

フィリピン共和国


フィリピン国道路防災計画調査

報告書

(要約編)

昭和59年6月

国際協力事業団

開一

84-072(1/2)

18
84
DF
RARY

JICA LIBRARY



1031499L51

フィリピン共和国

フィリピン国道路防災計画調査

報告書

(要約編)

昭和59年6月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 7. 10	118
登録No. 11707	6.4
	SDF

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、フィリピン国道路防災計画に関する調査を行うことを決定し、国際協力事業団がその調査を実施した。

当事業団は、上記計画の重要性に鑑み、土肥正彦氏を団長とする調査団を編成するとともに、北海道開発庁地政課長松野一博氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、調査の推進を図った。

調査団は、昭和58年5月から10カ月に亘り、現地においてフィリピン国政府関係者との討議ならびに現地踏査、資料収集等を行い、その後、更に解析、検討作業を進め本報告書を取りまとめた。

本報告書が、フィリピン道路防災プロジェクトの進展に寄与するとともに、日・フィリピン両国の友好親善関係の促進に役立つことを願うものである。

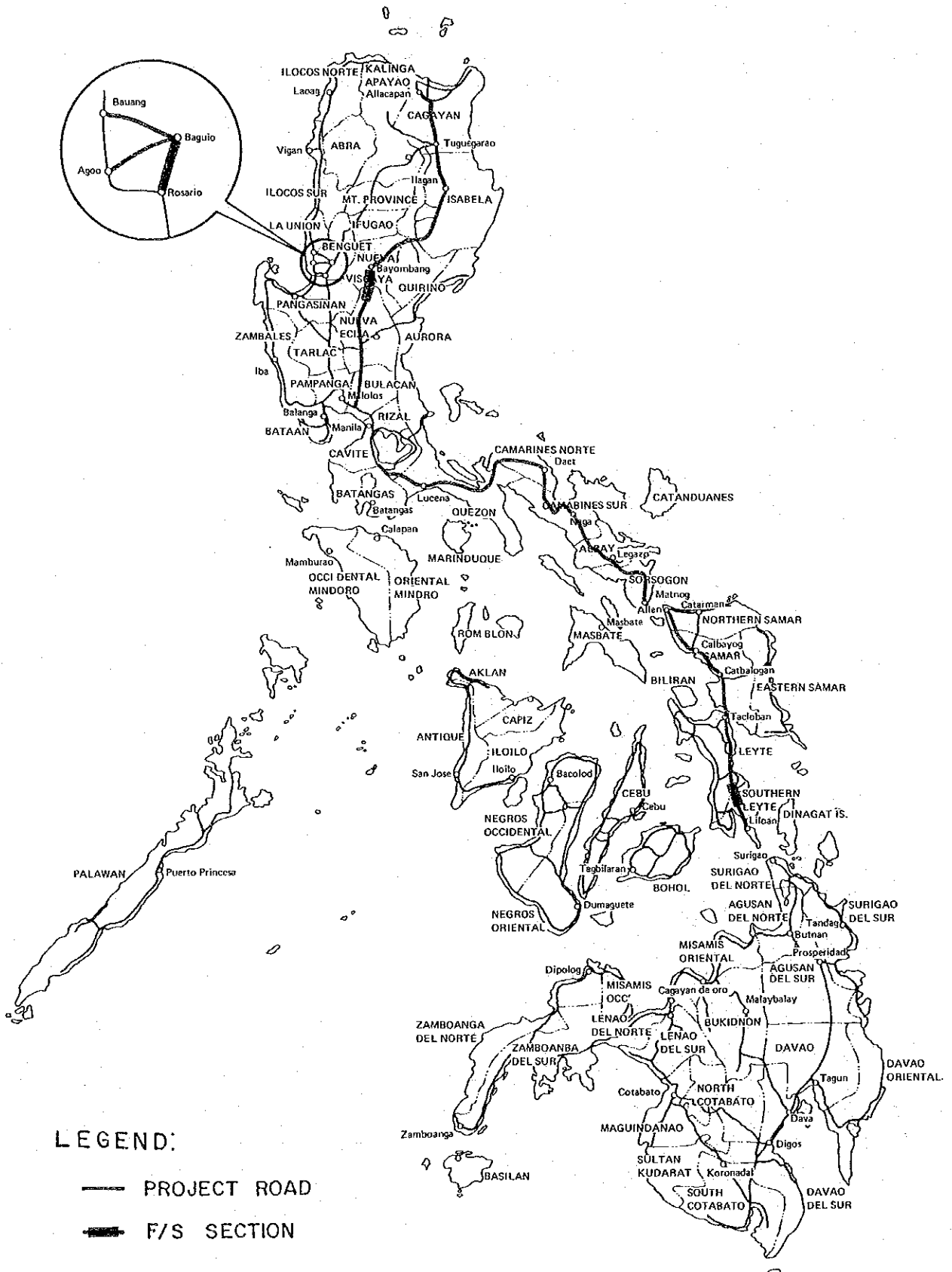
最後に、本調査の実施にあたり、多大なご協力とご支援をいただいたフィリピン共和国政府ならびに日本国政府関係機関の各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

昭和59年6月

国際協力事業団

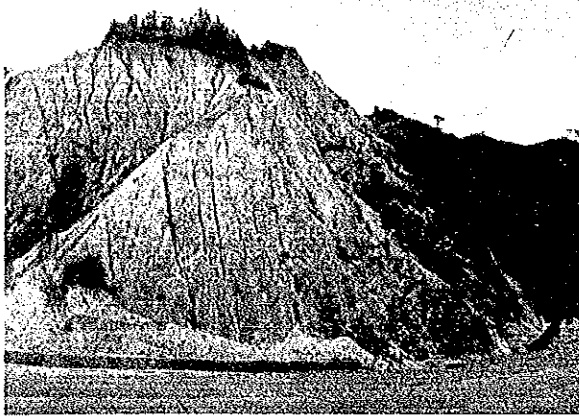
総裁 有田圭輔

LOCATION MAP



LEGEND:

- PROJECT ROAD
- █ F/S SECTION



*CUT SLOPE
SURFACE FAILURE
(EROSION)
C-S.F (E)*

*MAHARLIKA HIGHWAY,
NORTH LUZON
km 215 + 600*



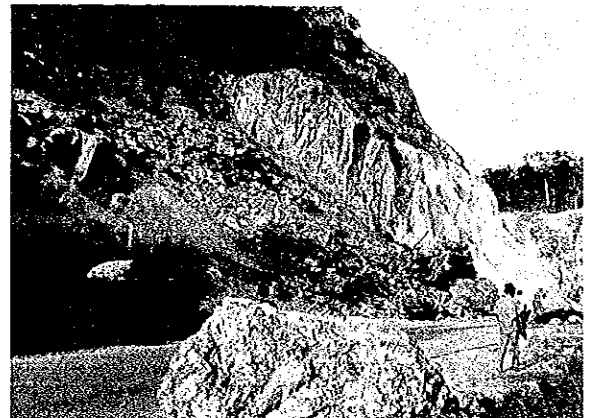
*CUT SLOPE
DEEP FAILURE
(SCOURING)
S-D.F (S)*

*MAHARLIKA HIGHWAY,
LEYTE
km 1019 + 690*



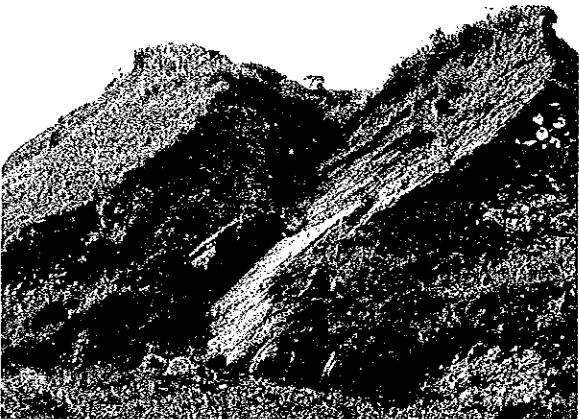
*CUT SLOPE
SURFACE FAILURE
(WEATHERING)
C-S.F (W)*

*KENNON ROAD
km 237 + 800*



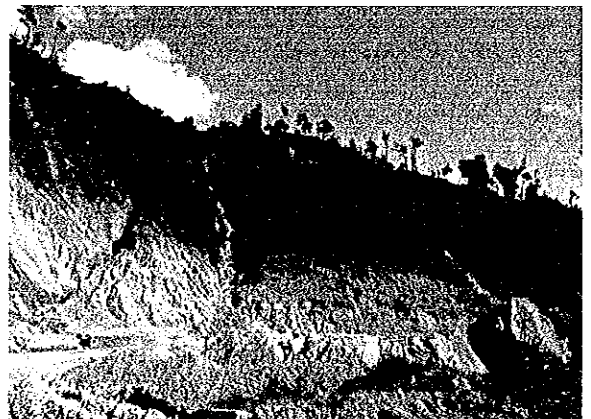
*CUT SLOPE
DEEP FAILURE
(ROTATIONAL)
C-D.F (R)*

*MAHARLIKA HIGHWAY,
SOUTH LUZON
km 158 + 500*



*CUT SLOPE
SURFACE FAILURE
(STRUCTURAL WEAKNESS)
C-S.F (S)*

*AGOO-BAGUIO ROAD
km 272 + 600*

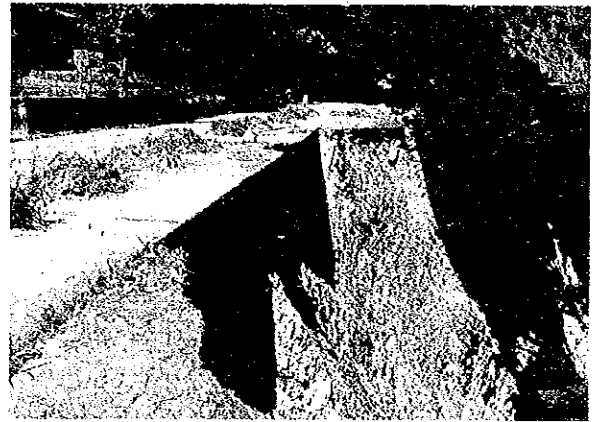


*CUT SLOPE
DEEP FAILURE
(TRANSLATIONAL)
C-D.F (T)*

*MAHARLIKA HIGHWAY,
LEYTE
km 1009 + 600*



EMBANKMENT SLOPE **MAHARLIKA HIGHWAY,**
SURFACE FAILURE **SOUTH LUZON**
(EROSION) **km 406 + 490**
E-S.F (E)



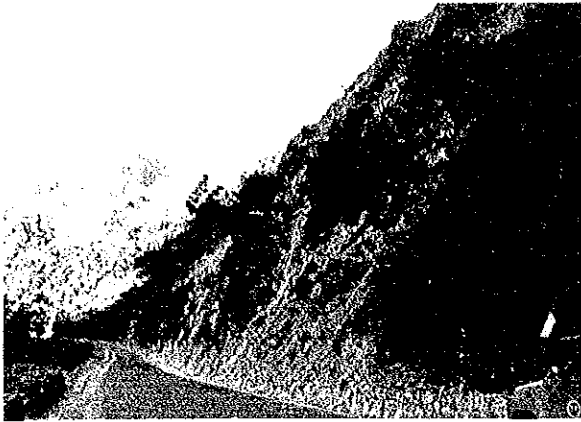
EMBANKMENT SLOPE **KENNON ROAD**
DEEP FAILURE **km 227 + 750**
(SATURATION)
E-D.F (P)



EMBANKMENT SLOPE **MAHARLIKA HIGHWAY,**
DEEP FAILURE **LEYTE**
(SCOURING BY **km 1009 + 700**
SURFACE WATER)
E-D.F (S)

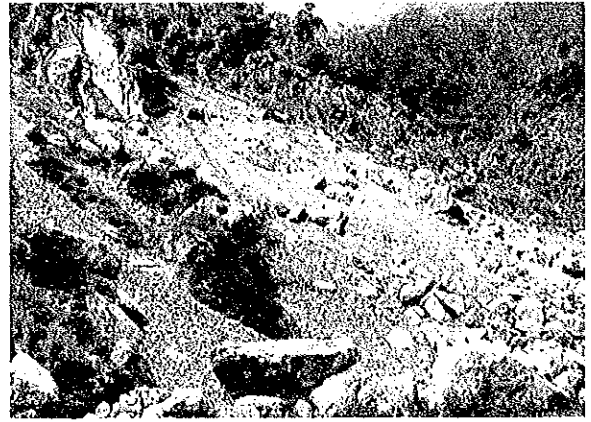


EMBANKMENT SLOPE **MAHARLIKA HIGHWAY,**
DEEP FAILURE **NORTH LUZON**
(SCOURING BY RIVER) **km 225 + 700**
E-D.F (S)



FALLS
ROCK FALL
C-F (R)

KENNON ROAD
km 235 + 800



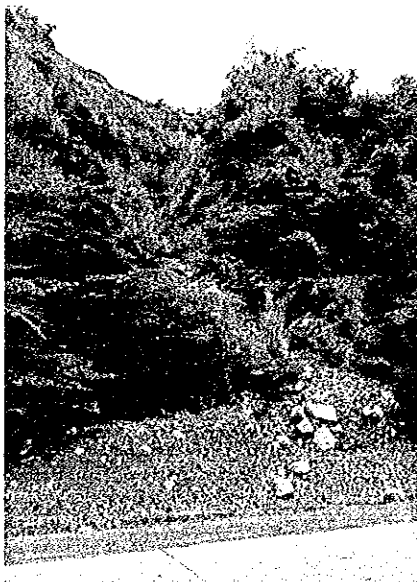
FALLS
DEBRIS FALL
C-F (D)

AGOO-BAGUIO ROAD
km 277 + 600



LANDSLIDE
SOIL LANDSLIDE
L.S (S)

MAHARLIKA HIGHWAY,
LEYTE
km 1021 + 100



DEBRIS FLOW
DEBRIS FLOW
D.F (D)

MAHARLIKA HIGHWAY,
NORTH LUZON
km 173 + 450



DEBRIS FLOW
MUD FLOW
D.F (M)

MAHARLIKA HIGHWAY,
NORTH LUZON
km 188 + 200

要 約 編 目 次

	Page
I 序	1
II 結論と提言	3
III 要 約	9
1. 優先順位の高い区間の把握	9
1.1 対象道路	9
1.2 災害の把握	12
1.3 危険ヶ所の概要	15
1.4 道路災害の記録と復旧工事	17
1.5 フィージビリティ調査対象区間の選定	18
2. 選択された区間のフィージビリティ調査	20
2.1 選択された区間の役割	20
2.2 将来交通	22
2.3 道路災害の現況	24
2.4 対策工	26
2.5 プロジェクト・コスト	30
2.6 プロジェクト評価	31
2.7 実施計画	37
3. 道路防災に関する手引き書	38
IV 調査に基づく提言	39

付 表

付属資料：プロジェクトの基本情報

I 序

I 序

1. 背景

フィリピンにおける道路網整備は政府により実施されている主要な計画の1つであり、国の社会・経済開発目標を達成するための支援として重要な役割りを果たしている。主要な道路の改良及び建設は1970年代初頭に開始され、以後継続的に進められてきた。現在、主要幹線道路体系は、配置及び量的には十分であると思われるまでに至った。このような業績が達成されたものの、最も重要な道路において斜面崩壊、落石、地スベリ、土石流等の災害も含めたたくさんの欠陥を被っており、道路輸送体系の効率性を低下させている。もし、これらの欠陥が修正されないならば、経済的収益を大きく後退させることになる。

近年、ますます注視されてきている道路災害に関連した諸問題を認識して、フィリピン政府は道路防災計画の策定を企画した。“フィリピン道路防災計画調査(以下調査)”の名のもとに、この道路防災計画を策定するにあたり、国際協力事業団は、フィリピン政府の要請に基づいて、技術援助を提供することとなった。

国際協力事業団とフィリピン政府を代表して調査の実施機関である公共事業道路省との間に、技術援助の実施契約が1983年2月に結ばれた。調査は1983年5月に開始され、1984年6月に完了した。

2. 調査の目的

調査の目的は

- 1) 対象道路における災害多発区間あるいはその可能性のある区間を把握する。
- 2) 選ばれた区間において提言された対策工の事業実施計画を準備する。
- 3) 道路災害防止のための技術を発展させる。

3. 対象道路

- 1) マハリカ・ハイウェイ(ルソン, サマール, レイテ区間のみ)
- 2) ケノン道路
- 3) ナギリアン道路
- 4) マルコス・ハイウェイ(アゴー・バギオ市道路)

4. 調査の範囲

対象とした道路災害は、切土斜面崩壊、盛土斜面崩壊、落石、地スベリ及び土石流であった。しかしながら調査の範囲は、道路プロジェクトとしての観点から判断して適切な規模の災害に限定された。このため、大規模な河川改修工事及び砂防工事は除外された。

調査は次のフェイズに分割され実施された。

フェイズー1：フィージビリティー調査の対象となる優先順位の高い区間の抽出

フェイズー2：フィージビリティー調査

技術的レビュー：災害防止対策の総括的レビュー

5. 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

プログレス・レポート（Ⅰ） ----- （フェイズー1）

プログレス・レポート（Ⅱ） ----- （フェイズー2）

ドラフト・ファイナル・レポート

ドラフト・ファイナル・レポートは、次の5巻から構成されている。

Volume I：Executive Summary（要約編）

Volume II：Text（本編）

Volume III：Appendix（資料編）

Volume IV：Drawings（図面集）

Volume V：An Approach On Road Disaster Prevention（手引き書編）

ファイナル・レポートは、フィリピン政府のコメントに従いドラフト・ファイナル・レポートを修正し作成された。

調査は、国際協力事業団派遣の8人の専門家とフィリピン政府のカウンターパート及び補助スタッフとの協同作業により実施された。調査実施を監理する目的で組織されたフィリピン政府及び日本政府の監理委員会による定期的な技術監理のもとに調査が実施された。

II 結論と提言

II 結 論 と 提 言

結 論

1. 道路災害対策の重要性
 - 1.1 フィリピンにおける道路防災対策は、厳しい自然条件のもとで実施されなければならない。国土の大部分は地形的に急峻な山岳地であり、地質的には概して第三紀のもろい構造であり、しかも、フィリピン断層に代表されるたくさんの構造線により破碎されている。さらにフィリピンは南太平洋台風ベルトの中に位置し、平均年9回あるいはそれ以上にわたり台風がもたらす豪雨に見まわれる。
 - 1.2 国の輸送システムは大部分が道路輸送に依存しており、道路輸送は現在旅客及び貨物輸送需要の97%を受け持っている。しかしながら道路システムの効率性は、特に幹線道路の果すべき役割りにおいて、道路災害により多大に阻害され、国の社会・経済活動に重大な影響を与えている。
 - 1.3 フィリピンの幹線道路網は、近年除々に整備されてきた。地域への基本的なアクセスを提供するという意味あいにおいては、道路網は十分であると思われる。しかしながら、増加する交通需要を考慮すると、幹線道路網は緊急時あるいは道路災害により主要道路が閉鎖された場合に機能する代替路線により補足される必要がある。しかしながら、多くの地域は緊急時に利用できる代替道路が無いまま取り残されている。
 - 1.4 既存の幹線道路は、全てが全てで無いにしても、災害の防護工が必要である場所において防護工が施されていない。災害を受けやすくなっているため、また厳しい自然環境にさらされているため、国の最も重要な幹線道路であるマハラカ・ハイウェイにおいてさえ、しばしば災害によりたくさんの区間が閉鎖され、その期間道路システムの効率性をいちじるしく阻害している。
 - 1.5 災害による道路被害の復旧工事の現状は、応急処理にすぎない。根本的かつ完全な災害防止対策が採られずに潜在的災害危険ヶ所が取り残されるならば、潜在的災害規模はしだいに大きくなり、いくつかの区間においては、ほどなく経済的限界内で復旧工事を施せる以上に破壊されることになるであろう。

1.6 以上のことがらを考慮すると、幹線道路における災害防止対策は重大かつ緊急な課題である。

2. フィージビリティ調査対象区間

調査対象道路は24区間に分割され、災害の危険度と区間重要度とから表-Aに示すように3つのカテゴリーにランクされた。第一優先度に含まれた区間を総合的に評価した結果、次の3区間がフィージビリティ調査を実施すべき区間として選定された。

- アリタオーサンホセ区間(ダルトン・パス区間)
- マハブラグーソゴド区間(レイテ)
- ケノン道路

TABLE-A RANKING OF SECTIONS

Location	Factor for Evaluation		Rating	Ranking
	Disaster Potential	Importance		
Aritao -- San Jose (Dalton Pass)	A	B	A	First Priority Sections
Kenon Road	A	B	A	
Agoo -- Baguio	A	C	A	
Mahaplag -- Sogod (Leyte)	A	C	A	
Allen -- Calbayog (Samar)	A	C	A	
Lucena -- Calauag (Region IV)	B	A	A	
Santiago -- Bagabag (Region II)	B	B	B	Second Priority Sections
Naguilian Road	B	B	B	
Calauag -- Daet (Region V)	B	B	B	
Bagabag -- Aritao (Region II)	B	B	B	
Sogod -- Liloan (Leyte)	B	C	B	
Calbayog -- Catbalogan (Samar)	B	C	B	
San Jose -- Sta. Rosa (Region III)	C	A	B	
Calamba -- Lucena (Region V)	C	A	B	
Daet -- Naga (Region V)	C	B	C	Third Priority Sections
Daraga -- Sorsogon (Region V)	C	C	C	
Catbalogan -- Tacloban (Samar)	C	C	C	
Sorsogon -- Matnog (Region V)	C	C	C	
Allacapan -- Tuguegarao (Region II)	C	C	C	
Tuguegarao -- Naguilian (Region II)	C	C	C	
Naguilian -- Santiago (Region II)	C	C	C	
Sta. Rosa -- Sta. Riza (Region III)	C	A	C	
Naga -- Daraga (Region V)	C	A	C	
Tacloban -- Mahaplag (Leyte)	C	C	C	

3. フィージビリティ調査の結果

3.1 プロジェクト評価

3区間に関して行われた評価では、3区間とも技術的、経済的及び財務的にフィージブルであることが証明された。

評価結果を表-Bに要約してある。

TABLE-B PROJECT EVALUATION

	Technical Evaluation	Economic Evaluation	Financial Evaluation
Dalton Pass Section	<ul style="list-style-type: none"> 73 spots with high disaster potential. Suffered destructive road damages twice in 7 years. Month-long traffic interruptions almost every 4 years. Immediate restoration works required in many spots. Practically no detour road. 	<ul style="list-style-type: none"> IRR = 18.7% Provides the only access to the Cagayan Valley Region. Socio-economic activities and development of the Cagayan Valley Region depended upon. 	<ul style="list-style-type: none"> 5-year implementation period assumed (1985 - 1990). 3-year construction period (1987 - 1990) Maximum annual financial requirement: P220 Million Maximum annual financial requirement of local portion estimated at P79 million is within the Government's funding capability. Foreign funds for foreign cost components will be required.
Mahaplag-Sogod Section	<ul style="list-style-type: none"> 40 spots with high disaster potential. Extent of disaster will increase year by year. Would be totally destroyed in future, unless measures are taken. Months-long traffic interruption almost every year. No reliable detour road. 	<ul style="list-style-type: none"> IRR = 14.4% Efficient operation of ferry service between Leyte and Mindanao relied on. Enhance socio-economic development of Southern Leyte. 	
Kennon Road	<ul style="list-style-type: none"> 46 spots with high disaster potential. Highly dangerous to traffic due to narrow roadway and shoulders. Weeks-long traffic interruptions almost every year. No reliable detour road. 	<ul style="list-style-type: none"> IRR = 16.6% Provides shortest access from Metro Manila to Baguio City. Vitally supports the development of tourism industry and vegetable production in Baguio City and adjacent provinces. 	

3.2 プロジェクト・コスト

3区間の事業実施を行うための総プロジェクト・コストは、1983年10月価格で約367.85百万ペソと見つめられた。詳細を表-Cに示す。

TABLE-C PROJECT COST

Price : As of Oct. 1983

Unit : Million Pesos

	Detailed Engineering	Suoversion and Construction				Total
		Daiton Pass Section	Mahaplag-Sogod Section	Kennon Road	Sub Total	
Foreign	14.67	101.14	53.06	56.78	210.98	225.65
Local/Tax	7.91	67.30	33.82	33.17	134.29	142.20
Total	22.58	168.44	86.88	89.95	345.27	367.85

提 言

1. 道路災害事業の推進

1.1 バランスのとれた、また自立性の高い地域社会の形成を達成し、国の総合的・社会・経済開発の目標を達成するにあたり、フィリピンの輸送システムにおいて道路は特に重要な役割を果たす。全ての幹線道路の中でも基本的な交通アクセスを提供するにあたり、本質的な役割を果たしているマハラカ・ハイウェイとケノン道路はフィリピンの社会・経済発展に伴ない、さらにその重要性を増すことになる。

1.2 道路防災事業は道路利用者への信頼性を高め、重要な道路の諸機能を確保する。道路防災事業は、適切な投資のもとで道路閉鎖を無くする一方、すでに行われた巨大な道路整備投資の効果の最大化を実現することになる。この観点から道路防災事業は積極的に考慮され、重点的に実施に移されるべきである。

1.3 調査は、時間的制約と潜在的危険ヶ所が把握された国道の限定された範囲において、主として日本の経験に基づいて行われた。対策工も、当てはまる場所においては、同様なベースにおいて調査され、提案された。フィリピンの自然条件は全般に日本よりも厳しいという事実から判断し、本調査の経験と明らかになった事項を活用し、次のような事項を達成していきながら道路防災システム及び技術を開発することを提言する。1) 体系的な災害記録の整理と収積、2) 災害危険ヶ所の抽出と災害危険度の評価、3) 定期的災害地域の点検要領の作成及び4) ローカル材を使用した対策工の開発。

2. 三区間の事業実施

2.1 事業の早期実施

フィージビリティ調査の対象となった三区間の道路防災プロジェクトは、できる限り早く事業実施に移されることを提言する。事業実施の遅れは、災害の危険性を増大するのみであり、また現状の深刻さを複合することにもなる。このことは、より費用のかかる復旧工事と、より長い交通途絶という結果になり、それゆえ経済により多くの費用を要することになる。

2.2 事業実施スケジュールと投資計画

三区間の事業の同時実施という仮定のもとに、事業実施スケジュールと年別投資計画を表-Dに示すように提案する。

外国あるいは国際金融機関等、国外からの援助により調達されるものと仮定した外貨分も同時に示してある。

TABLE-D IMPLEMENTATION SCHEDULE

		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Feasibility Study (This Study)		■						
Financing Arrangement for Implementation		■	■					
Detailed Engineering Study (15 months)			■	■				
Tender (6 months)					■			
Construction (36 months)					■	■	■	■
Construction Supervision (36 months)					■	■	■	■
Financial Requirement — October 1983 Price — Unit: Million Pesos	Foreign Component	—	1.47 (1.70)	13.20 (16.09)	10.55 (13.69)	73.85 (101.18)	84.39 (122.61)	42.19 (64.92)
	Local and Tax Component	—	0.79 (1.06)	7.12 (10.52)	6.72 (10.59)	47.00 (79.54)	53.71 (97.25)	26.86 (62.04)
	TOTAL	—	2.26 (2.76)	20.32 (26.61)	17.27 (24.28)	120.85 (180.72)	138.10 (219.86)	69.05 (116.96)

Note: Figure in () shows financial requirement in current price.

III 要約

III 要 約

1. 優先順位の高い区間の把握

1.1 対象道路

マハラカ・ハイウェイ

マハラカ・ハイウェイは国の道路網の中で疑いもなく最も重要な幹線であり、ルソン、サマール、レイテ及びミンダナオの主要4島を連絡している。この幹線道路は、ルソン島カガヤン州を起点としミンダナオ島ダバオ市を終点とする延長2,100 kmの道路である。本調査でカバーされた範囲はカガヤンからレイテまでの区間約1,530 kmであった。

本ハイウェイは、6.7 m巾の2車線で2から2.5 mの路肩を有するコンクリート舗装道である。ダルトン・バス及びルセナーカマリネス区間で急峻な山岳地帯を通過する。この区間においては、大規模な斜面崩壊の主原因となっているフィリピン断層の破碎帯と平行に走る。

本ハイウェイは国の道路輸送システムにおいて重要な役割を果たしている。特に、カガヤン・パレー、ピコール、サマール及びレイテのような他に代替路線が無い地域においては重要な役割を果たしている。

バギオに至る道路

バギオ市はマニラの北方約300 km、海拔1,500 mの高所に位置している。涼しい気候にめぐまれ、バギオ市は観光避暑地として有名であり、夏の首都とみなされている。マニラ北道路から分岐しバギオ市に至るのがケノン道路、ナギリアン道路とアゴーバギオ道路である。

ケノン道路はマニラからバギオに至る最短路線であり、延長34 km、6 m巾のアスファルト舗装の2車線であり、0.5～1.0 mの路肩を有する。路線は曲がりくねったブエド川に沿って、また急な山岳地帯をぬうように走るため道路の線形はカーブが多く、また縦断も急である。斜面は礫岩、安山岩、閃緑岩等により構成されている。

ナギリアン道路は、マニラからバギオ市にアクセスする道路のうちで一番北に位置している。延長47 km、6 m巾の2車線で、いたみのはげしいアスファルト舗装であり路肩は狭い。道路はパウアンから約17 kmは丘陵地を走り、その後急な山岳地帯を通過しながらバギオ市に続く。斜面は概して砂岩、頁岩、燄灰岩等で構成されている。

アゴーバギオ道路は上記2つの道路の中間に位置し、延長49 km、6.7 m巾の新しいコンクリート舗装であり、2.0~2.5 mの路肩を有する。バギオ側約36 kmは概して急な山岳区間である。斜面は主として風化のはげしい泥岩、礫岩、凝灰岩等で構成されている。

図1-1は対象道路の現況交通量を示す。調査地域の地質、地形及び気候は図1-2に示されている。

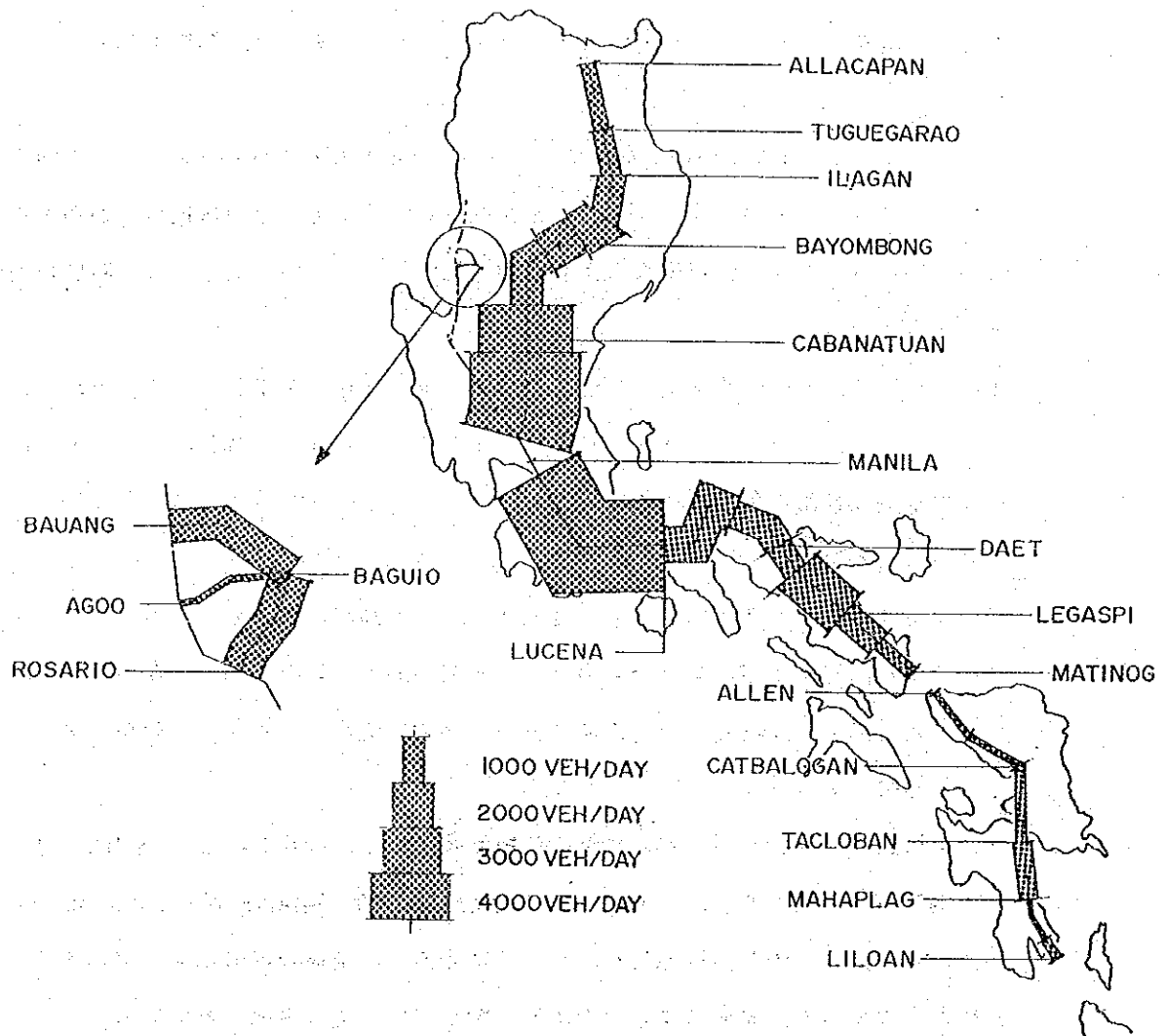


FIGURE 1-1 PRESENT TRAFFIC VOLUME

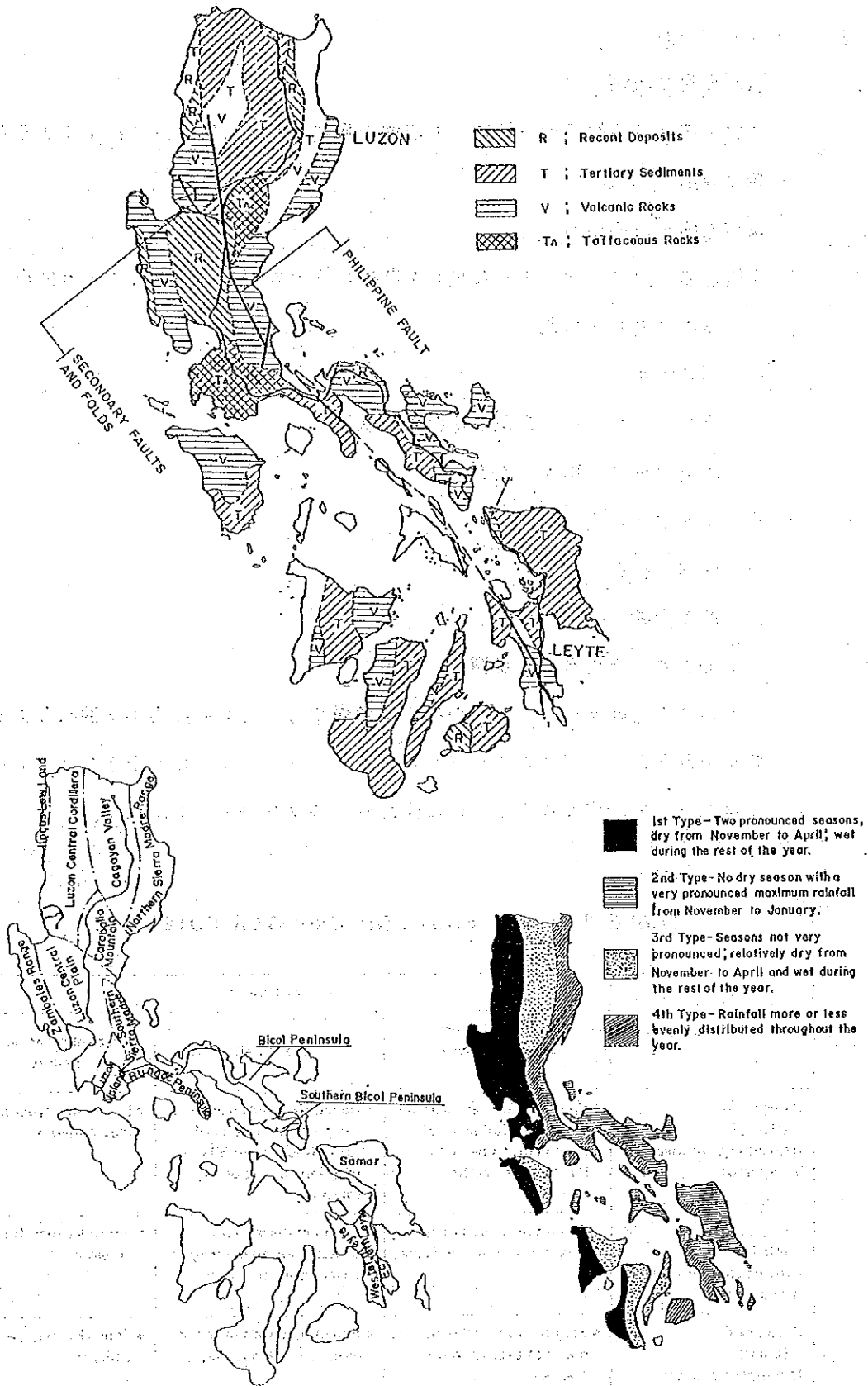


FIGURE 1-2 GEOLOGY, TOPOGRAPHY AND CLIMATE OF THE STUDY AREA

1.2 災害の把握

道路災害の種類

道路災害は目視観察の評価により崩壊の形に基づいて図1-3に示すような5つの種類に分類される。

災害危険ヶ所の抽出

災害危険ヶ所は、次のような項目を考慮に入れながら現地調査により抽出された。

- 斜面の高さと勾配
- 岩の種類
- 風化、クラック、節理及び断層の状況
- 表土の厚さと締まり具合
- 斜面の含水度
- 湧水の存在
- 波の影響
- 過去の災害の有無と規模

おのおのの危険ヶ所は、上記の項目を考慮するとともに災害が交通に与える影響度に重点を置きながら三つのカテゴリA（インパクト大）、B（中）及びC（小）にランクされた。危険度を決定するのに使われた基準を表1-1に示す。

TABLE 1-1 CRITERIA FOR DISASTER POTENTIAL

IMPACT	Type of Disaster		
	Cut Slope Failure, Landslide, Debris Flow, etc.	Rock Fall	Embankment Slope Failure
Category A (Heavy) (Urgent countermeasure is required)	● Failure or moved material may cover full lanes of pavement. Expected to be closed to traffic.	● Fallen materials may cover full lanes or large sized rocks (more than 50 cm) may fall to part of carriageway.	● Pavement structure may collapse.
Category B (Medium) (Urgent countermeasure is required)	● Failure or moved materials may cover about one lane.	● Fallen materials with size of less than 50 cm may cover about one lane.	● Shoulder may fully collapse.
Category C (Light) (No urgent countermeasure is required.)	● Failure or moved materials may not extend to carriageway.	● Fallen materials may not extend to carriageway.	● Shoulder may partially collapse.

Road Disaster is classified into the following five (5) types.

1. Cut Slope Failure

This type is sub-classified into surface and deep failures. Causes of the former are erosion, weathering and structural weakness. The latter is classified into scouring, rotational and translational failure. Figures 1 (a) and (b) show a surface failure due to erosion, while (c) and (d) show a deep failure due to scouring.

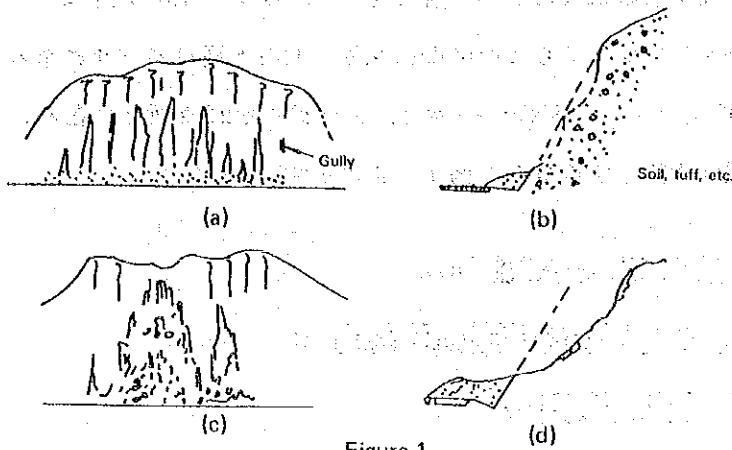


Figure 1

2. Embankment Failure

This type is sub-classified into surface failure due to erosion and deep failure due to scouring and saturation. Figures (a) and (b) show a deep failure due to scouring.

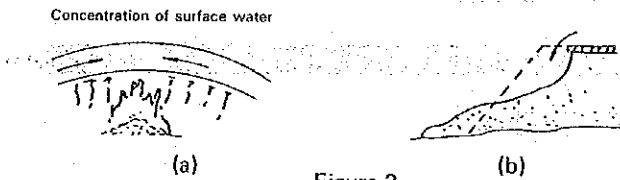


Figure 2

3. Fall

This type is sub-divided into rock and debris falls. Figures 3 (a) and (b) show rock and debris falls, respectively.

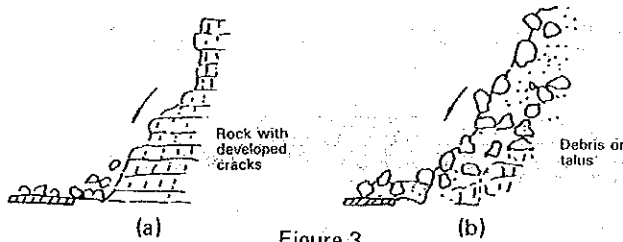


Figure 3

4. Landslide

This type is sub-classified into rock and soil landslides. Figures 4 (a) and (b) show a soil landslide.

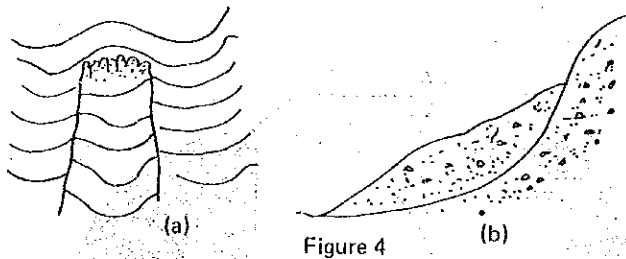


Figure 4

5. Debris Flow

Debris flow is sub-classified into debris and mudflow. Figures 5 (a) and (b) show a debris flow.

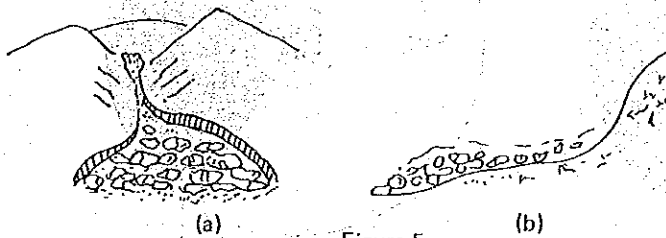


Figure 5

FIGURE 1-3 CONCEPTUAL ILLUSTRATION OF FAILURES

道路災害の要約

対象道路で抽出された危険ヶ所の総数は545ヶ所であり、このうち390ヶ所はマハラリカ・ハイウェイのカガヤンからレイテまでの区間に在り、155ヶ所はバギオに至る3本の道路（ケノン48ヶ所、アゴーバギオ84ヶ所、ナギリアン23ヶ所）に在る。

道路区間別及び災害種類別危険ヶ所の分布を図1-4に示す。

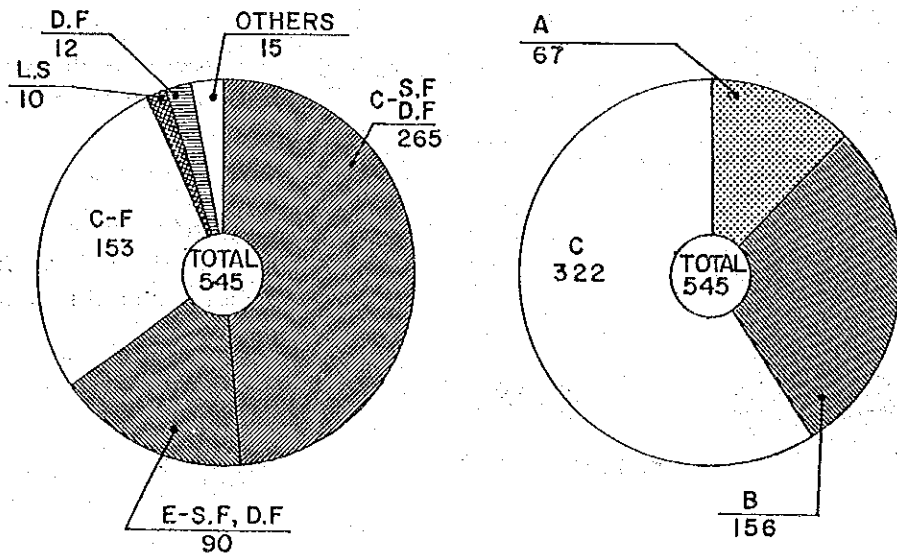
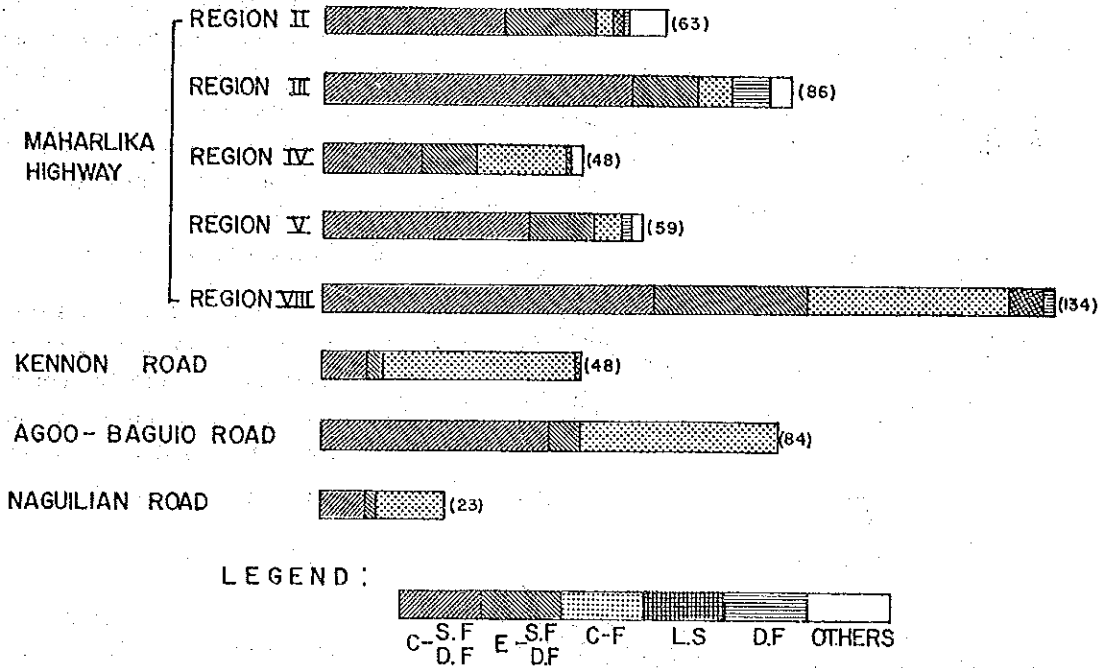


FIGURE 1-4 DISASTER SPOTS BY REGION, TYPE AND POTENTIAL

1.3

危険ヶ所の概要

対象道路沿いで観察された545の危険ヶ所のうち、切土斜面崩壊が一番多く全体の49%の265ヶ所であり、次が落石の28%で153ヶ所、盛土斜面崩壊の17%、90ヶ所及び土石流、地スベリ及びその他の6%である。

切土斜面崩壊

この種類の崩壊は、全ての山岳区間で支配的な災害であり、特に次の区間に多い；

i) スエバ・ビスカヤのダルトン・パス区間、ii) アゴーバギオ道路、iii) 南レイテのマハブラグーソゴド区間及びiv) カマリネスノルテのサンタエレナーダイエット区間。大規模な崩壊はi)とiii)にみられた。

平均的規模の斜面崩壊は全ての岩質において発生していた。これらの崩壊の原因は、水であると言いきっても過言ではない。斜面の表面を流下する水は浸食と洗掘を引き起こしていた。一方、i)及びiii)で見られた大規模崩壊はフィリピン断層の破碎帯のためであろう。

予測されたとおり、次のような欠陥のために崩壊はこれまで防止できなかった。

- 豪雨による浸食及び洗掘を防止するための排水施設の欠如
- 地表面を流下する水の速度を遅くする小段が無いこと
- 植生等による法面保護工が無いこと

盛土斜面崩壊

この種の崩壊も対象道路沿いに広く見うけられた。特に、次に示すような地形条件を有するヶ所に多かった；i) 急な縦断勾配で曲線の内側部分、ii) 海岸及び川に沿った区間及びiii) 橋梁のアプローチ。

盛土崩壊は概して雨による洗掘に起因していた。それゆえ、崩壊は次の理由により、しばしば発生した。

- 質・量ともに不適切な排水施設
- 横断排水施設の流出部における不適切な接続と保護
- 斜面保護工が無いか、あっても効果的で無いこと

落石

落石はケノン道路、アゴーバギオ道路とサマールのサン・インドローカルバヨグ区間及びレイテのマハブラグーソゴド区間に多くみられた。

この種の崩壊は主として斜面上の発達したクラックの部分及び異なる種類の岩の境界部分に発生している。これらの斜面は岩屑、閃緑岩、安山岩、砂岩等で構成されてい

る。落石した岩の直径は2 mから0.5 mのものであり、最大のものはアゴーパギオ道路区間の3 mである。

崩壊を引き起したであろう欠陥は、この節の切土斜面崩壊で述べたものと同様である。

地スベリ

地スベリヶ所は10ヶ所にすぎない。そのうち大規模なものは4ヶ所で見られた；イサベラ・プロビンスのディアディ、バギオ市に近いケノン道路上及び南レイテのマハブラグーソゴド区間におけるラヨング橋附近とリバゴンである。

砂岩、凝灰岩及び泥岩のような基盤岩の上に堆積した土は、豪雨時に地下水位が上昇すると容易にすべる。

この崩壊は次のような事項に起因している。

- 一 浸透水を防止する排水施設の欠如。
- 一 水平排水孔等の施設の欠如。
- 一 土砂の除去あるいはカウンター・ウェイトといったことが設計時に配慮されていないこと。

土石流

土石流は主としてダルトン・パス区間に見られた。最大の土石流は1980年台風アリングの時に発生し、たくさんの施設を破壊するとともに、たくさんの人名を奪った。一般的な土石流は、主として風化により砂質化した花こう岩で構成される山間を流れる溪流で発生する。

床固め工や砂防ダムといった対策工はみられなかった。

1.4 道路災害の記録と復旧工事

道路災害記録

台風あるいは豪雨の時発生する災害により、対象道路はしばしば交通止めになったと報告されている。マハリカ・ハイウェイのダルトン・パス区間とマハプラグーソゴド区間及びケノン道路における主要な交通途絶の記録を表1-2に示す。

TABLE 1-2 MAJOR ROAD DISASTER AT SELECTED SECTIONS

Section	Year	Name of Typhoon	Date of Occurance	Duration of Traffic Interruption
Dalton Pass Section	1976	Didang	May 15-25	30 days
	1978	Kading	Oct. 25-27	7 days
	1980	Nitang/Osang	July 18-27	7 days
	1980	Aring	Nov. 1-7	29 days
	1981	Anding	Nov. 21-27	7 days
Mahaplag- Sogod Section	1979	Karing	May 10-16	30 days
	1980	Heavy Rain	Dec. 10-Jan. 26	90 days
	1981	Heavy Rain	Nov. 23-Dec. 3	60 days
	1982	Bising	March 22-29	60 days
Kennon Road	1974	Susang	Oct. 8-12	21 days
	1979	Ising-Mameng	July 29-Aug. 15	120 days
	1980	Nitang/Osang	July 18-27	135 days
	1981	Rubing	Sept. 15-21	14 days

Source: District/City Engineering Offices

現状の災害復旧工事

対象道路では、斜面崩壊を防止する大規模な対策工はまだ採られていない。あるとしても、わずかに小規模で一時的な対策工が危険ヶ所に適用されているにすぎない。多くは被害を受けた区間の応急措置や緊急復旧にたよっているのみである。

路面上に堆積した土や碎片は、斜面崩壊発生後しばらく経って取り除かれる。たくさんのヶ所において、石積み工が盛土斜面の防護工として広く用いられているが、わずかな水平力にしか耐えられないような弱い構造物として建設されている。

1.5 フィージビリティ調査対象区間の選定

区間のランキング

対象道路は24区間に分割された。そのうち21区間は、マハラジャ・ハイウェイ上であり、バギオに至る3本の道路は、おのおのを1区間とみなした。各区間は危険度と重要度とから評価された。

- 各区間の危険度は区間内の危険ヶ所の集中度に基づいて評価された。集中度は下に示す関係から求められた危険ヶ所密度によって表現された。

$$\text{区間の危険ヶ所密度}(\alpha) = \frac{\text{危険度の高いヶ所(カテゴリーAとB)の延長}}{\text{区間延長}}$$

区間は次の基準に従ってA, B, Cにランクされた。

$$\text{ランク A ; } 30 \text{ m/km} \leq \alpha$$

$$\text{ランク B ; } 5 \text{ m/km} \leq \alpha < 30 \text{ m/km}$$

$$\text{ランク C ; } \alpha < 5 \text{ m/km}$$

- 区間重要度は交通量と交通の質に基づいて、両者を同じウェイトで評価した。交通の質は次の三要素；商業物資，基本的食料及び消費物資，旅客流，により評価した。
- 危険度と重要度の評価結果は，前者にウェイトを置きながら統合された。各区間の危険ヶ所密度と重要度は図1-5に示されている。

最終選択

第一優先区間にランクされた6区間は，迂回路の有無，プロジェクト実施中における制約及び各区間の特徴等を考慮に入れながら，さらに調査された。

最終的に，次の3区間がフィージビリティ調査対象区間として抽出された。

- アリタオーサン・ホセ(ダルトン・バス区間)
- マハプラーグーソゴド(レイテ)
- ケノン道路

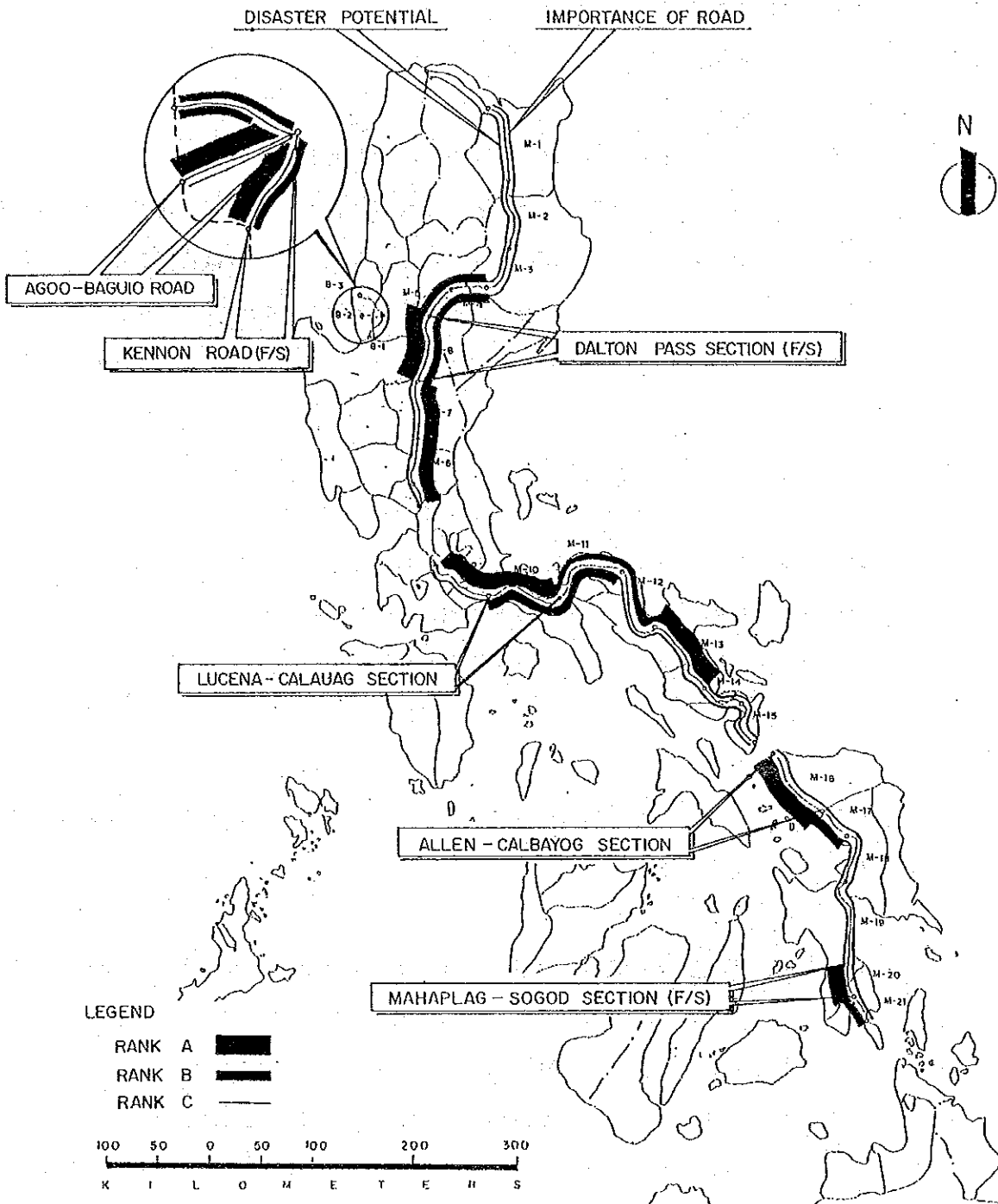


FIGURE 1-5 DISASTER POTENTIAL AND IMPORTANCE OF ROAD

2. 選択された区間のフィージビリティ調査

2.1 選択された区間の役割

ダルトン・パス区間

メトロ・マニラとカガヤン・バレーを結ぶ唯一の道路がマハラカ・ハイウェイである。マハラカ・ハイウェイのダルトン・パス区間はカガヤン・バレー地方への入口であり、ルソン島の北端のアバリから南はメトロ・マニラまで広がる影響圏を有している。カガヤン・バレー・コリダーにおける総輸送需要の99%を道路輸送が受けもっており、主要な交通発生源はイサベラ州のイラガン、ヌエバビスカヤ州のバヨンボン及びカガヤン州のツゲガラオである。

マハブラグーソゴド区間

マハブラグーソゴド区間は、リージョンⅧの中心地であるタクロバン市と南レイテを最短経路で結ぶマハラカ・ハイウェイ沿いの要所である。現在、この区間の直接影響圏はレイテ島内にとどまっているものの、1984年にスタートが予定されているレイテーミンダナオ間のフェリーサービスの業務が開始されると、ミンダナオ島にまで広がることになる。このフェリーサービスの開始は、フィリピンの主要4島をマハラカ・ハイウェイを利用して自動車交通により連絡することを可能にするものである。この区間は、マハラカ・ハイウェイの連続性を確保するために、また道路災害の危険性の観点からも重要な区間である。

ケノン道路

観光産業、野菜生産及びマニラ以北の教育の中心地としての教育産業に大きく依存しているバギオ市はメトロ・マニラと非常に密接な関係がある。ケノン道路は最短のアクセスを提供し、バギオ市以南で発生する交通の約98%はケノン道路を利用している。この道路は長さで310 kmにも及ぶ影響圏を有している。交通は主としてリージョン間トリップと通勤トリップとから構成され、リージョン間幹線道路と地区道路としての2つの機能を果たしている。

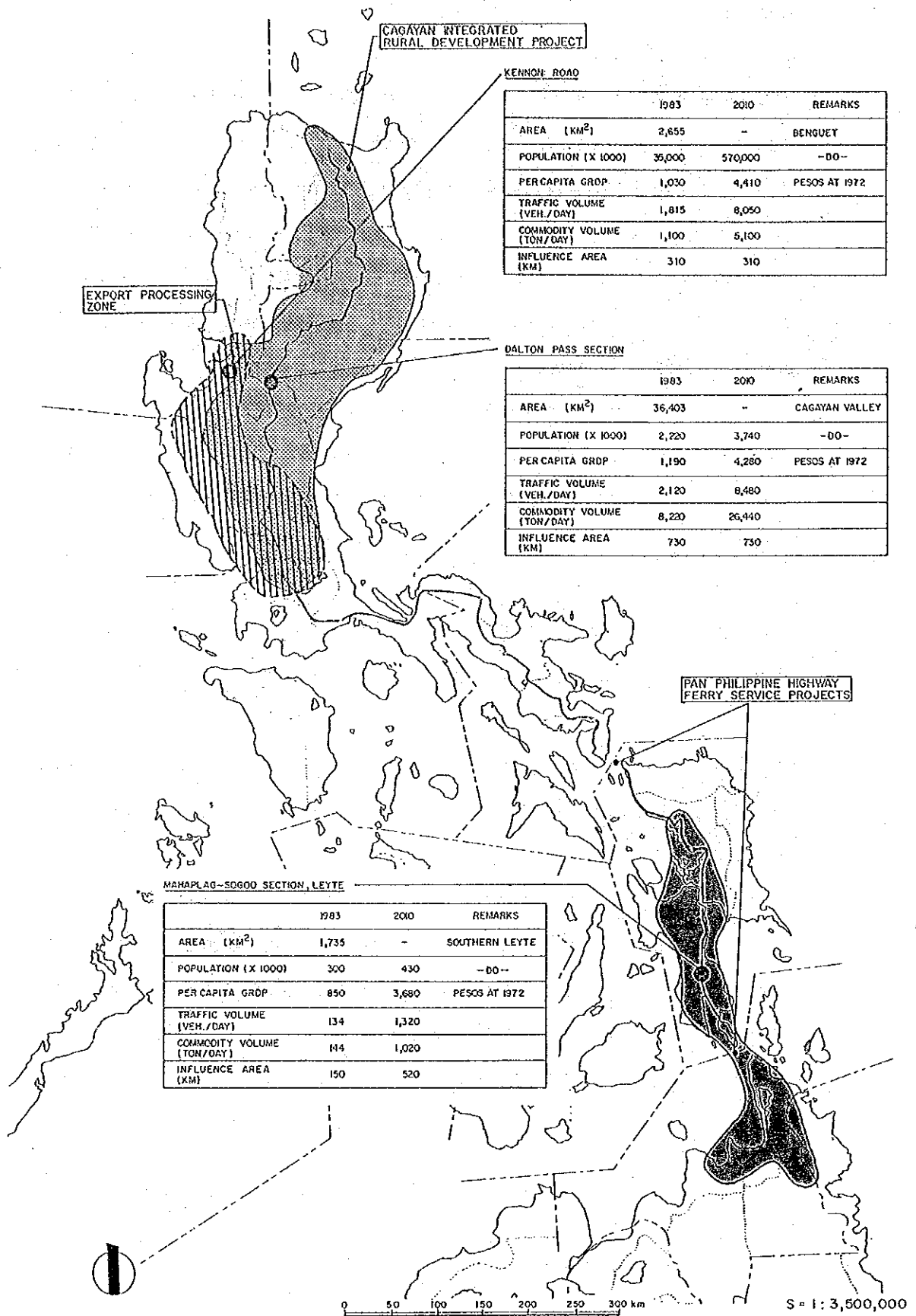


FIGURE 2-1 EXPANSION OF INFLUENCE AREA BY F/S SECTION

2.2 将来交通

ダルトン・バス区間

この区間を通過している1983年現況交通量は約2,120台/日であり、トラック交通が圧倒的に多く50%を占める。交通の年平均伸び率は5.3%と予測され、2010年の交通量は、この区間の交通容量に近い8,500台/日になるであろう。このうちトラック交通は44%を占めることになる。フィリピンの1980年代における経済成長は停滞するであろうが、1990年代においては堅実な経済成長を成しとげるであろうことが予測されている。このような経済発展動向を反映して1990年代の交通の伸び率は、わずかながら1980年代よりも高くなるであろう。

カガヤン・バレーの膨大な農材資源のおかげで、この区間を通過して大量の物資(8,200ト/日)が輸送されている。カガヤン地方総合開発プロジェクトのような地域開発への努力により、この区間を通過する物流量は2010年においては現在の3.2倍である26,400ト/日になるであろう。

マハプラグーソゴド区間

この区間で発生した最近の災害により道路状況が悪化していることから、現在の交通量は134台/日と非常に少い。しかしながら、この区間によりサービスされる地域の社会・経済開発ポテンシャルと、1984年に開始予定のレイターミンダナオ間のフェリーサービスのインパクトを考慮に入れると、1983年から2010年までの年平均交通伸び率は8.8%と予測される。2010年における交通量は1,300台/日に達するであろう。

ケノン道路

1983年の平均交通量は1,815台/日であり、5.7%の年平均交通伸び率が予測される。2010年には8,100台/日の交通量に達するであろう。狭い車道と急勾配という制限された幾何構造により、この区間の交通容量は標準的な2車線道路よりも低い。8,100台/日という交通量は、この区間が処理できる交通量の上限に近い値であろう。

物流量は1983年で1,100ト/日であり、2010年には5,100ト/日になるであろう。

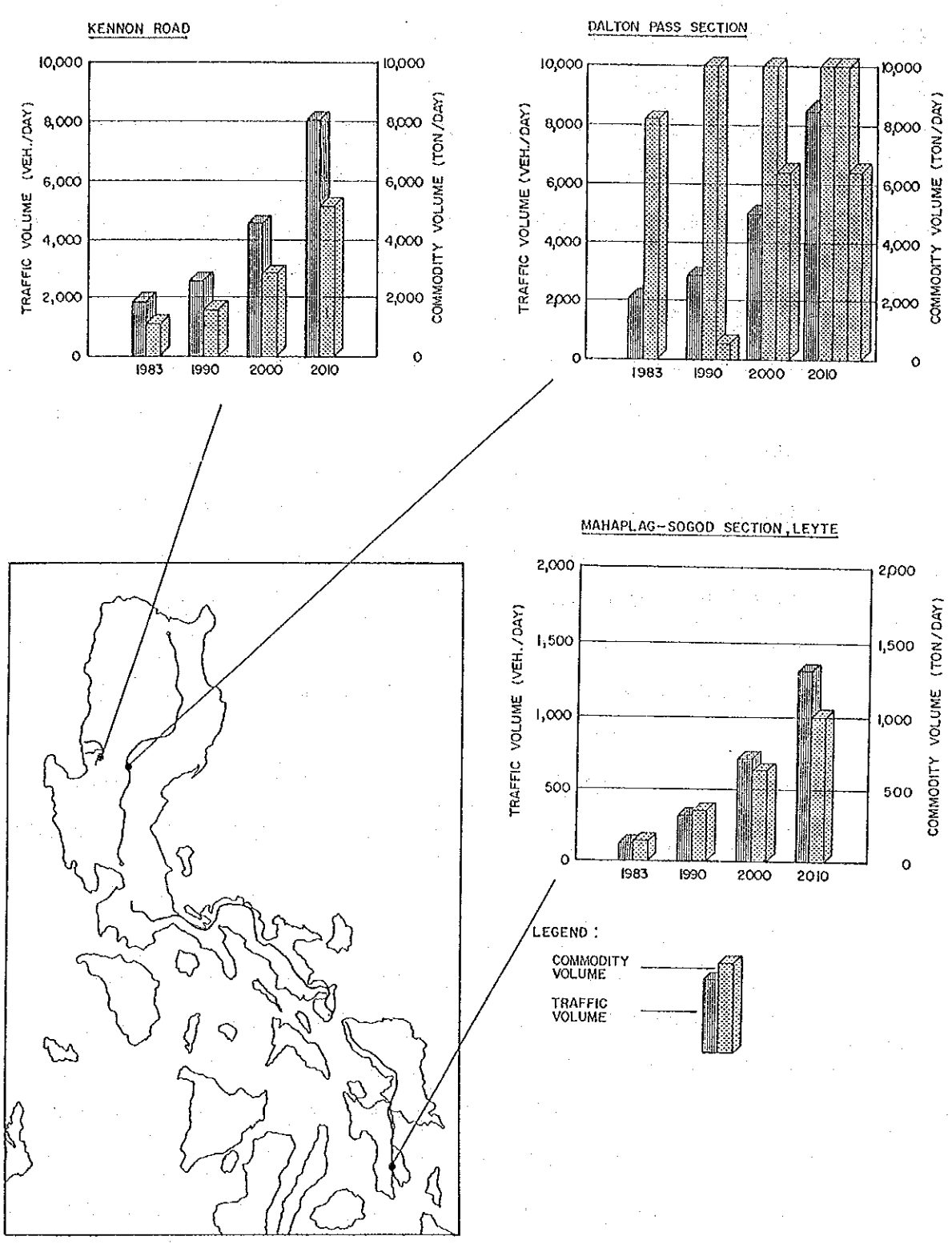


FIGURE 2-2 FUTURE TRAFFIC/COMMODITY VOLUME

2.3

道路災害の現況

ダルトン・パス区間

1975年にこの区間の改良が終了した後、2回にわたり大規模な道路災害が発生している。1976年の台風ディダングによるものと、1980年の台風アリングによるものである。この期間、切土斜面崩壊と盛土斜面崩壊により大きな被害を受け、長期にわたる交通途絶を余儀なくされた。その後も小規模な災害は毎年発生しており、3日から7日にわたる交通途絶が起っている。

この区間の中間部は、けわしい山岳地帯を走り道路の両側は急な斜面となっている。残りの区間はディグディグ川又はサンタ・フェ川に沿って走り、斜面は急であり、また線形も曲りくねっている。

危険度A及びBと評価された合計73ヶ所のうち、切土斜面崩壊が支配的で39ヶ所、これに引き続いて土石流が14ヶ所及び盛土斜面崩壊が13ヶ所である。

切土斜面崩壊の多発は、岩がひどく風化し破碎しているためである。

大規模な土石流の跡が、km 221+500地点に見られた。1980年の台風アリングにより、附近の住民の多数の人名が失われた。土石流の他のヶ所は、小規模なものであるが豪雨のたびに交通の障害となっている。

大規模な盛土斜面崩壊は、主としてディグディグ川又はサンタ・フェ川の流れにより洗掘されて発生している。いくつかのヶ所においては、盛土のみならず舗装も流失している。

マハブラグーソゴド区間

1978年にこの区間の供用が開始されて以来、主として連続豪雨と台風により、数ヶ月にわたる交通途絶が少くとも5回発生した。大部分の斜面はまだ不安定であり、何の対策工も採られなかったならば、崩壊の規模は年々大きくなるであろう。

マハブラグから北側16kmの区間は平坦地あるいは丘陵地に在り、ラヤグ川に沿って走る。残りの約20kmの区間は急峻な山岳地に在る。

危険度AとBに評価された危険ヶ所40のうち、19ヶ所は切土斜面崩壊であり、14ヶ所が盛土斜面崩壊、3ヶ所が地スベリである。

この区間の岩の種類は主として安山岩、凝灰岩及び砂岩であり、フィリピン断層の影響により破碎している。そのため、豪雨時に斜面を流下する水により、岩は容易に浸食されるか、洗掘を受ける。

最も大規模な切土斜面崩壊が *km* 1,010 + 700 地点に在り、斜面高は約 100 m にもおよび、斜面上に洗掘により作られた深いガリーが何ヶ所か作られている。ほとんど豪雨があるたびに大量の土砂が直接路面上に落ち、交通途絶を引き起している。

路線が深い谷に沿って建設されているため、大規模な盛土斜面崩壊も見られる。路面上に集中する雨水により洗掘されることが、この区間の盛土斜面崩壊の原因となっている。

地スベリヶ所は 3ヶ所存在。これらは地下水位の高いことが原因となっている。

km 1,004 + 950 地点の斜面は継続的に動いており、路面が隆起している。

ケノン道路

1937年に完成して以来、47年間において、たくさんの道路災害が起ったであろうと想定される。しかしながら、1979年と1980年に長期にわたり交通途絶を引き起こした2つの災害以前の災害記録は入手できない。この2つの災害は、道路の対岸の斜面が崩壊し、ブエド川を埋め立てたことにより発生した。この特別なケースは別として、他のヶ所において年平均2回の災害が発生し、1週間から3週間にわたる交通途絶が引き起こされている。

ロザリオの市街地から約30 *km*程まではブエド川に沿った山岳部であり、その後ヘアピン・カーブを伴って急坂を登りバギオ市に至る。

危険ヶ所46ヶ所のうち、31ヶ所が落石、9ヶ所が盛土斜面崩壊、5ヶ所が切土斜面崩壊となっており、地スベリも1ヶ所ある。

この区間の岩は主に、礫岩、石灰岩、安山岩および閃緑岩からなる。これらの岩は比較的硬いが、多くの割れ目があるので切土斜面において落石が多くなっている。

盛土斜面崩壊は、ブエド川の流れや路面及び切土斜面からの表面水流下の集中による洗掘が主たる原因となって発生する。大規模な盛土斜面崩壊は1983年の8月に *km* 227 + 500 地点で発生したが、これは主に湧水が盛土へ浸透したことによって起った。

ケノン道路の終点、バギオ市の近くに大規模な地スベリが発生している。ここでは、道路面が毎年10 *cm*程度沈下しているとのことである。

2.4 対策工

災害の危険度がAとBの地点に対してのみ、対策工の概略設計を行った。

対策工を概略設計した地点数を表2-1に示す。

TABLE 2-1 NUMBER OF DESIGNED SPOTS

Type of Disaster	Section			Total
	Dalton Pass	Mahaplag-Sogod	Kennon Road	
Cut Slope Failure	39	19	5	63
Embankment Slope Failure	13	14	9	36
Fall	6	2	31	39
Landslide	—	3	1	4
Debris Flow	14	1	—	15
Others	1	1	—	2
TOTAL	73	40	46	159

対策工法の選定

災害の種類と原因に基づいて他の国で一般的に用いられている各種の対策工が調査された。それらについて、フィリピンにおいても効果的であり実用的であるかどうか綿密に調査を行った。添付した表に各種の対策工を示す。

対策工は、各災害地点の地質、地形、表面水、地下水およびその他の状況を考慮して選定された。これらの各地点の条件に加えて、次の事項を対策工選定にあたって考慮した。

- 防災の新技术の導入
- 建設時の交通への障害を最小限とする
- 環境との調和
- 維持・管理を最小限とする

表2-2に、概略設計に用いた対策工のタイプに関して、区間と災害の種類別の対策工の数を示す。

TABLE 2-2 TYPES AND NUMBER OF COUNTERMEASURES

Type of Countermeasures		No. of countermeasures by section			No. of countermeasures by type of disaster						TOTAL 159 spots
		Dallon Pass Section 73 spots	Mahoolog-Sogod Section 40 spots	Kennon Road 46 spots	C.S.F. O.F. 63 spots	E.S.F. D.F. 36 spots	C-F 39 spots	LS 4 spots	O.F. 15 spots	O.F. 2 spots	
EARTH WORK	REMOVAL/RE-CUTTING	37	22	36	55	0	38	2	0	0	95
	RE-FILLING/COUNTER-WEIGHT FILL	13	15	6	1	30	0	1	1	0	33
DRAINAGE WORK	SURFACE DRAINAGE	37	28	11	40	28	6	2	0	0	76
	SUBSURFACE DRAINAGE	11	17	4	2	28	0	2	0	0	32
PROTECTION WORK	VEGETATION	23	23	1	32	13	0	2	0	0	47
	SPRAYING	19	8	14	27	0	14	0	0	0	41
	CONCRETE CRIB	11	5	9	13	8	4	0	0	0	25
	PITCHING	9	1	0	0	9	0	0	0	1	10
CATCH WORK		3	3	22	1	0	27	0	0	0	28
STRUCTURAL WORK	STONE MASONRY	8	5	3	5	9	0	0	0	2	16
	GRAVITY TYPE	3	1	4	1	5	0	0	2	0	8
	SUPPORTED TYPE	1	1	3	0	4	1	0	0	0	5
	GABION RETAINING WALL	1	8	2	1	8	0	2	0	0	11
	ANCHORING	0	1	3	1	2	1	0	0	0	4
	PILING	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
TORRENT WORK	STONE PITCHING WATER WAY	13	2	0	1	0	0	0	14	0	15
	GABION FOOT PROTECTION	9	1	1	1	9	0	0	1	0	11
CONCRETE SABO DAM		11	0	0	0	0	0	0	11	0	11
CULVERT		6	2	2	0	2	2	0	4	2	10
TOTAL		215	143	121	181	155	93	12	33	5	479

Type of Disaster

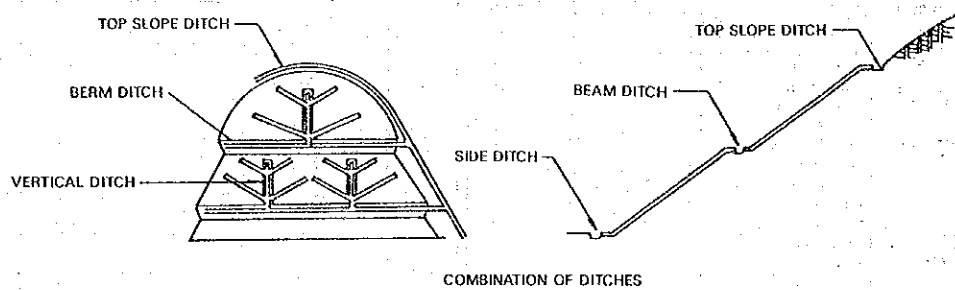
C-S, F, D.F Cut Slope Surface Failure, Deep Failure L.S Landslide
E-S, F, D.F Embankment Slope Surface Failure, Deep Failure D.F Debris Flow
C-F Cut Slope Rock Fall O.F Overflow

代表的な対策工

採用した代表的な対策工を次に示す。

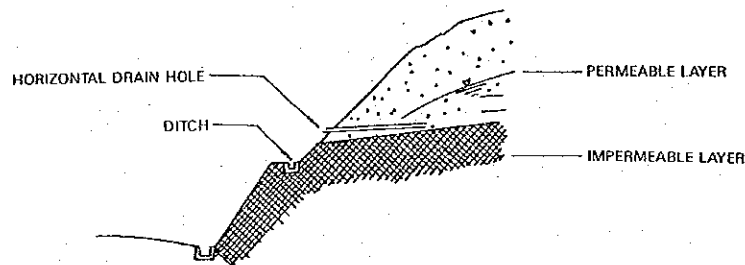
• 表面排水工

切土斜面崩壊や盛土斜面崩壊の主たる原因は表面水によるものである。多くの地点で種々の排水溝を計画した。ダルトン・パス区間とマハブラグーソゴド区間では、ほぼ全線にわたって側溝を計画した。



• 地下排水工

地下水の湧水が見られる切土斜面崩壊地点や地スベリ地点では、地下排水工を適用した。腹付け盛土工の地点では、地中からの湧水を処理するため盛土体内に地下排水層を設けるよう計画した。

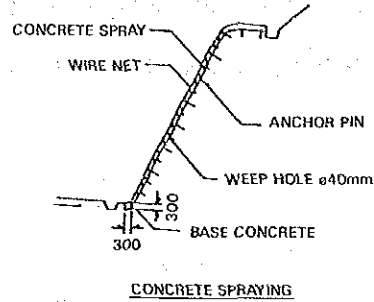
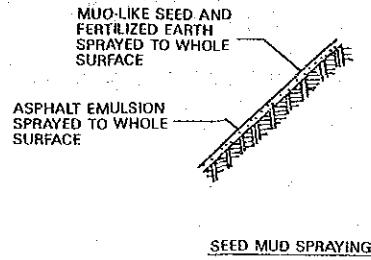


• 切直し工

急傾斜斜面の安定性を増すための一つの方法として切直し工があるが、切直しにより多大な掘削土が発生する。交通量が多く交通に支障をきたすような場合は、できるだけ切直し工は用いないように努めた。

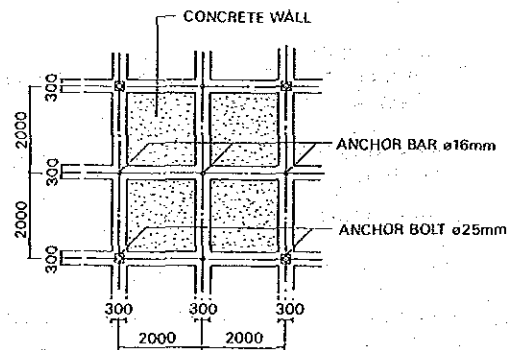
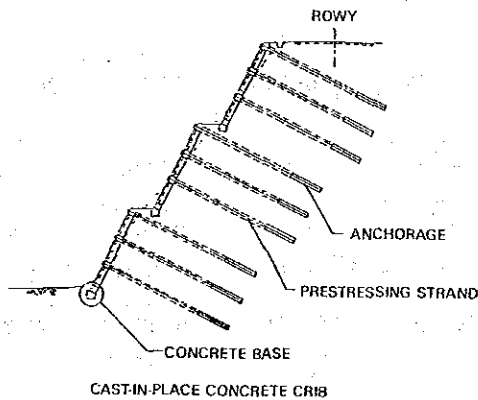
- 斜面保護工

斜面に浸食とか洗掘など予想されない硬い岩の箇所を除いて、ほとんどの斜面で保護工を適用した。植生が可能な斜面ではできるだけ植生工を、その他の斜面では、コンクリート吹付工，コンクリート張工，石張工，コンクリート枠工などを適用した。



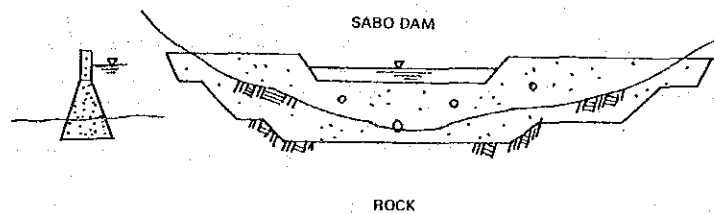
- 構造物工

切直し工の適用が難しい不安定な切土，盛土の急斜面では，土圧に抵抗することのできる石積工，重力式擁壁，P.C アンカーを用いた場所打ちコンクリート枠工などを適用した。



- 砂防ダム

土石流が道路面まで広がって，交通に支障をきたすことのないように砂防ダムと流路工を適用した。



2.5 プロジェクト・コスト

プロジェクト・コストは、1983年10月価格による単価解析に基づいて算出した。

3区間のコストの総合計は、367.9百万ペソであり、その内61%にあたる225.7百万ペソが外貨分、残りの39%、142.2百万ペソが税金分を含んだ内貨分であった。

ダルトン・パス区間の建設費は、157.42百万ペソ、マハプラグーソゴド区間は、81.20百万ペソ、ケノン道路は84.07百万ペソであった。

詳細設計及び施工監理の費用は、それぞれ建設費の7%と見込んだ。(表2-3参照)

TABLE 2-3 PROJECT COST

Unit: Million Pesos

	October 1983 Price			Current Price ^{2/}		
	Foreign	Local/Tax	Total	Foreign	Local/Tax	Total
Detailed Engineering	14.67	7.91	22.58	17.79	11.58	29.37
Construction Supervision	14.67	7.91	22.58	19.58	15.65	35.43
Construction ^{1/} Dalton Pass Section	93.98	63.44	157.42	135.46	112.15	247.61
Mahaplag-Sogod Section	49.37	31.83	81.20	71.07	56.36	127.43
Kennon Road	52.96	31.11	84.07	76.09	55.26	131.35
Sub-Total	196.31	126.38	322.69	282.62	223.77	506.39
TOTAL	225.65	142.20	367.85	320.19	251.00	571.19

^{1/} Includes 10% physical contingency

^{2/} 1983 prices are escalated

2.6 プロジェクト評価

プロジェクトの評価は、主に経済的、技術的及び財務的な視点から行なわれたが、最終的には、プロジェクトによって発生する各種の社会・経済的なインパクトについても考慮した。

定量化できる便益の主なものは、後述するように走行費用減少による便益、交通効率上昇による便益及び復旧費の軽減による便益である。定量化できない便益については、社会・経済インパクトの項で述べる。

1) 経済評価

経済評価は、次に示す定量化された便益に基づいて行った。

プロジェクトによる効果	定量化された便益
<ul style="list-style-type: none"> • 災害による通行止めがなくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 迂回がなくなることによる便益 ◦ 物資の機会費用軽減による便益
<ul style="list-style-type: none"> • 車輛走行の条件が改善される 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 交通事故の減少による便益 ◦ 走行時間短縮による便益
<ul style="list-style-type: none"> • 災害の復旧費が不要になる 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 復旧費軽減による便益

• 迂回がなくなることによる便益

迂回がなくなることによる便益は、迂回方法、迂回路の延長、通行止めの期間、将来交通量及び運転経費に基づいて評価される。

• 物資の機会費用軽減による便益

貨物自動車の通行が不能になると経済的な損失を被る。しかしながら、台風シーズンに通行止めが予想され得る場合には、企業や商店などの通常の営業を維持するための余分な物資が確保され、貯蔵される。この場合、これらの物資の機会費用は失われる。

台風シーズン中、カガヤン・バレー地域においては交通途絶にそなえ基礎物資を余分に貯蔵しており、この便益はダルトン・パス区間に対してのみ考慮した。

• 交通事故の減少による便益

交通事故記録に基づいて、道路災害によって引き起こされた交通事故数を抽出した。交通事故1件当たりにかかる費用は、MPWHの「ハイウェイ・プランニング・マニュアル」によるものを現在価格に修正して、この便益の算出に用いた。

- 走行時間短縮による便益

道路の通行を確保するための緊急の復旧工事後においても、1車線通行のままであり、路面も悪い状態のままである。このような状況下では、運転者は速度を落としがちとなりその結果、走行時間の損失を生む。この便益は、走行時間調査結果と復旧工事期間とに基づいて評価される。

- 復旧費軽減による便益

大型台風による被災の大きさの予測値と台風の襲来パターンとに基づいて、復旧工事に要する年平均費用を見積った。この積算値と、かつて同じ様な状況で復旧工事に政府が支出した経費と比較した。

分析において20年のプロジェクト・ライフを仮定した。費用・便益の分析及び感度分析の結果を表2-4に示す。

TABLE 2-4 RESULTS OF ECONOMIC ANALYSIS

		IRR (%)		
		Dalton Pass Section	Mahaplag - Sogod Section	Kennon Road
Best Estimate Case		18.7	14.4	16.6
SENSITIVITY ANALYSIS	Case - 1 (Cost - 20 %)	22.5	17.7	20.1
	Case - 2 (Cost + 20 %)	16.0	12.0	14.0
	Case - 3 (Benefit + 20 %)	21.8	17.1	19.4
	Case - 4 (Benefit - 20 %)	15.4	11.5	13.4
	Case - 5 (Cost - 20 %, Benefit + 20 %)	26.0	20.7	23.3
	Case - 6 (Cost + 20 %, Benefit - 20 %)	12.9	9.3	11.1

2) 財務分析

1983年における1つの外国援助プロジェクトの内貨部分に対する予算の配分は最大で253百万ペソであり、国道の建設、改良予算全体の約1/12にあたる。道路5ヶ年投資計画(1983-1987)において、年間の道路関係予算の1/15を楽観的、1/40を悲観的、1/25を中庸な1プロジェクトへの投資額(内貨部分)と仮定する。中庸な投資額である1/25が最も現実的な仮定と考えられる。

6年間(1985-1990)のプロジェクト実施期間で、投資額が最高になるのは、1989年で97.3百万ペソであり、これは中庸な投資額以内に収まっている。

TABLE 2-5 POSSIBLE AMOUNT OF BUDGET ALLOCATION
- CURRENT PRICE -

Unit: Million Pesos

Year	Estimated Budget from Major Roads ^{1/}	Possible Amount of Local Budget Allocation To a Single Project			Required Investment of the Project
		Low Assumption	Medium Assumption	High Assumption	
1983	3,155	79	126	210	-
1984	2,311	58	92	154	-
1985	2,137	53	85	142	1.1
1986	2,255	56	90	150	10.5
1987	2,338	58	94	156	10.6
1988	2,398	60	96	160	79.5
1989	2,590	65	104	173	97.3
1990	2,660	67	106	177	52.0

^{1/} MPWH Medium Term Infrastructure Program

3) 社会・経済インパクト

簡単に定量化はできないが、プロジェクトの影響圏の社会・経済に直接インパクトを与えるような便益は、個々のプロジェクト毎に評価し、プロジェクト・インパクトとしてまとめる。一般的に、道路災害によって交通が遮断されると、その区間の影響圏の社会・経済活動に対して悪影響を与える。以下に示すような“Without Project”の場合の悪影響は、プロジェクトが実施されたときに緩和されるであろう。

ダルトン・パス区間

- プロジェクトの影響圏の人口は、1983年の2.2百万人が2010年には3.7百万人になると推定される。
- 1983年に1,900ト/日にのぼるカガヤン・バレー地区の日常生活物資の輸送は、プロジェクトなしでは保障されない。
- 通行が途絶えると、物価上昇、社会不安、治安の乱れなどがおこる。
- 現況下では、カガヤン・バレー地区からメトロ・マニラへの主要製品の輸送は保障されない。メトロ・マニラの米と木材の需要の40%は、この地区が供給している。
- 2,100台/日の交通と8,200ト/日の物流（共に1983年の値）が災害復旧がされるまで止まってしまう。
- カガヤン・バレーからの迂回路は、300～400kmも遠回りになる。この迂回路を通行すると乗用車あたり600ペソの走行費用が余分に必要となる。
- マニラ北道路は、現在において唯一の代替路であるが、交通がこの路線に転換されると、2000年には680kmにわたって容量がいっぱいになると予想される。
- カガヤン総合開発計画のような他の開発プロジェクトへの投資からの経済収益も妨げられる。
- 地域全体の経済発展の速度も実質的に遅くなる。

マハブラグーソゴド区間

- 1983年の30万人が2010年には43万人になると推定される人口を含む約150kmに及ぶ区域が影響を受ける。
- 1983年で90ト/日ある南レイテへの日常生活物資の輸送は保障されない。
- 物価の上昇、社会不安や治安の乱れが引き起こされる。
- 医療サービス、教育及び社会環境に重大な影響を及ぼす。
- 全国の平均所得と南レイテの平均所得との格差がますます広がっていく。現在、南レイテの住民1人当りの所得は、全国平均の1/2にすぎない。
- レイテとミンダナオとを結ぶフェリーが効果的に活用できなくなり、フェリー・サービス・プロジェクトの投資効果が損なわれる。

ケノン道路

- 1983年で700トン/日あるバギオ市への日常生活物資の搬入は、迂回路を經由しなければならない。
- バギオ市を中心に道路沿いに延びた生活圏が2つに分断される。およそ2,300人の通勤・通学者が影響を受ける。
- バギオ市の観光産業は、深刻な打撃をこうむり、経済的な損失を助長する。
- 1,800台/日の交通と1,200トン/日の物資流通(共に1983年の値)が止まってしまう。
- ケノン道路が閉鎖された場合の迂回路としてのナギリアン道路経由マニラ北道路が、およそ100kmにわたって交通混雑を招くことになろう。
- バギオ市の貿易加工区の生産性に大きな影響が出る。
- 強大な台風が来襲し、三本の道路全てが閉鎖された場合、バギオ市は完全に孤立してしまうことが考えられる。

4) 総合評価

ダルトン・パス区間

- ダルトン・パス区間におけるプロジェクトの内部収益率(IRR)は、最も妥当な条件下で18.7%である。感度分析の結果、費用が20%増加し、便益が20%低下するという最悪のケースを除いた全てのケースで内部収益率は15%以上になる。
- この区間は、過去7年間に2回の大きな道路災害が発生し、それぞれ約1ヶ月間交通が遮断された。この区間は、高い災害ポテンシャルを持つヶ所が73ヶ所にも及び、直ちに対策を施さないと同じような災害が再び発生するであろう。
- 2010年には、この区間の日交通量は8,500台、物資の日輸送量は26,400トンになると推定される。道路災害の発生は、影響圏、特にカガヤン・バレー地区の社会・経済活動に深刻な影響を与えるであろう。
- プロジェクトは、経済発展を促進し、現在、国全体のGRDPの2.8%を占める生産高をさらに増加させるであろう。

経済収益率が示すように、ダルトン・パス区間の防災工の実施はフィージブルである。このことは、プロジェクトによって生み出される社会や開発事業への各種の有利なインパクトによっても示される。

マハプラグーソゴド区間

- 最も妥当な条件下での内部収益率は、14.4%である。
- 対策工を施さなければ、この区間の深刻な道路災害は、年々、増加していくであろう。技術的な面からも早急に道路災害に対する対策を行わないと近い将来、この区間は全体的に崩壊するであろうことが示唆されている。
- 1984年にレイテとミンダナオとを結ぶフェリーが就航すると、マハラカ・ハイウェイによってフィリピンの主要な4つの島が自動車交通で結ばれることになるが、この区間は、フェリーの効率的な運航にとって非常に重要となる。

この区間におけるプロジェクトの実施は、経済的にぎりぎりフィージブルである。フィリピン全体のハイウェイ・システムの中で、この区間が果たす重要な役割とこの区間が直接影響圏に与える社会・経済インパクトなどを考慮するとプロジェクトの実施は価値のあることである。その上、この区間のもつ問題と災害のポテンシャルは極めて深刻であり、求められている対策工の実施が遅くなると、プロジェクトに要する費用と後で必要となる投資額がますます大きくなる。

ケノン道路

- ケノン道路沿いのプロジェクトの内部収益率は、最も妥当な条件下で16.6%である。
- この区間には、高い災害ポテンシャルを持つヶ所が46ヶ所も集中しており、毎年1～3週間道路が閉鎖されている。道路幅員が狭いため、小規模の道路災害でさえ、道路の通行に大きな影響を与える。道路の利用者は、いつも落石等の危険にさらされているため、道路災害による交通事故の発生率が高くなっている。
- バギオ市には、1年中確実に通行できる道路が少なくとも1本は確保されるべきである。バギオ市とメトロ・マニラとを最短距離で結んでいるケノン道路が最優先されるべきである。
- プロジェクトの実現によって、観光産業、野菜等の農産物および住民の全体的な社会・経済・福利の発展が実質的に促進されるであろう。

経済収益率やバギオ市とそれに隣接したプロビンスの社会及び開発事業に与える各種の有利なインパクトからみて、このプロジェクトはフィージブルである。

2.7 実施計画

プロジェクト実施のスケジュール及び外貨分、内貨分に向けた毎年の必要資金を図2-3に示す。

FIGURE 2-3 IMPLEMENTATION SCHEDULE

		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Feasibility Study (This Study)		■						
Financing Arrangement for Implementation		■	■					
Detailed Engineering Study (15 months)			■	■				
Tender (6 months)					■			
Construction (36 months)					■	■	■	■
Construction Supervision (36 months)					■	■	■	■
Financial Requirement — October 1983 Price — Unit : Million Pesos	Foreign Component	—	1.47 (1.70)	13.20 (16.09)	10.55 (13.69)	73.85 (101.18)	84.39 (122.61)	42.19 (64.92)
	Local and Tax Component	—	0.79 (1.06)	7.12 (10.52)	6.72 (10.59)	47.00 (79.54)	53.71 (97.25)	26.86 (52.04)
	TOTAL	—	2.26 (2.76)	20.32 (26.61)	17.27 (24.28)	120.85 (180.72)	138.10 (219.86)	69.05 (116.96)

Note : Figure in () shows financial requirement in current price.

3. 道路防災に関する手引き書

実施した調査に基づいて、報告書「手引き書編」を作成した。この報告書は基本的には、プロジェクトの対象道路で行った調査や評価で得られたものについてまとめたものである。

このレビューでは、切土斜面の崩壊、盛土斜面の崩壊、落石、地スベリ、土石流の原因と問題点に関してまとめた。大規模な河川改修や砂防工事については除外した。

報告書の構成は次のようになっている。

PART I : GENERAL

PART II : IDENTIFICATION AND SURVEYS

PART III : DESIGN OF SLOPES AND SLOPE PROTECTION WORKS

PART IV : COUNTERMEASURES FOR ROAD DISASTERS

PART V : ADMINISTRATION AND MAINTENANCE

道路災害は、PART I の第 2 章「道路災害の分類」に記されているように、その性質によって分類される。

災害ヶ所のポテンシャルは、調査で確立された採点方法によって、これは必要に応じて修正されるが、評価される。これについては、PART II の第 3 章「災害地点の判定」に述べられている。

道路災害のタイプを決めるために必要な調査と分析の方法は、PART II の第 4 章「道路災害の調査」に述べられている。

対策工として最も基礎的な切土斜面、盛土斜面、排水保護工及び擁壁の設計概要は、PART III の第 5 章から 9 章までの「斜面保護工の設計」に述べられている。

対策工のタイプ、目的、適用と災害のタイプに最も適した対策工を選定する方法については、PART IV の第 10 章から 14 章の「各種の災害への対策工」に述べられている。

災害記録、交通管理及び災害発生期間中の情報システムについては、PART V の第 15 章「管理」に記されている。

定期的に、あるいは緊急時に行う防災に関するメンテナンスについては、PART V の第 16 章「メンテナンス」に述べられている。

IV 調査に基づく提言

IV 調査に基づく提言

もし保護工や対策工が施されないならば、道路災害の影響は、ますますひどくなる可能性があり、多大な不便を引き起したり、あるいは人や物に対して多大な被害を与えることになることを十分認識する必要がある。

道路災害に関連した問題の重大性を認識して、この時点において緊急な解決策を見いだすだけでなく、長期的により体系的な解決策を見いだすことが論理的であろう。これを達成するために、まず行うべきいくつかの事項について以下に提案する。

1) 災害記録

豪雨、台風及び災害の記録は、総合的かつ体系的に整理されなければならない。これらの記録は、危険ヶ所のアイデンティフィケーション、災害発生頻度、適切な対策工の選定を分析するための基礎的な技術データとなる。得られるべき情報としては、地形、地質、水の影響、災害の原因と規模、降雨量等である。

本調査で準備されたフォーマットが、この目的のために使用されることを推薦する。

2) 危険ヶ所の調査

関係機関により崩壊が発生しそうな全てのヶ所が抽出され記録されるべきである。このようなデータは、関係機関が道路利用者に情報を与えるために、当該ヶ所に適切な警告標識を準備し設置することを可能にする。さらに、このようなデータが得られることにより、問題解決への技術的アプローチが開発され、対応する防止対策が確立される。

本調査で使用した法面台帳をこの目的のために使用することを推薦する。

3) 応急措置

調査結果は、道路災害の主原因が水であることを示しており、水をコントロールする簡単な方法としては次のようなものが推薦される。

- 素掘り側溝の設置
- 水平排水孔や盲溝等の地下水や湧水を処理する排水施設の設置
- 適用できる場合においては、できる限りのジャカゴの利用

4) 道路線形

節 1.3 及び 2.2 で述べたとおり、マハラカ・ハイウェイはフィリピン断層と平行に走っており、その結果、大規模な斜面崩壊が発生するとともに、必要な保護工も大がかりとなる。

新しい道路の線形を計画する場合においては、より総合的な路線調査が望まれる。代替路線は道路の機能、コスト及び道路防災工の程度等に従い評価されるべきである。

5) 道路事業の範囲を超えた災害

主として河川の曲りくねり、又は河道変更、大規模な土石流、採鉱による山腹の荒廃等により、既存道路上でいくつかのヶ所は大きな被害を被っている。これらの問題を解決するための対策工は通常、大規模な河川改修工事、砂防ダム、山腹工事等が含まれ、これらは道路事業の範囲を超えたものである。このような場合には、道路へのそれ以上の被害を防止するために関係機関との調整が早急に開始されるべきである。新規道路に対しては、このような問題が予知され、全体的プロジェクト実施計画の中で考慮されるべきである。

付 表

COUNTERMEASURES FOR CUT SLOPE FAILURE

Classification	Type of Work	Purpose	Application	Illustration
Surface Drainage	Top slope Ditch	To collect surface water running directly on slope surface and thus prevent erosion and scouring of slope surface.	Required for almost all cases of slope protection, especially for slope with broad area or water concentration. Usually applied together with other countermeasures.	
	Berm Ditch			
	Side Ditch			
	Vertical Ditch			
Subsurface Drainage	Subsurface Drainer	To drain groundwater, spring water and seepage water and lower pore with pressure and thus stabilize stability of slope.	Effective to drain water near ground surface. Generally used in combination with surface drainage.	
	Horizontal Drain Hole			
	Horizontal Drain Hole			
Vegetation	Seed Spraying	To firmly bind materials of slope surface and thus prevent slope from erosion, scouring and weathering.	Mainly applied to slopes composed of soil or strongly weathered rock. When applied, gradient is preferred to be less than 0.8:1. It improves aesthetics view of the environment.	
	Seed Mud Spraying			
	Sodding			
Spraying	Mortar Spraying	To cover whole surface of slope with mortar or concrete sprayed with concrete gun and thus prevent slope from erosion, scouring and weathering.	Mainly applied to slope of easily weatherable rock with no spring water or not wet. Weathered rock which may be stripped off. Soil not suited for vegetation.	
	Concrete Spraying			
Pitching	Stone or Block Pitching	To cover slope with stone, or concrete block or cast-in-place concrete and thus prevent slope from erosion, scouring, weathering and slight surface failure.	Applied to slope gentler than 45°. Stone pitching is widely adopted.	
	Concrete Pitching			
Crib	Concrete Block Crib	To prevent slope from erosion, scouring, weathering and slight surface failure.	Applied to slope gentler than 45°. Effective for slope with spring water.	
	Cast-in-place Concrete Crib			
	Sprayed concrete crib			
Earth Work	Removal	To stabilize slope by completely or partially removing unstable materials on slope.	Basic method. Reliable when perfectly enforced. Applied together with drainage, vegetation and other protection works. Application is sometimes limited because of traffic interruption.	
	Re-cutting			
Retaining Wall	Stone Masonry Retaining Wall	To protect slope from small size failure, especially, near toe of slope.	Effective only for small earth pressure. Applied to slope with gradient steeper than 45° and with firm soil. Height less than 7 m. Strong bearing ground is required. Height less than 5 m.	
	Gravity Type Retaining Wall			
	Supported Type Retaining Wall			
	Gabion Retaining Wall			
	Rock Bolt			
Anchoring	P.C. Anchor	To directly restraint slope failure. Usually applied together with concrete pitching crib, etc.	Mainly applied to slope with strongly weathered rock or rock with many cracks and joints. Rock bolt is for small tension against anchoring, while p.c. is for high.	
	Rock Bolt			
Catch Work	Catch Fill and Ditch	To prevent spread of damage providing ditch and fill or wall to catch failed materials. Occurrence of failure can not be prevented.	Applied when other countermeasures are difficult or costly. Wide space for deposit is required between road edge and toe of slope.	
	Catch Wall			
Avoiding Problem Work	Route Relocation	To avoid problem by relocating route or pass over disaster site with bridge.	Applied when other countermeasures are difficult or costly.	
	Bridge			

Note: *1. Irregularity of slope surface shall be corrected. Form is required.

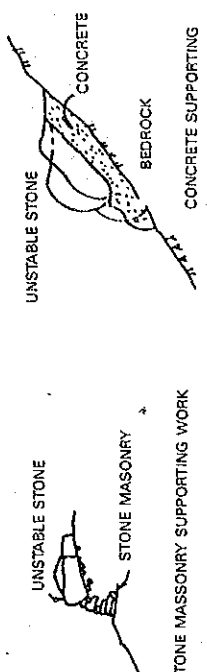
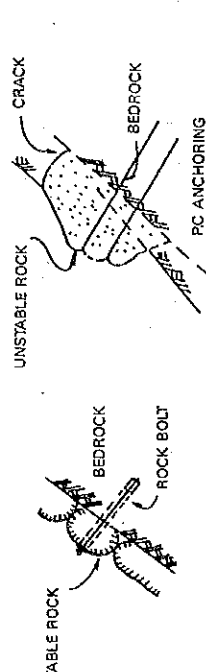
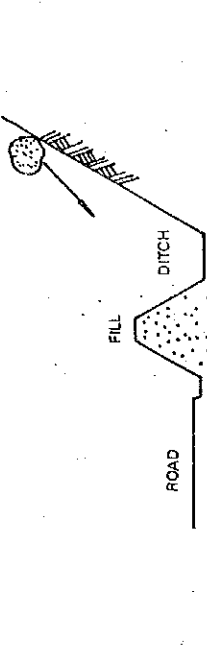
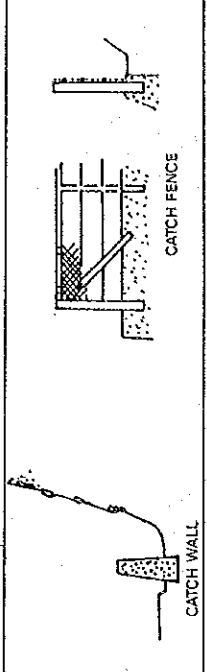
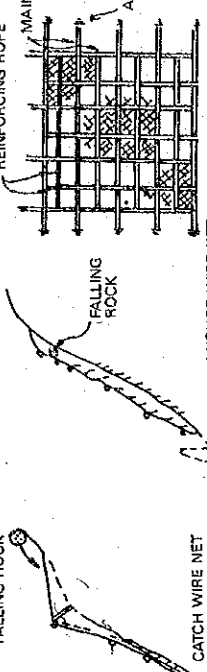
*2. Irregularity of slope surface is not necessary to correct. Form is required. Concreting is done by spraying with gun.

COUNTERMEASURES FOR EMBANKMENT SLOPE FAILURE

Classification	Type of Work	Purpose	Application	Illustration
Surface Drainage	Berm Ditch	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure
	Side Ditch			
	Vertical Ditch			
Subsurface Drainage	Subsurface Drainer	To drain groundwater, spring water and seepage water and lower pore water pressure and thus stabilize stability of slope.	Effective to drain shallow surface water.	
	Horizontal Drain Hole	Mainly applied to high embankment which is already or may be saturated. Effective for slope where groundwater level is higher than plane of failure.		
Vegetation	Horizontal Drain Layer	To firmly bind materials of slope surface and thus prevent slope from erosion, scouring and weathering.	Should be applied to any slope. It also improves aesthetics view on environmental aspect.	
	Seed Spraying	To prevent erosion and scouring slight resisting force to protect surface failure may be expected.	Mainly applied to slope gentler than 45° of high embankment susceptible to scouring.	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure
	Seed Mud Spraying			
Sodding				
Pitching	Stone or Block Pitching	To prevent erosion, scouring and slight surface failure. Resisting force against earth pressure may not be expected for block crib, but expected for cast-in-place crib.	Applied to slope with broad area or steeper than 45° where vegetation can not be applied or not effective.	
	Crib	Concrete Block Crib		
Earth Work	Cast-in-place Concrete with form			
	Re-Filling	To fill washed-out and broken-off portion of slope with earth and then, usually cover surface with protection in order to prevent further failure.	Applied to collapsed slope. Usually applied with other measures such as vegetation or pitching. For scouring due to river stream, concrete crib is also used.	
Retaining* Wall	Stone Masonry Retaining Wall	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure
	Gravity Type Retaining Wall			
	Supported Type Retaining Wall			
	Gabion Retaining Wall			
Foot Protection	Concrete Foot Protection	To protect foot of retaining wall or other protection work.	Apply to foot which may be scoured by river stream.	
	Gabion Foot Protection			

* Retaining wall is sometimes called as revetment, when it is used to protect scouring of slope due to river stream.

COUNTERMEASURES FOR FALL

Classification	Type of Work	Purpose	Application	Illustration
Surface Drainage	Top Slope Ditch			
	Berm Ditch			
	Vertical Ditch			
Vegetation	Seed Spraying			
	Seed Mud Spraying			
	Sodding			
Spraying	Mortar Spraying	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	
	Concrete Spraying			
Pitching	Stone or Block Pitching	It also aims to prevent rocks from separating and detaching from ground or bedrock.		
	Concrete Pitching			
	Concrete Block Crib			
Crib	Cast-in-Place Concrete Crib with form			
	Sprayed concrete crib			
Earth Work	Removal	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	
	Re-cutting			
Supporting	Stone Supporting	To fix unstable rock supporting with stone or concrete.	Mainly applied to big and supportless rock difficult to remove. Base of supporting shall be firmly shored.	
	Concrete Supporting			
Anchoring	Rock Bolt	To fix unstable rock anchoring to bedrock with rock or p.c. wire.	Mainly applied to big, hard and supportless rock difficult to remove. Anchoring shall be made into firm bedrock. Rock bolt for relatively small rock, while p.c. for boulders.	
	P.C. Anchor			
Catch Work	Catch Fill and Ditch	To prevent spread of damage by providing fill and ditch, wall or fence to catch falling materials. Occurrence of fall can not be prevented.	Wide space for deposit is required between road edge and toe of slope.	
	Catch Wall			
	Catch Fence			
Catch Work	Catch Wire Net	To prevent spread of damage covering slope by net with pocket to catch falling rocks.	Applied where no space for deposit. Unsuited to soil and rock slope which are easily weathered.	
	Anchor Wire Net			
Rock Shed	Concrete Rock Shed	To avoid damage by covering whole width of road with shed.	Mainly applied to a large scale of fall. Applied only when other countermeasures are difficult and costly.	
	Steel Rock Shed			

COUNTERMEASURES FOR LANDSLIDE

Classification	Type of Work	Purpose	Application	Illustration
Surface Drainage	Water Channel	To quickly collect and discharge precipitated rain inside landslide area in order to prevent seepage water.	Applied to all cases. Water channel consists of collecting channel and draining. Effective channel network is required.	
	Infiltration Prevention	To cover cracks with cement, clay or other materials in order to prevent seepage of water into cracked portion inside landslide area.	Applied to all cases. Effective for cracked portion where seepage water easily infiltrates and on swamp or water route.	
Subsurface Drainage	Subsurface Drainer	To drain groundwater and thus lower its level and pore water pressure.	Effective where groundwater level is higher than sliding plane.	
	Horizontal Drain Hole	Applied when drain hole is too long or crowdedly placed near bedrock.		
	Deep Well			
Vegetation Protection Work	Seed Spraying	To prevent seepage of surface water into slide mass and also to protect slope from erosion and scouring.	Applied to all cases, whenever applicable.	<p>Same as Countermeasures for Cut Slope Failure</p>
	Seed Mud Spraying			
	Sodding			
Earth Work	Earth Removal	To stabilize slope by removing a partial or whole earth of sliding mass, usually head portion of sliding mass.	Reliable and effective method. Applied to many cases.	
	Counterweight Fill	To control movement force of landslide by weight and shearing strength of fill. Filling of earth shall be executed at tail portion of landslide.	Wide area is required at toe of slide for construction. Groundwater shall be completely discharged.	
Retaining Wall	Gravity Type Retaining Wall	To control movement force of landslide, increasing resisting force by shear strength and weight of fill and wall.	Mainly applied to small scale landslide or secondary failure at tail portion of a large scale landslide.	
	Gabion Retaining Wall	Anchoring is sometimes used to increase resisting force of wall against thrust of landslide.	Gabion wall is mainly used as counterweight for tail portion of landslide.	
Structural Work	Precast Concrete Pile	To control movement force of landslide by bending movement and shearing strength of pile.	Mainly applied to landslide where sliding plane is deep.	
	Cast-in-Place Concrete Pile	Anchoring is sometimes used to increase resisting force of pile against thrust of landslide.		
	Steel Pile			

COUNTERMEASURES FOR DEBRIS FLOW

Classification	Type of Work	Purpose	Application	Illustration
Hillside Work	Drainage Water Channel	To collect surface water on hillside and thus prevent slope from erosion and scouring.	Applied to many cases. Used with other countermeasures.	Same as Countermeasures for Landslide
	Subsurface	To firmly bind materials of slope surface and thus prevent slope from erosion and scouring.	Vegetation is usually applied in combination with protection work such as terracing with stone, net muddling, etc.	
	Vegetation	To cover hillside with tree and shrub and thus prevent slope from erosion and scouring and sometimes to reduce velocity of surface water.	Applied to bare hillside.	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure.
Afforestation		To stabilize slope by cutting unstable portion of hillside and reforming irregularity of surface of slope.	Used with vegetation, sheathing and others.	
Re-cutting		To retain unstable earth with stone or concrete wall or wicker etc.	Mainly used with other hillside work.	
Sheathing		To smoothly lead flow of water and thus control turbulent flow and prevent scouring of stream bed and bank. Also to prevent overflow of flood to adjacent area.	Applied to stream bank composed of erodable soil or to stream bed with steep gradient. Usually used together with consolidation or sabo dam.	
Water Way	Stone Pitching Water Way			
	Concrete Pitching Water Way			
Consolidation	Stone Consolidation	To control flow of water providing head of water to make gradient of stream bed gentler and to prevent turbulent flow and thus prevent scouring of stream bed and bank. Sometimes only to protect stream bed.	Applied to swift stream, meeting point of flow or stream bed susceptible to scouring. Usually used together with revetment, water way and sabo dam. Concrete consolidation is widely used.	
	Concrete Consolidation			
	Crib Consolidation			
Revetment	Stone Masonry Revetment	To protect stream bank or hillside from waterclash due to curved flow of stream.	Applied to curved portion of stream.	
	Gravity Type Revetment			
	Gabion Revetment			
	Sheet Pile Revetment			
Foot Protection	Concrete Foot Protection	To protect foots of revetment and water way from scouring.	Applied to foots of revetment and water way.	Same as Countermeasures for Embankment Slope Failure
	Gabion Foot Protection			
Sabo Works	Stone Dam	To control flow of debris and to catch and collect debris and sand, providing space for deposited materials and making gradient stream bed gentler and thus avoid spread of damage and, at the same time, prevent scouring of stream bed and bank.	Mainly applied to large scale of debris flow. Constructed at portion such as narrow stream width, hard bedrock or after meeting of flow.	
	Concrete			
	Concrete Dam			
	Steel Dam			
Avoiding Problem Work	Bridge	To avoid damage. Debris flows passes under bridge or inside of culvert.	Applied when other countermeasures are difficult and costly.	
	Culvert			

* Structural details of revetment may be same as those of retaining wall.

付属資料：プロジェクトの基本情報

BASIC INFORMATION OF THE PROJECT

1. NAME OF FEASIBILITY STUDY SECTIONS

- Dalton Pass Section	77.5 km
- Mahaplag-Sogod Section	36.7 km
- Kennon Road	34.2 km
TOTAL	148.4 km

2. NUMBER OF DISASTER SPOTS

TABLE-A NUMBER OF DISASTER SPOTS

Sections	Types of Disaster						Total
	Cut Slope Failure	Embankment Slope Failure	Fall	Landslide	Debris Flow	Others	
Dalton Pass	39	13	6	—	14	1	73
Mahaplag-Sogod	19	14	2	3	1	1	40
Kennon	5	9	31	1	—	—	46
TOTAL	63	36	39	4	15	2	159

3. INTERNAL RATE OF RETURN

TABLE-B IRR

Section	IRR (%)
Dalton Pass	18.7
Mahaplag-Sogod	14.4
Kennon	16.6

Project Life: 20 Years

4. PROJECT COST

TABLE-C PROJECT COST

Unit: Million Pesos

	October 1983 Price			Current Price		
	Foreign	Local/Tax	Total	Foreign	Local/Tax	Total
Detailed Engineering	14.67	7.91	22.58	17.79	11.58	29.37
Construction Supervision	14.67	7.91	22.58	19.58	15.65	35.43
Construction Dalton Pass Section	93.98	63.44	157.42	135.46	112.15	247.61
Mahaplag-Sogod Section	49.37	31.38	81.20	71.07	56.36	127.43
Kennon Road	52.96	31.11	84.07	76.09	55.26	135.35
Sub-Total	196.31	126.38	322.69	282.62	223.77	506.39
Total	225.65	142.20	367.85	320.19	251.00	571.19

5. RECOMMENDED IMPLEMENTATION SCHEDULE

TABLE-D IMPLEMENTATION SCHEDULE

		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
Feasibility Study (This Study)		■							
Financial Arrangement for Implementation		■	■						
Detailed Engineering Study (15 Months)			■	■					
Tender (6 months)					■				
Construction (36 months)					■	■	■		
Construction Supervision (36 months)					■	■	■		
Financial Requirement	Foreign Component	—	1.47 (1.70)	13.20 (16.09)	10.55 (13.69)	73.85 (101.18)	84.39 (122.61)	42.19 (64.92)	225.65 (320.19)
— October 1983 Price —	Local and Tax Component	—	0.79 (1.06)	7.12 (10.52)	6.72 (10.59)	47.00 (79.54)	53.71 (97.25)	26.86 (52.04)	142.20 (251.00)
Unit: Million Pesos	TOTAL	—	2.26 (2.76)	20.32 (26.61)	17.27 (24.28)	120.85 (180.72)	138.10 (219.86)	69.05 (116.96)	367.85 (571.19)

JICA