

フィリピン共和国

フィリピン国道路防災計画調査

ステージII

報告書

(要約編)

昭和60年7月

国際協力事業団

開一

85-093(1/2)

JICA LIBRARY



1031502[6]

フィリピン共和国

フィリピン国道路防災計画調査

ステージII

報告書

(要約編)

昭和60年7月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 5. 29	118
	614
登録No. 12708	SDF

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に応え、日比友好道路及びバギオ周辺の主要国道を対象とした道路防災計画に関するフェージビリティ調査・ステージIIを行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。

本件調査の第一段階のステージI調査として、昭和58年5月から昭和59年6月まで調査対象優先度の最も高かった日比友好道路のアリタオーサンホセ区間、マハブラグーソゴド区間、及びケノン道路につきフェージビリティ調査を行った。

これに引き続き、本件調査においては、上記道路ルセナーカラワグ区間、アレンーカルバヨグ区間及びナギリアン道路に関するフェージビリティ調査を実施することとし、当事業団は、昭和59年10月から昭和60年3月までの間、戸次庸夫氏を団長とする調査団を現地へ派遣した。

調査団は、フィリピン共和国政府関係者と意見を交換し、現地調査を実施した。今般、帰国後の国内作業を全て終了しここに本報告書提出の運びとなったものである。この調査結果が当プロジェクト実施の推進に役立つとともに日本・フィリピン両国の友好関係促進に寄与することが出来れば幸いである。

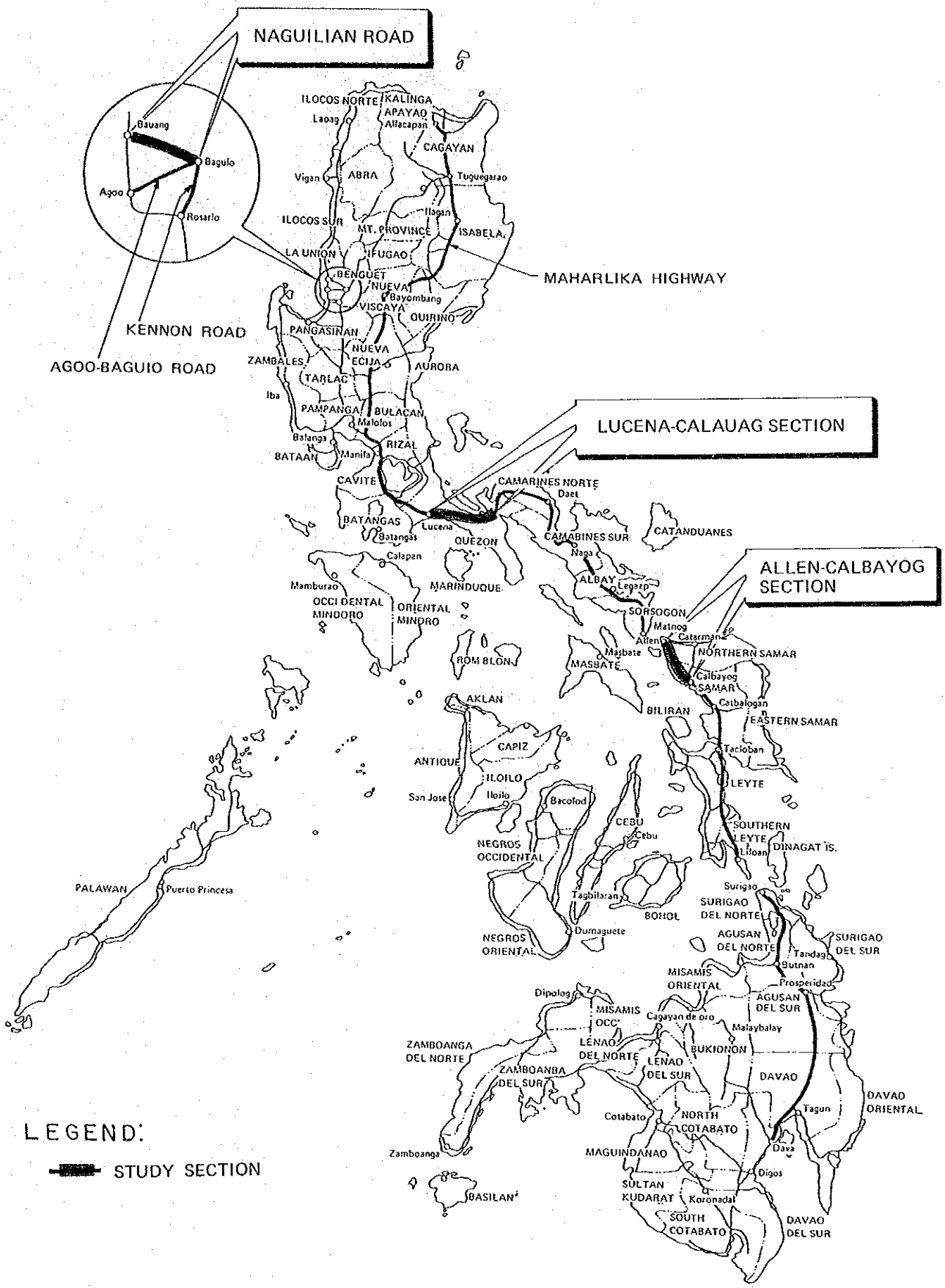
最後に、本件調査に御協力をいただいたフィリピン共和国政府関係各位に対して深甚なる謝意を表するものである。

昭和60年7月

国際協力事業団

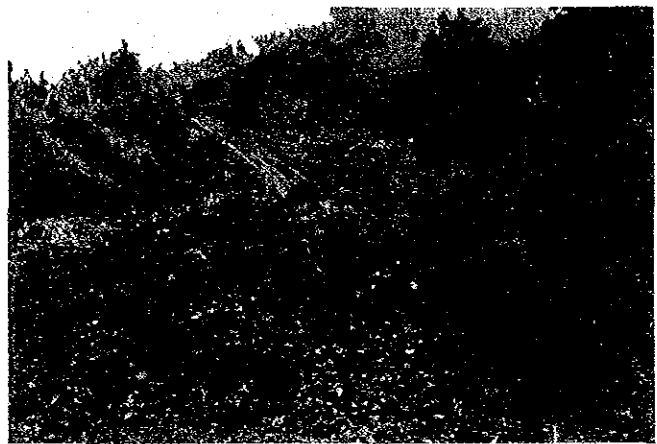
総裁 有田圭輔

LOCATION MAP





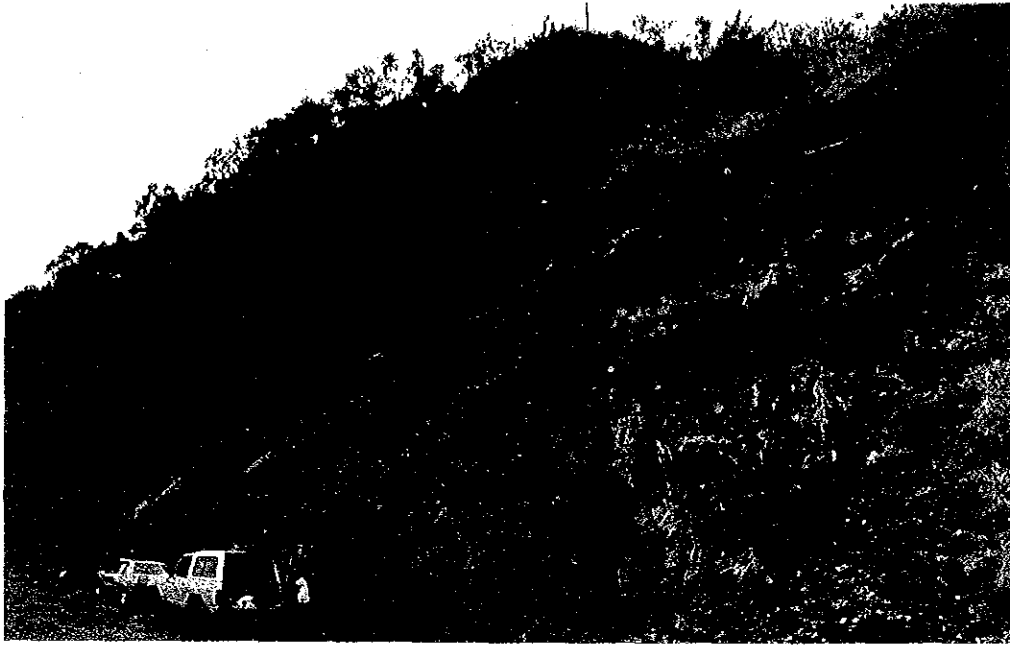
*CUT (NATURAL) SLOPE SURFACE FAILURE
NAGUILIAN ROAD
km 294 + 800*



*CUT SLOPE DEEP FAILURE
NAGUILIAN ROAD
km 281 + 500*



*CUT SLOPE DEEP FAILURE
LUCENA - CALAUAG SECTION
km 158 + 500*



*FALLS
NAGUILIAN ROAD
km 294 + 100*



*FALLS
LUCENA – CALAUAG SECTION
km 153 + 900*



*FALLS
ALLEN – CALBAYOG SECTION
km 705 + 600*



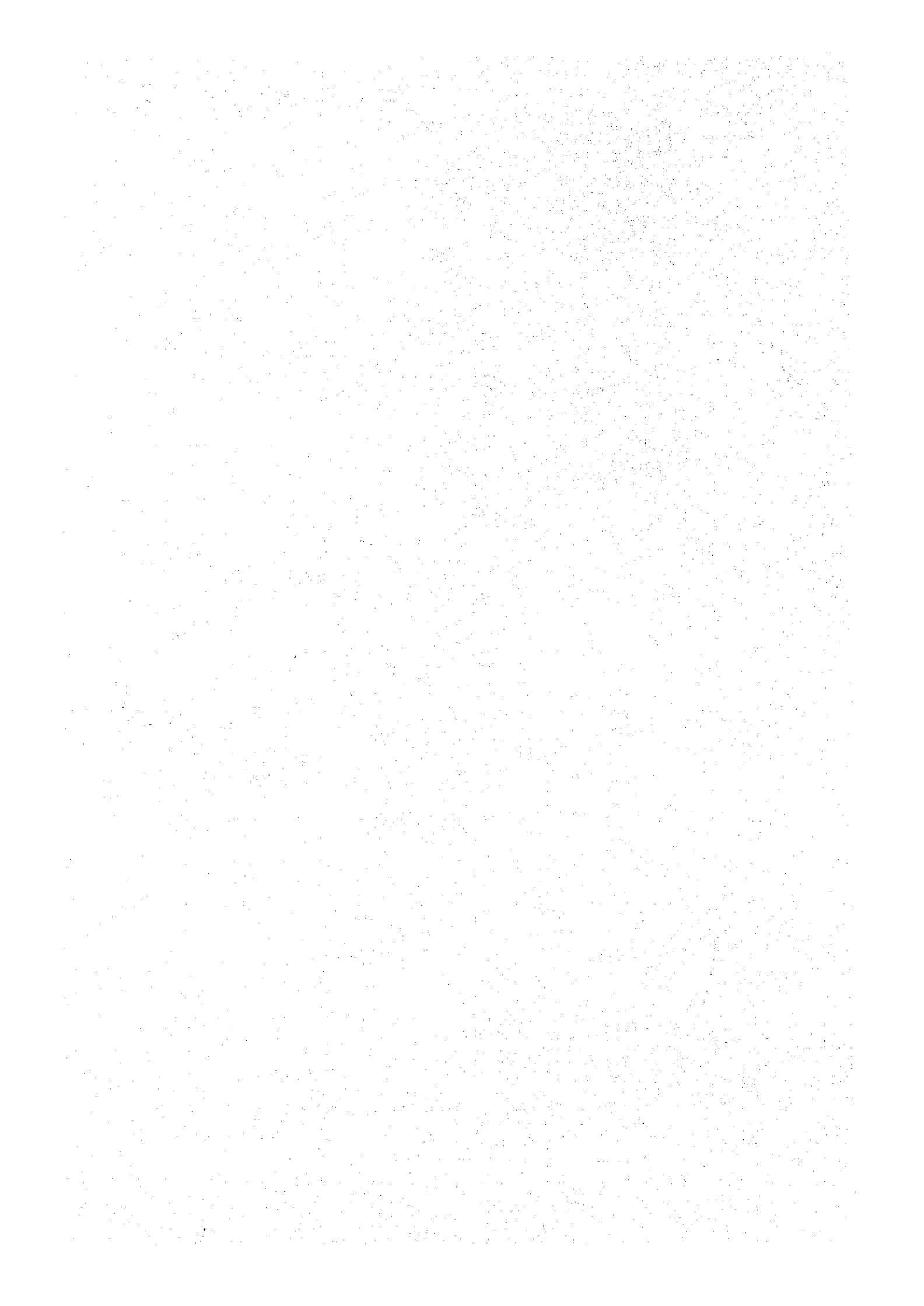
*EMBANKMENT SLOPE DEEP FAILURE
NAGUILIAN ROAD
km 286 + 600*



*LANDSLIDE
LUCENA – CALAUAG SECTION
km 160 + 800*



*DEBRIS FLOW
ALLEN – CALBAYOG SECTION
km 718 + 100*



要 約 編 目 次

	Page
I 序	1
II 結 論 と 提 言	5
III 要 約	9
1. 調査対象区間	9
2. 将来交通	12
3. 災害の把握	14
3.1 道路災害の種類	14
3.2 災害危険度	17
3.3 災害危険ヶ所	18
4. 道路災害の現況と原因	20
4.1 道路災害の現況	20
4.2 道路災害の原因	22
5. 対策工	24
5.1 設計対象ヶ所	24
5.2 工法選定の基本方針	24
5.3 適用対策工	25
5.4 代表的な対策工	26
6. プロジェクト・コスト	30
7. プロジェクト評価	31
7.1 技術評価	31
7.2 経済評価	32
7.3 財務分析	34
7.4 プロジェクト・インパクト	34
7.5 総合評価	36
8. 実施計画	38
IV 道路防災事業に対する提案	39

I 序

I 序

1. 背景

フィリピン政府は、国全体の社会・経済開発計画における重要課題として幹線道路網の整備を進めてきた。このことは、量及び配置の面では十分であると思われるまでに至った現在の道路網を見れば明白である。

政府の施策によって幹線道路の量的な拡張は実現された。しかしながら、このような成果が達成されたものの、最重要幹線道路の中でさえ、斜面崩壊、落石、地スベリ、土石流などの災害をはじめ多くの欠陥を含んでいるものがあり、道路輸送システムの効率を低下させている。国の社会・経済活動に支障をきたさないように、これらの災害を防止することが切に求められている。

道路防災の重要性を認識してフィリピン政府は、長期計画の策定を計画した。これに対し、日本政府は、国際協力事業団を通し“フィリピン道路防災計画調査ステージI（以下ステージI調査）”として、この道路防災計画の策定に技術援助を提供した。

1983年5月より1984年6月にかけて実施されたステージI調査は、2つのフェーズに分けて行なわれ、フェーズIでは、i)マハラカ・ハイウェイ（ルソン、サマール及びレイテ区間）；ii)ケノン道路；iii)アゴー・バギオ道路；iv)ナギリアン道路の4つの国道における災害危険ヶ所の抽出と対策を行う優先度の高い区間の選定が中心に行なわれた。この優先順位に従ってフェーズIIでは、カテゴリーAに分類された3つの区間についてフェージビリティ調査を行った。対象となった区間は、i)ダルトン・バス区間；ii)マハブラグーソゴト区間（共にマハラカ・ハイウェイ）；及びiii)ケノン道路であった。

ステージI調査での経験や調査の結果及び提言において道路防災の重要性が示されており、また、対象区間における道路状態の悪化と将来の災害発生を未然に防ぐためにも、早急な対策の必要性が強調されている。これらのことよりフィリピン政府は、ステージIの道路防災計画を実施すると同時に前述の道路網中で、次に優先度の高い区間に関するフェージビリティ調査を今後続けていくことを決定した。

フィリピン政府は、“フィリピン道路防災計画調査ステージⅡ（以下、本調査）”として次に優先度の高い区間のフィジビリティを実施する上で技術援助の提供を日本政府に依頼した。

これに対し、日本政府は国際協力事業団を通して、技術援助を行うことを決めた。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1984年8月に結ばれた。調査は、1984年10月に開始され、1985年6月に完了した。

2. 調査の目的

調査の目的は、

- 1) 調査対象区間における災害危険度の判定と対策工の提案
- 2) 防災事業の実施計画の提案
- 3) 道路災害防止の技術開発

3. 調査対象区間

- 1) マハラカ・ハイウェイ、ルセナーカラウァグ区間（リージョンⅣ）
- 2) マハラカ・ハイウェイ、アレンーカルバヨグ区間（リージョンⅧ）
- 3) ナギリアン道路（リージョンⅠ）

4. 調査の範囲

本調査で対象とした道路災害は、斜面崩壊、落石、地スベリ、土石流及び洗堀などであった。大規模な河川改修工事及び砂防工事は除外された。

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

インテリム・レポート

ドラフト・ファイナル・レポート

ドラフト・ファイナル・レポートに対するフィリピン政府のコメントに基づいて作成したファイナル・レポートは、次の4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)

調査は、国際協力事業団派遣の7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

道路防災の重要性

フィリピン国内の輸送システムは大部分が道路輸送に依存しており、旅客輸送の97%、貨物輸送の60%を道路輸送が受け持っている。しかしながら、道路災害は道路システム（特に幹線道路）の効率性を低下させ、国の社会・経済活動に重大な影響を与えている。

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。適切な災害防止対策が採られずに災害危険ヶ所が放置されるなら、場所によっては経済的な対策工を適用できない所まで災害の規模が悪化し、政府に巨額の出費を余儀なくさせるであろう。

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。

道路防災事業の推進

既存の幹線道路は、全てではないが災害に対する防護工が必要ヶ所に施されていない。道路が災害に対して無防備であり、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、災害によって多くの区間が閉鎖され、その期間道路システムの効率がいちじるしく阻害されている。

道路防災事業は、利用者に対して道路の信頼性を高め、重要な道路の諸機能を確保する。道路防災事業の実施は、適切な投資によって道路閉鎖を無くする一方、既に行われた巨額な道路整備投資の投資効果を最大限に高めることになるろう。

この観点から、道路防災事業は積極的に考慮され、かつ重点的に実施に移されるべきである。

1.

調査の基本データ

調査対象区間の延長

	ルセナーカラウァグ 区 間	アレソールカルバヨグ 区 間	ナギリアン道路	合 計
区 間 延 長	9 5.7	7 2.9	4 7.2	2 1 5.8

対策工を設計した災害危険ヶ所数

災 害 の 種 類	ルセナーカラウァグ 区 間	アレソールカルバヨグ 区 間	ナギリアン道路	合 計
切土斜面崩壊	1	1	5	7
盛土斜面崩壊	1	2	5	8
落 石	4	9	5	18
地 ス ベ リ	1	—	—	1
土 石 流	—	2	—	2
合 計	7	14	15	36

プロジェクト・コスト

単位：百万ペソ

	ルセナーカラウァグ 区 間	アレソールカルバヨグ 区 間	ナギリアン道路	合 計
1984年11月 格 価	外 貨 分	—	—	2.97
	内貨分/税金	—	—	1.60
	合 計	—	—	4.57
1984年11月 格 価	外 貨 分	134.4	168.2	398.0
	内貨分/税金	88.9	110.1	255.6
	合 計	223.3	278.3	653.6
1984年11月 格 価	外 貨 分	—	—	2.97
	内貨分/税金	—	—	1.60
	合 計	—	—	4.57
1984年11月 格 価	外 貨 分	—	—	45.74
	内貨分/税金	—	—	28.76
	合 計	—	—	74.50
1984年11月 格 価	外 貨 分	—	—	3.98
	内貨分/税金	—	—	2.97
	合 計	—	—	6.95
1984年11月 格 価	外 貨 分	199.8	250.1	591.7
	内貨分/税金	185.3	229.5	532.7
	合 計	385.1	479.6	1124.5
1984年11月 格 価	外 貨 分	—	—	3.98
	内貨分/税金	—	—	2.97
	合 計	—	—	6.95
1984年11月 格 価	外 貨 分	—	—	67.59
	内貨分/税金	—	—	59.58
	合 計	—	—	127.17

1/ 10%の予備費を含む。

2/ 1984年価格に物価上昇を考慮した。

内部収益率

	ルセナーカラウァグ 区 間	アレソールカルバヨグ 区 間	ナギリアン道路
内部収益率(%)	16.0	14.4	15.4

2. 提 言

調査の対象となった3区間について、プロジェクトは技術的、経済的、財務的にフィージブルであった。プロジェクト評価結果の要約を表-Aに示す。

調査の対象となった3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させるばかりでなく、災害が発生した場合、復旧工事により多額の費用がかかり、交通余絶期間もより長くなり、その結果、経済的な損失も大きくなるというように、深刻さをますます増幅させるであろう。

TABLE-A PROJECT EVALUATION

	Technical Evaluation	Economic Evaluation	Financial Evaluation
Lucena-Calauag Section	<ul style="list-style-type: none"> • 7 spots with high disaster potentials. • Fast aggravation of disaster condition because of limestone. • 8 days of traffic interruption a year. • Necessity of immediate restoration work. • Practically no detour road. 	<ul style="list-style-type: none"> • IRR = 16.0%. • Provided the only access to the Bicol Region. • Vitally supports socio-economic activities and development of Quezon Province and Bicol Region. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3-year implementation period (mid 1988-mid 1991) assumed. • 1.5-year construction period 1990-mid 1991) assumed.
Allen-Calbaying Section	<ul style="list-style-type: none"> • 14 spots with high disaster potentials • Fast aggravation of disaster condition because of alternative layer of rocks. • 9 days of traffic interruption a year. • Necessity of chronic maintenance and restoration work. • No reliable detour road. 	<ul style="list-style-type: none"> • IRR = 14.4%. • The only trunk road in Samar Island. • Daily life of Northern Samar's citizens relied on. • Efficient operation of ferry service between Luzon and Samar depended upon. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximum annual financial requirement be 70.3 million pesos in 1990. • Maximum annual financial requirement of local portion estimated at 33.0 million pesos is within the Government funding capability.
Naguilian Road	<ul style="list-style-type: none"> • 15 spots with high disaster potentials. • Entire cut of road. • 4 days of traffic interruption a year. • Urgency of restoration work. • No access for inhabitants along road. 	<ul style="list-style-type: none"> • IRR = 15.4%. • Transportation of daily consumption goods in Baguio relied on. • Commuting of more than 3,400 workers and students depended upon. 	<ul style="list-style-type: none"> • Foreign funds for foreign cost component recommended.

3. 事業の実施

ステージ I 調査の対象区間の事業実施とステージ II 調査の対象区間の事業実施は、継続的に行うより提案する。ステージ I の区間は、1990年に事業を完了する計画になっているため、ステージ II の建設工事は、1990年より開始するよう提言する。

事業実施スケジュールと年別投資計画を表-Bに示すように提案する。

TABLE B IMPLEMENTATION SCHEDULE

		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Construction of Stage - I Sections				■	■	■	■	
Feasibility Study (This Study)		■						
Financial Arrangement for Implementation			■	■	■			
Detailed Engineering Study (10 months)					■	■		
Tender (6 months)						■		
Construction (20 months)							■	■
Construction Supervision (20 months)							■	■
Financial Requirement - November 1984 Price - (Unit : Million ¥)	Foreign Component				1.19 (1.54)	1.78 (2.44)	25.66 (37.27)	17.11 (26.34)
	Local/Tax Component				0.64 (1.14)	0.96 (1.83)	16.29 (33.03)	10.87 (23.58)
	T o t a l				1.83 (2.68)	2.74 (4.27)	41.95 (70.30)	27.98 (49.92)

Note: Figure in () shows financial requirement in current price.
Annual escalation rate (%)

Year	1985	1986	1987	1988	1989~1991
Foreign Component	7.5	7.0	6.0	6.0	6.0
Local Component	25.0	15.0	12.0	10.0	7.0

III 要 約

III 要 約

1. 調査対象区間

対象区間の位置及び基礎データ、影響圏の範囲を図 1-1 に示す。

ルセナーカラウァグ区間

ルソン島の南端に位置するビコール地方は、メトロ・マニラや島内の他の地方と陸路としては、マハリカ・ハイウェイによってのみ結ばれている。対象区間であるルセナーカラウァグ区間は、ビコール地方の入口に位置する。この区間には、鉄道、海上、航空など他の輸送機関もあるが、輸送の大半はマハリカ・ハイウェイ一本に頼っている。

本区間は、南タガログ地方のケソン・プロビンス内にあり、ルセナ側は南シェラ・マドレ山脈の南端に起点を持ち、カラウァグ側ではボンドック半島の北部まで伸びており、全長は約 96 km である。フィリピン断層がボンドック半島の東からカラウァグまで走っている。バグビラオとアティモナン間の約 30 km は、山岳地帯を通過しており、危険度の高い災害危険ヶ所は、全てこの区間に集中している。この山岳地帯を除く他の区間の地形は、ほとんど平地である。

本区間の地質のほとんどは、隆起と沈降とによって現在のフィリピンが形造られた漸新世に造られた岩によって構成されている。それらは、主に砂岩及び石灰岩であり、所によっては安山岩や泥岩もみられる。

本区間の持つ影響圏は、メトロ・マニラからビコール地方の南端に至る全長 650 km と考えられる。

通過する旅客及び貨物輸送は、長距離トリップが多い事より、本区間はリージョン間幹線道路としての機能を果たしているといえる。

アレンーカルバヨグ区間

本区間は、サマール島の海岸線に沿ってアレンからカルバヨグ市に至る全長約 73 km の区間である。サマール島の地形は、一部の山岳部と海岸沿いの台地を除いて海拔 800 m 程度の丘陵地帯になっている。

本区間の地質は、主に砂岩から成っており、他に安山岩、頁岩がみられる。この砂岩は、中生代白亜紀から古第三紀のものであるため硬い岩であるが、長期間続いた地殻変動のためクラックが発達している。したがって、この砂岩で落石が発生しやすくなっている。

アレンーカルパヨグ区間は、マハラカ・ハイウェイの一部であるが、このハイウェイは、サマール島の幹線道路であり、ルソン島とレイテ島とをつなぐ重要なルートでもある。本区間の持つ影響圏は、北サマール、西サマール及び北レイテに限られる。現在、本区間は、二次幹線道路としての役割を担っている。しかしながら、サマール、レイテといった後進地域に対して、現在政府が行っている開発努力が結実した際には、これらの島とメトロ・マニラなど他の地域との結びつきがますます重要になり、本区間は、主要地域間幹線道路としての機能を果たすことになる。

ナギリアン道路

ナギリアン道路は、ルソン島の北部に位置し、避暑地であるバギオ市へ向う3本の道路のうちの1つである。本道路は、ラ・ウニオン・プロビンスのパウアンから約16 kmの区間は丘陵地帯を通り、そこからバギオ市までの約31 kmは、標高差約1,400 mを登る山岳道路となっている。この道路の大部分は、急な山の斜面に建設されており、その上、バギオ地域特有の豪雨があるため、斜面崩壊が度々発生している。

本道路周辺の地質は、主に凝灰岩、凝灰角礫岩、礫岩、石灰岩及び砂岩である。

本道路を通る交通は、バギオ市とラ・ウニオン・プロビンスのサン・フェルナンド間を中心とした中距離交通が多く、二次幹線道路として性格付けられるが、バギオ市と他の地域を結ぶ貨物輸送は主に、この道路を利用していることからわかるように、この地域の輸送全体にとって大変重要な役割を持っている。その上、バギオ市に向う3本の道路、ケノン道路、アゴーバギオ道路及びナギリアン道路の中で、ナギリアン道路が一番、線形的にもよく、道路災害の面からも現在では最も安定している。

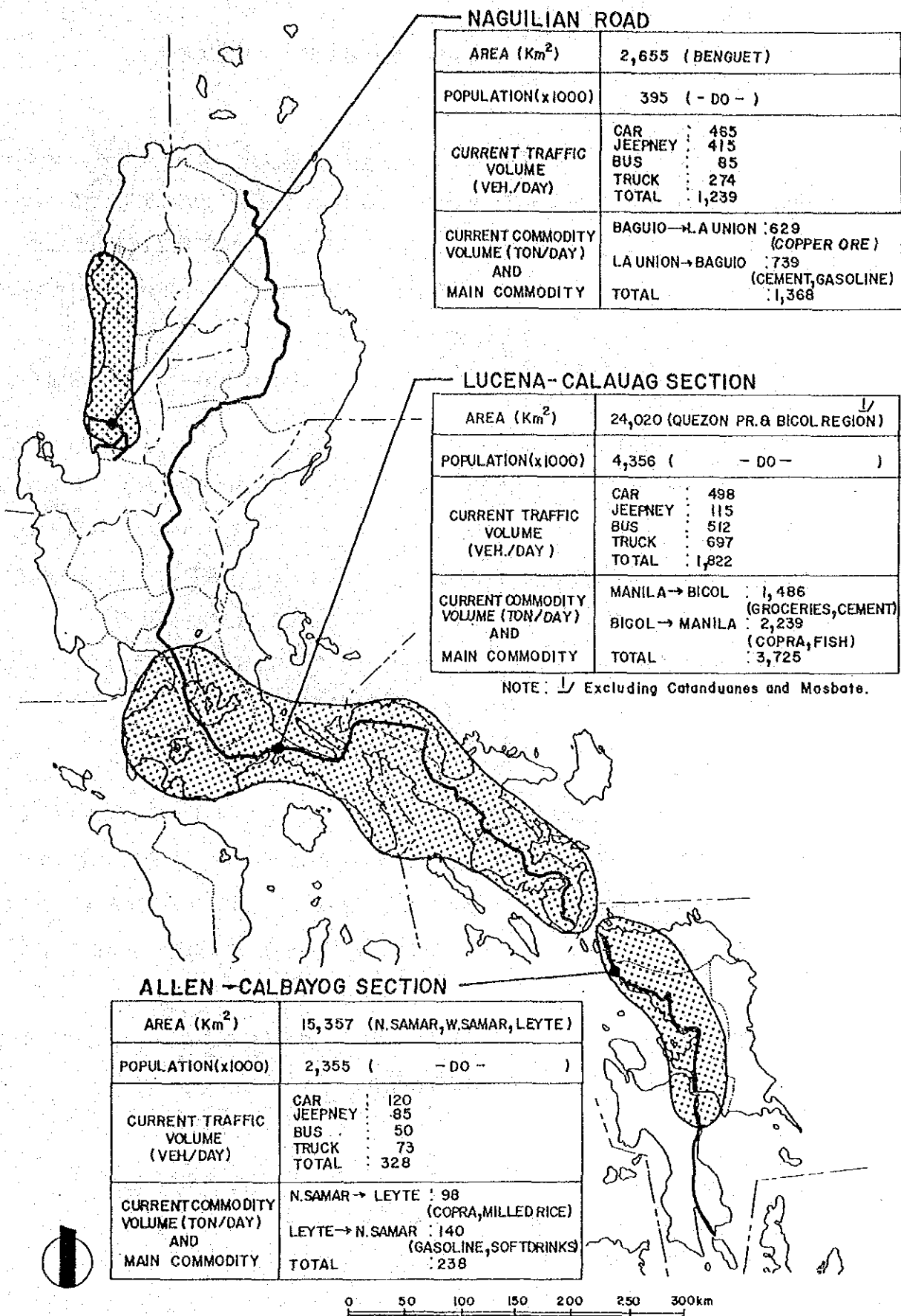


FIGURE 1-1 INFLUENCE AREA OF STUDY SECTION

2. 将来交通

各調査対象区間の現況及び将来の交通量と物流量を図2-1に図示した。

ルセナーカラウァグ区間

バグビラオーアティモナン区間を通過する交通量は、現在1,822台/日である。交通量は、1984年から2015年にかけて年平均伸び率4.8%を示し、2015年では約7,700台/日に達する。交通量の伸びは、1980年代に比べて、1990年代及びそれ以降の方が若干高くなっているが、フィリピン経済の全体動向として1980年代を経済の回復期、1990年以降を経済安定期として想定したことによる。

現在の物流量は、3,725トン/日であり、これが2015年には16,807トン/日に増加する。

アレンーカルバヨグ区間

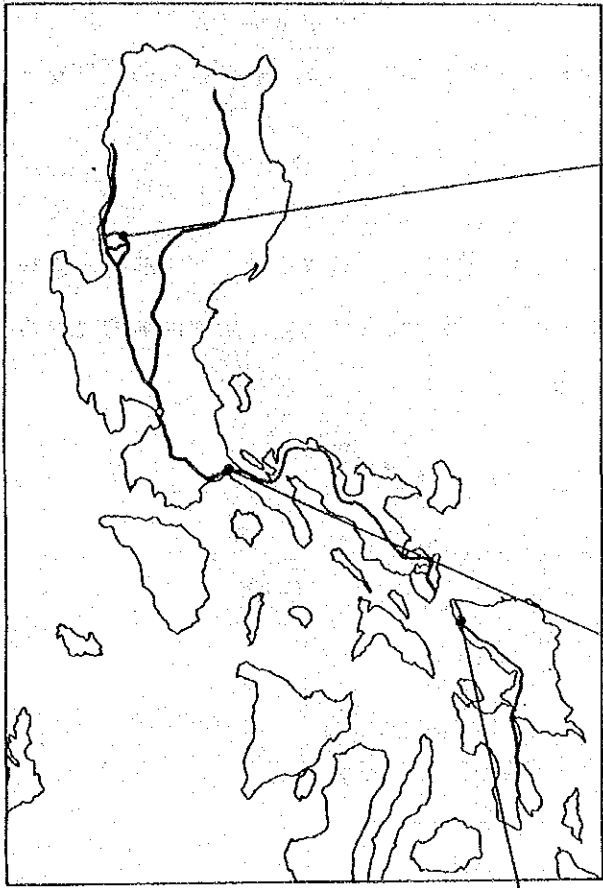
アレンーカルバヨグ区間を通過する交通量は、現在328台/日と少ない。しかしながら、この交通量は2015年まで年平均伸び率5.3%を示し、約1,600台/日に達する。車種別では乗用車の伸びが他の車種に比べて大きい。2015年においても旅客輸送の80%以上は公共輸送に頼っている。

本区間の貨物輸送量は、1日当たり238トンである。年平均伸び率5.5%で伸び、2015年には、1日当たり1,245トンに達する。

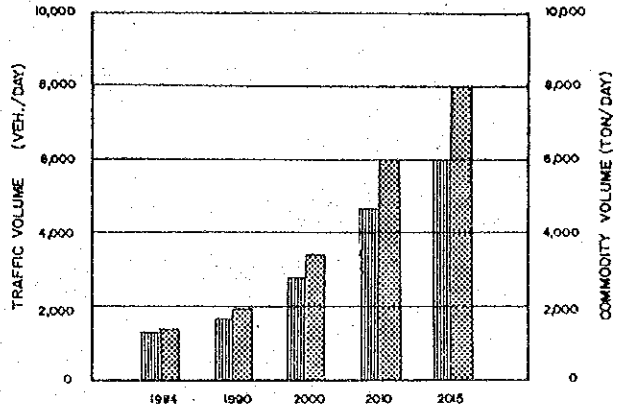
ナギリアン道路

ナギリアン道路の交通量は、現在1,239台/日であり、2015年まで年平均伸び率5.2%で増加する。この結果2015年には、日平均6,000台がナギリアン道路を通ることになる。この道路は幅員が狭く、縦断勾配も急であるため、通常の2車線道路と比べて交通容量がかなり小さいので、2015年における6,000台/日は処理しうる限界であろう。

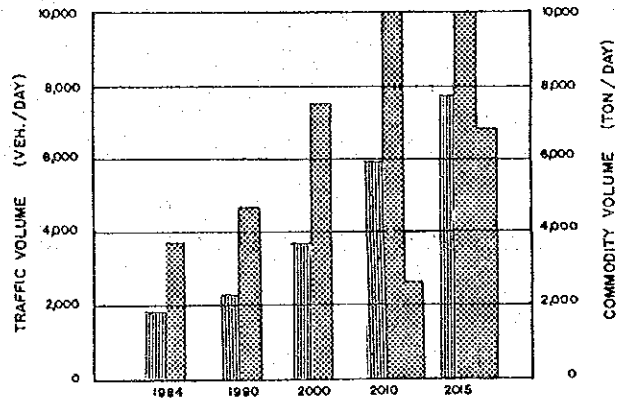
現在の物流量1,368トン/日は、2015年には7,935トン/日に達する。年平均伸び率は5.8%を示し、本調査の対象区間では最高である。



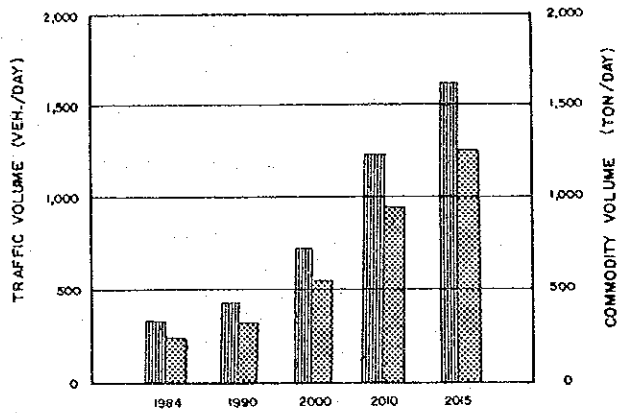
NAGUILIAN ROAD



LUCENA - CALAUAG SECTION



ALLEN - CALBAYOG SECTION



LEGEND :
 COMMODITY VOLUME — [diagonal lines]
 TRAFFIC VOLUME — [vertical lines]

FIGURE 2-1 FUTURE TRAFFIC/COMMODITY VOLUME

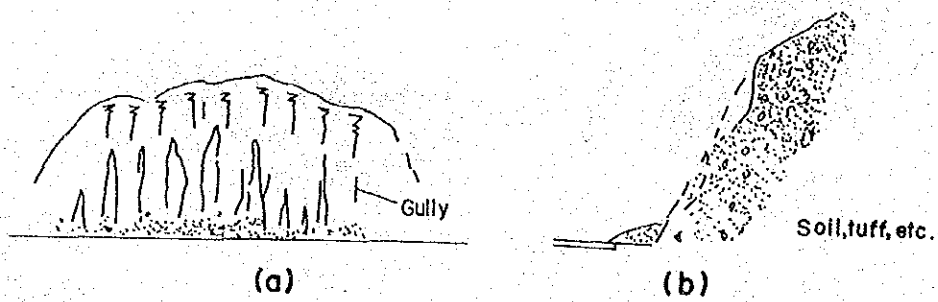
3. 災害の把握

3.1 道路災害の種類

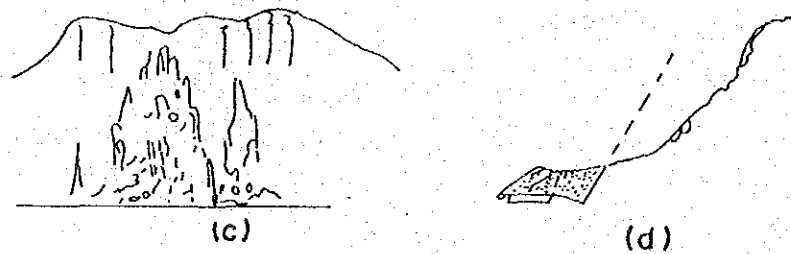
目視観察、測量及び地質調査により評価された崩壊の形に基づいて、道路災害を5つの種類に分類した。

切土斜面崩壊

切土斜面崩壊は、表層崩壊と深い崩壊とに分類される。表層崩壊は、一般的に浸食、風化および構造的弱点によって生じる。一方、深い崩壊は洗掘、円弧回転的な崩壊、直線移動的な崩壊によって生じる。(図3-1参照)



Surface Failure due to erosion



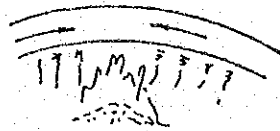
Deep Failure due to scouring

FIGURE 3-1 CUT SLOPE FAILURE

盛土斜面崩壊

盛土斜面崩壊は、浸食によって生じる表層崩壊と、洗掘あるいは浸透水によって生じる深い崩壊とに分類される。(図3-2参照)

Concentration of surface water



(a)



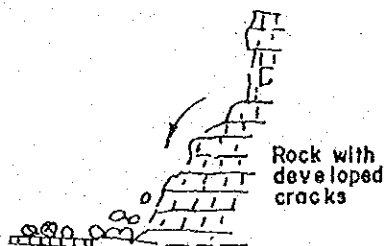
(b)

Deep Failure

FIGURE 3-2 EMBANKMENT SLOPE FAILURE

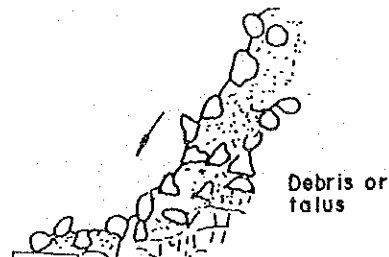
落石

落石は、次の2つのタイプに分類できる。割れ目の多い岩盤斜面から遊離した岩の落下と、斜面上の石や岩の落下である。(図3-3参照)



(a)

Rock Fall



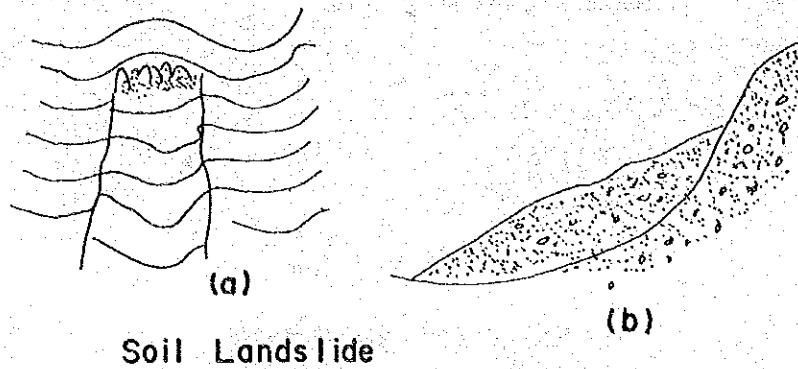
(b)

Debris Fall

FIGURE 3-3 FALL

地スベリ

地スベリとは、あるスベリ面に沿って土の抵抗剪断力と重力とのバランスがくずれることによって、スベリ面上の土塊が動き出すことを言う。地スベリは、岩地スベリと土砂地スベリに分けられる。(図3-4参照)



Soil Landslide

FIGURE 3-4 LANDSLIDE

土石流

河床にある堆積物は、洪水時の掃流力によって土石流となる。土石流は、流される堆積物の粒径によって土石流と泥流とに区分される。(図3-5参照)

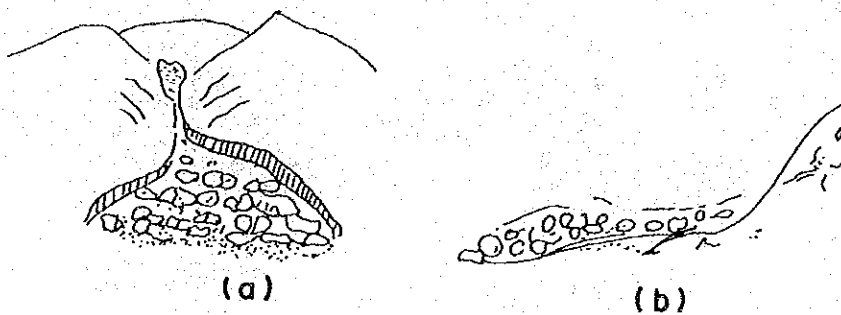


FIGURE 3-5 DEBRIS FLOW

3.2 災害危険度

把握された各地点は、3段階の危険度に分類された。危険度A(H)、危険度B(M)及び危険度C(S)の3段階であり、災害が交通に与える影響によって標価された災害危険度を決めた基準を表3-1に示す。

TABLE 3-1 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)	<ul style="list-style-type: none"> Failure or moved material may cover full lanes of pavement. Expected to be closed to traffic. 	<ul style="list-style-type: none"> Fallen materials may cover full lanes or large sized rocks (more than 50cm) may fall to part of carriageway. 	<ul style="list-style-type: none"> Pavement structure may collapse.
Category B (Medium) (Urgent countermeasure is required)	<ul style="list-style-type: none"> Failure or moved materials may cover about one lane. 	<ul style="list-style-type: none"> Fallen materials with size of less than 50cm may cover about one lane. 	<ul style="list-style-type: none"> Shoulder may fully collapse.
Category C (Small) (No urgent countermeasure is required.)	<ul style="list-style-type: none"> Failure or moved materials may not extend to carriageway. 	<ul style="list-style-type: none"> Fallen materials may not extend to carriageway 	<ul style="list-style-type: none"> Shoulder may partially collapse.

3.3 災害危険ヶ所

災害危険度を有する地点は、次の点に留意しながら現地視察によって標価された。

- ・ 斜面の勾配と高さ
- ・ 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

表3-2に示すように、ルセナーカラウァグ区間に38ヶ所、アレンーカルバヨグ区間に41ヶ所、そしてナギリアン道路に44ヶ所、合計123ヶ所の災害危険ヶ所が抽出された。

**TABLE 3-2 SUMMARY OF DISASTER SPOTS
BY TYPES OF DISASTER AND DISASTER POTENTIAL**

	Disaster Potential	C-S.F. D.F.	F-S.F. D.F.	C-F	L.S.	D.F.	Others	Total
Lucena-Calauag Section	H	1	—	2	—	—	—	3
	M	—	2	2	1	—	—	5
	S	16	4	10	—	—	—	30
	Total	17	6	14	1	—	—	38
Allen-Calbayog Section	H	—	2	2	—	—	—	4
	M	1	3	7	—	2	—	13
	S	3	2	19	—	—	—	24
	Total	4	7	28	—	2	—	41
Naguilian Road	H	2	—	1	—	—	—	3
	M	3	8	4	—	—	—	15
	S	13	6	7	—	—	—	26
	Total	18	14	12	—	—	—	44
Grand Total	H	3	2	5	—	—	—	10
	M	4	13	13	1	2	—	33
	S	32	12	36	—	—	—	80
	Grand Total	39	27	54	—	2	—	123

切土斜面崩壊及び落石について、災害危険度HとMを持つ地点の数と、岩の種類との関係を図3-6に示す。斜面が2種類の岩で構成されている場合もあるため、実際の災害危険ヶ所数と図中のものと一致していない。

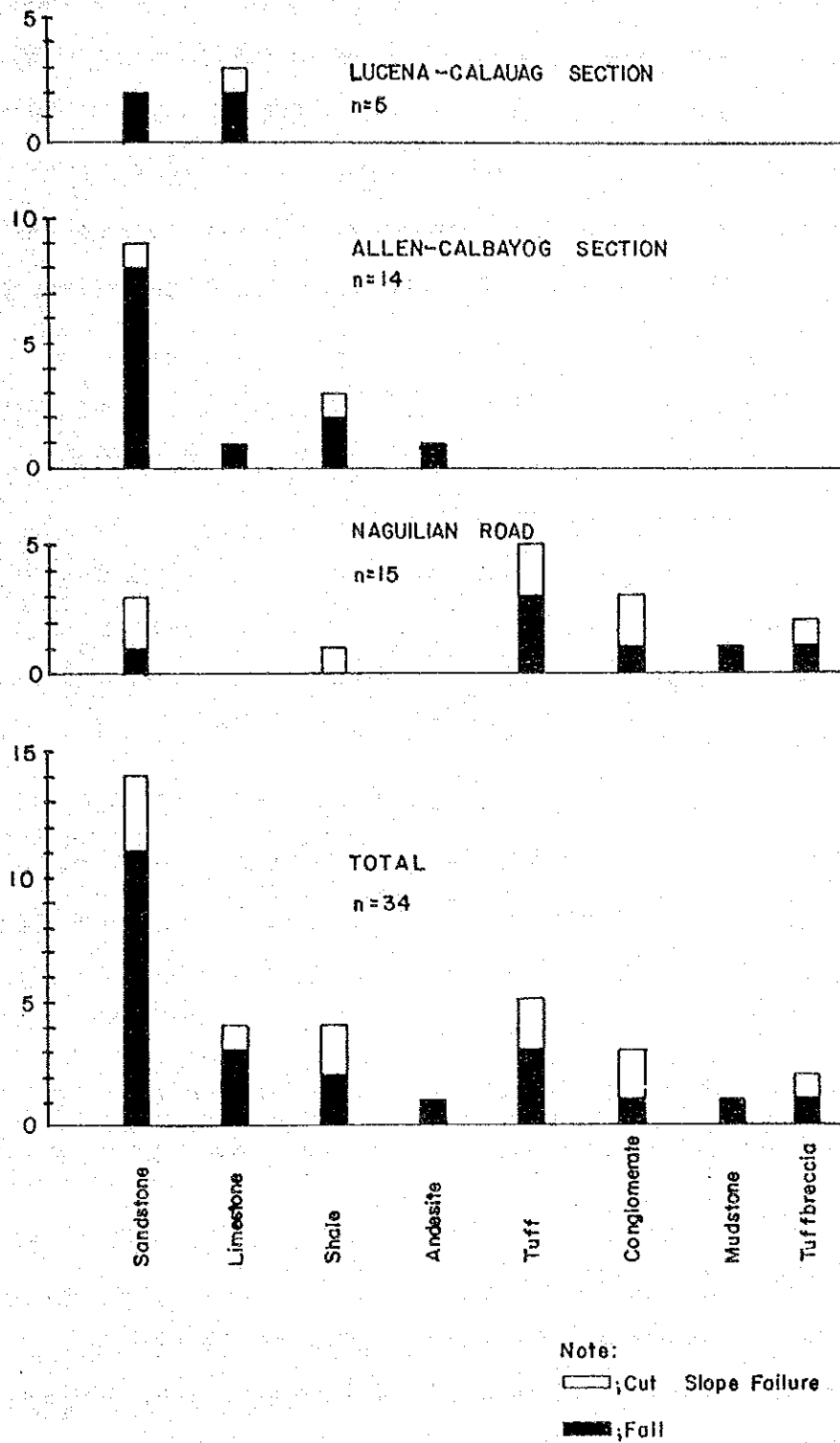


FIGURE 3-6 NUMBER OF CUT SLOPE FAILURES AND FALLS AND KINDS OF ROCKS

4. 道路災害の現況と原因

4.1 道路災害の現況

ルセナーカラワグ区間

1979年にバグビラオーアティモナン区間が開通して以来、この区間が受けた災害は、舗装の悪化だけでなく、切土、盛土の斜面崩壊や風化の進んだ石灰岩の落石などがあった。災害による通行止めは、年間平均8日程度と記録されている。

本区間は、全般的に平地が多いが、バグビラオからアティモナンにかけては、丘陵地及び山岳地となっている。地質は砂岩と石灰岩から成っているが、部分的に安山岩、泥岩もみられる。これらの岩盤、特に石灰岩は、風化が進んでおり、将来、崩壊の恐れがある。

本区間で抽出された38ヶ所の災害危険ヶ所のほとんどが、全長約30kmのバグビラオーアティモナン区間に集中している。この区間の災害危険ヶ所密度(1km当たりの災害危険ヶ所数)は、1.13ヶ所である。

さらに、38ヶ所のうち、危険度が高く(HおよびM)、対策工が必要であると判定された地点は8ヶ所あり、これらは、オールド・ジグザグ道路をバイパスしているわずか9.6kmの区間に集中している。この区間におけるHおよびMの密度は、0.83ヶ所/kmである。

前述の8地点のうち最も多いものが落石危険ヶ所で4地点、続いて盛土斜面崩壊の2地点で、残りが切土斜面崩壊と地スベリの各1地点となっている。

危険ヶ所数の多い落石は、主に石灰岩の風化が進み、ひび割れが発達したことに起因している。落石する岩の大きさは、1.5mから2.5m程度のものである。将来、ますます、これらの落石が増える恐れがある。

盛土斜面崩壊は、主に表面水が集中して洗掘することによってひきおこされる。特に、縦断勾配が急で山側に食い込んだ曲線部において顕著である。側溝を適切に設けることを提案している。

アレノーカルバヨグ区間

本区間は、1978年に改良工事が終わってからも落石の危険性にさらされている。集中豪雨や台風のあとなどに災害による交通途絶が発生しており、その期間は年平均9日程度である。斜面の多くは、まだ安定していないようである。

本区間の地形は、サマールの中央山脈のふもとのゆるやかな丘陵部と海岸沿いの平地とに分

けることができる。地質は砂岩、頁岩、安山岩及び石灰岩で褶曲、断層がみられる。これらの岩には、多くのひび割れがあり、風化も進んでいる。砂岩は、大規模な落石を起こしやすくなっている。

本区間には41ヶ所の災害危険ヶ所があり、そのほとんどがサン・インドロ(km686+500)とティナンバカン(km723+300)の間にあり、この間の危険ヶ所密度は1km当り1.11ヶ所である。

全危険ヶ所のうち、17ヶ所が危険度が高く、早急に対策工を施す必要のある地点(HあるいはM)として判定された。災害種類別では、落石が9ヶ所と多く、続いて盛土斜面崩壊、土石流、切土斜面崩壊となっており、それぞれ5ヶ所、2ヶ所、1ヶ所ある。

ほとんどの落石は、風化が進み、ひび割れの発達した砂岩の斜面で発生している。落石の大きさは、30cm~50cm程度のものがほとんどであるが、中には3mを超える大きな岩もある。対策工を施さなければ、これらの落石は今後も起るであろう。

ほとんど全ての盛土斜面崩壊は、海岸沿いで発生しており、波や洪水による洗掘が原因となっている。

ナギリアン道路

1919年に開通以来64年間、数多くの道路災害が発生している。正確な記録は残っていないが、年平均2回程度災害が発生し、合計で4日間の通行止めがおこっていると考えられる。

バウアンの市街地から約17kmの間、道路は丘陵地帯を通過しており、バギオ市までの残りの区間は、険しい山間部となっている。本道路周辺の地質は、凝灰岩、凝灰角礫岩、礫岩、石灰岩及び砂岩である。

44ヶ所の災害危険ヶ所が抽出されているが、丘陵部には、4ヶ所あるのみで、残りの40ヶ所は、延長約30kmの山岳部にある。丘陵部の密度は0.24ヶ所/kmであり、山岳部では1.33ヶ所/kmである。

これらの内、18ヶ所が危険度の高い所としてHあるいはMに判定されている。盛土斜面の崩壊が多く8ヶ所あり、他には切土斜面崩壊と落石とが各5ヶ所ある。

この道路における盛土斜面崩壊は、谷側の盛土斜面に施してある石積みの崩壊である。この種の崩壊は、多くの地点で広く発生しており、今後も増加していくものと思われる。

切土斜面崩壊と落石は、凝灰岩、凝灰角礫岩及び礫岩のような硬質岩の斜面において発生している。

4.2 道路災害の原因

切土斜面崩壊

切土斜面崩壊は、調査対象の3区間の全ての山間部において観察され、特にルセナーカラウァグ区間、ナギリアン道路において多数観察された。これらの区間には、風化が進み、断層によって破碎された岩で構成された高い切土斜面が数多くある。

この種の災害が発生している斜面の地質は、輝緑岩、安山岩、石灰岩、砂岩、泥岩、燧灰岩、燧灰角礫岩、礫岩などである。ほとんどの切土斜面崩壊は、斜面上の流水の影響に起因している。

多くの崩壊は、降雨時の表面水による浸食あるいは洗掘を原因としており、地下水の浸出によるものもある。

次のような欠陥のために、崩壊を防ぐことができなかった。

- 豪雨による浸食や洗掘を防ぐための排水施設がない。
- 表面水の流速をおとすための小段が高い斜面にもない。
- 植生その他による斜面保護工がない。

盛土斜面崩壊

盛土斜面崩壊も調査対象区間で広く観察された。特に次の様な地形の所で多く観察された。i)縦断勾配が急で山側に食い込んだ曲線部、ii)海岸や河川沿いの区間およびiii)橋梁への取付部分。

盛土斜面の崩壊は、一般的に洗掘によって引き起こされているため、次のような原因があげられる。

- 数量的にも、能力の上でも、排水施設が不十分である。
- 横断排水工の出水口部分における接続及び防護工が不十分である。
- 斜面の保護工が無いが、あっても不十分である。

落石

調査対象区間で最も多い災害の種類が落石である。落石は、土石の落石と岩の落石との2種に分けられるが、対象区間で発生している落石は全て岩の落石である。落石が発生する斜面は土石あるいは閃緑岩、安山岩、砂岩、礫岩、石灰岩などで構成されている。

風化が進んだり、破碎されたりした岩の斜面では、一般的に切土斜面の崩壊が発生するが、落石は、主に、ひび割れの発達した硬質の岩の斜面や、異った種類の岩が層になっている斜面で発生する。

ほとんどの落石は、30～50 cm程度の大きさであったが、アレンーカルバヨグ区間やルセナーカラウァグ区間では、3 mを越す大きな落石もあった。落石の原因となった欠陥は、切土斜面崩壊で述べたものと同じである。

地スベリ

地スベリは、土砂地スベリと岩地スベリとに分けられるが、本調査では、ルセナーカラウァグ区間に土砂地スベリが1ヶ所あっただけである。この地スベリは、岩盤上の厚い土砂層のスベリである。表面水が集中しやすい地形から判断して、この地スベリは、表面水の影響によって起きたものである。

土石流

土石流は、土石流と泥流とに区分される。調査対象区間では、アレンーカルバヨグ区間に2つあったが、共に土石流である。

ひとつの地点では、斜面の上に多量の湧水が観察されたため、地下水位が上昇して、土石流を引き起こしたものと考えられる。もうひとつの土石流は、横断排水工、水路、小規模砂防ダムなどの対策工がないため奔流によって引き起こされた。

5. 対策工

5.1 設計対象ヶ所

緊急に対策工を施す必要があり、その設計を行った災害危険ヶ所を表5-1に示す。
既に施工が行なわれている地点や大規模な治水事業の必要な地点は、設計対象ヶ所から除外した。

TABLE 5-1 DESIGN SPOTS

Type of Disaster	Lucena-Calauag Section	Allen-Calbayog Section	Naguilian Road	Total
Cut Slope Failure	1	1	5	7
Embankment Slope Failure	1	2	5	8
Fall	4	9	5	18
Landslide	1	—	—	1
Debris Flow	—	2	—	2
Total	7	14	15	36

5.2 工法選定の基本方針

災害の種類と原因に対して他の国で一般的に用いられている各種の対策工について調査を行った。それらについて、フィリピンにおいても効果的であり、かつ実用的であるかについても綿密に調査した。

提案した対策工は、各災害危険ヶ所の地質、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。

- 防災の新技术を導入する。
- 建設時の交通への障害を最小限とする。
- 環境との調和を図る。
- 維持・管理を最小限とする。

5.3 適用対策工

表5-2に、本調査で適用し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 5-2 NUMBER OF APPLIED COUNTERMEASURES

SECTION	DISASTER		APPLIED COUNTERMEASURES														
	TYPE	SPOT NUMBER	EARTH WORK		DRAINAGE WORK		PROTECTION WORK		CATCH WORK		STRUCTURE WORK			TORRENT WORK		AVOIDING WORK	TOTAL
			REMOVAL/RE-CUTTING	RE-FILLING	SURFACE DRAIN	SUB-SURFACE DRAIN	VEGETATION	CONCRETE SPRAYING	ANCHOR WIRE NET	CATCH WALL	STONE MASONRY R.W.	GRAVITY TYPE R.W.	ANCHORING	STONE PITCHING WATER WAY	GABION F.P.	RE-ALIGNMENT	
LUCENA-CALAUAG SECTION	C-SF, DF	1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	4
	E-SF, DF	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
	C-F	4	4	-	4	-	-	2	-	2	-	-	1	-	-	2	15
	L.S	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4
	D.F	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	SUB-TOTAL	7	6	1	7	0	1	2	0	3	1	0	1	1	0	3	26
ALLEN-CALBAYOG SECTION	C-SF, DF	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	E-SF, DF	2	-	2	-	-	-	-	-	2	1	-	-	1	-	-	6
	C-F	9	9	-	9	-	-	3	1	7	-	-	-	-	-	5	34
	L.S	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	D.F	2	2	-	2	1	1	-	-	1	-	-	-	2	-	-	9
	SUB-TOTAL	14	12	2	12	1	1	3	1	8	2	1	-	2	1	5	51
MAGULILAN ROAD	C-SF, DF	5	4	1	5	-	2	-	2	1	1	1	1	-	-	-	19
	E-SF, DF	5	-	5	5	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	16
	C-F	5	5	-	5	-	-	1	3	-	-	-	1	-	-	-	15
	L.S	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	D.F	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	SUB-TOTAL	15	9	6	15	0	2	1	5	1	6	2	2	1	0	0	50
TOTAL	C-SF, DF	7	6	1	7	-	2	-	2	2	1	1	1	-	1	-	25
	E-SF, DF	8	-	6	6	-	-	-	-	8	2	-	-	1	-	-	25
	C-F	18	10	-	18	-	-	6	4	9	-	-	2	-	-	7	64
	L.S	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4
	D.F	2	2	-	2	1	1	-	-	1	-	-	-	2	-	-	9
	TOTAL	36	27	9	34	1	4	6	6	12	9	3	3	4	1	8	127

NOTE :

TYPE OF DISASTER

- C-S.F, D.F Cut slope surface failure, deep failure
- E-S.F, D.F Embankment slope surface failure, deep failure
- C-F Cut slope rock fall
- L.S Landslide
- D.F Debris flow
- R.W RETAINING WALL
- F.P FOOT PROTECTION

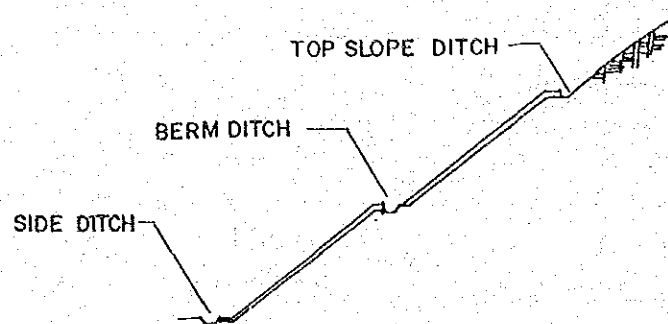
5.4 代表的な対策工

本調査で採用した代表的な対策工を次に示す。

地表排水工

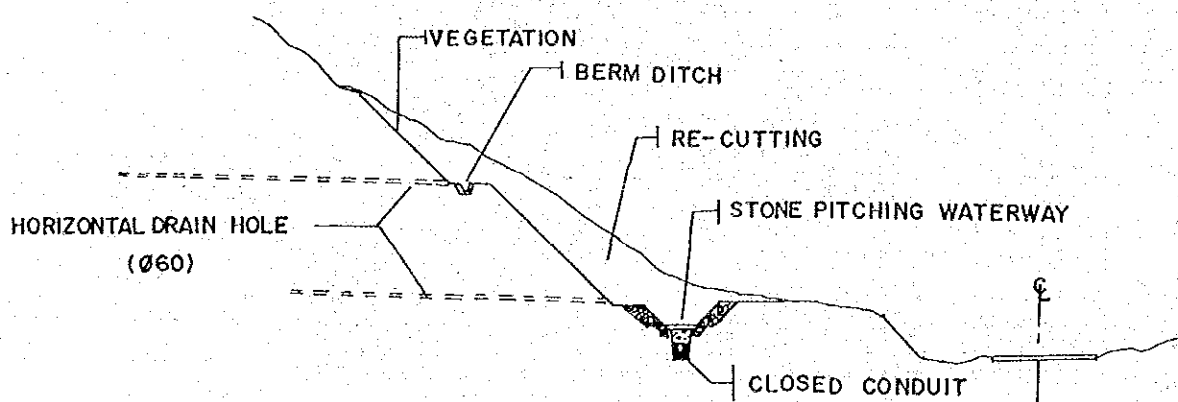
切土斜面崩壊や盛土斜面崩壊の主な原因は、表面水によるものである。多くの地点で種々の排水溝を計画した。

のり肩排水溝は、後背地から水が流出する場所に計画し、小段排水溝は全ての小段に計画した。現況に排水施設がないため、設計対象とした全ての災害危険ヶ所に側溝を計画した。



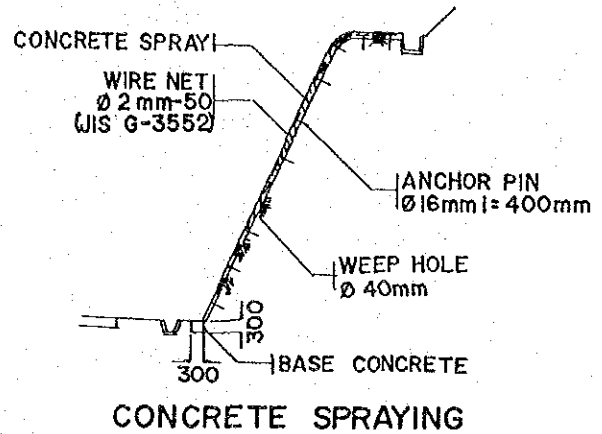
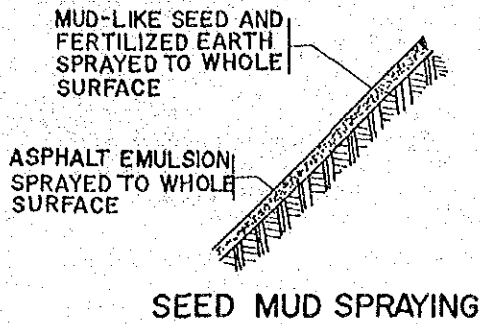
地下排水工

地下水位が高い場所や湧水が見られる地点では、土石流を抑制するために水平排水孔や盲排水溝を計画した。



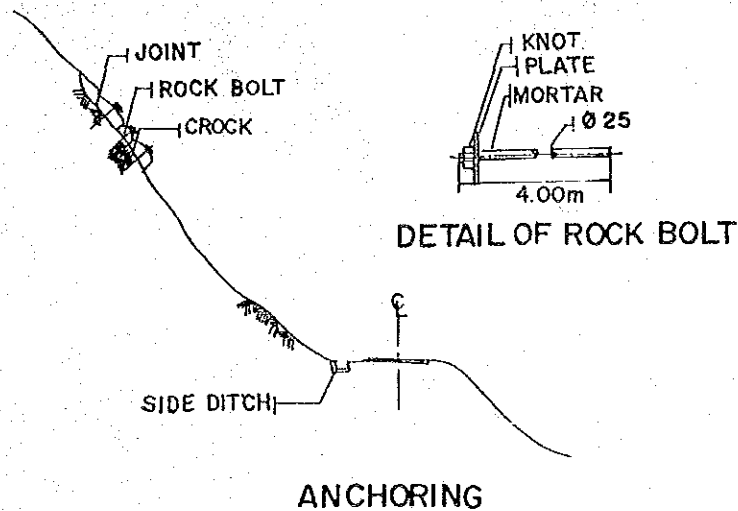
斜面保護工

斜面に浸食や洗掘が予想されない硬い岩の地点を除いて、ほとんどの斜面で保護工を適用した。植生が可能な土や風化した岩の斜面には植生工を、その他の斜面ではコンクリート吹付工を適用した。



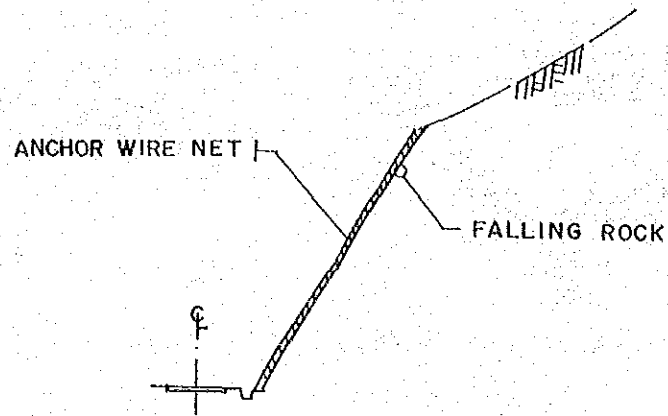
アンカー工

斜面より崩落または、はく落する恐れのある不安定な岩は、ロックボルトによるアンカー工で岩盤に固定するよう計画した。この工法は、不安定な岩が大きく、かつ数が少ない斜面において採用した。



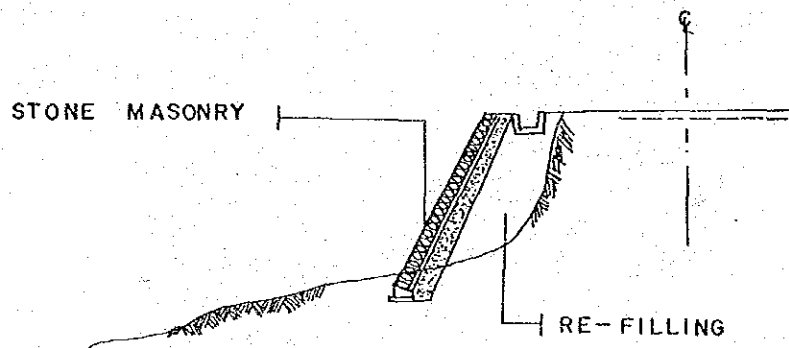
覆式落石防止網

大きさは小さいが、多量の不安定な岩のある斜面に対して、覆式落石防止網を適用した。この工法は、斜面表面の浸食や洗掘を防ぐ完全な対策工とはなり得ないので、主に硬い岩の斜面に対して適用した。



石積擁壁工

勾配を改良できない急勾配の盛土斜面に対しては、腹付け盛土工及び石積擁壁工を適用した。この工法を採用した所には、必ず側溝を設けるよう留意した。

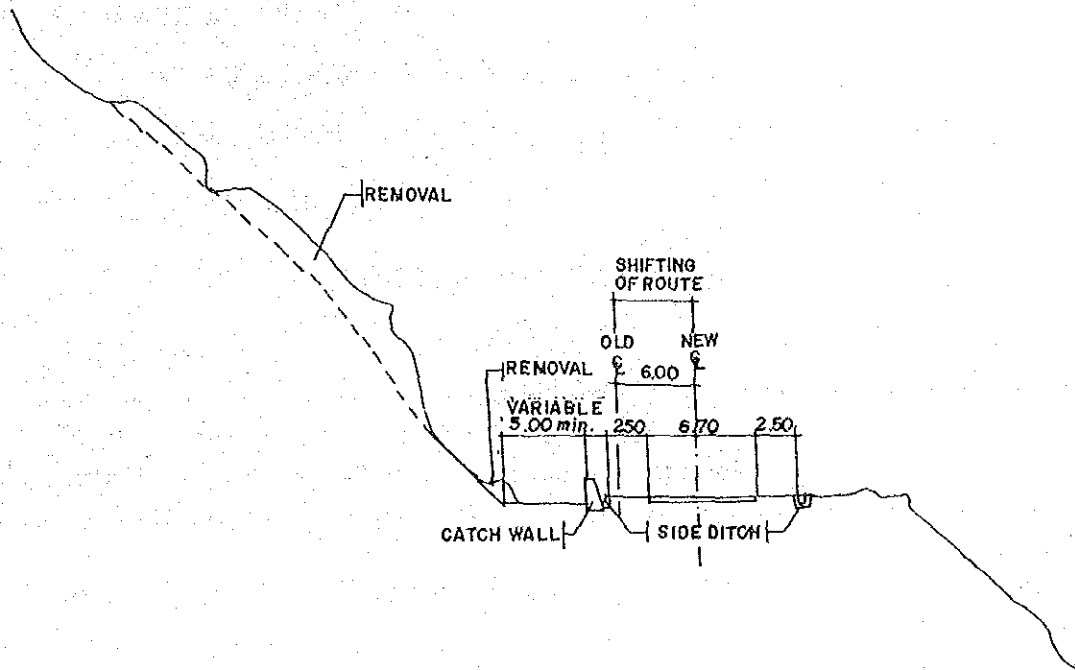


待受け擁壁を設けた回避工

現道の横に線形をずらすのに十分な余裕のある場所では、回避工を積極的に採用した。

この工法は、ほとんどの場合、斜面を直接保護する工法より経済的である。

本調査における最大移動量は6 mである。落石による被害の拡大を防ぐため、常に、待受け擁壁を設けた。



6. プロジェクト・コスト

プロジェクト・コストは、1984年11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、74.50百万ペソであり、その61%に当る45.74百万ペソが外貨分、残りの39%、28.76百万ペソが税金を含んだ内貨分であった。

ルセナ・カラウァグ区間の対策工建設費は、22.33百万ペソ、アレンーカルバヨグ区間は27.83百万ペソ、そしてナギリアン道路は15.20百万ペソであった。主な対策工は、ルセナ・カラウァグ区間及びアレンーカルバヨグ区間では、回避工とコンクリート吹付工、ナギリアン道路では、石積擁壁工と覆式落石防止網であった。

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。

TABLE 6-1 PROJECT COST.

Unit: Million Pesos

	November 1984 Price			Current Price ^{2/}		
	Foreign	Local/Tax	Total	Foreign	Local/Tax	Total
Detailed Engineering Construction ^{1/}	2.97	1.60	4.57	3.98	2.97	6.95
• Lucena-Calauag	13.44	8.89	22.33	19.98	18.53	38.51
• Allen-Calbayog	16.82	11.01	27.83	25.01	22.95	47.96
• Naguillian	9.54	5.66	15.20	14.19	11.79	25.98
• Sub-Total	39.80	25.56	65.36	59.17	53.27	112.45
Construction Supervision	2.97	1.60	4.57	4.43	3.34	7.77
Total	45.74	28.76	74.50	67.59	59.58	127.17

^{1/}Includes 10% physical contingency.

^{2/}1984 prices are escalated. For escalation rate, See Figure 8-1.

7. プロジェクト評価

プロジェクトの評価は、主に技術的、経済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。

7.1 技術評価

ルセナーカラウァグ区間

- 38ヶ所の災害危険ヶ所のうち、8ヶ所が危険度が高い地点である。
- 本区間の地質は主に石灰岩であり、それらは風化しやすいため、斜面の状態は急速に悪化するであろう。
- 災害による交通途絶は、年平均8日である。
- 本区間の迂回路は、急カーブが多く、縦断勾配も10%程度あり、また車道幅員は5～6mと狭いため、十分な機能は果たせない。

アレソーカルバヨグ区間

- 41ヶ所の災害危険ヶ所のうち、17ヶ所が危険度の高い地点である。
- ほとんどの斜面は、砂岩層の間に弱い層をはさんだ地層で構成されているため、斜面の状態は年々悪くなっていくであろう。
- 災害による交通途絶は、年間9日間となる。
- 迂回路には21橋の仮橋があり、バスやトラックなどの大型車は通行できない。

ナギリアン道路

- 44ヶ所の災害危険ヶ所のうち、18ヶ所が危険度の高い地点である。
- 車道及び路肩が狭いため、小規模な道路災害でも交通に大きな影響を与える。道路利用者は、いつも落石などの危険にさらされている。
- 災害による交通途絶は、年平均4日間である。
- 迂回路となるケノン道路の交通容量は、西暦2000年になると、ナギリアン道路からの迂回交通を受け入れるには不十分となる。

7.2 経済評価

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。

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

道路災害によって貨物輸送が止まったり、遅滞したりすると、物資は予定通り使われなくなるため、これらの物資の機会費用は失われる。プロジェクトの実施によって、この損失を避けることができる。

本調査の対象区間では、この便益は、非常に小さかったので計上していない。これは、ルセナーカラウァグ区間及びナギリアン道路に対しては、迂回することによって与分に必要となる時間は少なく、また、フレンーカルバヨグ区間では、物流量そのものが少ないためである。

○ 交通事故の減少による便益

本プロジェクトを実施することにより、道路災害を原因とする交通事故が減少する。この便益は、交通事故記録に基づいて算出される。しかしながら、本調査の対象区間では、道路災害に起因する交通事故は、ほとんど記録されていないため、この便益は計上しなかった。

○ 走行時間短縮による便益

この便益は、本プロジェクトを実施することによって短縮される走行時間によって定量化される。車輛の走行速度は、悪条件下で減速される。これによる遅滞は、被害を受けた場所の復旧工事が行なわれている間も発生する。本プロジェクトの実施は、状況を物理的に改善するだけでなく、そこを通過する車輛のドライバーに安心感を与えるため、その結果、走行速度が上がるであろう。

○ 復旧費軽減による便益

台風の襲来パターン別に求めた被害の大きさに基づいて、復旧費の年平均額を算出した。算出された復旧費は、同様の復旧工事に対して、かつて政府が支出した経費と比較した。

経済分析においては、20年のプロジェクト・ライフを設定した。費用・便益分析及び感度分析の結果を表7-1に示す。

TABLE 7-1 RESULTS OF ECONOMIC ANALYSIS
Internal Rate of Return

		%		
		Lucena- Calauag Section	Allen- Calbayog Section	Naguillian Road
Best Estimate Case		16.04	14.37	15.43
	Case-1 (Cost -20%)	20.02	18.21	19.16
	Case-2 (Cost +20%)	13.18	11.60	12.73
	Case-3 (Benefit + 20%)	19.25	17.44	18.44
Sensitivity Tests	Case-4 (Benefit -20%)	12.55	10.99	12.20
	Case-5 (Cost -20% Benefit + 20%)	23.75	21.78	22.63
	Case-6 (Cost +20% Benefit -20%)	10.04	8.56	9.81

7.3 財務分析

ひと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額の最高は、1983年で253百万ペソ、1984年で144百万ペソであり、これらは、各年の主要道路の建設、改良予算全体の、それぞれ1/12と1/15であった。

年間の道路関係予算の1/18を楽観的、1/50を非観的、1/30を中庸な1プロジェクトへの投資額（内貨部分）と仮定すると、中庸な投資額である1/30が最も現実的な仮定と考えられる。

主要道路に関する年間予算は、公共事業道路省の中期計画（1982—1992）に基づいた。

4年間（1988—1991）のプロジェクト実施期間で投資額が最高になるのは、1990年で33百万ペソ（現在価格）であり、これは中庸な投資額以内に収まっている。従って、本プロジェクトは、フィリピン政府の資力で実施が可能であり、財務的にフィージブルである。

7.4 プロジェクト・インパクト

ルセナーカラウエグ区間

- ケソン・プロビンスからビコール地方に及ぶ本区間の影響圏の人口は、1984年の4.4百万人が2010年には7.2百万人になると推定される。本プロジェクトを実施しないと、本区間において交通途絶がおこり、これらの地域の日常の社会・経済活動に対して直接的な影響を与える。特に、メトロ・マニラへの依存の大きいビコール地方は影響が大きい。1984年においては、1,800台/日の交通と13,000人/日の旅客が影響を受ける。
- バグビラオーアティモナン区間の迂回路であるオールド・ジグザグ道路は、多くの急カーブと約10%という急勾配が続き、また、幅員も5～6mと狭いなど、低規格の道路である。従って、バスやトラックなどの大型車輛の通過は非常に難しく、これが交通全体の走行時間や走行費用に大きな影響を与える。
- 西暦2000年には、交通量はオールド・ジグザグ道路の容量を越える。
- ビコール地方からメトロ・マニラ方面へ輸送される主要物資である魚や他の海産物のように腐敗しやすいものや生鮮食料品などは、プロジェクトを実施しないことによる遅延で、それらの商品価値が失われる。

アレンーカルバヨグ区間

- 本区間の影響は、北サマール、西サマール及び北レイテである。この地域に住む2.4百万人(1984年)及び3.6百万人(2010年)が直接的あるいは間接的に影響を受ける。
- 1984年の日交通量328台は、2010年には1,230台となり、これらが直接影響を受ける。
- 迂回路は、カルバヨグとカタルマンを結ぶカルバヨグ・ノース道路とカタルマンーアレン道路である。この路線には、狭い木床版で、耐荷力も低い仮橋が多くある。このため、カルバヨグ・ノース道路は、バスやトラックなどの大型車輛の通過はできない。従って、道路災害によって本区間の交通が止まった場合、バスやトラックの運行は止まるであろう。
- 本区間には、1984年現在240トン/日の物流があり、これが止まってしまう。これにより、北サマールへの日常生活物資の供給が止まってしまうため、この地域の住民の日常生活は深刻な影響を受ける
- ルソンとサマールを結ぶフェリーの運行が止まってしまうため、フェリー・サービス・プロジェクトへの投資が効果的に運用されなくなる。

ナギリアン道路

- 直接影響圏は、ベンゲット・プロビンス全体である。人口は、1984年現在395,000人であり、2010年には661,000人になると考えられるが、彼らが直接的あるいは間接的に影響を受ける。
- 迂回路は、マニラ・ノース道路経由のケノン道路である。迂回により走行距離が37km増加するため、1時間の走行時間と95ペソの走行費用の損失を生む。
- 2010年には、ナギリアン道路の交通量は4,600台/日となり、またケノン道路は8,050台/日となる。ナギリアン道路の交通がケノン道路へ迂回した場合、ケノン道路では、深刻な交通混雑が発生するであろう。
- 1984年における約1,400トン/日の物流は、2010年には約6,000トン/日に増加するが、これらの物流が直接的に影響を受ける。バギオで消費されるガソリンは、ほとんどナギリアン道路を通過して輸送されているため、ガソリンの安定供給に大きな不安を与える。
- 約1万人(1984年)にのぼる旅客が直接的に影響を受ける。

ルセナーカラウエグ区間

- ルセナーカラウエグ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16.0%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ケースを除いた全てのケースで内部収益率は、12%以上になる。
- 本区間の迂回路は、幾何構造上、道路規格が低いため、輸送効率が非常に低下する。このため、ケソン・プロビンスやビコール地方を中心とした影響圏内の社会・経済活動に深刻な影響を与える。
- 本区間の地質は、石灰岩が多いが、この種の岩は風化しやすいため、適切な対策工を早急に施さないと、斜面の状況は急速に悪化していくであろう。

経済的な収益性のみならず、技術的な側面やプロジェクトが生み出す社会・経済インパクトが示すように、本区間の防災対策の実施はフィージブルである。

アレンーカルバヨグ区間

- 最も妥当な条件下における内部収益率は、14.4%である。
- 迂回路には、耐荷力の低い仮橋が多数あるため、本区間が通行止めになった場合には、バス、トラックなどの大型車は迂回できない。北サマールでは、日常生活物資の供給を本区間に依存しているため、住民の日常生活に深刻な影響を与える。
- ルソンとサマールを結ぶフェリーの運行が止まってしまうため、フェリー・サービス・プロジェクトへの投資が効果的に運用されなくなる。
- ほとんどの斜面は、砂岩層の間に弱い層をはさんだ地層で構成されているため、プロジェクトを実施しなければ、斜面の状態は年々悪化していくであろう。

本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・経済インパクトとを考慮すると、プロジェクトの実施は価値のあることである。

ケノン道路

- 最も妥当な条件下でのプロジェクトの内部収益率は、15.4%である。
- ガソリンや海産物などのバギオ市の日常消費物資や銅鉱石などのベンゲット・プロビンスの主要産品は、この道路を通して輸送されているため、この道路は、バギオ市とそれに近隣する地域のライフ・ラインとしての機能をもっている。本道路の不通は、直接影響圏に深刻な社会・経済上の問題を生み出す。
- 本道路は、車道及び路肩が狭いため、小規模な道路災害でさえ、交通に対して大きな影響を与える。道路利用者は、いつも落石などの危険にさらされている。

経済的な収益性及び直接影響圏の社会・経済活動に与える様々なインパクトより評価して、本プロジェクトはフィージブルである。

8. 実施計画

プロジェクト実施のスケジュール及び外貨分、内貨分に分けた毎年の必要資金を図8-1に示す。

FIGURE 8-1 IMPLEMENTATION SCHEDULE

		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Construction of Stage - I Sections				■	■	■	■	
Feasibility Study (This Study)		■						
Financial Arrangement for Implementation			■	■				
Detailed Engineering Study (10 months)					■			
Tender (6 months)						■		
Construction (20 months)							■	■
Construction Supervision (20 months)							■	■
Financial Requirement - November 1984 Price - (Unit : Million ¥)	Foreign Component				1.19 (1.54)	1.78 (2.44)	25.66 (37.27)	17.11 (26.34)
	Local/Tax Component				0.64 (1.14)	0.96 (1.83)	16.29 (33.03)	10.87 (23.58)
	T o t a l				1.83 (2.68)	2.74 (4.27)	41.95 (70.30)	27.98 (49.92)

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

Annual escalation rate (%)

Y e a r	1985	1986	1987	1988	1989~1991
Foreign Component	7.5	7.0	6.0	6.0	6.0
Local Component	25.0	15.0	12.0	10.0	7.0

IV 道路防災事業に対する提案

IV 道路防災事業に対する提案

フィリピンの道路防災の確実な実施とその手法を発展させるために、本プロジェクトの重要性を認識して、調査に基づいた特別の提案を行う。対策工を施さないなら、道路災害はますます悪化していくという事実をふまえ、緊急の解決策のみならず、問題の解決をより体系的に行うための長期的な課題についても提案する。

1. 緊急課題

1.1 災害記録の整備

災害の記録を総合的かつ体系的に整理すべきである。これには、地形と地質、災害の種類、規模、原因及び降雨量や水の影響などを記録することが必要である。

これらの記録は、危険ヶ所の抽出、災害発生頻度、適切な対策工の選定等の分析を行う上での基礎的な技術データとなる。

1.2 災害危険ヶ所の抽出

関係機関は、崩壊が発生しそうな全ての地点について調査し、記録すべきである。災害の種類と規模及び道路の被害を認識し、各地点の災害発生危険度を評価すべきである。

このようなデータがあれば、道路利用者へ情報を与えるための適切な警告標識を危険地域に入る前に設置することが可能になる。さらに、これらのデータが得られれば、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。

1.3 応急措置

いくつかの例外を除いて、道路災害の主要な原因が水の影響であることが調査によって判明したため、次のような対策を応急措置として施すことを提案する。

- 側溝と横断排水管の設置
- 斜面の植生
- 適用できる場合は、ジャカゴの利用
- 地下水や湧水を処理する盲溝の設置

2. 長期的な課題

2.1 道路防災技術の開発

調査は、主に日本における道路防災の技術に基づいて進められた。時間的な制約と対象を幹線道路だけにしぼった地域的な制約とから、調査の結果は、全国的に適用できるような一般的なものとはなっていない。これはフィリピンにおける道路防災は、きびしい環境の中で行なわれなくてはならないためでもある。この国の大半の部分は、起伏にとんだ山岳地帯であり、地質は一般的に第三紀のもろい構造となっている。その上、この国は、南太平洋台風ベルト地帯にあるため、年間平均19以上の強い雨を伴った台風が国土を通過する。フィリピンの、このような自然環境は、日本と比べて、よりきびしいものであるという点から、フィリピンの環境特性にあった防災システムと技術を開発するよう提案する。

2.2 道路計画

フィリピン断層は、北から南に群島を横切っている。この断層から派生した副次断層や褶曲は、全地域で観察される。道路がこれらの断層と平行に走っている所では、大規模な斜面崩壊が発生しやすい。フィリピン断層に平行しているマハラカ・ハイウェイのいくつかの区間で発生している崩壊は、この代表的な例である。

従って、新しい道路を計画する場合には、ルート選定にあたって断層と平行にならないようにすべきである。ルート選定において比較案は、道路の機能やコストと同様、道路災害の防止についても、十分、考慮して評価すべきである。

2.3 道路の設計及び建設

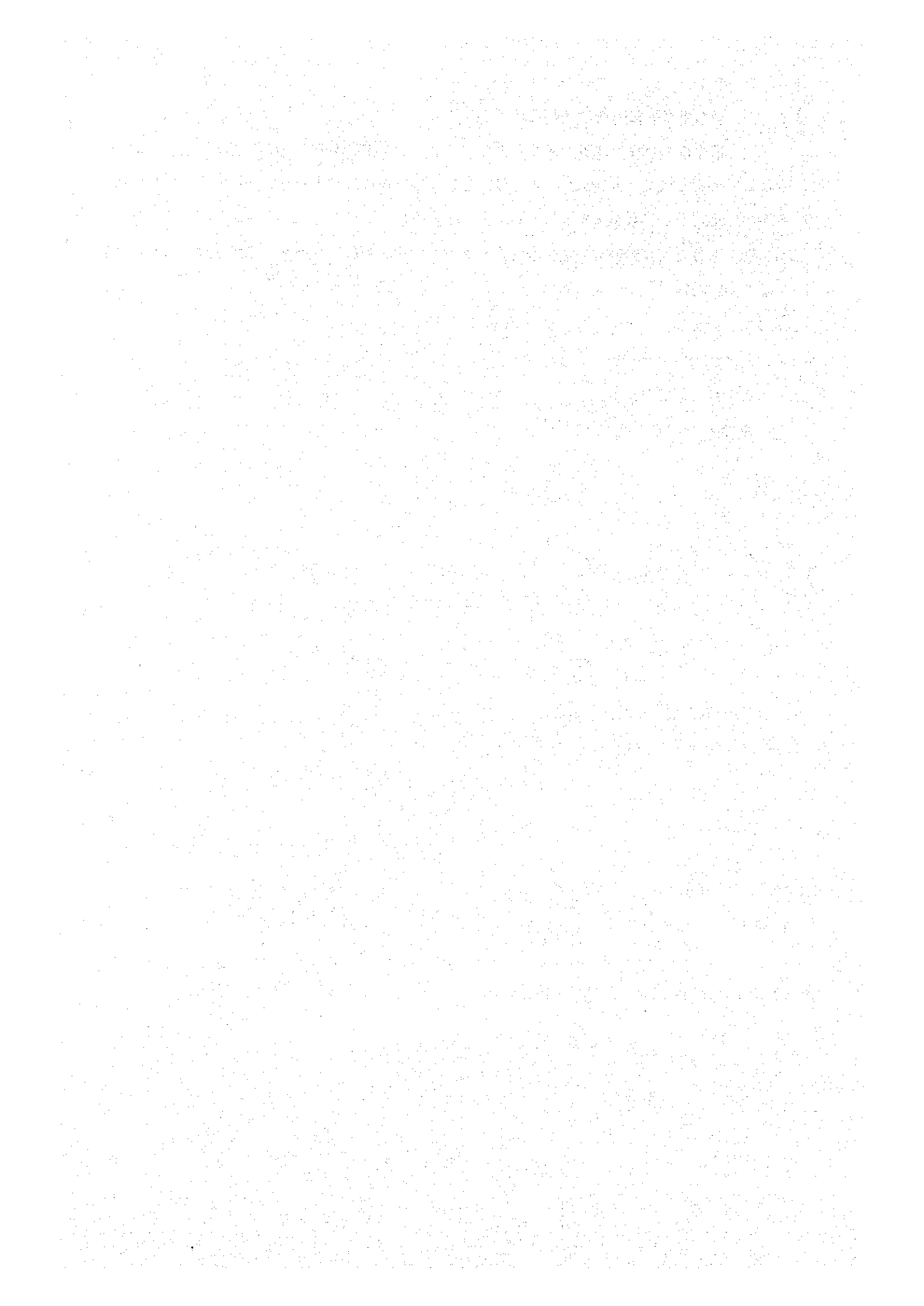
新設道路の設計にあたっては、道路災害に関する完全かつ詳細な調査を行うべきである。道路の改良が計画された場合は、常に、斜面保護工や災害に対する対策工を設計することを基本政策とすべきである。

対策工を選定する調査では、道路のクラス、需要、地域の将来開発計画などを考慮すべきである。

2.4 道路事業の範囲を超えた災害

海岸部での波の洗掘や河道変更などによって大きな被害を受けた地点が、いくつかある。この種の災害に対する対策工として、一般的に道路事業の範囲を超えた大規模な護岸工事が必要となる。

このような場合は、道路の被害を防ぐために、関係諸機関との調整を始めるよう提言する。



JICA

LI