipal Roads	12,900km	(8.2%)
Barangay Roads	85,900km	(54.4%)
計	157,800km	(100.0%)

6) 道路災害

1980年から1989年の10年間の台風被害は次のとおりである。

・影響を及ぼした数 : 年6個

・被害額

全インフラ施設 1,025百万ペソ/年 (1989年価格)

道路・橋梁 463百万ペソ/年 (1989年価格)

1.2 プロビンスの分類

1) 解析に用いた要素

道路災害の観点からプロビンスを分類するため、種々の要素が解析され、各要素を代表する指標が次のように設定された。

Factor		Indicator/Base Data	Classification
Road Disaster	Intensity and Frequency of Road Disaster	Damage Rate = D/L D = total amount of road damage by typhoon for 10 years (1980-1989) in 1,000 pesos L = total length of road in Km	
	Type of Road Disaster	Damage amount by disaster category classified into: - Road damage - Bridge damage - Slope damage	A: mostly road damage B: road damage and bridge damage C: remarkably slope damage D: all categories
Physical Factors	Topography	Average slope in %	F: average slope 0 - 21% MF: average slope 21 - 34% M: average slope 34 -
	Geology	Land area by geological category classified into: - Quaternary deposit (Q) - Tertiary deposit (T) - Igneous rock (I)	Q: predominantly Q T: predominantly T I: predominantly I QT: predominantly Q and T QI: predominantly Q and I TI: predominantly T and I
	Meteorology	Meteorological Effect Index (MEI) = $Nt + Rm/900$ Nt = average number of typhoons per year Rm = maximum monthly rainfall in mm	L: MEI 0 - 0.8 M: MEI 0.8 - 1.6 H: MEI 1.6 -

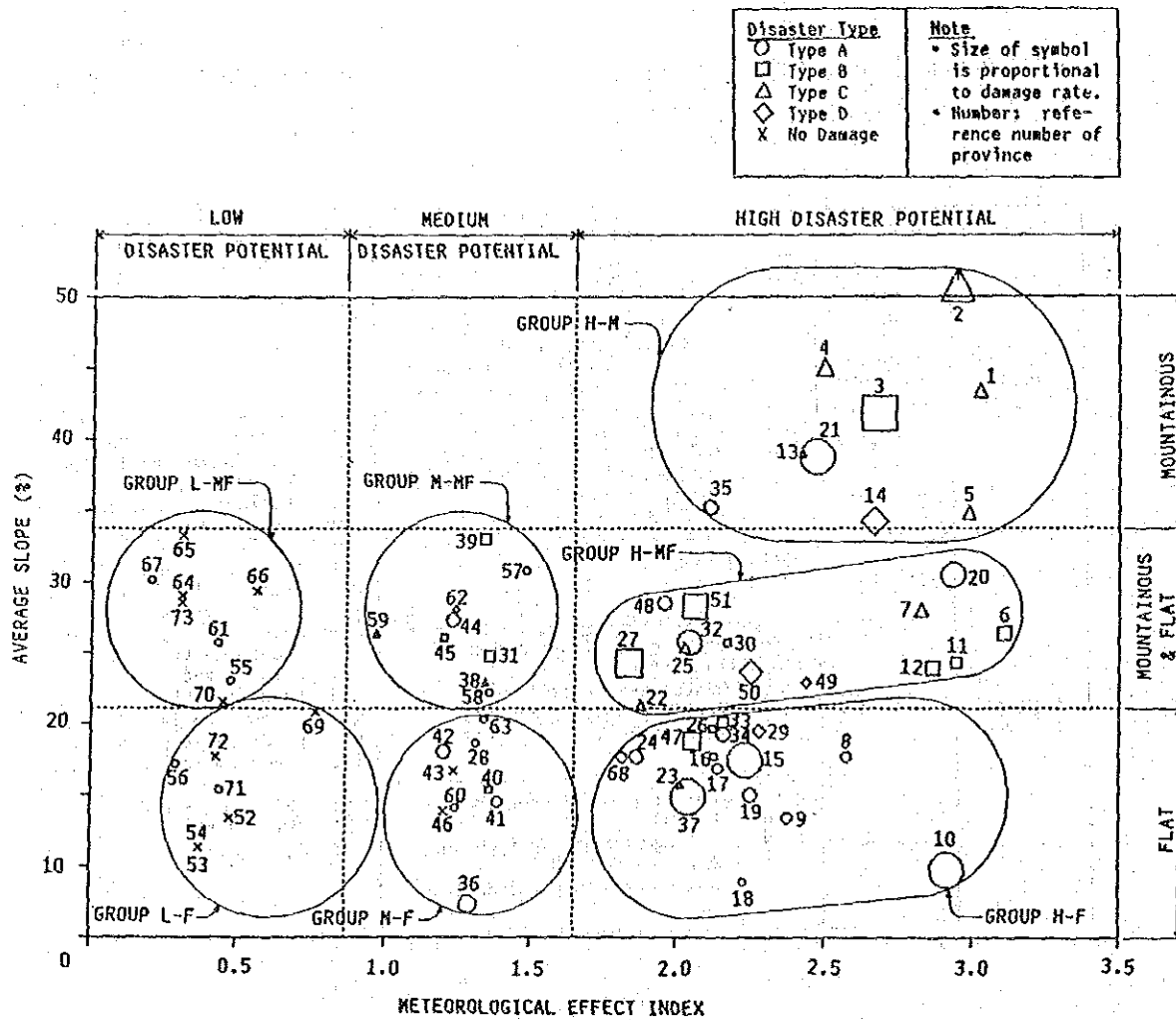
2) 指標間の相関

- 災害強度/頻度と災害タイプの相関は認められない。
- 地形・地質・気象の3つの自然要素間の相関については、地形と地質の間にわずかな相関が見られる以外は互いに相関関係は無い。
- 自然要素の中では、気象が災害強度/頻度と最も強く相関し、地形が災害タイプと最も強く相関する。

したがって、災害ポテンシャルは、気象を基に評価することができ、災害タイプは、地形と関係があることが判る。

3) プロビンスの分類

気象と地形の2つの要素に依って、プロビンスは次のように分類された。



		4 Ifugao 13 Nueva Vizcaya 21 Aurora 35 Catanduanes	2 Benguet 1 Abra 3 Mt. Province 5 Kalinga-Apayao 14 Quirino
65 Davao del Sur 67 South Cotabato 66 Davao Oriental 64 Davao del Norte 73 Sultan Kudarat 61 Misamis Occidental 55 Zamboanga del Nor. 70 Lanao del Sur	39 Antique 57 Agusan del Norte 62 Misamis Oriental 44 Cebu 59 Bukidnon 45 Negros Oriental 31 Romblon 38 Aklan 58 Agusan del Sur	48 Southern Leyte 51 Samar 30 Rizal 32 Albay 25 Marinduque 27 Oriental Mindoro 22 Batangas	20 Zambales 7 Ilocos Sur 6 Ilocos Norte 11 Cagayan 12 Isabela 50 Northern Samar 49 Eastern Samar
69 Lanao del Norte 72 North Cotabato 56 Zamboanga del Sur 71 Maguindanao 52 Basilan 54 Tawi-Tawi 53 Sulu	63 Surigao del Nor. 28 Palawan 42 Negros Occid'l 43 Bohol 40 Capiz 41 Iloilo 60 Camiguin 46 Siquijor 36 Masbate	26 Occidental Mindoro 47 Leyte 16 Bulacan 68 Surigao del Sur 24 Laguna 17 Nueva Ecija 23 Cavite 37 Sorsogon	33 Camarines Norte 29 Quezon 34 Camarines Sur 8 La Union 15 Bataan 19 Tarlac 9 Pangasinan 10 Batanes 18 Pampanga

1.3 パイロット・プロビンスの選定

1) 選定基準

- 災害ポテンシャルの高いプロビンスを選定する。
- 種々の地形を持つプロビンスを含める。
- 全国に広く分散するように選定する。
- 経済的に発展しているプロビンスと発展していないプロビンスの両方を含める。
- 日比友好道路沿いのプロビンスを含める。
- 治安上の問題のないプロビンスを選定する。

2) パイロット・プロビンスの選定

次の3つのプロビンスがパイロット・プロビンスとして選定された。

Province	Benguet	Batangas	Leyte
Region	CAR	IV	VIII
Province Classification	Group H-M	Group H-MF	Group H-F
Disaster Potential	High	High	High
Topography	Mountainous	Mountainous and Flat combined	Flat
Economic Development	Higher than country average	Higher than country average	Lower than country average
Whether located along the Pan-Philippine Highway or not	No	No	Yes

1.4 パイロット・プロビンスの概要

		Benguet	Batangas	Leyte	Philippines
Physical	Topography	Mountainous	Mountainous and flat combined	Flat	Mountainous and flat combined
	Geology	Predominantly tertiary deposit and igneous rock	Predominantly quaternary deposit and igneous rock	Predominantly quaternary deposit and tertiary deposit	Various
	Meteorology	Annual rainfall	3,563 mm	1,790 mm	2,216 mm
	Max. Monthly Rainfall	848 mm	324 mm	317 mm	299 mm
	Average No. of Typhoon p.a.	2.0	1.5	1.7	9.0
Demographic	Land Area (km ²)	2,655	3,165	6,189	300,000
	Population, 1990 (1,000)	486	1,477	1,487	60,685
	Population density, 1990 (/km ²)	183	467	240	202
Economic	Per capita income, 1985 (P)	9,216	5,431	3,456	5,593
	No. of workers by sector, 1980				
	Agriculture (%)	43	45	68	51
	Industry (%)	25	22	8	15
Service (%)	32	33	23	32	
	5 Major Crops	Palay Cabbage Camote White Potato Mustard	Corn Palay Sugarcane Coconut Coffee	Corn Palay Coconut Abaca Camote	Palay Corn Coconut Vegetables Fruits
Social	Incidence of poverty, 1985 (%)	36	52	68	59
	Unemployment rate, 1988 (%)	2.7	11.4	5.5	8.3
	Underemployment rate, 1988 (%)	3.3	19.8	17.3	11.6
Road Network, 1987	Road Length (Km)				
	National Road	467	508	959	26,082
	Provincial Road	321	637	521	28,928
	City Road	142	37	61	3,984
	Municipal Road	36	237	351	12,875
	Barangay Road	791	2,235	1,913	85,941
	T o t a l	1,757	3,654	3,805	157,810
	Pavement Ratio (%)				
	National Road	49	83	37	46
	Provincial Road	13	40	7	11
City Road	100	90	56	67	
Municipal Road	3	54	32	26	
Barangay Road	5	7	0	1	
T o t a l	26	27	14	14	
Road Density, L/√PA 1)					
National Road	0.436	0.243	0.315	0.199	
Other Roads	1.206	1.510	0.935	1.004	
T o t a l	1.642	1.753	1.250	1.203	

1) L = length (km), P = population (1,000), A = area (km²)

2. パイロット・プロビンスの道路災害

2.1 道路災害の分類

道路災害は、次に示すように、災害箇所によって6つに大別され、さらに災害形態によって16に分類された。

Classification by Portion of Roadway Damaged	Classification by Type of Damage	Abbreviation
I. Slope Damage	1. Cut Slope Failure 2. Embankment Slope Failure 3. Rock Fall/Debris Fall 4. Landslide	C-F E-F FALL L-SL
II. Debris Flow	5. Debris Flow	D-FL
III. Road Damage	6. Scour/Washout of Roadbed 7. Flooded/Muddy Road Surface	Rd-D FM-Rd
IV. Bridge Damage	8. Permanent Bridge Washout 9. Permanent Bridge Approach Washout 10. Permanent Bridge Other Damage 11. Temporary Bridge Washout 12. Temporary Bridge Approach Washout 13. Temporary Bridge Other Damage 14. Spillway Damage	PBr-W PBr-A PBr-D TBr-W TBr-A TBr-D SPW-D
V. Culvert Damage	15. Culvert Damage	CLV-D
VI. Seawall Damage	16. Seawall Damage	SW-D

上記以外の災害、例えば、橋梁部材のクラックや剥離等の損傷や舗装・道路付属物の損傷などについては、本調査の対象外とする。

2.2 災害スポットのアイデンティフィケーション

災害スポットは、次の方法で現地調査によりアイデンティファイされた。

- 現地を訪れる前に、道路災害の発生しやすい区間や最新の道路災害に関する情報を District/City Engineering Office や Provincial Engineer's Office から入手した。
- これらの道路区間に加えて、調査期間内で可能な限りの national secondary 道路と provincial 道路を調査した。
- barangay 道路に関しては、現地事務所から示された道路災害スポットについてのみ、調査を行なった。

災害のタイプ別に 8 種類の現地調査票を作成し、現地調査で得たスポットの情報を調査票に記録した。

合計 226 の災害スポット（ベンゲット 70 スポット、バタンガス 66 スポット、レイテ 90 スポット）がアイデンティファイされた。災害のタイプ別スポット数を表 2.3-1 に示す。

2.3 フィジビリティ・スタディのための災害スポットの選定

1) 災害スポットの予備評価

アイデンティファイされた災害スポットは、道路の重要度、被害の大きさ、社会・経済活動への影響の各項目について評価された。

－道路の重要度

道路の重要度は行政上の道路区分に従って評価された。すなわち、

National 道路

Provincial 道路

Barangay 道路

－被害の大きさ

被害の大きさは、次の根拠で評価された。

クラスA : 全車線幅にわたり切断されているか、土砂・岩・砂礫でおおわれてしまっている。そのため通行不能となっている。

クラスB : 1車線が被災しているが、残りの1車線は通行可能である。

クラスC : 路肩部分だけが被災している。

— 社会・経済活動への影響

社会・経済活動への影響は、交通機能が麻痺した期間に基づき、次のように評価された。

被害甚大 : 通行止め期間が7日以上続き、迂回路もない場合。

被害大 : 通行止め期間が7日以下、あるいは7日以上続くが、迂回路がある場合。

被害中 : 被災しているが、1車線の通行は確保されている場合。

被害軽 : 速度制限はあるものの2車線通行可能な場合。

2) 選定基準

- 1つの災害タイプにつき少なくとも1スポットを選ぶ。
- 種々の道路区分、被害度、社会・経済への影響度を含むように選定する。
- 1つのカテゴリーに多くの候補スポットがある場合は、典型的なスポットを1つだけ選定する。
- あるカテゴリーに候補スポットが1つしかない場合でも、それが典型的でないとは判断される場合は、オミットされる。

3) フィジビリティ・スタディのための災害スポットの選定

選定基準に従って、合計62のスポットが選定された。その内訳は、ベンゲット21スポット、バタンガス18スポット、レイテ23スポットである。

災害タイプ別の選定スポット数を表 2.3-1に示す。同表に示すように「永久橋の流失」を除く、すべての災害タイプに少なくとも1つのスポットが含まれている。

「永久橋の流失」については1ヶ所のスポットがベンゲットでアイデンティファイされているが、これは、1990年7月の地震で損傷を受け、その後、来襲した台風で流失したものであり、典型的なケースではないと判断し除外した。

図 2.3-1にベンゲット、図 2.3-2にバタンガス、図 2.3-3にレイテの選定スポットを示した。

表 2.3-1 選定スポットの数

Type of Damage		Number of Spots Identified				Number of Selected Spots for F/S			
		Benguet	Batangas	Leyte	Total	Benguet	Batangas	Leyte	Total
I. Slope Damage	1. Cut Slope Failure	34	3	30	67	5	1	6	12
	2. Embankment Slope Failure	11	11	15	37	5	2	2	9
	3. Rock Fall/Debris Fall	3	5	16	24	1	2	2	5
	4. Landslide	1	0	4	5	1	0	2	3
II. Debris Flow	7	0	-	7	4	0	1	5	
III. Road Damage	6. Scour/Washout of Roadbed	1	3	0	4	1	1	0	2
	7. Flooded/Muddy Road Surface	0	14	2	16	0	2	2	4
IV. Bridge Damage	8. Permanent Bridge Washout	1	0	0	1	0	0	0	0
	9. Permanent Bridge Approach Washout	1	1	1	3	2	1	1	4
	10. Permanent Bridge Other Damage	2	11	0	13	0	2	0	2
	11. Temporary Bridge Washout	0	0	13	13	0	0	2	2
V. Culvert Damage	12. Temporary Bridge Approach Washout	0	1	3	4	0	1	1	2
	13. Temporary Bridge Other Damage	0	1	1	2	0	1	0	1
	14. Spillway Damage	1	6	4	11	0	1	2	3
VI. Seawall Damage	15. Culvert Damage	8	8	1	17	2	2	2	6
	16. Seawall Damage	0	2	0	2	0	2	0	2
TOTAL		70	66	90	226	21	18	23	62

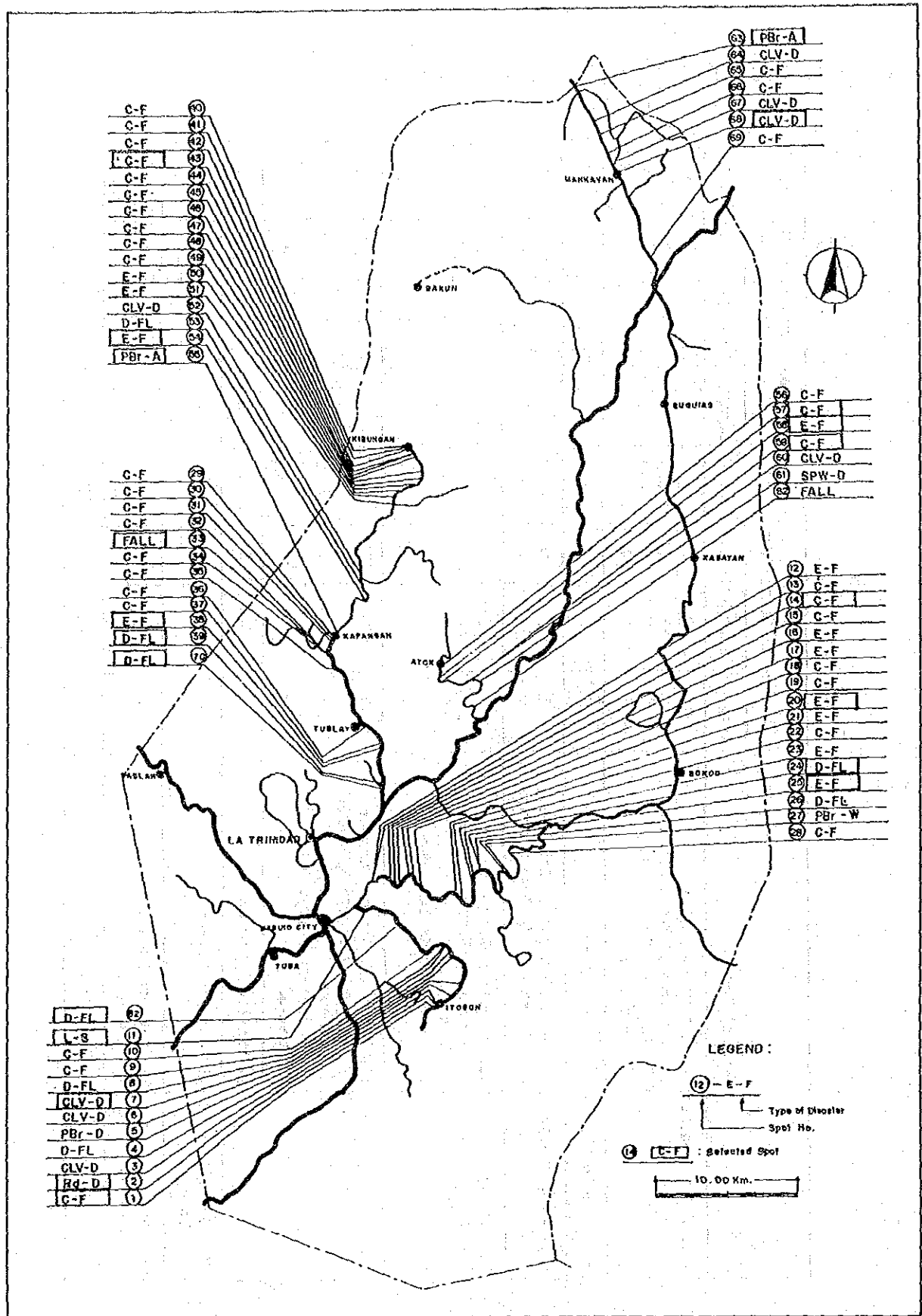


図 2.3-1 ベンゲットの選定スポット

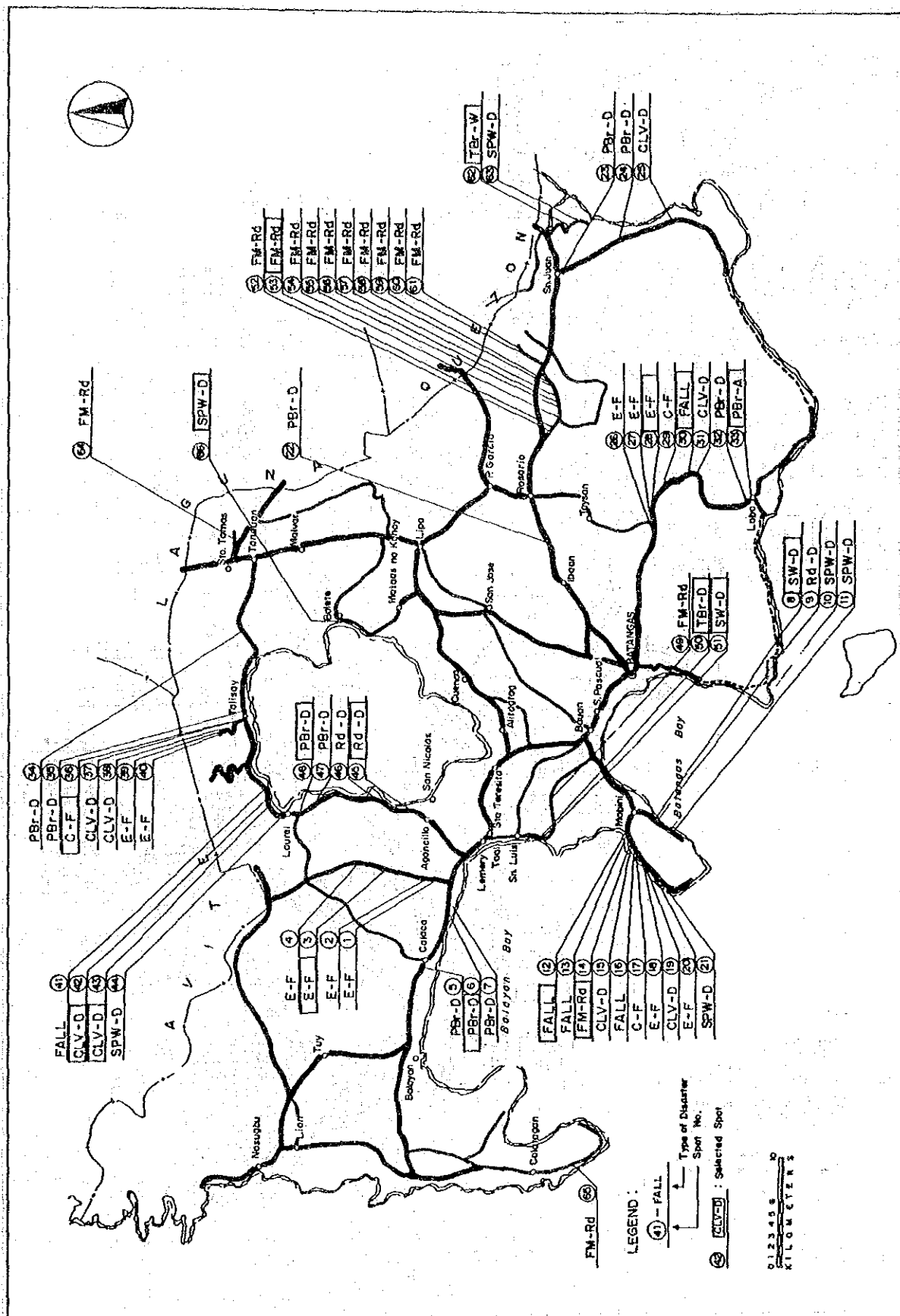


図 2.3-2 バタンガスの選定スポット

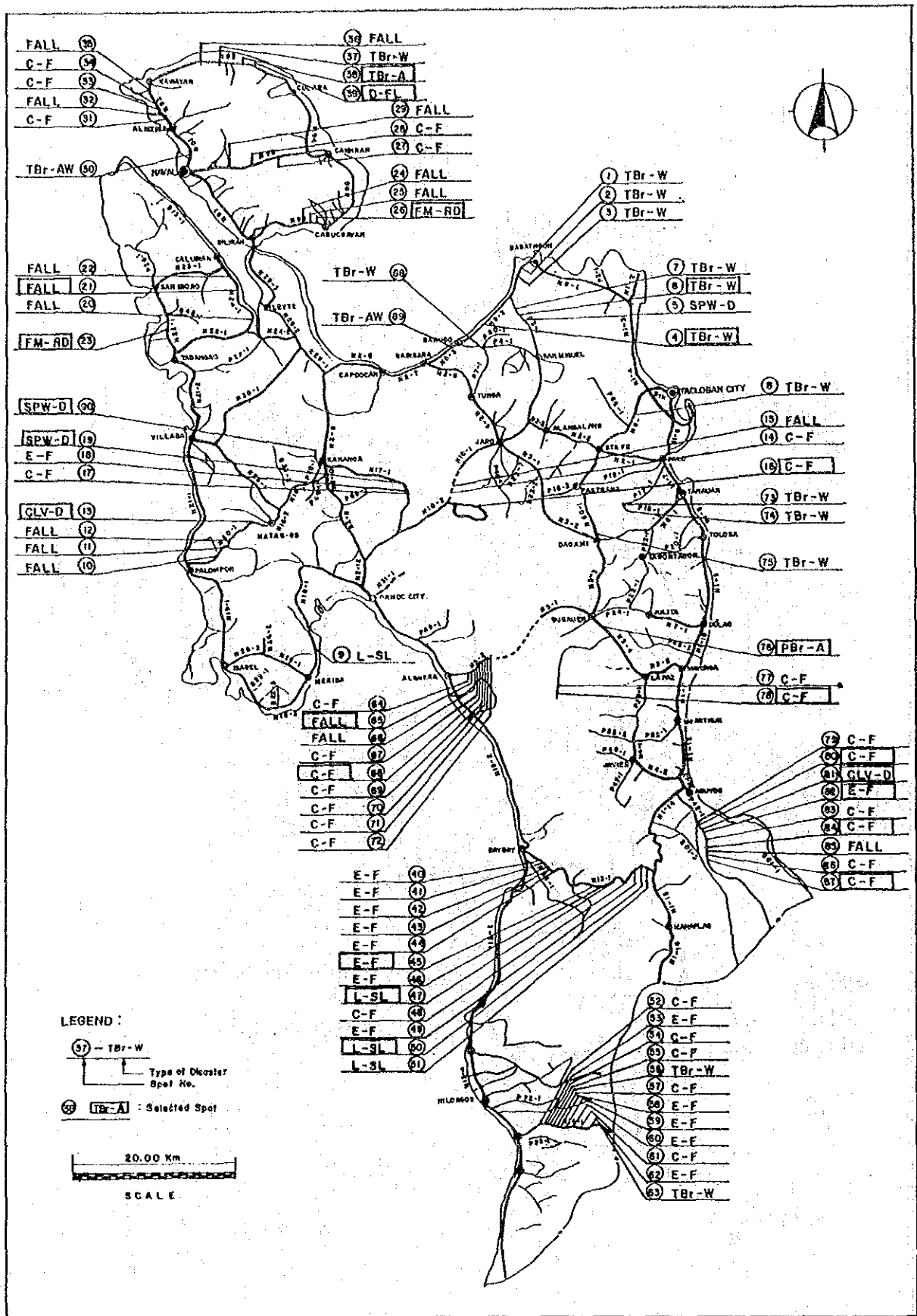


図 2.3-3 レイテの選定スポット

3. 災害スポットのレジリエンス・スタディ

3.1 交通量予測

1) 予測手法

道路区分

地方道路をその機能により次の2つのカテゴリーに分類した。

- ・主要道路

プロビンス間道路、または、provincial capitalとmunicipal townまたはmunicipal townを相互に結びつける主要なプロビンス内道路で、プロビンスの骨格道路網を形成する道路。

- ・下位道路

barangay centre と主要道路または農業地区とbarangay centre を結ぶ支線。

主要道路の交通量予測

現在交通量は、交通量調査データから求めた。

将来交通量は、次の要素を考慮して推定した交通量の伸び率を用いて予測した。

- ・人口の伸び

NEDAの人口予測を、最近のセンサスデータに基づいて補正して求めた。

- ・所得の伸び、生産増加など他の要素

交通量の伸びに対するこれらの要素の影響は、RRNDP¹⁾のデータを用いて統計解析を行なって推定した。

下位道路の交通量予測

現在交通量は、その道路の影響圏(RIA)内の人口を用いて推定した。交通需要とRIA内の人口との相関は、RRNDP¹⁾のデータを用いて統計解析を行なって求めた。

将来交通量は、主要道路の場合と同じ手法を用いて予測した。

註 1) フィリピン国地方道路網整備計画調査、1989年、および、フィリピン国地方道路網整備計画調査(II)、1990年

2) 関連道路の交通量

選定スポットを含む道路の1992年の交通量は次のとおりである。

Province	Road	Classification	Disaster Spots	1) 1992 AADT
Benguet	Baguio-Itogon Road	Major	Bt-1,Bt-2,Bt-7,Bt-11,Bt-62	1,042
	Baguio-Bokod Road	Minor	Bt-14,Bt-20,Bt-24,Bt-25	180
	Kapangan-Acop Road	Minor	Bt-33,Bt-38,Bt-39,Bt-70	127
	Kibungan-Kapangan Road	Minor	Bt-43,Bt-54,Bt-55	97
	Atok Provincial Road	Minor	Bt-57,Bt-58,Bt-59	145
	Abatan-Mankayan Road	Major	Bt-63,Bt-68	588
Bataan	Matingain-Tabla Road	Major	Bs-3	508
	Calaca-Sinisian Road	Major	Bs-6	4,128
	Mabini-Saguid Road	Major	Bs-8	988
	Mabini-Solo Road	Major	Bs-12,Bs-14	169
	Batangas-Lobo Road	Major	Bs-28,Bs-30,Bs-33	1,333
	Talisay-Canlubang Road	Major	Bs-36	122
	Laurel-Talisay Road	Major	Bs-42,Bs-43	398
	Tubig-Agoncillo Road	Minor	Bs-45	413
	Bugaan-Tubig Road	Minor	Bs-48	103
	San Luis-Bato Road	Major	Bs-50,Bs-51	428
	Bayabayin Road	Minor	Bs-53	48
	Pinagbayanan Road	Minor	Bs-62	109
Lipa-Balete Road	Minor	Bs-66	101	
Leyte	Barugo-Bagacay Road	Minor	L-4	79
	Babatogon-Sta.Cruz Rd.	Minor	L-6	35
	Palompon-Matagob Road	Major	L-13	204
	Ormoc-Lake Danao Road	Minor	L-16	55
	Kananga-Milagros Road	Minor	L-19	102
	Calubian Road	Major	L-21	164
	San Isidro-Tabango Rd.	Major	L-23	141
	Cabucayan Road	Major	L-26	229
	Calaba-Kawayan Road	Major	L-38,L-39	132
	Baybay-Liberacio Road	Major	L-45,L-47,L-50	409
	Albuera-Burauen Road	Minor	L-65,L-68	31
	Burauen-Lapaz Road	Major	L-76	107
	Mahagna Road	Minor	L-78	68
	Abuyog-Nebga Road	Minor	L-80,L-81,L-82,L-84,L-87	99
	Sto. Domingo Road	Minor	L-90	54

1) Annual average daily traffic excluding tricycle and motorcycle.

3.2 技術調査

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

2) 地形測量

地形測量は、中心線測量、横断測量及び図化を含むオフセット測量により、31のスポットで実施された。残りの31スポットについては、地形を観測し、主要な長さ、高さ、傾斜角を測定して、概略平面図と横断図を作成した。

3) 地質調査

地質調査は、標準貫入試験、資料採取および土質試験を含み、斜面の安定解析と構造物支持地盤の確認を目的として6ヶ所のスポットで実施した。

4) 災害調査

災害調査は、次の作業を含み、全てのスポットで実施された。

- 災害箇所およびその周囲の状況の評価
- 災害原因の評価
- その他関連資料の収集

3.3 道路災害の原因と現行復旧工法

1) 道路災害の原因

切土のり面崩壊 (C-F)

切土のり面崩壊の主原因は、表面水によるのり面の浸食、岩盤の風化または構造的弱点のための表層崩壊、雨水によるのり尻の洗堀、不安定な高さと勾配のための滑り崩壊、および、層理面等の構造物弱点による断層崩壊である。

盛土のり面崩壊 (E-F)

盛土のり面崩壊の主原因は、表面水によるのり面の浸食、浸透水や地下水による盛土の膨潤、雨水・海水・河川によるのり尻の洗堀、および、不安定な盛土形状である。

落石 (FALL)

硬岩に発達したクラックや互層状の岩が剥離型落石の主原因であり、岩塊・玉石・礫とマトリックスからなる地質の斜面では岩塊などが浮き出した時、抜け落ち型落石が起る。

地すべり (L-SL)

地すべりはすべり面に沿うせん断力と抵抗力の均衡が破れた時発生する。多くの場合、大雨による地下水位の上昇が誘因となる。

土石流 (D-F L)

上流から運ばれて溪床上に堆積している土砂、または、山腹崩壊土砂が豪雨によって水が供給されて流動する。

路体の洗堀・流失 (R d-D)

河川または波浪による洗堀、および、路面が洪水位より低い場合の洪水流による洗堀が路体の洗堀・流失の主原因である。

冠水・泥ねい路面 (FM-Rd)

路面が隣接地より低いこと、側溝の容量不足、または、路肩の変形等による路面排水不良が冠水・泥ねい路面の生ずる主原因である。

永久橋・仮橋の流失 (PBr-W, TBr-W)

橋梁の通水断面が不足している場合、冠水した上部工に作用する水流力、または、流下物の衝突力により橋梁が流失することがある。場合によっては、橋梁の流失は、洗堀または土砂の掃流力による下部工の転倒によって起る。

永久橋・仮橋のアプローチの流失 (PBr-A, TBr-A)

橋梁のアプローチが浸食される主原因は、蛇行河川の流路変更やアプローチ部分の流水部への侵入等である。

永久橋・仮橋のその他の損傷 (PBr-D, TBr-D)

自然洗堀または堆積、流水断面縮少部で起る全体洗堀、および下部工周辺で起る局部洗堀が基礎の露出、橋脚の傾斜、河床上昇等の原因となる。

スピルウェイの損傷 (SPW-D)

スピルウェイの損傷の主原因は流水による浸食・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等である。

カルバートの損傷 (CLV-D)

カルバートの位置が不適切、カルバートの容量不足、堆積物によるカルバートの閉塞、吐口の保護工の不足等がカルバート関連災害の主原因である。

海岸擁壁の損傷 (SW-D)

海岸擁壁は砕波力に対する擁壁の強度不足が原因で損傷を受ける。

2) 現行復旧工法

現在広く一般的に採用されている復旧工法は、切土のり面崩壊、落石、土石流に対する崩壊土砂の除去、および、盛土のり面保護工としての石積み工である。復旧されずに放置されているケースもしばしば見うけられる。特に、橋梁関連災害では放置されているケースが多い。

3.4 復旧工法の種類

復旧工法は、応急復旧工法と本復旧工法に大別される。

1) 応急復旧工法

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、侵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) に取り入れた応急復旧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	板 橋
U 7	舗装工	U 7-1	砂利敷均し工

2) 本復旧工法

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、必要に応じて原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砕工
		P 5-7	場所打コンクリート砕工
		P 5-8	コンクリート吹付砕工

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 1 5	橋梁工	P 1 5 - 1	コンクリート橋
		P 1 5 - 2	鋼橋
P 1 6	基礎防護工 (水たたきを含む)	P 1 6 - 1	コンクリート基礎防護工
		P 1 6 - 2	蛇籠基礎防護工
		P 1 6 - 3	練石積み水たたき工
P 1 7	水制工	P 1 7 - 1	割石・玉石水制工
		P 1 7 - 2	蛇籠水制工
P 1 8	スピルウェイ工	P 1 8 - 1	コンクリートスピルウェイ工
P 1 9	舗装工	P 1 9 - 1	砂利敷均し工
		P 1 9 - 2	アスファルト舗装工
		P 1 9 - 3	コンクリート舗装工
P 2 0	補強土工	P 2 0 - 1	壁面を有する補強土工
		P 2 0 - 2	鉄筋による盛土補強工

3.5 復旧工法の選定

1) 応急復旧工法の選定

応急復旧の主目的は交通の再開、交通に対して危険となる浮石・転石の除去、および被害の進行の阻止である。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よって選定されるべきである。目的に対応した対策工法を災害のタイプ別に示すと次のとおりとなる。

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)	U1-3 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

2) 本復旧工法の選定

本復旧工法の選定にあたり考慮すべき要素

ー復旧レベル

本復旧工法は、練石積み擁壁や蛇籠擁壁のように十分な安定性・耐久性を持つ標準復旧工法と、鉄筋コンクリート構造物のようにより高い安定性・耐久性を持つ高レベルの復旧工法との2つのレベルに分類することができる。大規模土石流や橋梁の流失などのように適当な標準復旧工法がない場合を除いて、標準復旧工法は、広く適用することができる。高レベルの復旧工法は、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。

ー作業条件

調達が困難な特殊な機械や材料を必要とする復旧工法は地方道路の復旧には不適當である。ただし、蛇籠は現在あまり使われていないため調達は容易ではないかも知れないが、復旧工法に適しているので、今後の普及が望まれる。

ー新技術の適用

フィリピンではまれにしか使われていない新技術であっても、効果的、経済的で、入手可能な資機材で建設できるようなものは、積極的に導入することが望まれる。

ー環境への影響

植生による法面保護工など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、谷側へ土石を直接落すような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。

本復旧工法の選定手順

災害のタイプごとに、復旧工法の選定手順を示すフローチャートを作成した。

図 3.5-1は切土のり面崩壊の例である。

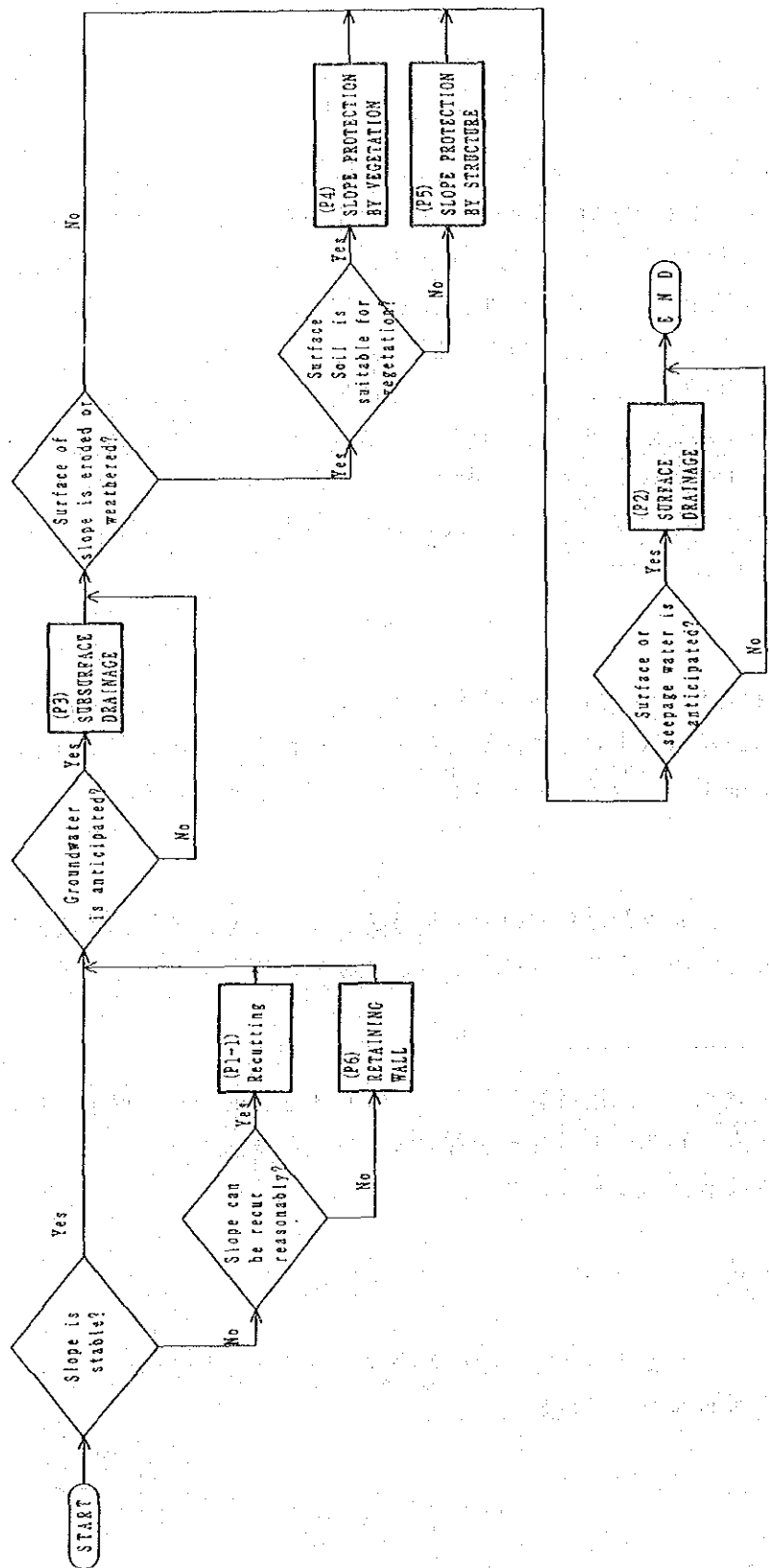


図 3.5-1 切土のり面崩壊 (C-F) に対する復旧工法選定のフローチャート

3.6 選定スポットの概略設計

1) 手 順

概略設計は全ての選定スポットに対して、次の手順で実施された。

技術調査

第 3.2 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 3.5 章に示す選定手順に従って、第 3.4 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 の地方道路復旧マニュアルに従って、復旧工法の概略設計を行った。

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。

2) 選定復旧工法

選定された復旧工法をスポット別に表 3.6-1 に示す。災害タイプ別の主な復旧工法を表 3.6-2 に示す。

表 3.6-1 スポット別復旧工法

TYPE OF RESTORATION MEASURE	C - F		E - F		FALL	L - SL	D - FL	Rg-O	FM-Rd	FBR-W/ TBR-W	PBR-A/ TBR-A	PBR-O/ TBR-O	SPW-D	CLV-D	SMD
	TYPE OF DISASTER	SPOT NUMBER													
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 Wadding	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
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 Spurriek															
P18-1 Concrete Sillway															
P19-1 Gravel Surfacing															
P19-2 Bituminous Pavement															
P19-3 Concrete Pavement															

表 3.6-2 主な復旧工法

Type of Disaster	Urgent Measures	Permanent Measures
C-F (Cut Slope Failure)	U1-1: Removal of Deposit Material	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 Material U1-2: Removal of Unstable Material	P1-1: Recutting P6-2: Grouted Riprap, or P8-2: Catch Gabion Wall
L-SL (Landslide)	U1-1: Removal of Deposit Material	P3-2: Horizontal Drain Hole P16-2: Gabion Foot Protection
D-FL (Debris Flow)	U1-1: Removal of Deposit Material	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
FM-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)	N o n e	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

3.7 プロジェクトの評価

1) 技術的評価

この章では第 3.6 章で提案した復旧工法を技術面から評価する。技術的評価項目は施工性、安定性、耐久性、維持管理の容易さ、および、環境への影響である。

提案した復旧工法は、すべて技術的にフィジブルであると評価された。次にコメントを付記する。

- 蛇籠、H型鋼、ベイリー橋部材、植生工の種子は、場合によっては容易に入手できないことがある。この状況に対する改善策が望まれる。
- 蛇籠工や水平排水孔のように、経験の少ない工法を用いる場合は、施工上の留意点をよく理解しておく必要がある。
- 排水施設、植生工、落石防止待ち受け工に対しては適切なメンテナンスが必要である。

2) 経済評価

評価の対象

費用・便益分析における便益は、プロジェクトが実施されない場合 (without case) には必要となるが、実施された場合 (with case) には節減できるコストとして算定される。不実施ケースと実施ケースの条件は、評価しようとする工法の種類によって変わる。

復旧工法は応急復旧と本復旧の2つのタイプに大別できる。応急復旧は、もし実施されなければ、道路機能そのものが喪失することとなり、その必要性は論を待たない。したがって、本調査では、応急復旧に続いて本復旧を実施した場合と、応急復旧のみを実施し本復旧を実施しなかった場合とを比較することによって生ずる費用・便益を定量化することによって、本復旧の経済評価を行う。ただし、応急復旧が無く直ちに本復旧が行なわれる場合、および、応急復旧のみが提案されている場合については、何もしない場合に対する費用・便益分析を行なった。

災害発生パターンとwithout case, with caseの定義

without caseと with caseの条件は災害のタイプ、規模、頻度と、復旧が行われるタイミングによって変わる。これを5つのパターンに分類した。

パターンごとのwithout caseと with caseの定義および復旧のタイミングを図 3.7-1に示す。

費用

評価の対象によって、応急復旧、または、本復旧に要する費用を費用・便益分析における費用とした。

便益

便益は、走行便益と維持便益に分けられる。

走行便益 : without caseとwith case の走行費の差。

維持便益 : 災害発生パターン1あるいはパターン3の場合、without caseでは応急復旧費が繰り返し必要となる。パターン5のwithout caseでは道路施設が崩壊した後の復旧費が必要となる。また、without caseにベイリー橋が用いられている場合はそのメンテナンスコストが必要である。これらの費用はwith caseでは節減できるものであり、便益と考えられる。

経済評価

経済評価は、Bs-62、L-4、L-6の3スポットを除いて、本復旧について行なった。すなわち、本復旧した場合を、応急復旧のみの場合、又は、何もしなかった場合と比較することによって評価した。Bs-62、L-4、L-6の3スポットは仮橋の流失で、これらについては、次の2ケースを検討した。

- ・何もしなかった場合に対する、ベイリー橋で応急復旧した場合の評価
 - ・ベイリー橋で応急復旧した場合に対する、永久橋で本復旧した場合の評価
- 前者はオリジナル・コンディションへの復旧と考えられ、後者は格上げと考えられる。

経済評価の結果、L-4とL-6の格上げ案がフィージブルでないことを除いて、提案された復旧工法はすべて経済的にフィージブルであることが明らかとなった。

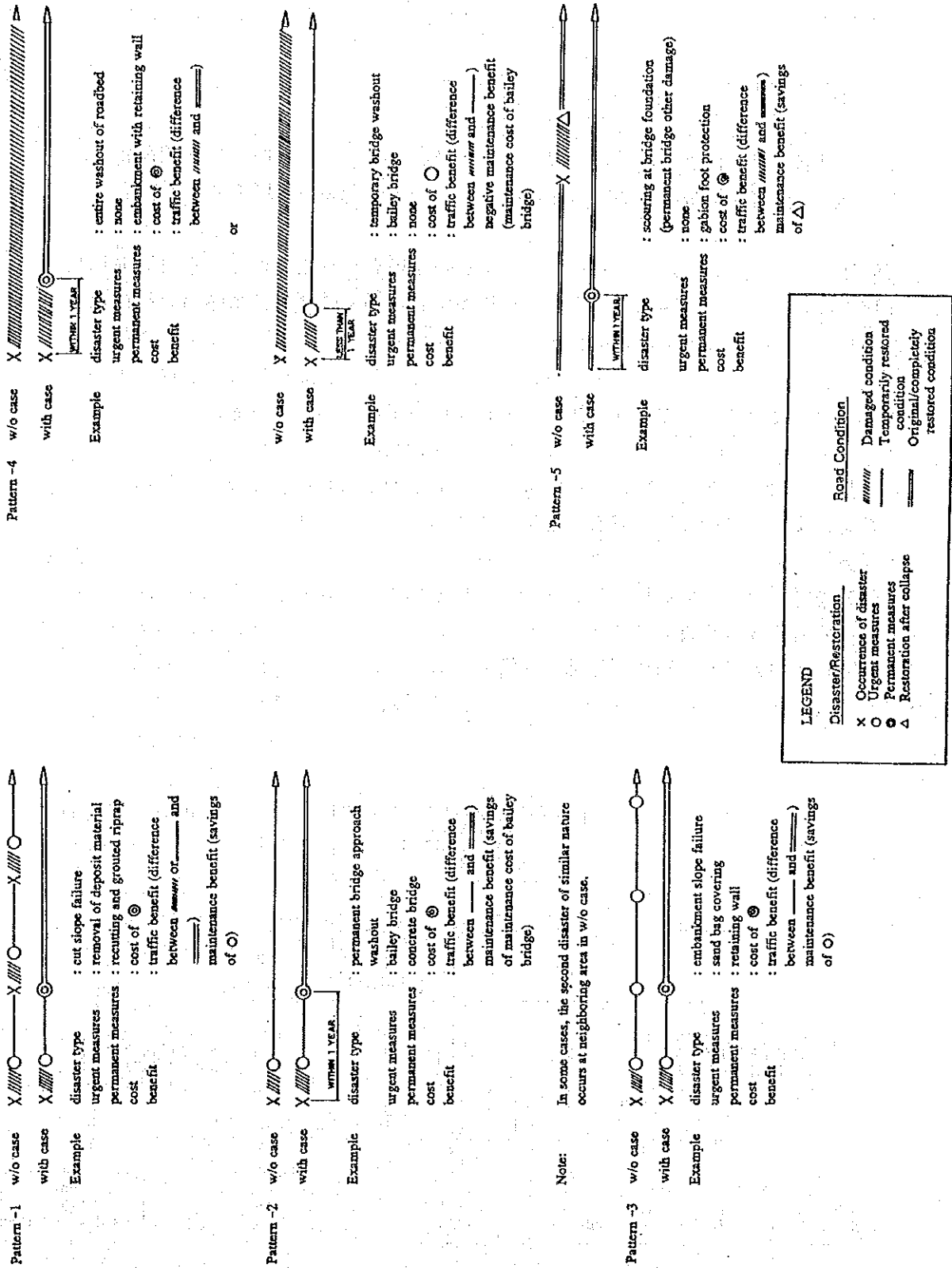


図 3.7-1 災害発生パターンと復旧工事のタイミング

4. 事業実施計画

4.1 災害対策の体制

National Disaster Coordinating Council (NDCC) の指揮と統制の下で、関係省庁、地方官庁、非官庁組織、民間セクターのすべてが緊急活動を実行する。

DPWHは、Central Office、および、RegionalからDistrict/City レベルまでの現地事務所にDisaster Coordinating Bodyを組織する。標準的な組織は図 4.1-1に示すとおりである。

災害対策の実行においてDPWHの果すべき業務は以下のとおりである。

- ・被災した治水、かんがい、道路、橋およびその他の公共施設／建物を復旧する。
- ・救助、復旧に必要な重・軽機械を提供する。
- ・災害対策実行用に、通信施設を確保する。
- ・救援物質、要員、被災民の輸送のための輸送施設を供給する。
- ・ダム の緊急放水を公示する。
- ・DPWH自体および関係局に対応部隊を編成する。

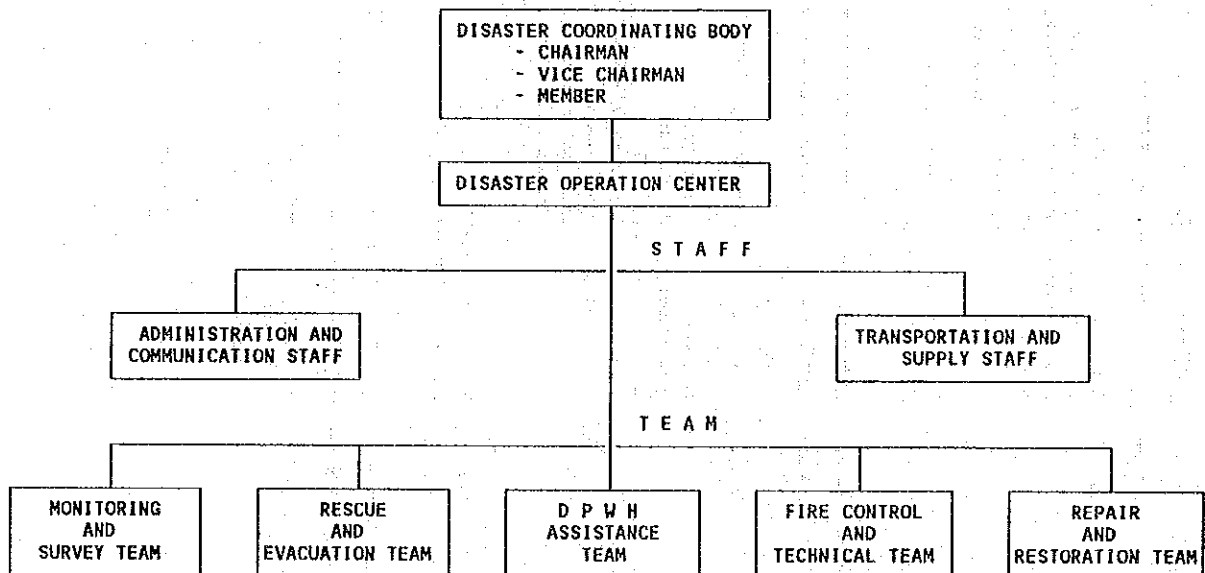


図 4.1-1 標準的なDPWH DISASTER COORDINATING BODY の組織図

4.2 地方道路復旧プロジェクトの実施計画

1) プロジェクトの概要

地方道路復旧プロジェクトは、メンテナンス予算や災害基金で手当てされずに放置されている災害箇所の復旧を目的とする外国援助プロジェクトとして提案される。

本プロジェクトは多数の小規模サブ・プロジェクトによって構成されるので、プログラムタイプのローンの導入が提言される。プログラムタイプローンは、同一の性格を有するサブ・プロジェクトのグループに融資されるもので、サブ・プロジェクトの選定および評価は一般に実施機関の責任で行われる。

プロジェクトは第 1.2 章のプロビンスの分類において、災害ポテンシャルが高いとランク付けされた 40 のプロビンスの 2 級国道、プロビシヤル道路、バランガイ道路の災害箇所の復旧を行なうもので、次に述べるような道路災害が対象となる。

- 復旧されずにとり残されていて、交通が遮断されたままとなっている箇所。
- 現在は交通に支障はないが、放置すれば将来重大な被害につながると予想される進行性の欠陥が認められる箇所。
- 一時しのぎの対策のみが講じられていて、その再発を防止するために本格的な対策が必要とされる箇所。

2) 実施計画

	1992	1993	1994	1995
Project Preparation	■			
Subproject Selection		■		
Detailed Engineering Design			■	
Tendering				■
Construction				■

3) プロジェクト・コスト

Construction cost	510.6 million pesos
Cost for consulting services	66.4 million pesos

Total	577.0 million pesos
-------	---------------------

4.3 復旧工事促進のための提言

適切な材料の調達が困難であることが、速やかで適切な復旧工事の実施をさまたげている。このような状況を打破し、復旧工事を容易にするため、次の2つのプロジェクトが提案される。

- 蛇籠製造工場の建設
- 緊急用簡易橋のストック

1) 蛇籠製造工場の建設

蛇籠は、フレキシブルである、透水性がよい、容易かつ迅速に施工できる、経済的であるなどの利点をもっており、擁壁工、基礎防護工、落石防止工、斜面山留め工、砂防ダム工、床止め工、水制工などの主要材料として復旧工法に広く適用できる。

しかし、蛇籠の供給能力は、現在まだ極めて低い。蛇籠の使用を広め、蛇籠製造業の発展をはかるための手はじめとして、政府が生産工場を設立し、DPWHのRegional Officeがその運営と維持管理にあたることを提案する。

蛇籠製造機を1台備えた工場をCAR、リージョンIとIII、II、IV、VとVIII、VIとVIIとIX、XとXIとXIIの7箇所に建設することを提案する。

費用は、1つの工場あたり16百万ペソ、7つの工場で合計112百万ペソとなる。

2) 緊急用簡易橋のストック

1990年11月現在、3つのパイロットプロビンス内で橋梁あるいは取付部が流失したケースが23例あったことから推測すると、フィリピン全土では数百の橋梁が被災していることになる。これらの被災箇所は仮橋を架設し緊急に開通させる必要がある。このためには、ベイリー橋のように小部分に分解でき、運搬・架橋が容易な橋が便利であるが、緊急用のベイリー橋のストックが無いのが現状である。したがって、緊急用簡易橋を購入しストックしておくことを提案する。

このプロジェクトの概要は次のとおりである。

- 簡易橋は、自然災害によって被災した橋梁の緊急かつ仮設架橋のみに使用する。
- 本復旧が完成し、仮設橋としての役目が終了したら、直ちに解体し、ストックする。
- 簡易橋部材は、指定された保管所に適切にストックし、常に緊急時に使用できるよう管理する。
- 施工部隊は、保管所に具備された架設用機械・器具を用い速やかに架橋できるよう訓練されていること。

次のような配置計画を提案する。

- CARとリージョンⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ-A、Ⅳ-B、Ⅴ、Ⅵ、Ⅶ、ⅨとⅪ、Ⅹ、Ⅺの11箇所それぞれ19mスパンの橋梁10セットを保有する保管所を1箇所ずつ
- リージョンⅧにそれぞれ19mスパンの橋梁10セットを保有する保管所を2箇所

概算事業費は保管所1ヶ所当たり57百万ペソ、13ヶ所の保管所で合計741百万ペソとなる。

JICA