

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

(本編)

昭和59年6月

国際協力事業団

開一

84-072(2/2)

JICA LIBRARY



1031498[7]

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

(本編)

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. 11708	614 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。

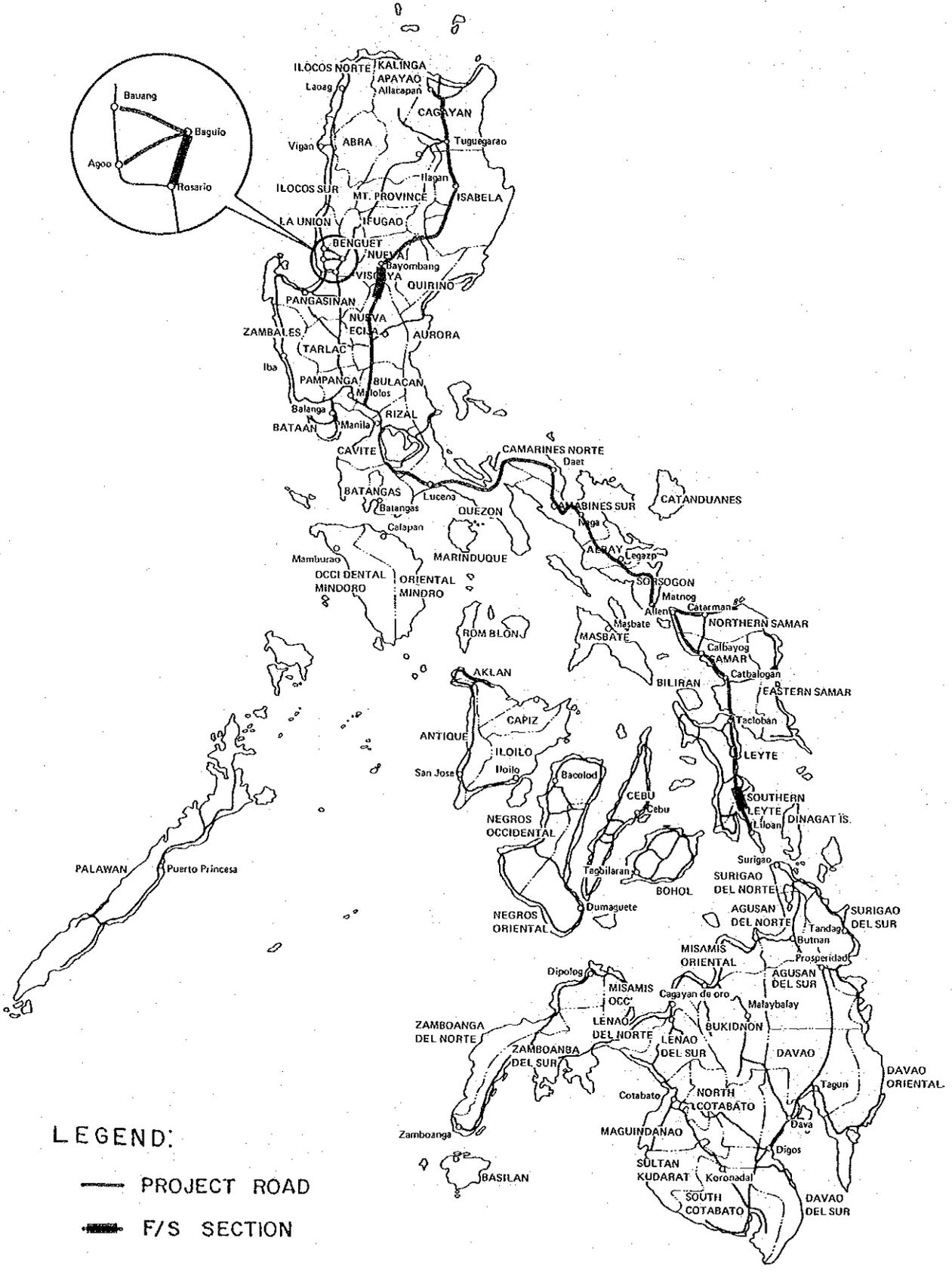
最後に、本調査の実施にあたり、多大なご協力とご支援をいただいたフィリピン共和国政府ならびに日本国政府関係機関の各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

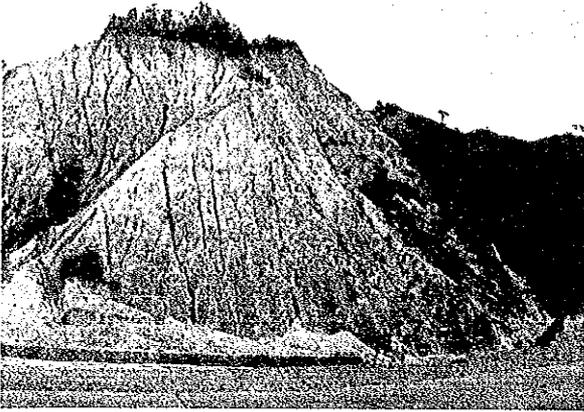
昭和59年6月

国際協力事業団

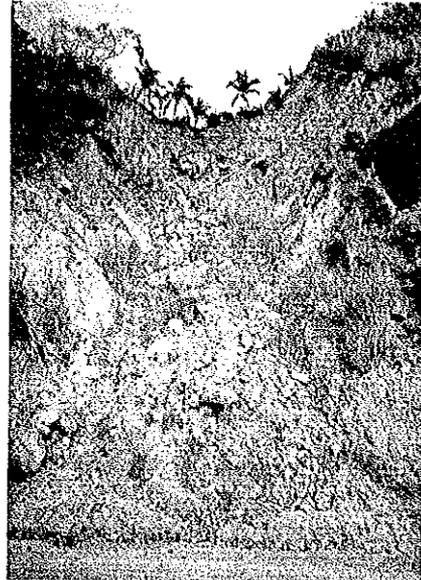
総裁 有田圭輔

LOCATION MAP





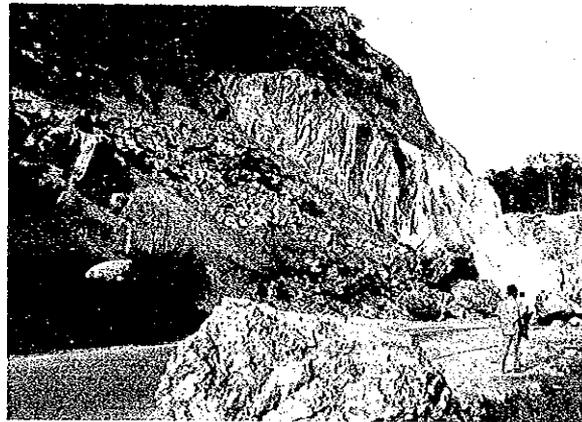
CUT SLOPE
SURFACE FAILURE
(EROSION)
C-S.F (E) MAHARLIKA HIGHWAY,
NORTH LUZON
km 215 + 600



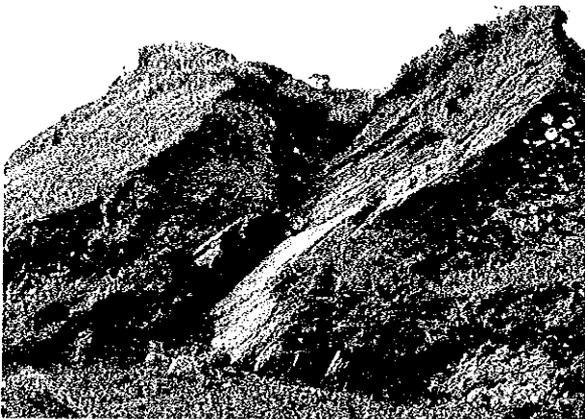
CUT SLOPE
DEEP FAILURE
(SCOURING)
S-D.F (S) MAHARLIKA HIGHWAY,
LEYTE
km 1019 + 690



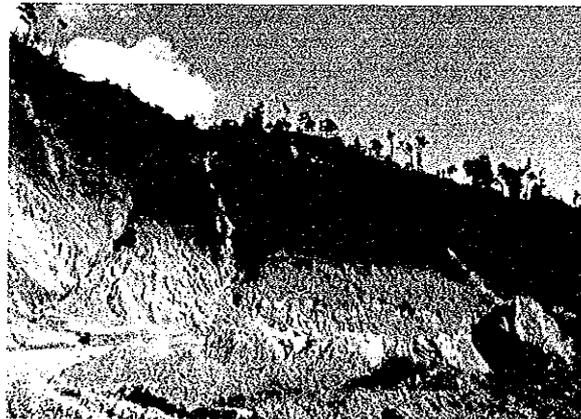
CUT SLOPE
SURFACE FAILURE
(WEATHERING)
C-S.F (W) KENNON ROAD
km 237 + 800



CUT SLOPE
DEEP FAILURE
(ROTATIONAL)
C-D.F (R) MAHARLIKA HIGHWAY,
SOUTH LUZON
km 158 + 500



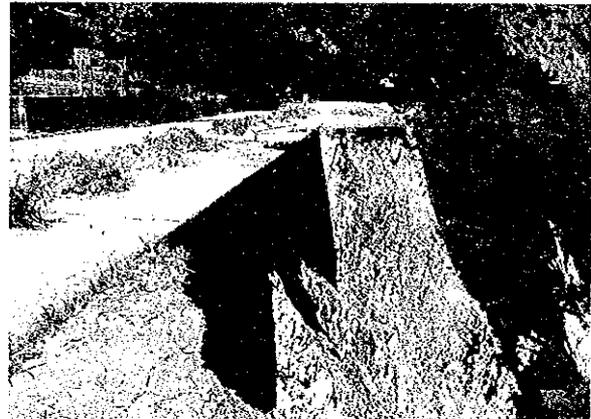
CUT SLOPE
SURFACE FAILURE
(STRUCTURAL WEAKNESS)
C-S.F (S) AGOO-BAGUIO ROAD
km 272 + 600



CUT SLOPE
DEEP FAILURE
(TRANSLATIONAL)
C-D.F (T) MAHARLIKA HIGHWAY,
LEYTE
km 1009 + 600



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



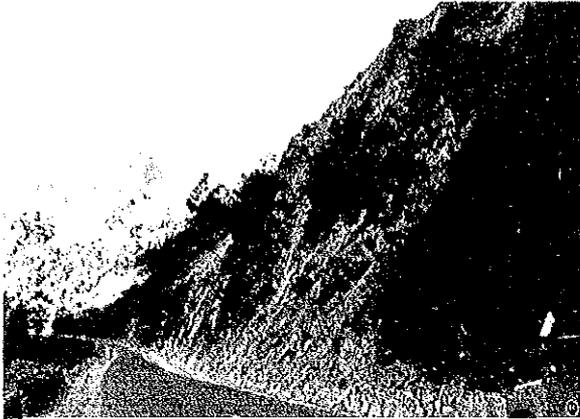
EMBANKMENT SLOPE
DEEP FAILURE
(SATURATION)
E-D.F (P) KENNON ROAD
km 227 + 750



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

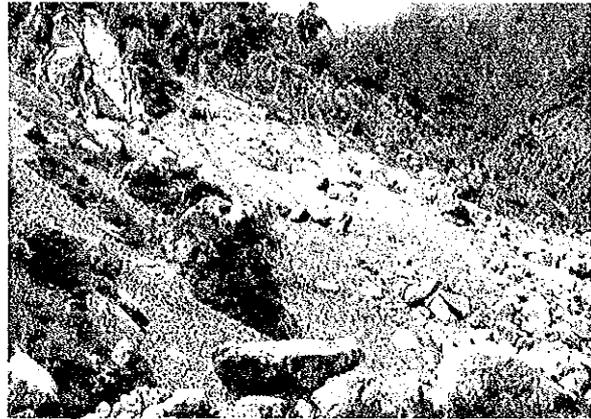


EMBANKMENT SLOPE
DEEP FAILURE
(SCOURING BY RIVER)
E-D.F (S) MAHARLIKA HIGHWAY,
NORTH LUZON
km 225 + 700



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

目 次

要約と提言

PART-A 序 論		Page
第1章	序 論	1
1.1	調査の背景	1
1.2	調査の目的	1
1.3	調査の範囲	2
1.3.1	対象道路	2
1.3.2	調査の対象とする道路災害	2
1.4	調査の実施	2
1.4.1	調査組織	2
1.4.2	調査アプローチ	4
1.5	報告書	4
PART-B フィージビリティ調査区間の選定		
第2章	対象道路の意義	7
2.1	道路輸送への依存	7
2.2	幹線道路網の構成	8
2.2.1	道路の整備水準	8
2.2.2	幹線道路網の構成	8
2.3	マハリカ・ハイウェイの意義	12
2.3.1	概 要	12
2.3.2	マハリカ・ハイウェイの意義	13
2.4	バギオへの3本の道路の意義	14
2.4.1	バギオ市の概要	14
2.4.2	各道路の概要	15
2.4.3	道路の機能及び役割	15
2.5	道路防災対策の重要性	18

	Page
第3章 調査地域の環境	19
3.1 自然環境	19
3.1.1 地形・地質	19
3.1.2 気候	23
3.2 人口	26
3.2.1 人口の推移	26
3.2.2 人口の分布	26
3.3 経済	30
3.3.1 国家経済	30
3.3.2 地域経済	30
第4章 道路施設及び交通特性	33
4.1 交通施設	33
4.1.1 道路交通施設	33
4.1.2 その他の交通施設	34
4.2 交通特性	36
4.2.1 交通データ	36
4.2.2 道路交通特性	41
4.3 道路網の課題	54
第5章 道路災害の現況	57
5.1 道路災害の判定手法	57
5.2 道路災害の分類	57
5.2.1 切土斜面崩壊	58
5.2.2 盛土斜面崩壊	61
5.2.3 落石	61
5.2.4 地スベリ	61
5.2.5 土石流	65
5.2.6 その他	67
5.3 災害地点の判別と評価	67
5.3.1 地点の判別	67
5.3.2 災害危険度の評価	69
5.3.3 災害危険地点の分布	70
5.4 道路災害の原因	71

	Page
5.5	道路災害と降雨量 76
5.6	災害復旧の現状 78
5.6.1	道路災害の発生から復旧までの手順 78
5.6.2	災害復旧の現状 79
5.6.3	災害復旧資金 80
5.6.4	災害復旧の問題点 81
第6章	フィージビリティ調査対象区間の選定 83
6.1	アプローチ 83
6.1.1	手 順 83
6.2	区間の選定 85
6.3	区間の危険度評価 90
6.3.1	危険ヶ所の危険度評価 90
6.3.2	区間の危険度評価 90
6.4	道路重要性の評価 94
6.4.1	方 法 94
6.4.2	各要因における評価 94
6.4.3	総合評価 96
6.5	区間の優先順位とフィージビリティ調査対象区間の選定... 99
6.5.1	危険度と重要度に基づいた区間のランキング 99
6.5.2	フィージビリティ調査対象区間の選定 99

PART-C フィージビリティ・スタディー

第7章	フィージビリティ・スタディー区間の現況 103
7.1	ダルトン・バス区間 103
7.1.1	機能と役割 103
7.1.2	社会・経済 103
7.1.3	交通現況 105
7.2	マハラグーンゴド区間 114
7.2.1	機能と役割 114
7.2.2	社会・経済 114
7.2.3	交通現況 116
7.3	ケノン道路 122

	Page
7.3.1	機能と役割 122
7.3.2	社会・経済 122
7.3.3	交通現況 123
第8章	道路災害の現況 131
8.1	ダルトン・パス区間 131
8.2	マハブラゲーソゴド区間 134
8.3	ケノン道路 136
第9章	将来交通予測 139
9.1	計画フレーム 139
9.1.1	開発目標と政略 139
9.1.2	経済フレーム 141
9.1.3	人口予測 144
9.1.4	その他主要指標 144
9.2	将来交通予測 146
9.2.1	方法論 146
9.2.2	将来交通量 155
第10章	概略設計 163
10.1	設計方針 163
10.1.1	設計対象ヶ所 163
10.1.2	改良の基準と範囲 163
10.1.3	工法選定の基本方針 165
10.2	測量, 調査 169
10.2.1	測 量 169
10.2.2	土質調査 170
10.3	対策工の選定 173
10.3.1	一 般 173
10.3.2	切土斜面崩壊 173
10.3.3	盛土斜面崩壊 178
10.3.4	落 石 179
10.3.5	地スベリ 180
10.3.6	土石流 189
10.4	概略設計 190

	Page
10.4.1	地表排水工 190
10.4.2	地下排水工 191
10.4.3	切土斜面崩壊，落石に対する除去工 192
10.4.4	切直し工 192
10.4.5	種吹付工 193
10.4.6	コンクリート吹付工 194
10.4.7	石張工および根固工 195
10.4.8	枠工 195
10.4.9	擁壁工 196
10.4.10	アンカー工 198
10.4.11	腹付け盛土工 198
10.4.12	落石防止柵 200
10.4.13	覆式落石防止網 201
10.4.14	地スベリに対する除去工 201
10.4.15	地スベリに対する押え盛土工 203
10.4.16	くい工 203
10.4.17	水路工と砂防ダム工 203
10.4.18	その他の設計 204
10.5	適用対策工 205
第11章	プロジェクト・コスト 207
11.1	概要 207
11.2	建設費 207
11.3	詳細設計費及び施工管理費 211
11.4	用地取得費 211
11.5	プロジェクト・コスト 211
第12章	プロジェクト評価 215
12.1	経済評価 215
12.1.1	概要 215
12.1.2	災害の予測 219
12.1.3	交通に関する便益 232
12.1.4	災害復旧費軽減による便益 236
12.1.5	F/S区間の経済分析結果 246

	Page
12.2	財務評価 246
12.2.1	道路開発事業への投資 246
12.2.2	一つのプロジェクトへの可能な割当予算 247
12.2.3	財務評価 248
12.3	プロジェクト・インパクト 249
12.3.1	ダルトン・パス区間 249
12.3.2	マハプラゲーソゴド区間 251
12.3.3	ケノン道路 252
12.4	総合評価 255
第13章	プロジェクトへ事業計画 257
13.1	事業計画 257
13.2	プロジェクト資金の準備 257
13.3	詳細設計 258
13.4	施工 258
13.5	まとめ 258
第14章	調査に基づく提言 261

表 の リ ス ト

			Page
Table	2.1-1	Approximate National Model Split, 1980 (Domestic Traffic Only)	7
Table	2.2-1	Road Development (1975 - 1982)	8
Table	2.3-1	Annual Passenger Movement in Main Corridors, by Mode 1981 (X 1,000)	13
Table	2.4-1	Traffic Movement Related to Baguio City	16
Table	2.4-2	Traffic Volume by Vehicle Type	16
Table	3.2-1	Past Population Trend (1960 - 1980)	27
Table	3.2-2	Number of Inter-regional Migrants by Region and Destination, 1970 - 1975	29
Table	3.3-1	National and Regional Economic Performance 1970 - 1981	31
Table	4.1-1	National Road Length by Region : 1982	33
Table	4.2-1	Traffic Surveys Conducted	37
Table	4.2-2	AADT at Each Survey Station	40
Table	4.2-3	Existing Public Utility Vehicle Passenger and Commodity Flow	47
Table	4.2-4	Summary of Traffic on Dalton Pass, Leyte and Kennon Road	48
Table	5.2-1	Classification of Cut Slope Failure	59
Table	5.2-2	Classification of Embankment Slope Failure	62
Table	5.2-3	Classification of Fall	63
Table	5.2-4	Classification of Landslide	64
Table	5.2-5	Differential Characteristics of Slope Failure Versus Landslide	65
Table	5.2-6	Classification of Debris Flow	66
Table	5.3-1	Category of Impact to Road	69
Table	5.3-2	Summary of Disaster Spots by Types of Disaster, Disaster Potential and Region	72
Table	5.5-1	Road Disaster Occurrence and 24-Hour Rainfall	77
Table	5.6-1	Maintenance Fund	81

			Page
Table	6.2-1	Summary of Sections	86
Table	6.3-1	Evaluation of Disaster Potential of Sections	92
Table	6.4-1	Importance of Road Section	97
Table	6.5-1	Ranking of Section Based on Disaster Potential and Importance	100
Table	6.5-2	Characteristics of the First Priority Sections	102
Table	7.1-1	Population Development, Philippines and Cagayan Valley, 1960 – 1980	104
Table	7.1-2	Gross Regional Domestic Product, Employment and Labor Productivity by Sector in 1980	104
Table	7.2-1	Population Development, 1970 – 1980 Population (‘000)	115
Table	7.2-2	Inbound Manufactured Commodity and its Volume per 1,000 Persons	121
Table	7.3-1	Population Development of Baguio City Benguet Province and Region I, 1960 – 1980	123
Table	9.1-1	Regional Rankings on Intensity of Development Potentials	142
Table	9.1-2	Estimated GNP and GRDP Projections, 1983 – 2010	143
Table	9.1-3	Future Populations 1980 – 2010	145
Table	9.2-1	Transport Demand (or Goods Consumption Income Elasticity)	154
Table	9.2-2	Future Traffic Volume on Dalton Pass Section	158
Table	9.2-3	Future Traffic Volume on Mahaplag-Sogod Section of Maharlika Highway	159
Table	9.2-4	Future Traffic Volume on Kennon Road	160
Table	9.2-5	Future Traffic Growth by F/S Section	161
Table	10.1-1	Number of Designed Spots	163
Table	10.2-1	Volume of Surveys	169
Table	10.2-2	Length of Conducted Surveys	169
Table	10.2-3	Number of Designed Spots and Surveyed Spots	170
Table	10.2-4	Quantities of Geo-technical Survey Conducted for Investigation of Sliding Plane and Ground-water	171
Table	10.3-1	Countermeasures for Cut Slope Failure	175

			Page
Table	10.3-2	Countermeasures for Embankment Slope Failure	181
Table	10.3-3	Countermeasures for Fall	183
Table	10.3-4	Countermeasures for Landslide	185
Table	10.3-5	Countermeasures for Debris Flow	187
Table	10.4-1	Standard of Re-cutting	193
Table	10.4-2	Design Condition	197
Table	10.4-3	Relationship Between Thickness of Sliding Mass and Cohesion	202
Table	10.5-1	Number of Applied Countermeasures	206
Table	11.2-5	Construction Cost - October 1983 Price	207
Table	11.2-1	Schedule of Unit Cost - October 1983 Price	208
Table	11.2-2	Hourly/Daily Cost of Construction Equipment - October 1983 Price	209
Table	11.2-3	Cost of Main Materials - October 1983 Price	210
Table	11.2-4	Labor Cost-October 1983 Price	210
Table	11.5-1	Summary of Project Cost - October 1983 Price	211
Table	11.5-2	Project Cost - October 1983 Price	212
Table	11.5-3	Project Cost - Current Price	213
Table	12.1-1	Basic Vehicle Operating Costs by Vehicle Type	218
Table	12.1-2	Duration of Road Closure at Dalton Pass Section	226
Table	12.1-3	Duration of Road Closure at Mahaplag-Sogod Section	227
Table	12.1-4	Duration of Road Closure at Kennon Road	228
Table	12.1-5	Classification of Typhoons and Estimated Duration of Road Closure at Kennon Road	230
Table	12.1-6	Detour Duration/Trip Length	234
Table	12.1-7	Past and Estimated Future Restoration Cost	241
Table	12.1-8	Economic Evaluation	242
Table	12.1-9	Economic Cost - Benefit Streams of Dalton Pass Section	243
Table	12.1-10	Economic Cost - Benefit Streams of Mahaplag-Sogod Section, Leyte	244
Table	12.1-11	Economic Cost - Benefit Streams of Kennon Road	245
Table	12.2-1	MPWH Expenditures (Highway Portion) - Current Price	246

			Page
Table	12.2-2	MPWH Medium Term Infrastructure Program Current Price	247
Table	12.2-3	Budget Allocation to Local Portion of Foreign Assisted Project in 1983	247
Table	12.2-4	Possible Amount of Budget Allocation (Local Portion) - Current Price	248
Table	13.2-1	Total Fund Requirement	257
Table	13.2-2	Annual Fund Requirement	258

図 の リ ス ト

			Page
Figure	1.4-1	Organization Diagram	3
Figure	1.4-2	Study Flow Diagram	5
Figure	2.2-1 (1)	Major Trunk Road Network (Central and Northern Luzon)	9
Figure	2.2-1 (2)	Major Trunk Road Network (Southern Luzon)	10
Figure	2.2-1 (3)	Major Trunk Road Network (Samar and Leyte)	11
Figure	2.4-1	Service Sphere of Project Roads Leading to Baguio	17
Figure	3.1-1	Topography, Geology and Climate of Study Area	20
Figure	3.2-1	1980 Population Density by Province	28
Figure	3.3-1	Trend of GNP and GRDP at Current 1972 Prices	31
Figure	3.3-2	Regional Distribution by Industrial Sector, 1981	32
Figure	4.1-1	Other Transport Facilities	35
Figure	4.2-1	Traffic Survey Stations/Routes	38
Figure	4.2-2	Road Network and Traffic Volume in 1980	42
Figure	4.2-3 (1)	Surplus/Deficit by Commodity Type in 1980	45
Figure	4.2-3 (2)	Surplus/Deficit by Commodity Type in 1980	46
Figure	4.2-4	Expansion of Affected Area of Each Survey Station	50
Figure	4.2-5	Functional Characteristics of Each Section	53
Figure	4.3-1	Schematic Trunk Road Network	55
Figure	6.1-1	Procedure to Select F/S Sections	84
Figure	6.2-1 (1)	Road Sections (Central and Northern Luzon)	87
Figure	6.2-1 (2)	Road Sections (Southern Luzon)	88
Figure	6.2-1 (3)	Road Sections (Samar and Leyte)	89
Figure	6.3-1 (1)	Disaster Spot Density of Section	91
Figure	6.3-1 (2)	Width of Spots with a and b Disaster Potential	91
Figure	6.3-2	Evaluation of Disaster Potential of Section	93
Figure	6.4-1	Study on Socio-Economic Aspect: Importance of Road Section on Subject Roads	95
Figure	6.4-2	Importance of Road Section	98

			Page
Figure	7.1-1	Origin and Destination of Total Traffic Through Dalton Pass Section of Maharlika Highway	107
Figure	7.1-2	Origin and Destination of Total Commodity Through Dalton Pass Section and Maharlika Highway	108
Figure	7.1-3	Modal Share by Section	109
Figure	7.1-4	Purpose Composition of Passengers at Dalton Pass Section	109
Figure	7.1-5	Composition of Commodity at Dalton Pass Section	111
Figure	7.1-6	Truck Traffic by Type at Dalton Pass Section	111
Figure	7.1-7	Commodity Flow in Dalton Pass Section	112
Figure	7.2-1	Origin and Destination of Total Traffic Through Mahaplag-Sogod Section of Maharlika Highway in Leyte	117
Figure	7.2-2	Origin and Destination of Total Commodity Through Mahaplag-Sogod Section of Maharlika Highway in Leyte	118
Figure	7.2-3	Purpose Composition of Passengers at Mahaplag-Sogod Section (Leyte)	119
Figure	7.2-4	Commodity Flow in Mahaplag-Sogod Section in Leyte	120
Figure	7.2-5	Truck Traffic by Type at Mahaplag-Sogod Section (Leyte)	122
Figure	7.3-1	Origin and Destination of Total Traffic Through Kennon Road	125
Figure	7.3-2	Origin and Destination of Total Traffic Through Kennon Road	126
Figure	7.3-3	Daily Fluctuation of Traffic in Kennon Road	127
Figure	7.3-4	Purpose Composition of Passengers at Kennon Road Section	127
Figure	7.3-5	Composition of Commodity at Kennon Road Section	129
Figure	7.3-6	Truck Traffic by Type at Kennon Road Section	129
Figure	7.3-7	Commodity Flow in Kennon Road Section	130
Figure	8.1-1	Location of Disaster Spots in Dalton Pass Section	132
Figure	8.2-1	Location of Disaster Spots in Mahaplag-Sogod Section and in Kennon Road	135
Figure	9.1-1	Process of Future Planning Framework	140
Figure	9.2-1	Work Procedure of Future Traffic Estimates	147
Figure	9.2-2	Procedure of Future Traffic Forecast	148

			Page
Figure	9.2-3	Factors to Forecast Future Commodity Volume in Dalton Pass Section	150
Figure	9.2-4	Factors to Forecast Future Commodity Volume in Mahaplag-Sogod Section (Leyte)	151
Figure	9.2-5	Factors to Forecast Future Commodity Volume in Kennon Road	152
Figure	9.2-6	Commodity Expenditure - Income Elasticity	154
Figure	9.2-7	Future Traffic/Commodity Volume	157
Figure	9.2-8	Modal Share by Section	162
Figure	9.2-9	Functional Characteristics of Each F/S Section	162
Figure	10.4-1	Closed Conduit	191
Figure	10.4-2	Horizontal Drain Hole	192
Figure	10.4-3	Seed Mud Spraying	194
Figure	10.4-4	Concrete Spraying	194
Figure	10.4-5	Stone Pitching Revetment and Gabion Foot Protection	195
Figure	10.4-6	Cast - in - Place Concrete Crib	196
Figure	10.4-7	Retaining Walls	197
Figure	10.4-8	Re-filling	200
Figure	10.4-9	Catch Fence	200
Figure	10.4-10	Anchor Wire Net	201
Figure	10.4-11	Stability Calculation (Circular Rapture Plane)	202
Figure	10.4-12	Linear Equation Pertaining to C and ϕ	202
Figure	10.4-13	Stone Pitching Water Way	204
Figure	12.1-1	Quantified Benefits of the Project	216
Figure	12.1-2	Procedure of Economic Analysis	217
Figure	12.1-3	Procedure of Disaster Prediction	220
Figure	12.1-4	Number of Typhoon Attacks	222
Figure	12.1-5	Assumption on Detour and Stocks in Dalton Pass Section	233
Figure	12.1-6	Detour Movement of Truck Trips in Dalton Pass Section	233
Figure	12.3-1	Expansion of Influence Area by F/S Section	254
Figure	13.5-1	Implementation Schedule	259

要約と提言

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

要約と提言

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) マハラカ・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

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砕されている。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、特に幹線道路の果たすべき役割において、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。

- アリタオサンホセ区間(ダルトン・パス区間)
- マハプラグーソゴド区間(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
Kennon 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ろう。

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 (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.

III 要 約

1. 優先順位の高い区間の把握

1.1 対象道路

マハリカ・ハイウェイ

マハリカ・ハイウェイは国の道路網の中で疑いも無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・パ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砕帯と平行に走る。

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・バレー、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。道路はバウアンから約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、凝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49km、6.7m巾の新しいコンクリート舗装であり、2.0~2.5mの路肩を有する。バギオ側約36km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。

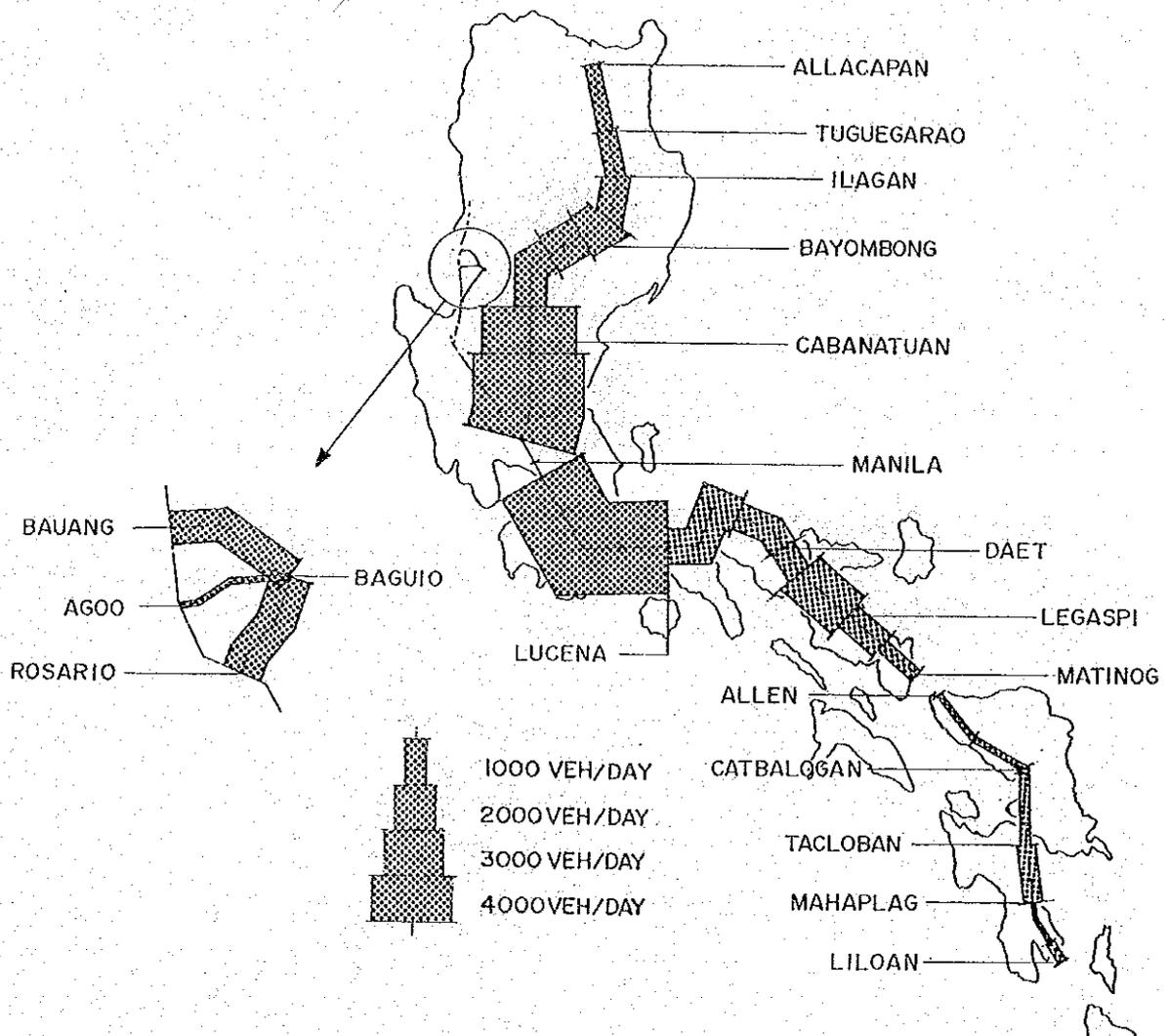


FIGURE 1-1 PRESENT TRAFFIC VOLUME

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, Débris 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.

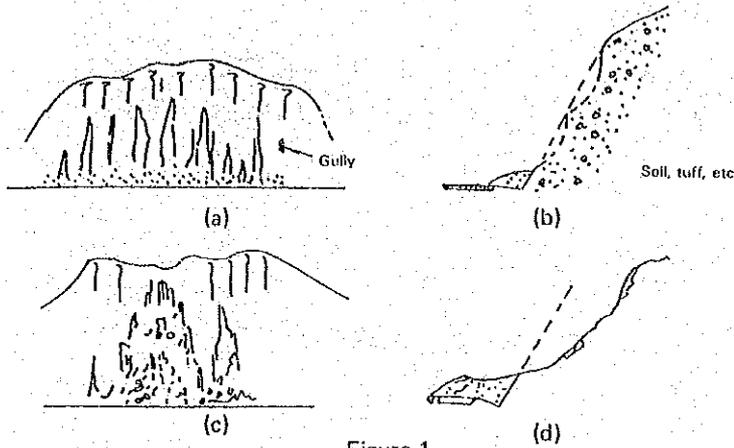


Figure 1

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.

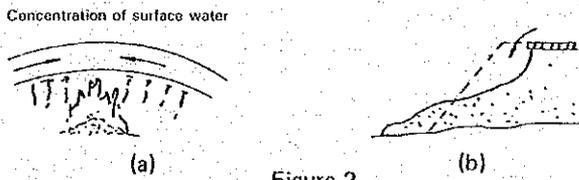


Figure 2

3. Fall

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

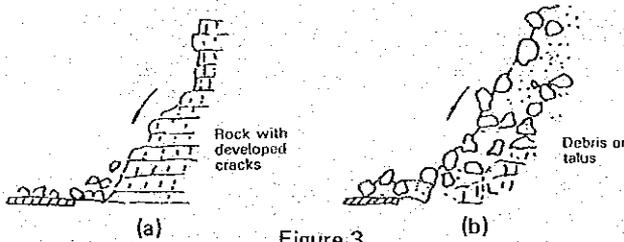


Figure 3

4. Landslide

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

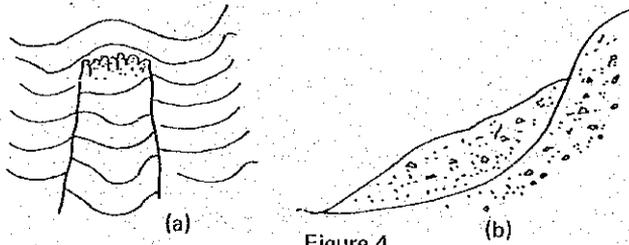


Figure 4

5. Debris Flow

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

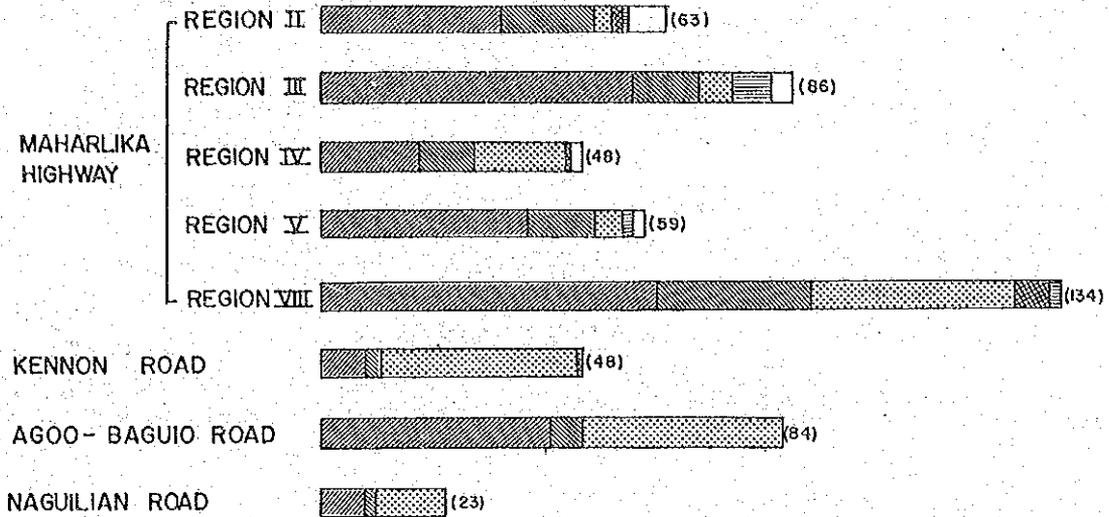


Figure 5

FIGURE 1-3 CONCEPTIONAL 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別危険ヶ所の分布を図1-4に示す。



LEGEND :

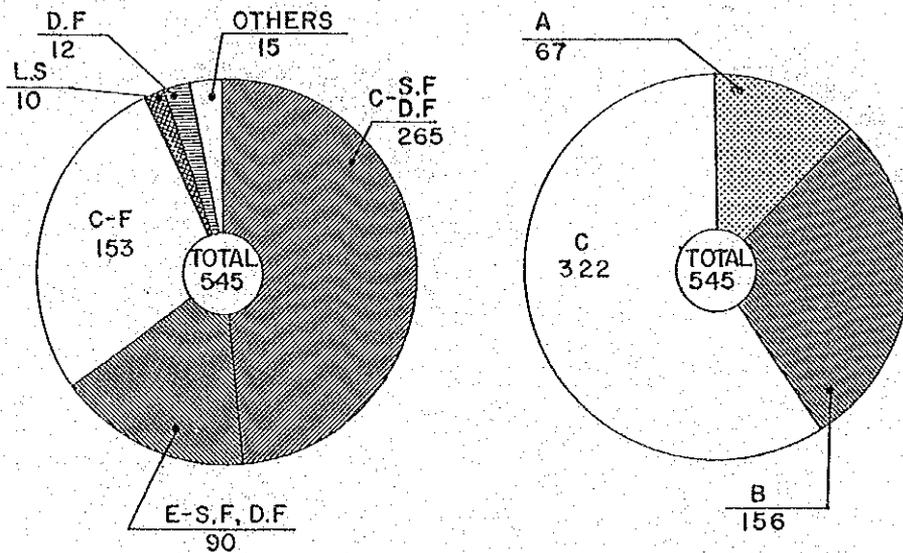
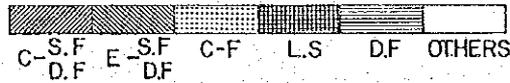


FIGURE 1-4 DISASTER SPOTS BY REGION, TYPE AND POTENTIAL

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) ヌエバ・ビスカヤのダルトン・パス区間、ii) アゴールバギオ道路、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、アゴールバギオ道路とサマルルのサン・イシドロールカルパ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、最大のもはアコーバギオ道路区間の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。

- 浸透水を防止する排水施設の欠如。
- 水平排水孔等の施設の欠如。
- 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。マハラカ・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 Occurrence	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、マハリカ・ハイウェイ上であり、バギオに至る3本の道路は、おのをおのを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づけで評価した。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。

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

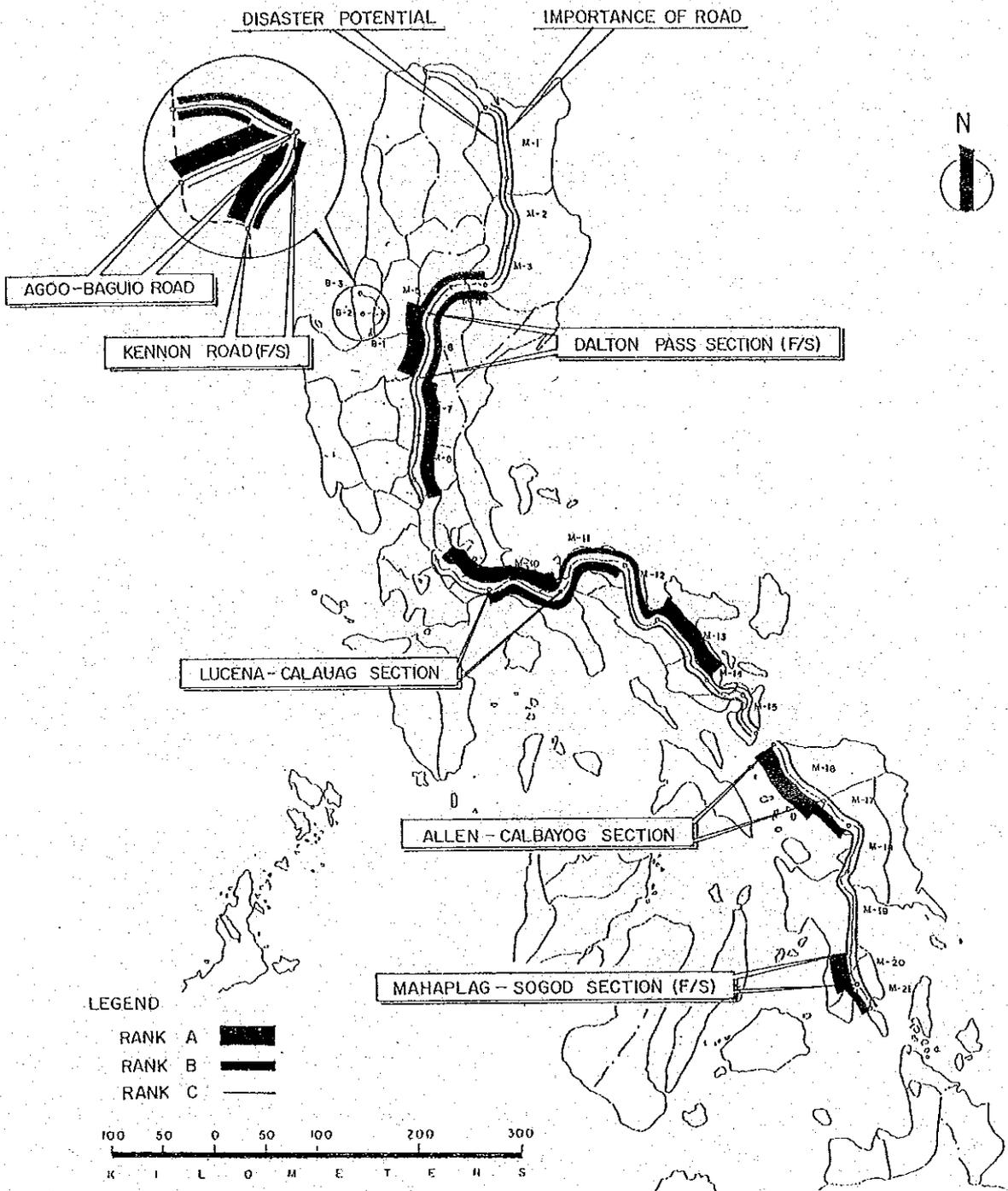


FIGURE 1-5 DISASTER POTENTIAL AND IMPORTANCE OF ROAD

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・バス区間

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リカ・ハイウェイである。マハリカ・ハイウェイのダルトン・バス区間はカガヤン・バレー地方への入口であり、ルソン島の北端のアパリから南はメトロ・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バラ州のイラガン、ヌエバビスカヤ州のパ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リカ・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島をマハリカ・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、マハリカ・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。

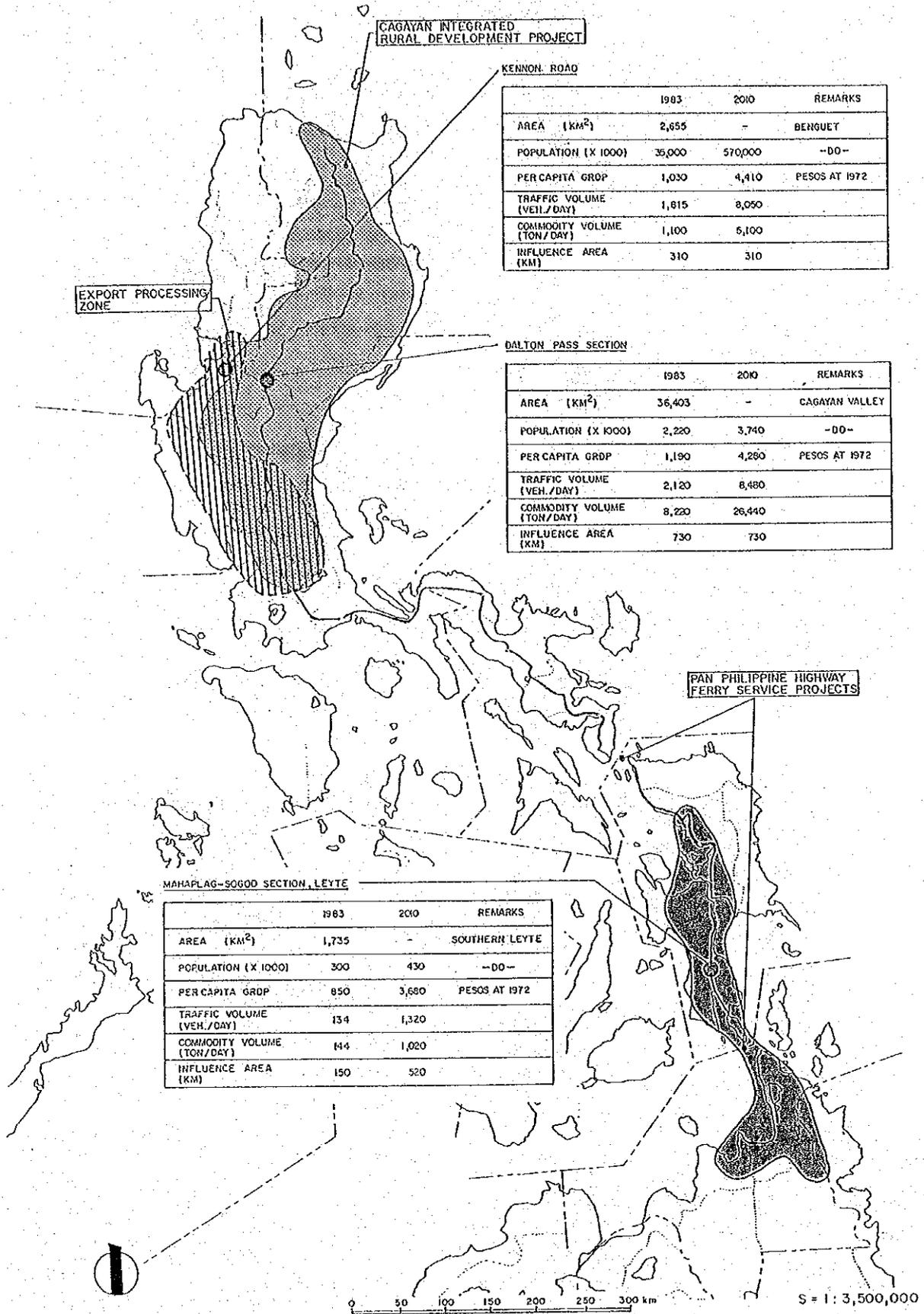


FIGURE 2-1 EXPANSION OF INFLUENCE AREA BY F/S SECTION

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トン/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トン/日になるであろう。

マブラグーソゴド区間

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トン/日であり、2010年には5,100トン/日になるであろう。

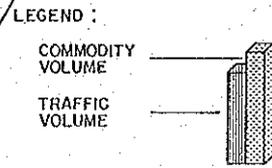
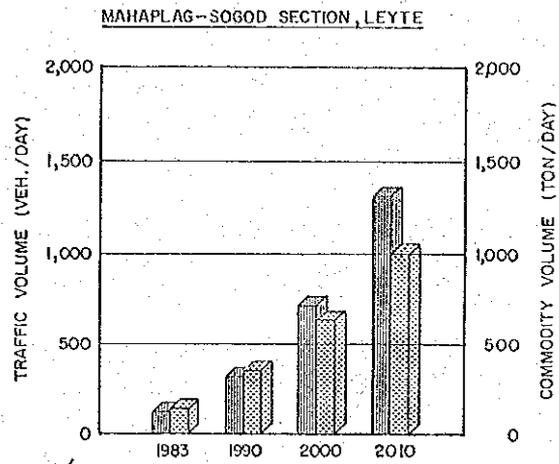
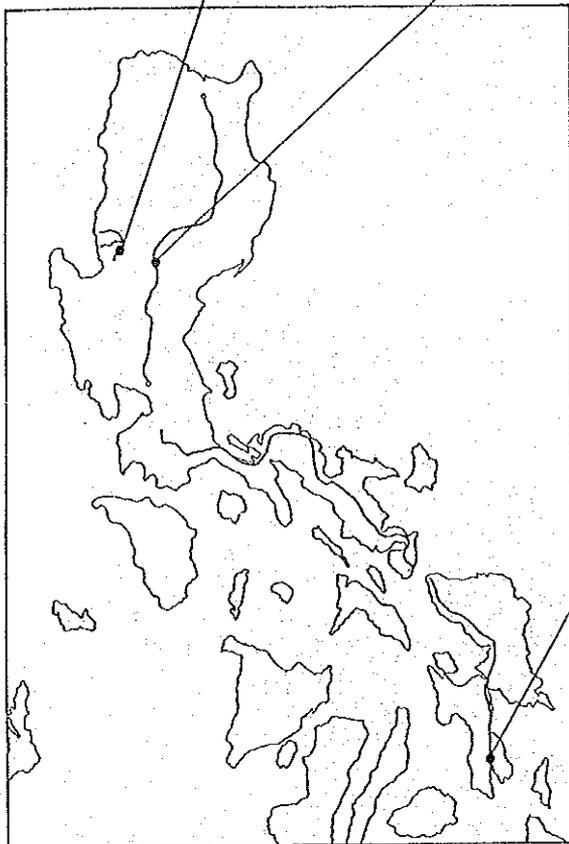
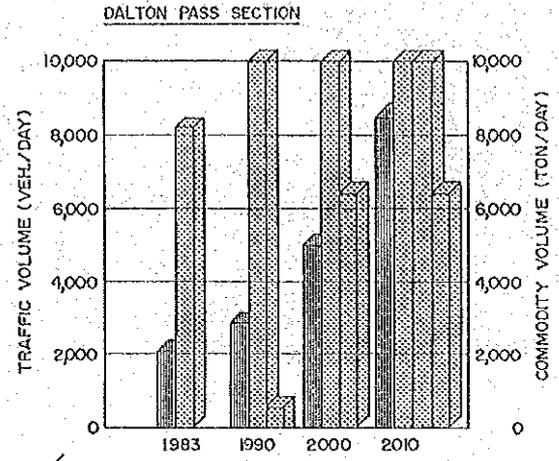
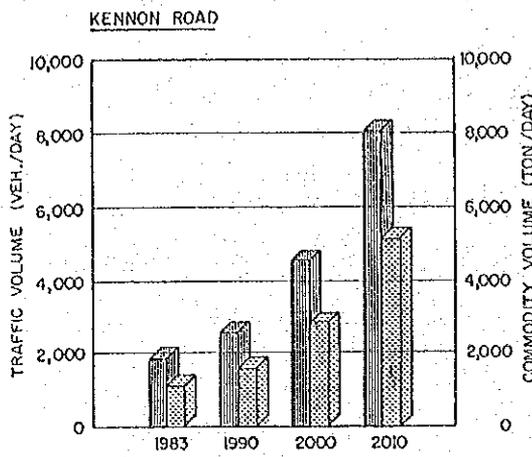


FIGURE 2-2 FUTURE TRAFFIC/COMMODITY VOLUME

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16 km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20 km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ヶ所在る。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年に完成していらい、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	Mohinolog-Sagot Section 40 spots	Kaason Road 46 spots	C.S.F. D.F. 63 spots	E.S.F. D.F. 36 spots	C-F 39 spots	L.S 4 spots	O.F 15 spots	O.F 2 spots		
EARTH WORK	REMOVAL/RE-CUTTING	37	22	36	55	0	30	2	0	0	95
	RE-FILLING/COUNTER-WEIGHT FILL	13	15	5	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
STRUCTURAL WORK	CATCH WORK	3	3	22	1	0	27	0	0	0	28
	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

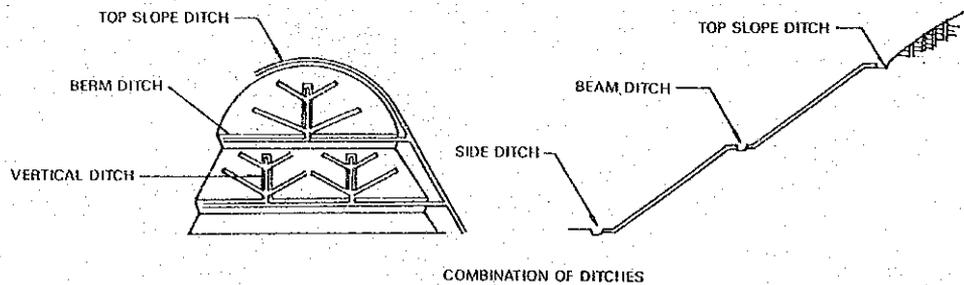
C-S, F, D.F Cut Slope Surface Failure, Deep Failure L.S Landslide
E-S, F, D.F Embankment Slope Surface Failure, Deep Failure D.F Debris Flow
C-F Cut Slope Rock Fall O.F Overflow

代表的な対策工

採用した代表的な対策工を次に示す。

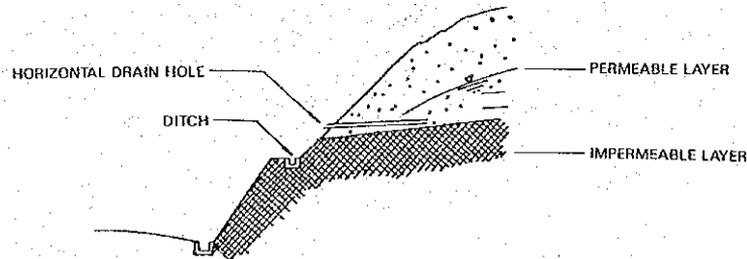
- 表面排水工

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・バ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。

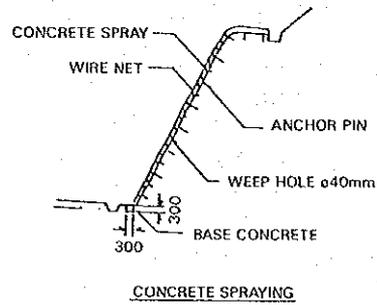
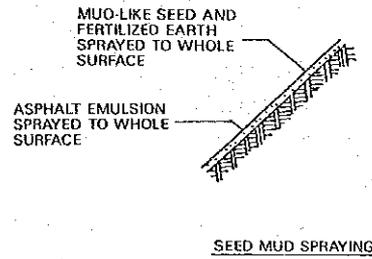


- 切直し工

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。

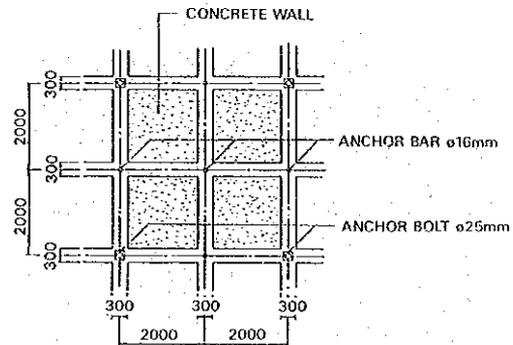
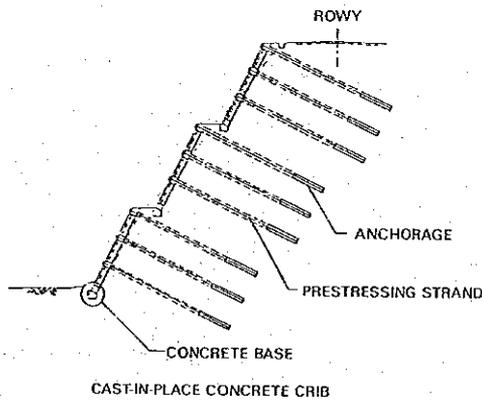
- 斜面保護工

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。



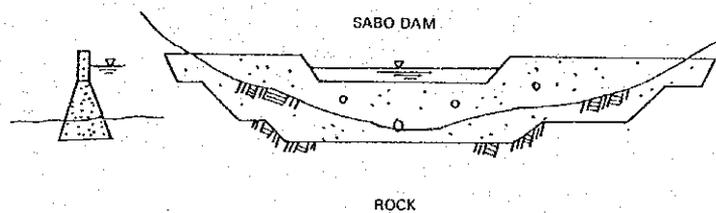
- 構造物工

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、マハブ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
Kenon 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
・ 災害による通行止めがなくなる	・ 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
・ 車両走行の条件が改善される	・ 交通事故の減少による便益 ・ 走行時間短縮による便益
・ 災害の復旧費が不要になる	・ 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車線通行のみであり、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すことが多くなりその結果、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トン/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トン/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。

マハプラグーソゴド区間

- 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トン/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人当たりの所得は、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、迂回路を経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りそう。
- 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なわないと近い将来、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。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、内貨分における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

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、まず行す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、災害発生頻度の頻度、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、できる限りのジャコゴの利用

4) 道路線形

節 1.3 及び 2.2 で述べたとおり、マハリカ・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。

PART-A 序 論

		Page
第1章	序 論	1
1.1	調査の背景	1
1.2	調査の目的	1
1.3	調査の範囲	2
1.3.1	対象道路	2
1.3.2	調査の対象とする道路災害	2
1.4	調査の実施	2
1.4.1	調査組織	2
1.4.2	調査アプローチ	4
1.5	報告書	4

第 1 章 序 論

1.1 調査の背景

フィリピン政府は、幹線道路が国家経済、社会活動の基盤として重要な役割を果たすものとして、その整備を重点的に推進してきた。その結果 1975 年において 21,260 kms であった国道延長は、1982 年には 23,960 kms となり、この 7 年間で 1.13 倍に増加した。

このように幹線道路の量的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、台風や豪雨による地スベリ、法面崩壊、落石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。これらの道路災害に対して、単に路面上への崩落土砂を排除して交通開放をするといった応急措置がほどこされるのがせいぜいであり、抜本的な対策がなされていない実情である。

人の輸送の 90%、物の輸送の 60% を道路輸送に依存しているフィリピンにおいて、道路災害の発生及びそれに伴った交通の途絶は、道路利用者の生命を危険にさらすばかりでなく、社会・経済活動におよぼす悪影響による経済的損失及び政府の道路災害復旧工事への支出は極めて甚大なものである。

フィリピン政府は、この点の重要性を認識し、道路防災の長期計画の策定を企画した。しかし現在のところ、フィリピンには防災対策に対する確立された技術は無く、道路防災長期計画策定のためには、災害危険箇所の判定、対策工の選定と設計、その評価などの手法の技術導入が不可欠の要件となっている。

1982 年 6 月、フィリピン国政府は日本国政府にこの調査の実施を要請した。1983 年 2 月、日本国政府は、技術協力の実施機関である国際協力事業団を通して事前調査団を派遣し、フィリピン国政府を Scope of work を協議し合意に達した。1983 年 5 月、JICA コンサルタントチームとフィリピン側カウンターパートチームとから成る調査チームが組織され、この調査チームにより本調査が実施された。

1.2 調査の目的

調査の目的は、

- a) 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。
- b) 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。
- c) 道路災害防止のための技術を発展させる。

1.3 調査の範囲

1.3.1 対象道路

Phase - Iにおける対象道路は、次に示すものである（ロケーションマップ参照）；

— マハラカ・ハイウェイ（ルソン、サマール及びレイテ区間のみ）	-----	1,530 km
— ケノン道路	-----	34 km
— ナギリアン道路	-----	47 km
— アゴー・バギオ道路（マルコス・ハイウェイ）	-----	49 km
計		1,660 km

調査対象地域は、ルソン、サマール及びレイテの3島で構成される。

Phase - IIにおける対象区間は、Phase - Iの調査結果をもとに選定される。F/S対象区間の影響地域は主としてO-D調査結果をもとに決定し、その地域をプロジェクト地域と呼ぶものとする。

1.3.2 調査の対象とする道路災害

対象道路における全ての道路災害、すなわち法面崩壊、落石、地スベリ、洗掘及び土石流を調査の対象とするが、大規模な河川改修及び砂防工事を必要とするものは除外する。

1.4 調査の実施

1.4.1 調査組織

調査は、国際協力事業団から派遣された日本人コンサルタントとフィリピン公共事業道路省のプロジェクト・マネジメント事務所からのカウンターパートとから構成された調査チームにより実施された。

調査チームは、フィリピン政府及び日本政府の監理委員会の指導のもとに調査を実施した。

日本人コンサルタントからフィリピン側カウンターパートへの技術移転が効果的に行われるようにドラフト・ファイナル・レポートの完成まで、ほとんどの業務はフィリピンにおいて実施された。

フィリピン政府及び日本政府の監理委員及び日本側及びフィリピン側の調査チームの組織図を図1.4-1に示す。

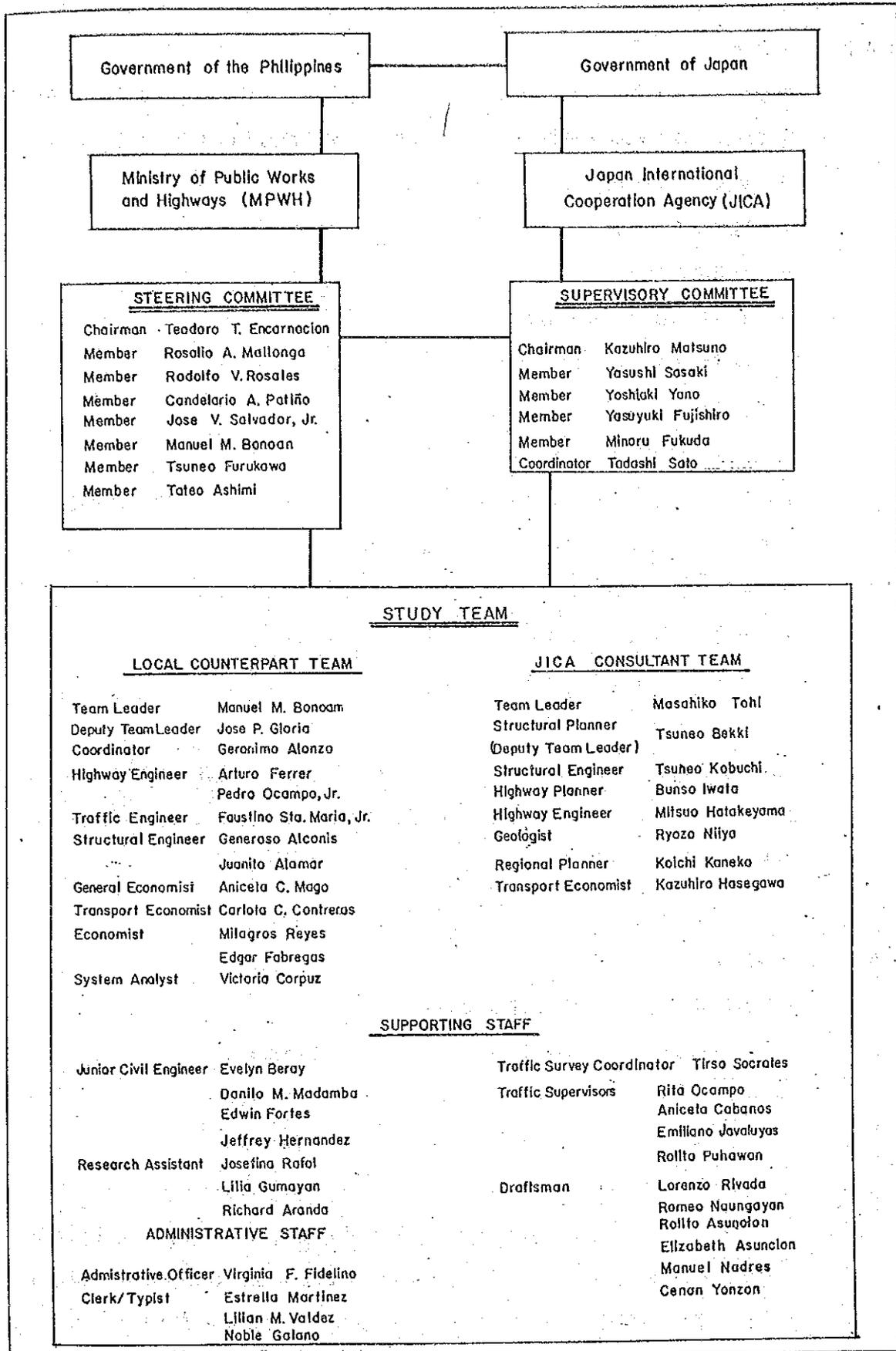


FIGURE 1.4-1 ORGANIZATION DIAGRAM

1.4.2 調査のアプローチ

調査は2期に分割された。Phase - I 調査は、フェージビリティ調査を実施すべき優先順位の高い区間を選択することであり、主要調査内容は次のとおりであった。

- 必要データの収集
- 現地調査の実施
- 交通調査の実施
- 対象道路における危険箇所の抽出
- 各道路区間の災害危険度の評価
- 各道路区間の優先順位の決定
- フェージビリティ調査区間の選定

Phase - II 調査は、選定された区間についてフェージビリティ調査を実施することであり、主要調査内容は次のとおりであった。

- 地質調査及び測量の実施
- 最適な対策工を選定するとともに概略設計の実施
- プロジェクトの妥当性評価
- 事業実施計画の作成

上記の調査に加えて、Phase - I 及びIIの調査を通じて、災害防止対策に関する総括的レビューを行い“An Approach on Road Disaster Prevention”が準備された。調査目的を達成するためのアプローチを図1.4-2に示す。

1.5 報告書

最終報告書は、次の5巻から構成される。

- | | | |
|----------|---|--------|
| Volume I | : Executive Summary | (要約編) |
| " II | : Main Text | (本編) |
| " III | : Appendix | (資料編) |
| " IV | : Drawings | (図集) |
| " V | : An Approach on Road Disaster Prevention | (手引書編) |

この最終報告書に加えて、1983年9月に対象道路上の危険箇所の法面台帳が作成され、公共事業道路省、プロジェクト・マネジメント事務所に保管されている。

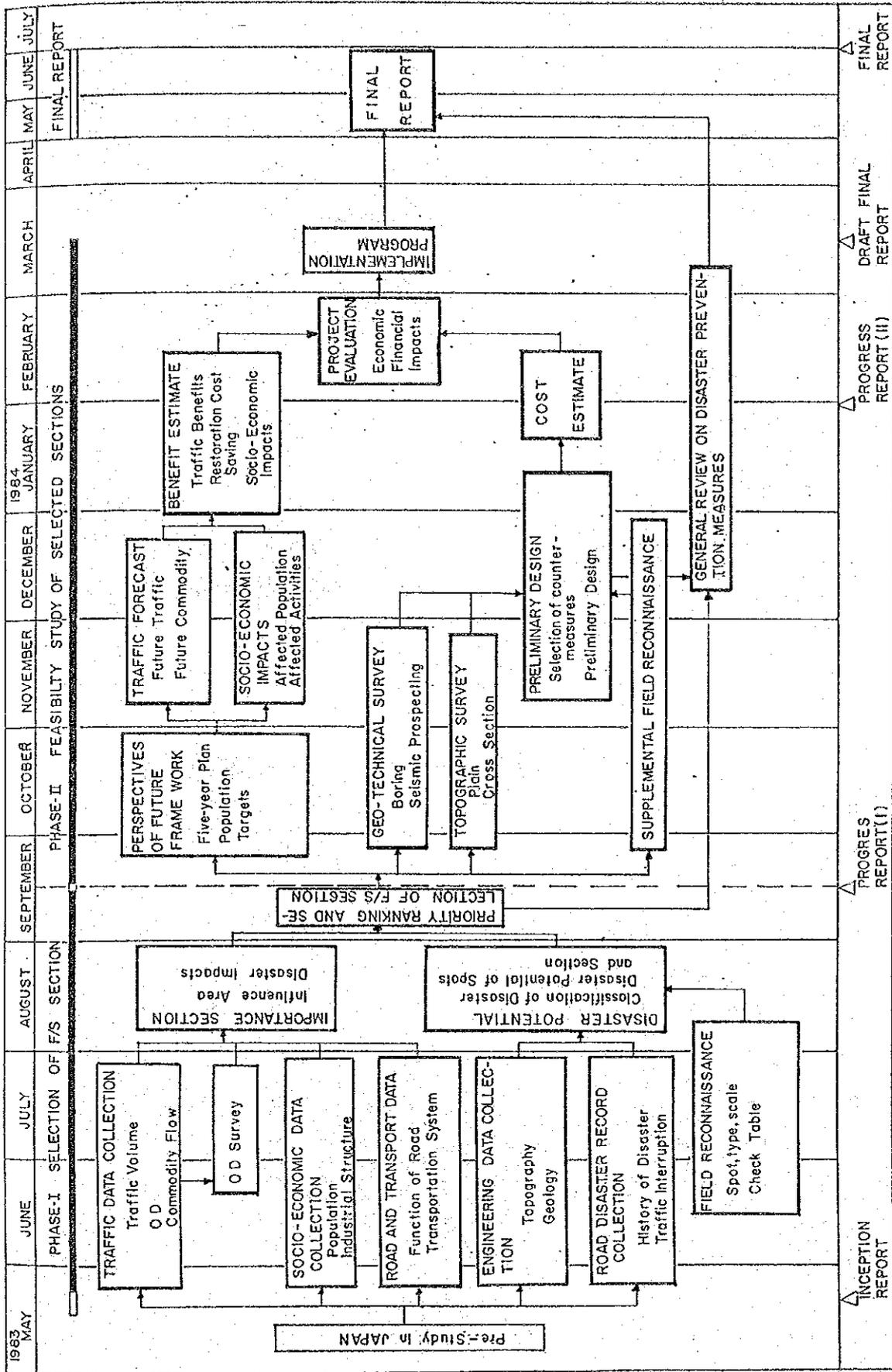


FIGURE 1.4-2 STUDY FLOW DIAGRAM

PART-B フィージビリティ調査区間の選定

	Page
第2章 対象道路の意義	7
2.1 道路輸送への依存	7
2.2 幹線道路網の構成	8
2.2.1 道路の整備水準	8
2.2.2 幹線道路網の構成	8
2.3 マハラカ・ハイウェイの意義	12
2.3.1 概要	12
2.3.2 マハラカ・ハイウェイの意義	13
2.4 バギオへの3本の道路の意義	14
2.4.1 バギオ市の概要	14
2.4.2 各道路の概要	15
2.4.3 道路の機能及び役割	15
2.5 道路防災対策の重要性	18
第3章 調査地域の環境	19
3.1 自然環境	19
3.1.1 地形・地質	19
3.1.2 気候	23
3.2 人口	26
3.2.1 人口の推移	26
3.2.2 人口の分布	26
3.3 経済	30
3.3.1 国家経済	30
3.3.2 地域経済	30
第4章 道路施設及び交通特性	33
4.1 交通施設	33
4.1.1 道路交通施設	33
4.1.2 その他の交通施設	34
4.2 交通特性	36
4.2.1 交通データ	36
4.2.2 道路交通特性	41
4.3 道路網の課題	54

	Page
第5章 道路災害の現況	57
5.1 道路災害の判定手法	57
5.2 道路災害の分類	57
5.2.1 切土斜面崩壊	58
5.2.2 盛土斜面崩壊	61
5.2.3 落石	61
5.2.4 地スベリ	61
5.2.5 土石流	65
5.2.6 その他	67
5.3 災害地点の判別と評価	67
5.3.1 地点の判別	67
5.3.2 災害危険度の評価	69
5.3.3 災害危険地点の分布	70
5.4 道路災害の原因	71
5.5 道路災害と降雨量	76
5.6 災害復旧の現状	78
5.6.1 道路災害の発生から復旧までの手順	78
5.6.2 災害復旧の現状	79
5.6.3 災害復旧資金	80
5.6.4 災害復旧の問題点	81
第6章 フィージビリティ調査対象区間の選定	83
6.1 アプローチ	83
6.1.1 手 順	83
6.2 区間の選定	85
6.3 区間の危険度評価	90
6.3.1 危険ヶ所の危険度評価	90
6.3.2 区間の危険度評価	90
6.4 道路重要性の評価	94
6.4.1 方 法	94
6.4.2 各要因における評価	94
6.4.3 総合評価	96
6.5 区間の優先順位とフィージビリティ調査対象区間の選定	99
6.5.1 危険度と重要度に基づいた区間のランキング	99
6.5.2 フィージビリティ調査対象区間の選定	99

第 2 章 対象道路の意義

2.1 道路輸送への依存

フィリピンの輸送体系は、海上、道路、鉄道及び航空輸送から構成され、1980年における各輸送機関別の輸送量は表 2.1-1 に示すとおりである。支配的な輸送機関は道路輸送であり、人の輸送の 90%、貨物輸送の 65% を占めている。約 7,100 からの島々から成る多島国家であるフィリピンにおいて、島間輸送の主力が海上輸送にあるにもかかわらず、海上輸送よりも道路輸送への依存度が高い。また、内貿海運貨物のうち島内（沿岸）輸送はわずか 6% にすぎず残りは島間輸送である。従って、島内貨物輸送の大半（約 97%）は道路輸送に依存している。

TABLE 2.1-1 APPROXIMATE NATIONAL MODAL SPLIT, 1980 (DOMESTIC TRAFFIC ONLY)

Mode	Freight		Passenger	
	Ton-Kilometers (Billion)	Share (%)	Passenger-Kilometers (Billion)	Share (%)
Sea	12	(35)	4	(7)
Road	22	(65)	53	(90)
Rail	0.04	(-)	0.4	(1)
Air	Negligible	(-)	1.2	(2)

Source: NTPP

道路輸送に競合する輸送手段の一つである鉄道輸送は、1960年代をピークに減少傾向にある。特に1970年代に幹線道路が舗装されて以来、鉄道輸送から道路輸送への転換の傾向が顕著となっている。島内海上輸送も、例えばマニラ・ビコール間海上輸送サービスが数年前に廃止された事実为代表されるように、幹線道路の整備が進むにつれて道路輸送に転換してきている。このように今後とも旅客及び貨物輸送は、道路輸送に大きく依存することは明らかである。

輸送の大半を道路輸送に依存しているフィリピン国において、社会・経済活動を健全に維持していくためには、道路網の整備を進めるとともに既存道路ストックを効果的に活用することが重要な課題である。

2.2 幹線道路網の構成

2.2.1 道路の整備水準

1982年の道路総延長は154,470 kmsであり、道路密度は0.51 km/km²である。このうち幹線道路網を形成している国道延長は23,782 kmsである。1975年から1982年までの7年間で延長は2,117 kmsの増加(又は1.1倍に)、道路密度は0.07から0.08へ、舗装率は39%から44%へと増加し、国道の整備は精力的に推進されてきた(表2.2-1参照)。

TABLE 2.2-1 ROAD DEVELOPMENT (1975-1982)

	Length				Ratio 1982/ 1975	Road Density	
	1975 (kms)	(%)	1982 (kms)	(%)		1975	1982
National Road							
Paved	8,413	(39)	10,465	(44)	1.24		
Un-paved	13,252	(61)	13,317	(56)	1.00		
Sub-Total	21,665	(100)	23,782	(100)	1.10	0.07	0.08
Local Road							
Paved	9,131	(11)	8,995	(7)	0.99		
Un-paved	73,634	(89)	121,693	(93)	1.65		
Sub-Total	82,765	(100)	130,688	(100)	1.58	0.28	0.43
Total							
Paved	17,544	(17)	19,460	(13)	1.11		
Un-paved	86,886	(83)	135,010	(87)	1.55		
Total	104,430	(100)	154,470	(100)	1.48	0.35	0.51

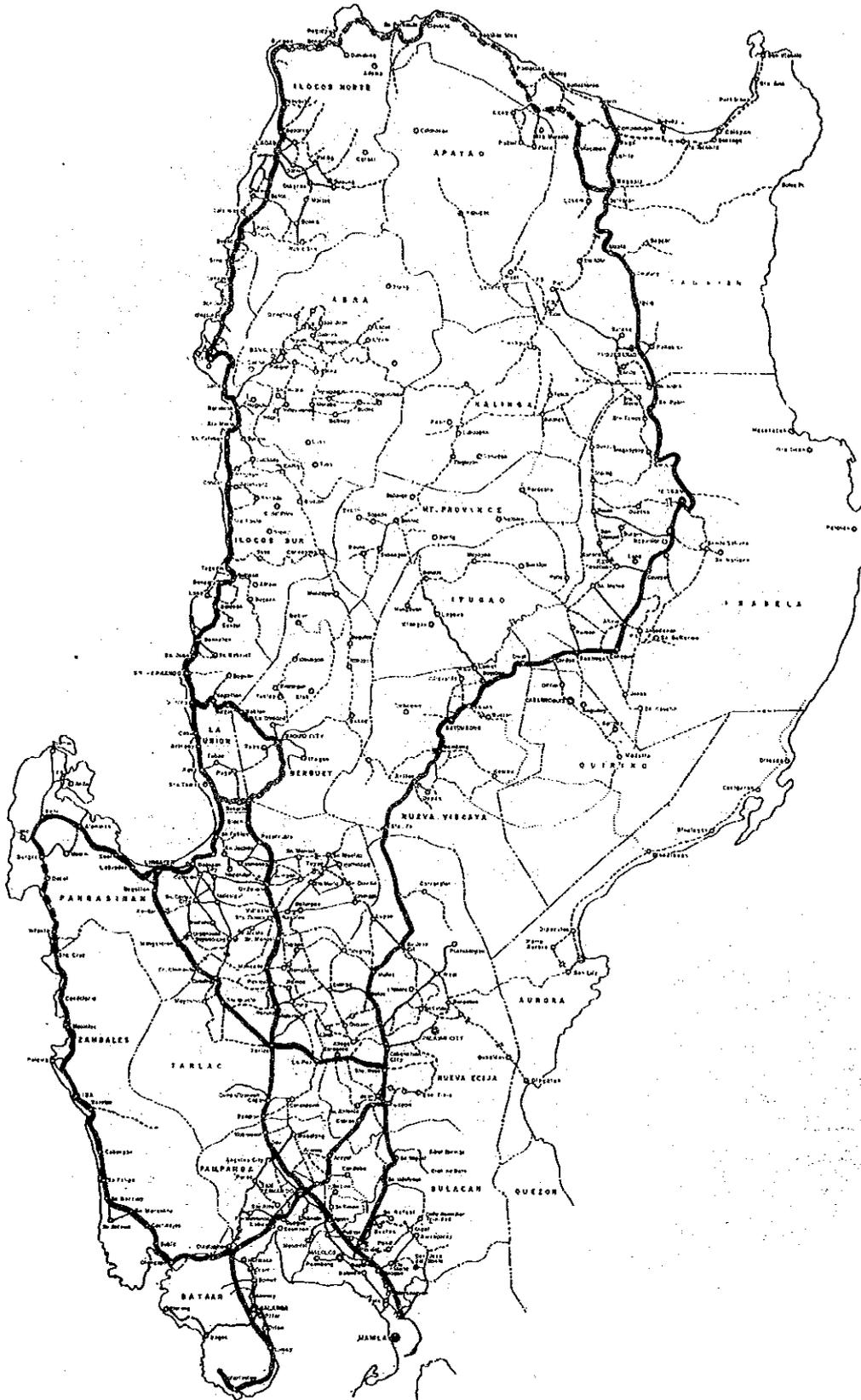
Source: Planning Service, MPWH

2.2.2 幹線道路網の構成

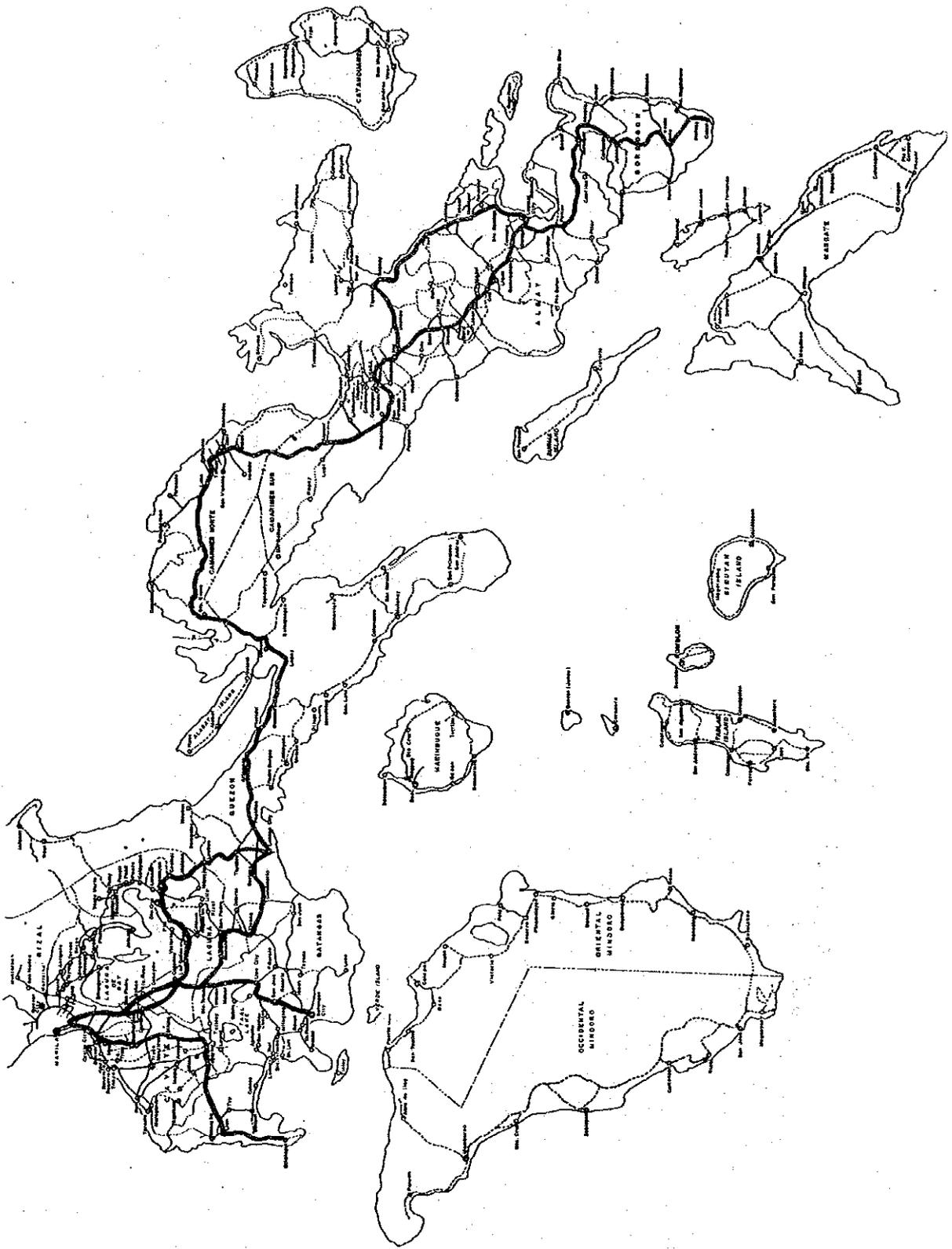
現在、実質的に機能している幹線道路を、プロビンス間を連絡する舗装道路で、舗装幅が6.1 m以上のものと定義して、調査地域における実質的幹線道路を示したものが図2.2-1である。

北部ルソンはマハリカ・ハイウェイとマニラ北道路の2本の縦貫道路が骨格となっている。

東海岸に沿ったシエラ・マドレ山脈、西寄り中央部に位置するルソン中央山脈群と南側に位置するカラバリオ山脈にかこまれたカガヤン谷一帯をサービスするのがマハリカ・ハイウェイであり、西海岸の狭い平坦地を走るのがマニラ北道路である。2本の縦貫道路の中間に位置するルソン中央山脈群が障害となり、2本の道路を連絡する横



**FIGURE 2.2-1 (1) MAJOR TRUNK ROAD NETWORK
(CENTRAL AND NORTHERN LUZON)**



**FIGURE 2.2-1 (2) MAJOR TRUNK ROAD NETWORK
(SOUTHERN LUZON)**

断道路が整備されていないため、北部ルソンにおいてはまだ幹線道路が網として形成されていない。

中央ルソンは地形的制約が少いため幹線道路は比較的良く発達している。

ケソン・プロビンス以南の南部ルソンは、幅が20 kmから50 kmの細長い形状をしており、このほぼ中央を縦貫しているマハリカ・ハイウェイが唯一の幹線道路である。サマール島では、西海岸に沿って走るマハリカ・ハイウェイが唯一の幹線道路であり、東海岸側はまだ低規格の道路しか存在しない。

レイテ島の幹線道路は東海岸側のマハリカ・ハイウェイと西海岸側の西レイテ道路より構成されているが、後者は砂利道の区間あるいは木橋のような仮橋が多く、幹線道路としての規準に達していない。

過去十数年にわたり幹線道路の整備は精力的に実施されてきたものの、道路災害により交通途絶が発生した場合のような緊急時に柔軟に対応できる道路網は完成しておらず、背景としての幹線道路が整備された段階と言えよう。

2.3 マハリカ・ハイウェイの意義

2.3.1 概 要

フィリピンの主要島であるルソン、サマール、レイテ及びミンダナオの4島を縦貫するマハリカ・ハイウェイは、この国の最重要幹線である。ルソン島北端のアラカパンに始まり、上記4島を縦貫し、ミンダナオ島東海岸のダバオに至る延長約2,100 kmの道路である。既存道路区間の改良工事及び欠落道路区間の建設工事は、日本からの資金援助を受け1969年に開始され、1979年に完了した。

マハリカ・ハイウェイは、6.7 mの舗装幅、2.0 mから2.5 mの路肩を有する2車線道路であり、95%がポルトランド・セメント・コンクリート舗装、残りはアスファルト・コンクリート舗装である。設計速度は平地部で80~100 km/hour、丘陵部で60~80 km/hour、山岳部で40~60 km/hourである。

ルソン-サマール間は現在民間企業の運営によるフェリーが就航しているが、交通需要が高く、1984年以内に公営によるフェリーが就航の予定である。サマール-レイテ間はすでに橋梁により連絡されている。レイテ-ミンダナオ間はフェリーポート及びターミナルが建設中であり、1984年以内にフェリーサービスが開始される予定である。この区間のフェリーサービスが開始されると4島は自動車交通により連絡されることになる。

2.3.2 マハラカ・ハイウェイの意義

多島国家で多民族から成るフィリピンにとって、国土を縦貫しメトロ・マニラと地方諸都市をリンクするマハラカ・ハイウェイが果している役割は非常に大きく、次のようなものがある。

- 迅速、确实、安全、快適な輸送手段の提供
- 地域産業の振興及びそれに伴う雇用の創出
- 生産、事業のための土地の拡大
- 地域格差の是正
- 地域の社会・経済活動の活性化
- 相互接触の増大による地域主義の解消と地域連帯の増進
- 人口移動の活性化と特定都市地域における過密の軽減
- 治安維持への貢献

マハラカ・ハイウェイが地域の社会・経済活動を支えていることを実証する指標の1つとして、カガヤン谷コリダー及びビコール-サマール・コリダーにおけるマニラ関連の旅客輸送の機関分担を示すと表2.3-1のようである。両コリダーともマハラカ・ハイウェイがマニラと連絡する唯一の道路であり、カガヤン谷コリダーでは旅客輸送の99%、ビコール-サマール・コリダーでは93%がマハラカ・ハイウェイに依存している。

TABLE 2.3-1 ANNUAL PASSENGER MOVEMENT IN MAIN CORRIDORS, BY MODE 1981 (x1,000)

	Road				Rail	Sea	Air	Total
	Economy Bus	A/C Bus	Car and Vans	Sub-Total				
Manila-Cagayan								
(Cagayan Corridor)	3,905 (68)	51 (1)	1,758 (30)	5,714 (99)	- (0)	- (0)	37 (0.6)	5,758 (100)
Manila-Bicol - Samar	11,725	198	260	12,183	594	191	115	13,083
(Bicol-Samar Corridor)	(90)	(1)	(2)	(93)	(5)	(1)	(1)	(100)

Source: NTPP

マハラカ・ハイウェイ沿道には次のような地域開発プロジェクトが実施されつつあり、これらのプロジェクト達成の支えとしてマハラカ・ハイウェイは重要な役割をはたしている。

Cagayan Valley Region

- Chico River Irrigation
- Magat River Multi-Purpose Project
- Cagayan Integrated Rural Development Project

Central Luzon

- Central Luzon Groundwater Irrigation Project

South Luzon

- Bicol River Basin Irrigation Development Project
- Libmanan – Cabusao Integrated Area Development Project

Samar

- Samar Integrated Rural Development Project
- National Irrigation Systems Improvement Project

Leyte

- National Irrigation Systems Improvement Project

このようにマハラカ・ハイウェイは、国の経済発展を支える幹線道路として、また国家としての統一・連帯感の増進及び治安維持に重要な役割をはたしている。

2.4 バギオへの3本の道路の意義

2.4.1 バギオ市の概要

バギオ市は観光・避暑の町及び教育の町として特徴づけられる。標高約1,500 mに位置するバギオ市は通年涼しい気候にめぐまれ、またマニラから車で4時間の位置にあり、年間約515,000人の観光客・避暑客が訪れる。このうち約200,000人は外国人である。正確な統計は無いが、夏期にはバギオ市の人口(1980年で199,000人)が避暑客で倍化すると言われている。

教育施設としては、13の大学、16の高校及び47の小学校が在る。大学生の数が非常に多く、市の学生人口の約50%を占める。5の大学の学生人口だけで約39,000人(1981年)であった。良好な気候と豊富な教育施設により学生がこの市に集まってきた。

もう一つの特徴は、バギオ市及びその周辺地区がいろいろな野菜の生産地であることである。生産された野菜はメトロ・マニラに運ばれ、消費されている。

2.4.2 各道路の概要

バギオ市に通じる3本の道路、すなわちケノン道路、アゴー・バギオ道路及びナギリアン道路が本調査の対象であり、各道路の概要は次のとおりである。

1) ケノン道路

ロザリオにおいてマニラ北道路から分岐しバギオ市に至るケノン道路は延長34.2 *kms* であり、3本の道路のうちではマニラとバギオを最短経路で結ぶ路線である。3本のうちでは2番目に古い道路であり、建設には12年を要し1926年に開始され1937年に完了した。沿道の地形的制約から道路線形は低規格であり、急カーブと急勾配の区間が多い。道路幅も狭く、舗装幅は6.0 *m*、路肩幅は0.5～1.0 *m* である。有料道路であり、料金の大部分はメンテナンス資金として使用されている。

2) アゴー・バギオ道路

アゴーにおいてマニラ北道路から分れバギオ市に至る全長48.9 *kms* の道路である。3本のうちでは最も新しい道路であり、建設は1974年に開始され、1981年に完成した。舗装幅は6.7 *m* であり、2.0～2.5 *m* の路肩を有している。バギオ市側36 *kms* 区間は、地形的制約上から道路線形の規格は低く、急カーブと急勾配の区間が多い。

3) ナギリアン道路

マニラ北道路をバウアングで分岐しバギオ市に至る全長47.2 *kms* の道路であり、3本の中では最も古い道路で1919年に供用が開始された。バギオ側30 *kms* 区間は急カーブと急勾配が多く、線形は低規格である。道路巾は狭く舗装幅は6.0 *m*、路肩は0.5～1.0 *m* である。

2.4.3 道路の機能及び役割

3本の道路のO-D内訳を表2.4-1に示す。バギオーマニラ及びバギオーパンガン等バギオ市とそれ以南の地域とを連結する交通は95%以上ケノン道路を利用している。バギオーサンフェルナンド、ラ・ウニオン等バギオ市とリージョンI北部地域間交通は、ほとんどナギリアン道路によりサービスされている。アゴー・バギオ道路はローカル交通が主体である。各道路のサービス圏域(影響圏)を示したものが図2.4-1である。各道路の車種別交通量を示したものが表2.4-2である。

TABLE 2.4-1 TRAFFIC MOVEMENT RELATED TO BAGUIO CITY

Unit : Veh/12-hour

O-D	Kennon Road	Agoo-Baguios Road	Naguilian Road	Total
Baguio-M. Manila	1,222(95%)	21 (2%)	33 (3%)	1,176
Baguio-San Fernando La Union	29(4%)	10 (1%)	744 (95%)	783
Baguio-West Pangasinan	385(1.0%)	-	-	385
Baguio-Region II	84(100%)	-	-	84
Local Movement	195	227	419	841
T o t a l	1,815	258	1,196	3,269

Source: Traffic Survey by the Study Team conducted in June, 1983

TABLE 2.4-2 TRAFFIC VOLUME BY VEHICLE TYPE

Unit : Veh/day

	Car Jeep Pick-up Van	Jeepney	Bus	Truck	Total
Kennon Road	847 (48%)	169 (9%)	464 (26%)	308 (17%)	1,815 (100%)
Agoo-Baguios Road	135 (52%)	91 (35%)	6 (2%)	26 (10%)	258 (100%)
Naguilian Road	455 (38%)	403 (34%)	73 (6%)	265 (22%)	1,196 (100%)

Source: Traffic Survey by the Study Team conducted in June, 1983

1) ケノン道路

ケノン道路はバギオ市の観光産業を支える道路と言える。メトロ・マニラからの観光又は避暑客は乗用車又はバスにより、ほとんど全てがケノン道路を通りバギオ市に来ている。従って、長距離トリップが大半でありリージョン間を結ぶ幹線道路として分類される。

2) アゴー・バギオ道路

この道路は交通量もまだ少く、しかも短距離トリップの交通がほとんどで、現状では地区道路としてしか機能していない。将来においてもメトロ・マニラあるいはパンガシナン等からの長距離トリップを吸収する可能性は低い。しかしながら、沿道数ヶ所に作られている展望台、建設中のゴルフコース、また建設予定のスポーツセンターが完成した時には、沿道のレジャー産業を支える道路となろう。

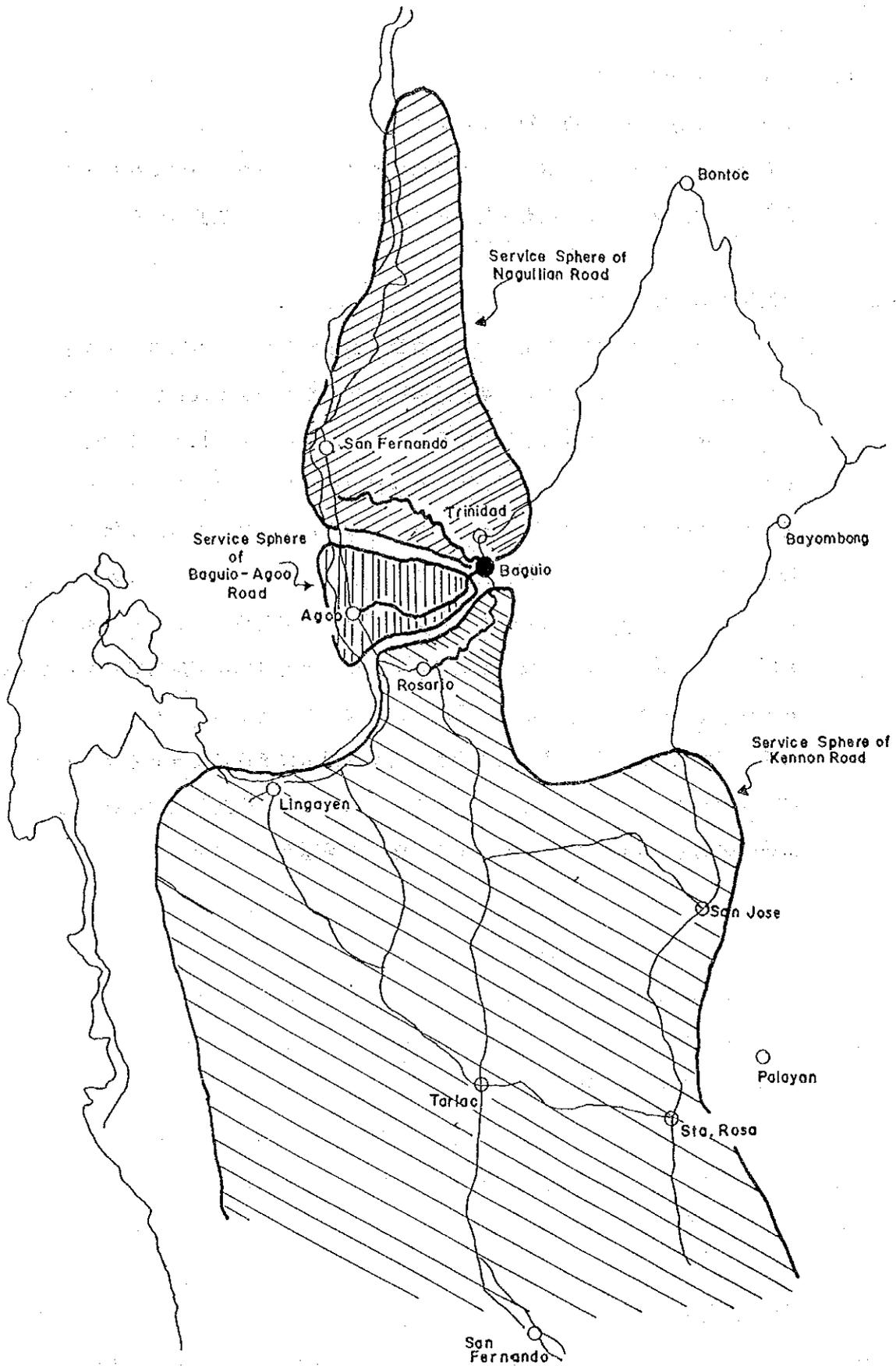


FIGURE 2.4-1
SERVICE SPHERE OF PROJECT
ROADS LEADING TO BAGUIO

3) ナギリアン道路

トラック交通が多く、海産物および船でサンフェルナンド、ラ・ウニオンまで運ばれた石油等はこの道路を利用してバギオ市に運ばれる。バギオ市の生活を支える道路と言える。中距離トリップが支配的であり、2次幹線として位置づけられる。

2.5 道路防災対策の重要性

メトロ・マニラは人口、生産、流通、消費等あらゆる点でこの国の巨大な中心となっており、このメトロ・マニラと地方諸都市とを連絡し国土を縦貫するマハリカ・ハイウェイは国の経済・社会活動を支えるとともに、国家として統一・連帯感を増進させるうえで多大な貢献をしている。現状の幹線道路網では、マハリカ・ハイウェイに代替しうる道路が無く、マハリカ・ハイウェイのみによりアクセスが確保されている地域が大部分である。国家の最重要幹線であるマハリカ・ハイウェイにおいても過去において台風あるいは集中豪雨により大規模な道路災害を被り、1ヶ月間あるいは2ヶ月間といった長期にわたる交通途絶が発生した。災害復旧は応急処置なもので抜本的な災害対策工が施されないために道路災害が繰り返し発生している。

道路災害の発生、それに伴う交通途絶は道路利用者に不利益を与えるばかりでなく、国家経済に多大な損失を与えているものと予想される。道路防災対策を実施し、幹線道路の交通を常に確保することは非常に重要な課題となっている。