

## 7.2 マハブラグーソゴド区間

### 7.2.1 機能と役割

マハリカ・ハイウェイのマハブラグーソゴド区間は南レイテ地域とリージョンⅧの中心であるタクロバン市を最短経路で連絡している。現在のところ、マハブラグーソゴド区間のもつ影響圏はレイテ島内にとどまっているが、1984年から就航すると予定されているレイテとミンダナオを結ぶフェリーサービスにより影響圏はミンダナオ島まで広がろう。このフェリーサービスの開始は、マハリカ・ハイウェイを通じてフィリピンの主要な4つの島の車両交通による相互連絡を実現するものである。マハリカ・ハイウェイの連続性を維持するためにもマハブラグーソゴド区間に防災対策が講じられ、改良されることが重要である。

### 7.2.2 社会・経済

マハブラグーソゴド区間を通過する車両の出発地及び目的地の情報より判断すると、本区間は特に南レイテ地域に強い影響力を有している。社会・経済に関する記述は、南レイテ地域に焦点をあてて行なった。

#### 1) 概要

レイテ、サマールより成る東ビサヤ・リージョンはフィリピン全体でも後発性の強い地域である。社会・経済状況に関するリージョン間の比較分析は、NCRの先進性及び本リージョンの後進性を明確にしている。(表7.1-2参照)

発展度の不均衡は上記のようにリージョン間のみには存在するのではなく、東ビサヤ・リージョンを構成するプロビンス間にも見られる。

南レイテ・プロビンスは最も後進的な地域の一つとして認識されるが、しかしながらマハリカ・ハイウェイ沿道の地域及び都市化した地域では、かなり高い社会・経済の状況を示している。

南レイテは現在のところ、自己完結的な生活圏とは言いがたく、社会・経済のかなりの部分をタクロバンを中心としたレイテ・プロビンスに依存している。南レイテの人口は1970年には251,000人であったものが、1980年には296,000人に増加し、人口密度は171人/平方キロとなっている。

2) 農林水産業

本リージョンにおける経済的な基盤は農林水産業であり、主要産品はココナッツ、米及び海産物である。しかし、気象条件や農耕地の未整備により生産性が低く、地域需要をかろうじてまかなえる程度である。南レイテの面積は173,480ヘクタールでありリージョンの8%を占め、その約51%が耕作地である。

a) 米の生産

南レイテの農耕地の8~10%が米の生産にあてられている。1982年における玄米の生産高は20,473トンと推定される。これは、1981年と比べて4,759トンの減産となっている。プロビンスの米需要は40.7千トンであることより、プロビンスの総需要量の約半分にあたる20.2千トンの米の不足が生じているが、これはレイテ・プロビンスよりマハプラグーソゴド区間を通過して供給されている。(資料編7-1参照)

b) ココナッツの生産

ココナッツの生産高は台風の影響を受けやすく、年変動が激しい。東ビサヤ・リージョンはココナッツの生産に強く依存しており、主要な収入源となっている。(資料編7-1参照)

リージョン内の他地域と比較して、特に南レイテにココナッツ農場が集中しているわけではないが、1981年には11,402トンの生産量を有した。これはリージョン全体の生産量の3%にあたる。

TABLE 7.2-1 POPULATION DEVELOPMENT, 1970 - 1980  
POPULATION ('000)

	1970	1975	1980	Average Growth Rate (%)		
				1970-1975	1975-1980	1970-1980
Region VIII	2381	2600	2800	1.8	1.5	1.6
Leyte (Including Biliran)	1110	1203	1303	1.6	1.6	1.6
Southern Leyte	251	276	296	1.9	1.4	1.7
Eastern Samar	271	287	321	1.2	2.3	1.7
Northern Samar	306	354	379	3.0	1.4	2.2
Western Samar	442	472	501	1.3	1.2	1.3

### 7.2.3 交通現況

#### 1) 影響圏の広がり

図7.2-1及び7.2-2にマハブラグーソゴド区間を通過する車両物資の各地域における発生量を示す。

マハブラグーソゴド区間を通過する車両は、134台/日であるが、これはすべて南レイテと他地域間の交通であり、東レイテとの交通が123台/日(92%)と圧倒的に大きな比率を占める。西レイテとの交通は9台/日(7%)、メトロ・マニラとの交通は2台/日(1%)となっている。

マハブラグーソゴド区間はレイテ島内における交通、特に南レイテと東レイテ間の交通に対してサービスをしており、影響圏としてもレイテ島内に限られるが、近い将来に南レイテ-ミンダナオ間のフェリーの就航が予定されており、北部ミンダナオを含む範囲に影響圏は拡大しよう。

#### 2) 機関分担

マハブラグーソゴド区間の手段構成は、乗用車45%、公共輸送機関(バス、ジブニー)23%、貨物車32%となっている。

二輪車がこの区間では公共輸送機関として用いられ、一部、バス、ジブニーの代替手段として機能しているが、全体的には公共輸送機関の比率が低い。この理由としては南レイテのうちソゴトを中心とする地域は、東西及び南北に走る山脈により、他地域へのアクセスが悪く、生活圏として独立していることが考えられる。(図7.1-3参照)

#### 3) 乗客の交通目的

乗用車又は公共輸送機関によりこの区間を通過する乗客は、511人/日であり乗用車は36%、公共輸送機関は64%のシェアをそれぞれ占める。これをダルトン・パス間及びケノン道路における公共輸送機関の占めるシェアのそれぞれ81%、82%と比較すると公共輸送の比重が低いのが、さらに歴然としている。

乗用車の目的構成では業務目的が高く、53%を占める。また、公共輸送機関では、業務目的、通勤、買物、親類への訪問が高く、それぞれ25%、21%、21%、20%のシェアを占める。

TOTAL TRAFFIC THROUGH MAHAPLAG – SOGOD SECTION  
 134 VEH. / DAY

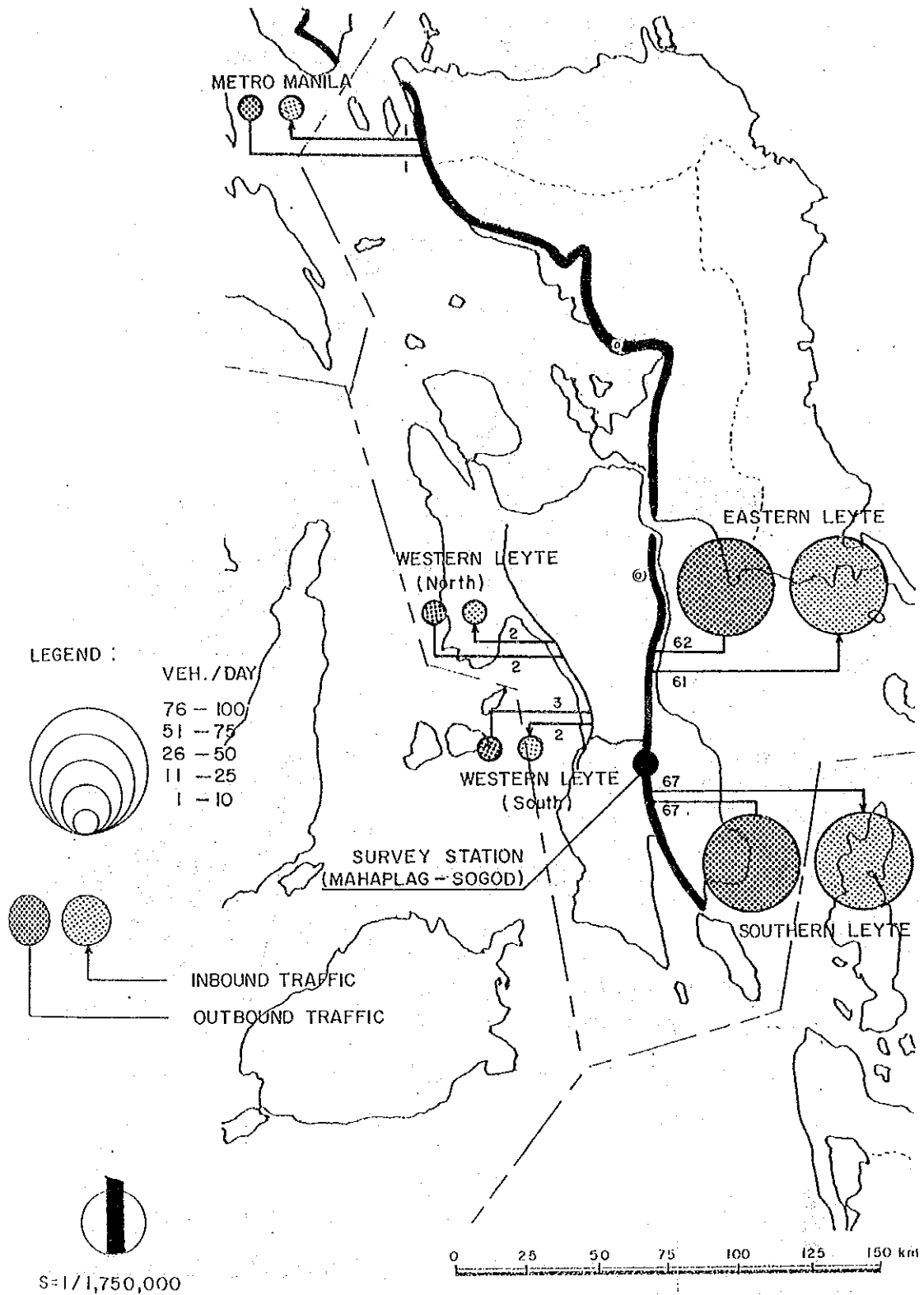


FIGURE 7.2-1 ORIGIN AND DESTINATION OF TOTAL TRAFFIC THROUGH MAHAPLA-SOGOD SECTION OF MAHARLIKA HIGHWAY IN LEYTE

TOTAL COMMODITY THROUGH MAHAPLAG-SOGOD SECTION  
144 TON / DAY

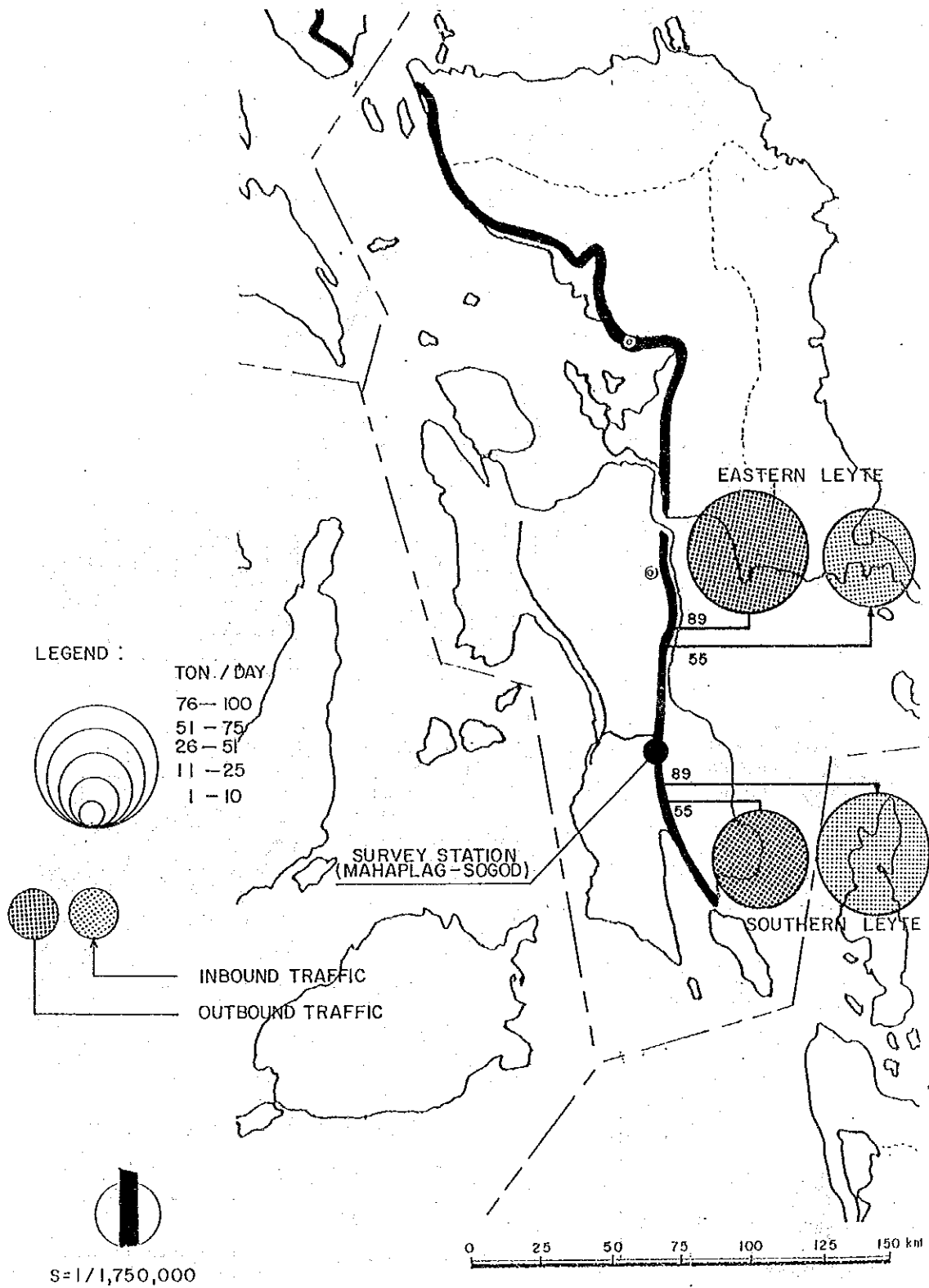


FIGURE 7.2-2 ORIGIN AND DESTINATION OF TOTAL COMMODITY THROUGH MAHAPLAG-SOGOD SECTION OF MAHARLIKA HIGHWAY IN LEYTE

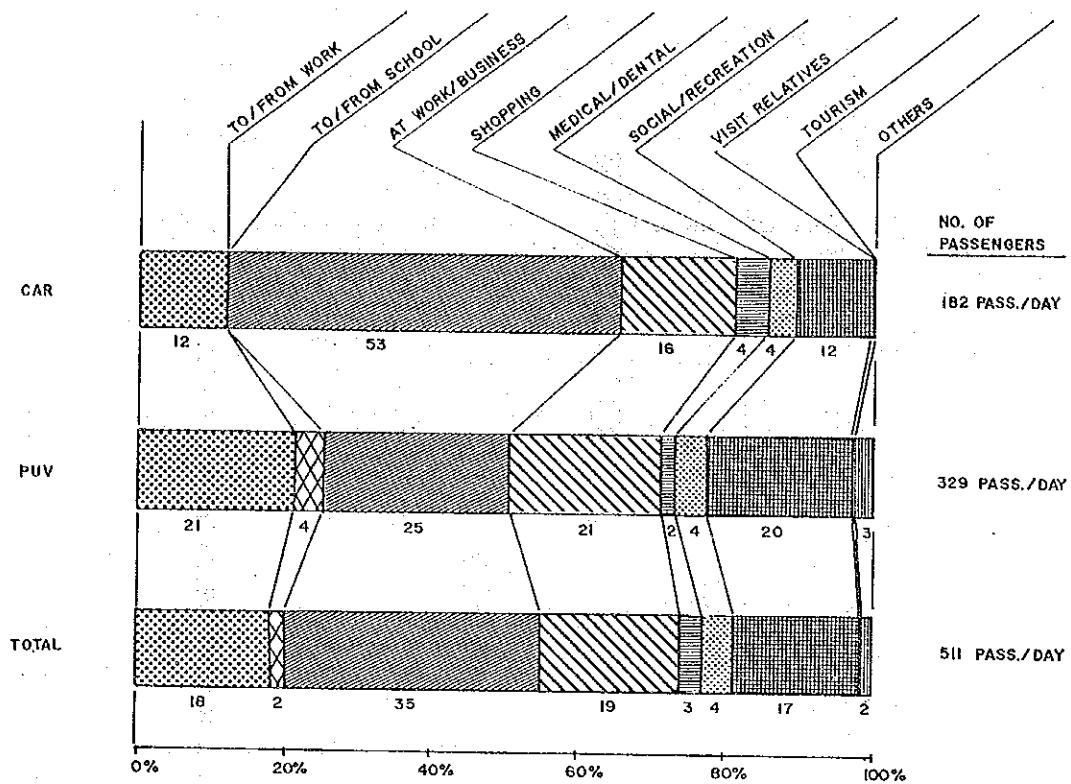


FIGURE 7.2-3 PURPOSE COMPOSITION OF PASSENGERS AT MAHAPLAG-SOGOD SECTION (LEYTE)

4) 物資流動

a) 物資の品目及び拠点

マハプラダグーソゴド区間の物資流動は144トン/日である。物資流動パターンとしては、非常に簡単な構図となっており、南レイテ-東レイテ間の物資流動だけとなっている。東レイテ側から南レイテに89トン/日の物資が流入し、その大部分は東レイテで加工・生産された缶詰、清涼飲料、ビール等の食料品であり、87トン/日である。これは南レイテの社会生活を維持する基本物資である。その他、少量ながら、セメント等の建設資材も東レイテから運ばれている。

一方、南レイテ側から東レイテ側への物資量は55トン/日であり、ココナッツ等の未加工農業品目が24トン/日、あきビン等が31トン/日となっている。現在のところ、南レイテの経済活動は未成熟であり、ココナッツが唯一の生産品及び収入源となっている。米及び生鮮食料品等も生産されているが、地場消費されていると思われる。

工業製品は南レイテでは生産されておらず、他地域からの搬入に頼ることになるが、この状況は、ダルトン・バス区間の後背地であるカガヤン・バレー及びケノ

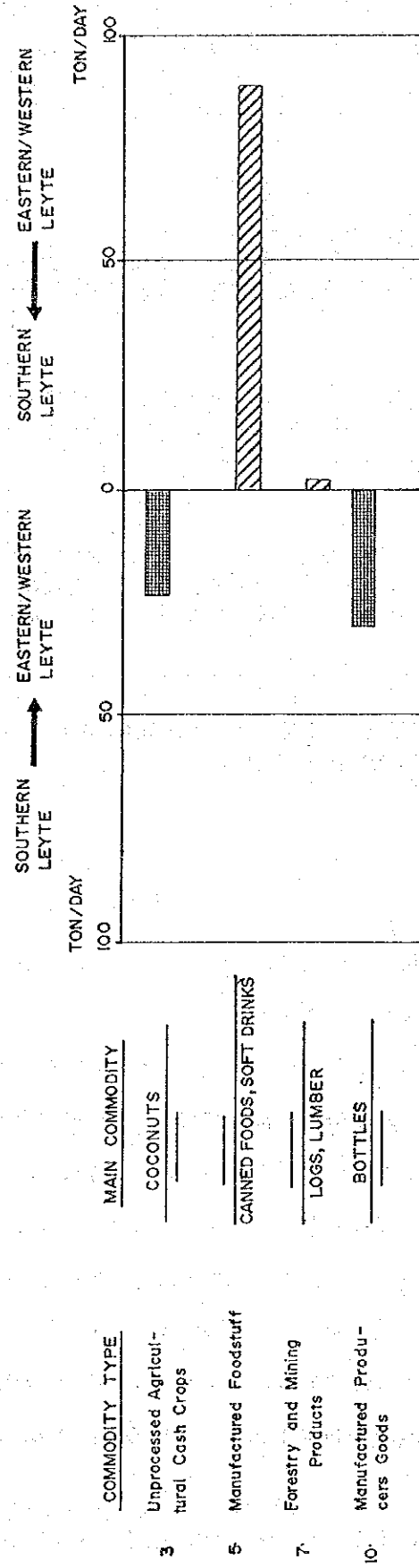


FIGURE 7.2.4 COMMODITY FLOW IN MAHAPLAG-SOGOD SECTION IN LEYTE

ン道路におけるベンゲットについても同様である。ここでは、各 F/S 区間の後背地の経済の活性度を測る指標の一つとして、人口 1,000 人当りの工業製品の搬入量（物資量）を分析し、表 7.2-2 に示した。

TABLE 7.2-2 INBOUND MANUFACTURED COMMODITY AND ITS VOLUME PER 1,000 PERSONS

		DALTON PASS SECTION	MAHAPLAG-SOGOD (LEYTE) SECTION	KENNON ROAD SECTION
1. MANUFACTURED CONSUMER'S GOODS (BASIC COMMODITY)	COMMODITY (TON/DAY)	577	87	209
	COMMODITY PER 1000 PERSONS	0.26	0.59	0.59
2. MANUFACTURED CONSUMER'S GOODS (NON-BASIC COMMODITY)	COMMODITY (TON/DAY)	323	0	34
	COMMODITY PER 1000 PERSONS	0.15	0.00	0.10
3. MANUFACTURED PRODUCER'S GOODS/CONSTRUCTION MATERIALS	COMMODITY (TON/DAY)	917	2	402
	COMMODITY PER 1000 PERSONS	0.41	0.01	1.13
(1) + (2) + (3)	COMMODITY (TON/DAY)	1,817	89	645
	COMMODITY PER 1000 PERSONS	0.82	0.60	1.82
POPULATION IN INFLUENCE AREA	(X 1000)	2,215	148	355

マハブラグーソゴド区間の特徴として、次の点があげられよう。

- 生活基礎物資である食料の南レイテへの搬入量はケノン道路におけるベンゲットへのものと同程度であり、カガヤン・バレーへのものよりも多い。カガヤン・バレーは食肉等の生産が多く、これらが地場消費されることにより比較的、搬入量が少なくなっていると思われる。
- 電気製品、機械類、建設資材等の南レイテへの搬入量は、他の 2 地域と比較してかなり少く、経済活動の未成熟さを示している。

以上の点より極論すれば、南レイテへは、社会生活を維持するための基礎物資は運ばれているものの、同地域を積極的に開発、発展させるための物資は運ばれていない。地域の格差是正の国家的目標に沿えば、今後の政府又は民間の積極的な投資が望まれる。

#### b) 貨物車の構成

マハブラグーソゴドを通過する 43 台/日の貨物車は、2 軸車 72%、3 軸車 23%、トレーラー 5% で構成されており、2 軸車の構成比が圧倒的に高い。平均積載重量は、空の貨物車をも含んだ平均では 3.3 トン/台であり、実車だけの平均では 5.0 トン/台である。



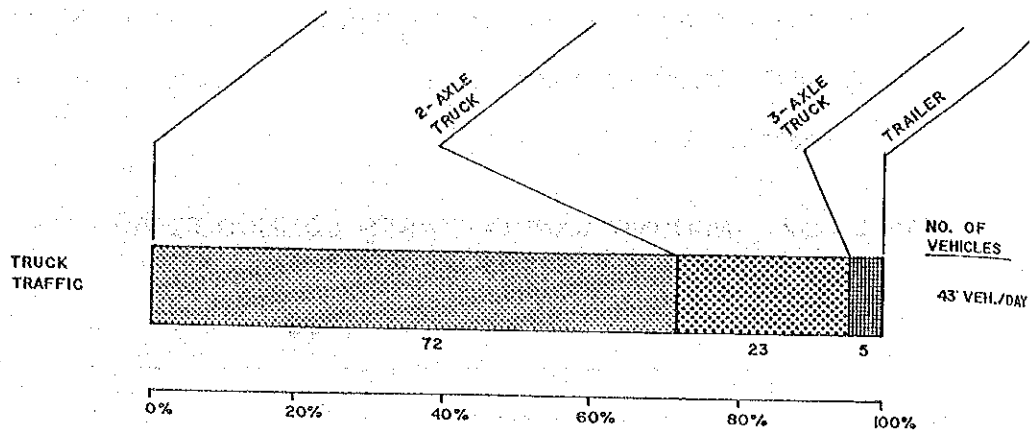


FIGURE 7.2-5 TRUCK TRAFFIC BY TYPE AR MAHAPLAG-SOGOD SECTION (LEYTE)

### 7.3 ケノン道路

#### 7.3.1 機能と役割

観光と教育の中心であるバギオ市は、メトロ・マニラと強い相互関係を有する。上  
 2地域を結ぶ最短経路がケノン道路であり、両地域間の交通量の98%を処理してい  
 ケノン道路の影響圏は延長約310kmに広がっている。ケノン道路を通過する交通は、  
 リージョン間の交通と通勤交通等のリージョン内で移動する交通で構成されてい  
 とより、本道路は2つの機能を複合し有する道路であると言える。すなわち、その  
 つはリージョン間の交通を処理する幹線道路としての機能であり、もう一つはロー  
 ル道路としての機能である。

#### 7.3.2 社会・経済

ケノン道路はベンゲット・プロビンス、特にバギオ市に対して強い影響力を有する  
 とから、社会・経済に関する記述はベンゲット・プロビンスに焦点をあてて行な

##### 1) 概要

バギオ市はフィリピンにおける観光の中心であるとともに、国際的な会議の開催地  
 としての機能をも有する。市人口は、過去20年間に急激な増加の傾向を見せている。  
 (表7.3-1参照)また、本市はマニラ以北の教育・文化の中心であり、6つの大  
 16の高等学校、47の小学校を有する。バギオ市の学生数の約50%は大学生であり、  
 1981年に39,000人に達している。

TABLE 7.3-1 POPULATION DEVELOPMENT OF BAGUIO CITY  
BENGUET PROVINCE AND REGION I, 1960 - 1980

	Population (In Thousand)			Average Annual Growth Rate (%)		
	1960	1970	1980	1960-1970	1970-1980	1960-1980
Region I	2,428,000	2,991,000	3,540,893	2.1	1.7	1.9
Benguet Province	184,000	264,000	354,751	3.7	3.0	3.3
Baguio City	50,436	84,538	119,009	5.3	3.5	4.4

表 7.1-2 にイロコス・リージョン (リージョン I) 及びバギオ市の国内生産額を示した。バギオ市の生産額はリージョン全体の 5% のシェアしか有していないが、生産性は高く、リージョンの平均の約 2 倍となっている。就業者の 70% はサービスセクターに属している。また、バギオ市はリージョン I のプロビンスのなかで最も高い収入を生みだしている地域であり、1980 年～1982 年においてリージョンの 19～30% のシェアを占める。

## 2) 観 光

バギオ市は北部ルソンの入口にあたる位置をしめ、メトロ・マニラに次ぐ観光地である。近年において観光客の増加が著しく、1981 年には 203,172 人の観光客が訪れたと推定され、1975 年と比べて 40% 増となっている。また、観光客の 39% は外国人である。MOT (Ministry of Tourism) により行なわれた調査は上記のことを端的に示している。

観光交通の大部分はメトロ・マニラ及び中部ルソンから発生するが、ケノン道路を經由しバギオに向かうルートが最も一般的である。バギオ市の特性をさらに発揮させるべく、種々の施設整備プロジェクトが現在実行中である。

## 7.3.3 交通現況

### 1) 影響圏の広がり

図 7.3-1 及び 7.3-2 にケノン道路を通過する車両及び物資の各地域における発生量を示す。

ケノン道路を通過する車両は 1,815 台/日であるが、このうちバギオをトリップの出発地又は目的地をもつのは 1,786 台/日であり、なんと 98% という圧倒的なシェアを占め

る。交通の流れ(トリップ)を1本の線にたとえ、一方の端をバギオとすると、もう一方の端はmetro・マニラ、パンガシナン及びロザリオ・アゴーである。バギオ-metro・マニラ間、バギオ-パンガシナン間、バギオ-ロザリオ・アゴー間の交通はそれぞれ751台/日、582台/日、187台/日である。

metro・マニラより南に位置する地域からの交通は少く、影響圏の広がりとしては、metro・マニラを限界としているといえる。

## 2) 交通の週変動

ケノン道路の後背地であるバギオ市はフィリピンにおける最も名高い避暑地である。週末をバギオで過ごす観光客も多く、金曜から日曜日にかけての交通量が多い。

図7.3-3はケノン道路の交通量の週変動を道路料金所のデータをベースに図化したものである。平日には1,800~1,900台/日であったものが、週末には3,100台/日の交通量に増加しており、明瞭な週変動を示している。これは、平日において900台/日であった乗用車の交通量が、週末には2,100台/日に増加していることによるものであり、バスに代表される公共輸送機関も週末に交通量が増えるものの、その増加量はごくわずかである。

## 3) 機関分担

ケノン道路の機関分担の特徴は、乗用車の比率が高いこと、逆に貨物車の比率の低いことであり、乗用車、公共輸送機関、貨物車の構成比はそれぞれ48%、35%、17%となっている。バギオ市はmetro・マニラ以北における行政、教育、観光、医療の中心であり、人の移動を伴う産業が発達していることが、上記の構成比に大きく影響を与えている。

## 4) 乗客の交通目的

ケノン道路では乗用車利用の乗客は2,931人/日であり、公共輸送機関の乗客は13,776人/日、合計では16,707人/日にのぼり、乗客数の多い区間である。公共輸送機関の乗客数に占めるシェアは82%であり、人の移動のための重要な交通機関である。

乗用車の目的構成では、業務目的が38%と高いシェアを占め、一方、公共輸送機関では親類への訪問の27%、業務目的の23%が構成比の大きな交通目的となっている。これらは平日における調査結果であり、週末には、観光目的の比率が高くなる。

TOTAL TRAFFIC THROUGH KENNON ROAD  
1815 VEH. / DAY

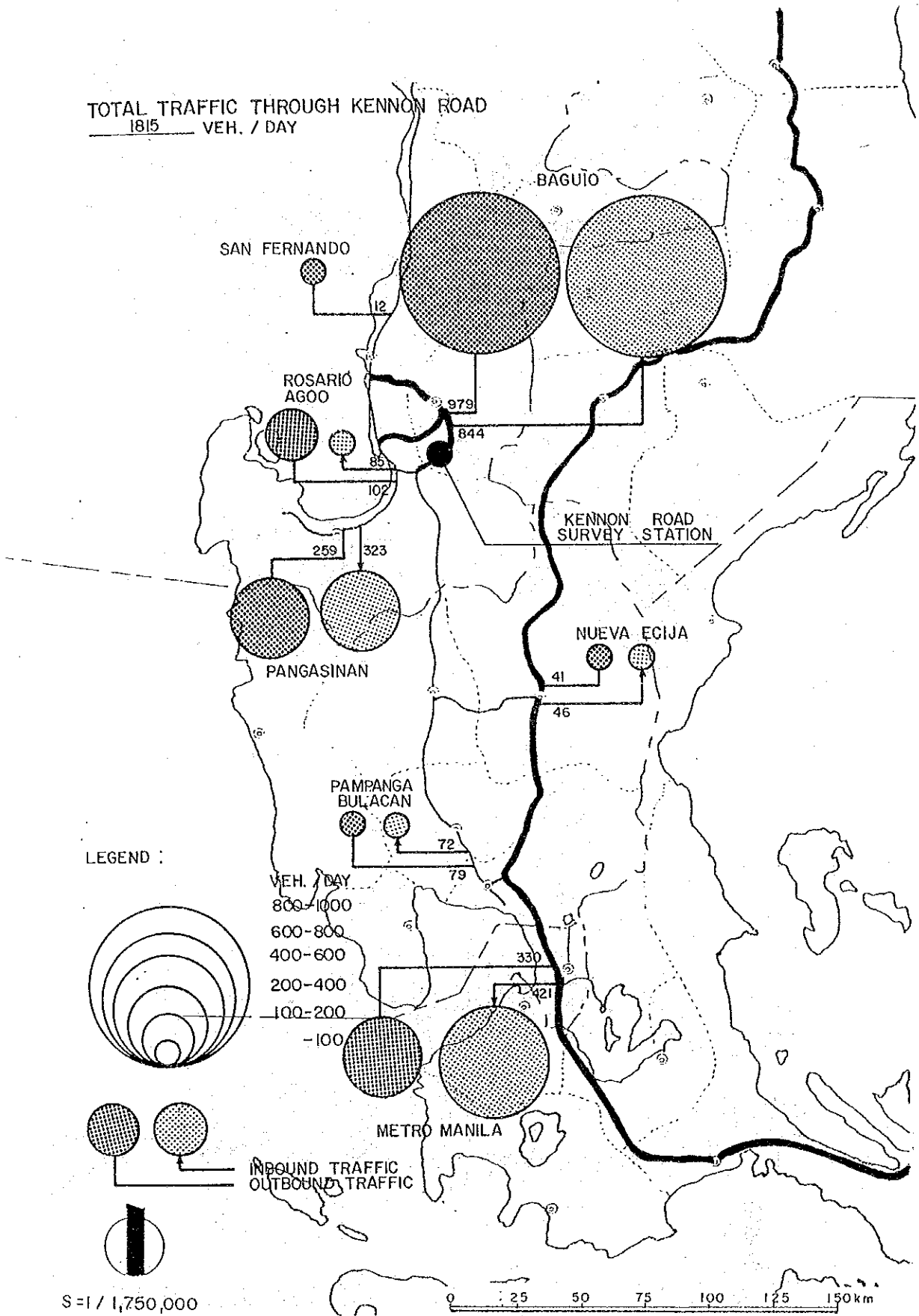


FIGURE 7.3-1 ORIGIN AND DESTINATION OF TOTAL TRAFFIC THROUGH KENNON ROAD

TOTAL COMMODITY THROUGH KENNON ROAD  
 1160 TON/DAY

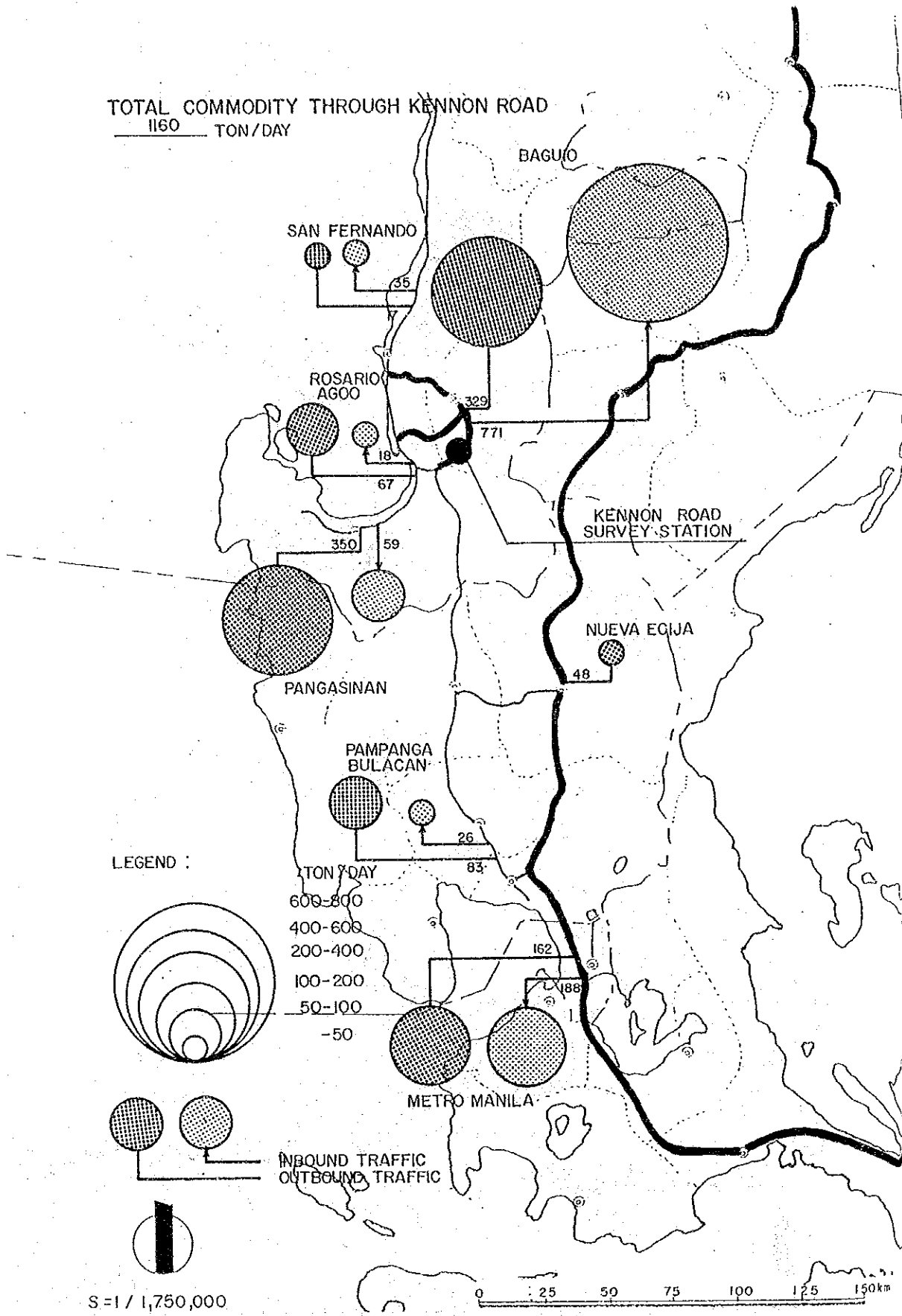


FIGURE 7.3-2 ORIGIN AND DESTINATION OF TOTAL COMMODITY THROUGH KENNON ROAD

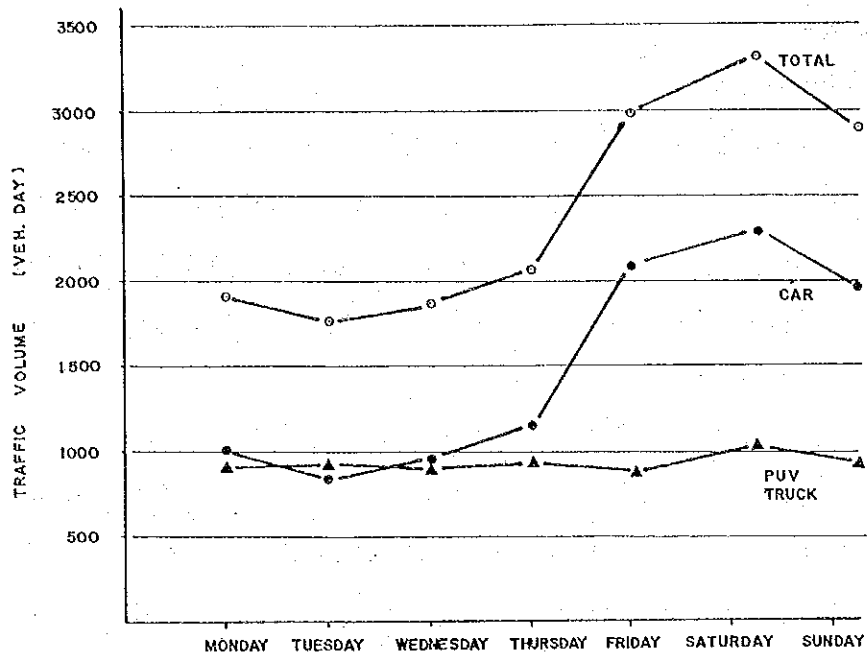


FIGURE 7.3-3 DAILY FLUCTUATION OF TRAFFIC IN KENNON ROAD

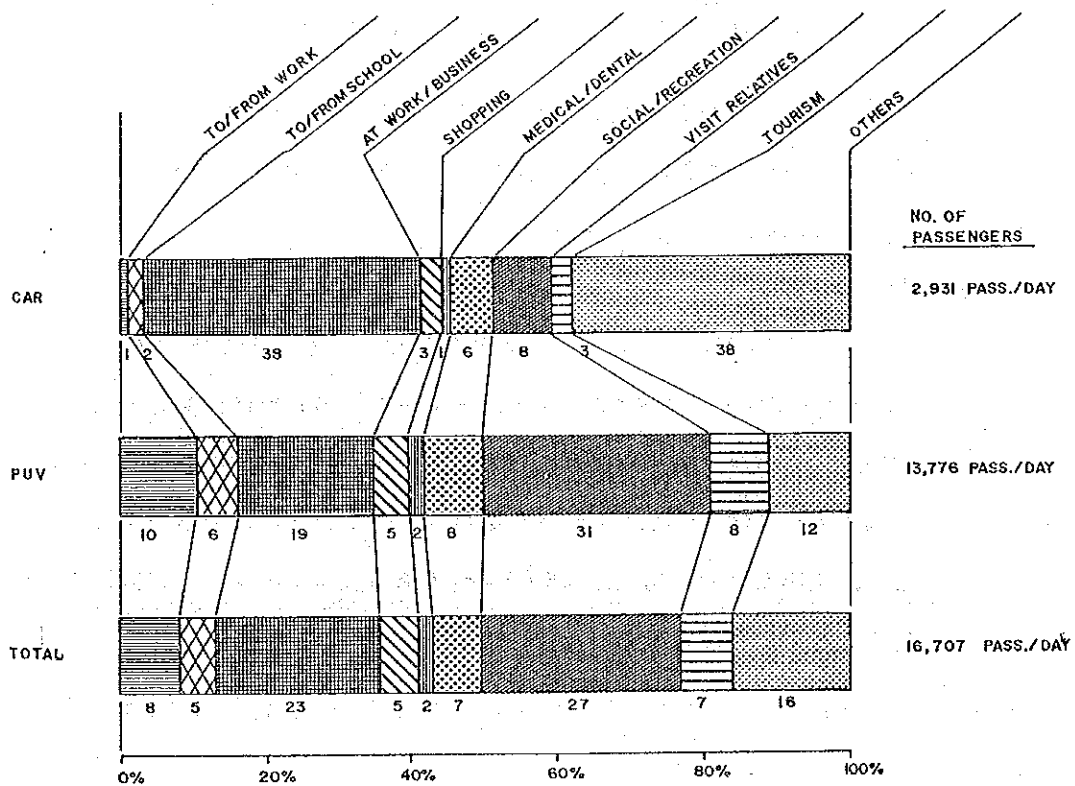


FIGURE 7.3-4 PURPOSE COMPOSITION OF PASSENGERS AT KENNEON ROAD SECTION

## 5) 物資流動

### a) 物資の品目

バギオからの又はバギオへの物資流動は、ナギリアン道路及びケノン道路を経由してなされている。ナギリアン道路の持つ物流量は1,400トン/日でケノン道路の1,100トン/日を若干しのぐが、バギオに関連した総物資量のほぼ2分の1をそれぞれの道路が受持っている。物資品目別にみると、2本の道路はそれぞれ異った機能を果たしている。

バギオに向かう物資のうち、木材、セメント等の建設資材及びガソリンはナギリアン道路を経由して補給されるのに対して、精米、砂糖、缶詰、清涼飲料等の加工食品、及び機械類等の高度な工業製品はケノン道路を経由して運ばれる。一方、バギオからの物資では、2本の道路とも野菜類の運送が多いものの、加工保存野菜はナギリアン道路で、また、生鮮野菜はケノン道路により運ばれる。バギオ市の重要な産品である銅は、ナギリアン道路を経由してサン・フェルナンドに運ばれる。端的に言うと、建設資材に代表される産業物資はナギリアン道路を経由して、また、食品に代表される生活物資はケノン道路を経由してバギオに運ばれている。

ケノン道路を通過する物資は前述の通り1,100トン/日であり、そのうち329トン/日がバギオからの物資、771トン/日がパンガシナン及びメトロ・マニラからバギオへの物資である。

### b) 貨物車の構成

ケノン道路を通過する308台/日の貨物車は、2軸車289台/日(94%)、3軸車19台/日(6%)で構成されており、トレーラーの通行は観測されなかった。これは、ケノン道路の道路幅員の狭さによるものであり、貨物車の大型化による輸送の効率化を妨げている。平均積載重量は、空車を含んだ全車平均で3.6トン/台であり、実車だけの平均では5.5トン/台である。ダルトン・パス区間と比較すると約半分の平均積載重量となっている。

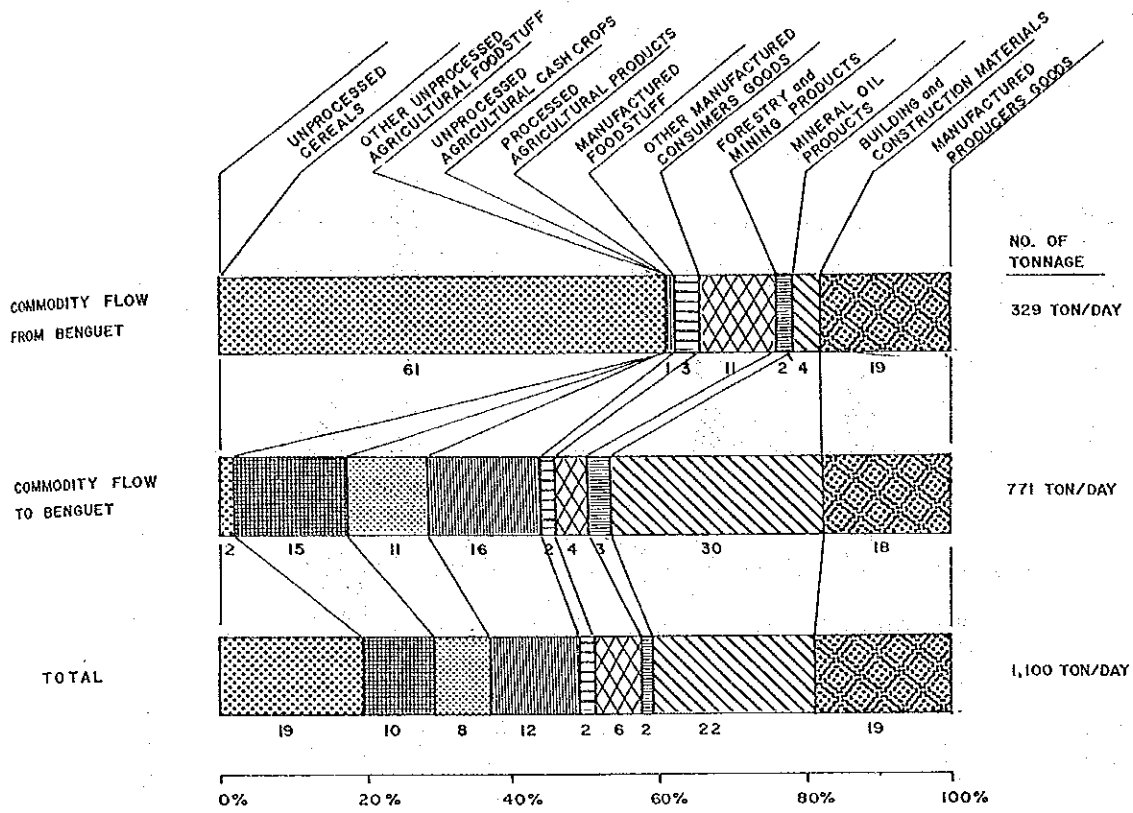


FIGURE 7.3-5 COMPOSITION OF COMMODITY AT KENNON ROAD SECTION

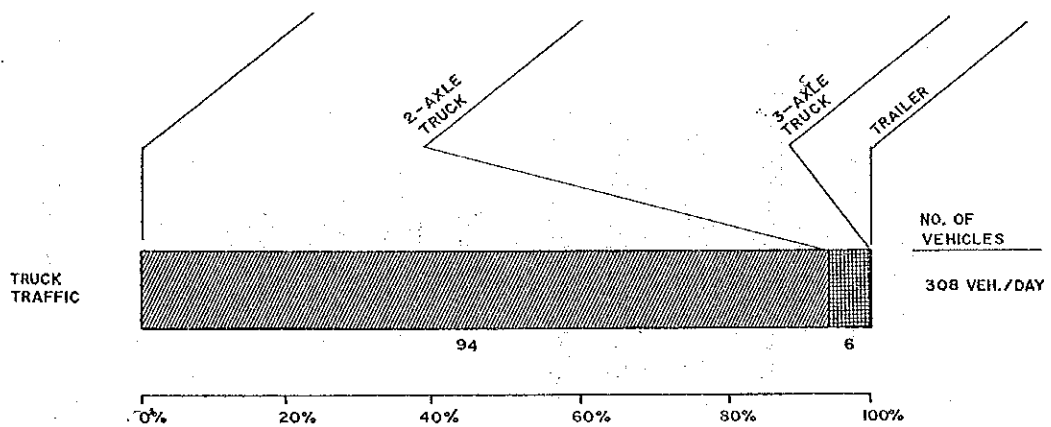


FIGURE 7.3-6 TRUCK TRAFFIC BY TYPE AT KENNON ROAD SECTION



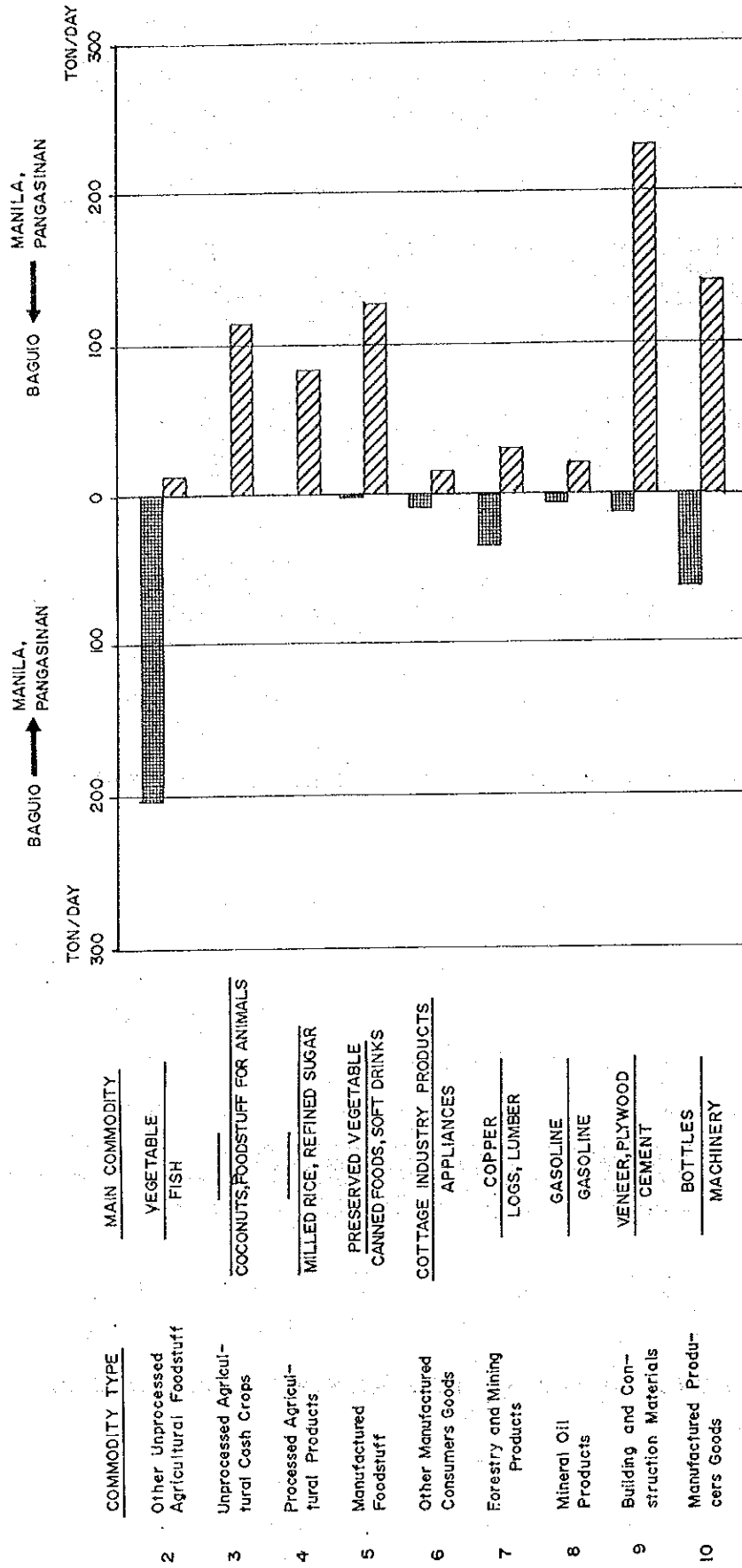


FIGURE 7.3-7 COMMODITY FLOW IN KENNON ROAD SECTION

## 第8章 道路災害の現況

### 8.1

#### ダルトン・パス区間

本区間は調査対象した区間の中で災害地点102と最も多い区間である。この内、対策が早急に必要と考えられる危険度A又はBを有する地点は73ヶ所となっている。

1975年にこの区間の道路改良が行われて以来、1976年の台風“ディタング”と1980年の台風“アリング”によって約1ヶ月の交通阻害が起きている。さらに毎年かなりの道路災害によって3日から7日間の交通途絶を余儀なくされている。

この区間は、サン・ホセ (km 159 + 100) からアリタオ (km 236 + 600) までの約77.5 km区間であり、地形的に次の3つに再区分できる。(図8.1-1参照)

— サン・ホセ—カピンタラ区間 (km 159 + 100—km 202 + 000) 約43.0 km

本区間は主に平坦な沖積地を通るが、部分的にディグディグ川に沿った箇所では急峻な山岳地帯を通過する。

— カピンタラ—サンタ・フェ区間 (km 202 + 000—km 217 + 000) 約15.0 km

標高約1,000 mのダルトン・パス部を含み急峻な山岳地帯を主に通過する。

— サンタ・フェ—アリタオ区間 (km 217 + 000—km 236 + 600) 約19.0 km

主に沖積地域を通過するが一部サンタ・フェ川に沿った急峻な山岳地帯を通過する所もある。

災害危険度A又はBと評価された73災害地点の内、最大は39ヶ所の切土斜面崩壊、以下、土石流、盛土斜面崩壊、落石、道路浸水でそれぞれ14、13、6と1ヶ所となっている。切土斜面崩壊は風化や破碎して弱められた岩盤斜面の箇所が多く見受けられた。この誘因となるものは主に表面水の流下もしくは湧水による洗掘と考えられる。路線が川沿いでしかも急峻な山岳地帯を通過する所では、山側に多くの小さな沢が存在する。それらは降雨時にはいつも土石流となって、その堆積物が路面を被い交通遮断の原因となっている。

盛土斜面崩壊の多くは、ディグディグ川とサンタ・フェ川の川沿いに起っている。この内のいくつかは規模が大きく、道路本体も流出している。

かたまりとなって落ちるものは、一般に風化した、もしくは破碎した岩の斜面に見られ、切土斜面崩壊に分類され、岩が1つ1つの岩片となって落ちるものは、割れ目の多い岩の斜面に多く、落石に分類される。先にも述べたように、この区間の岩は風化又は破碎され弱められている。このため、落石の地点数は切土斜面崩壊の地点数の約6分の1となっている。

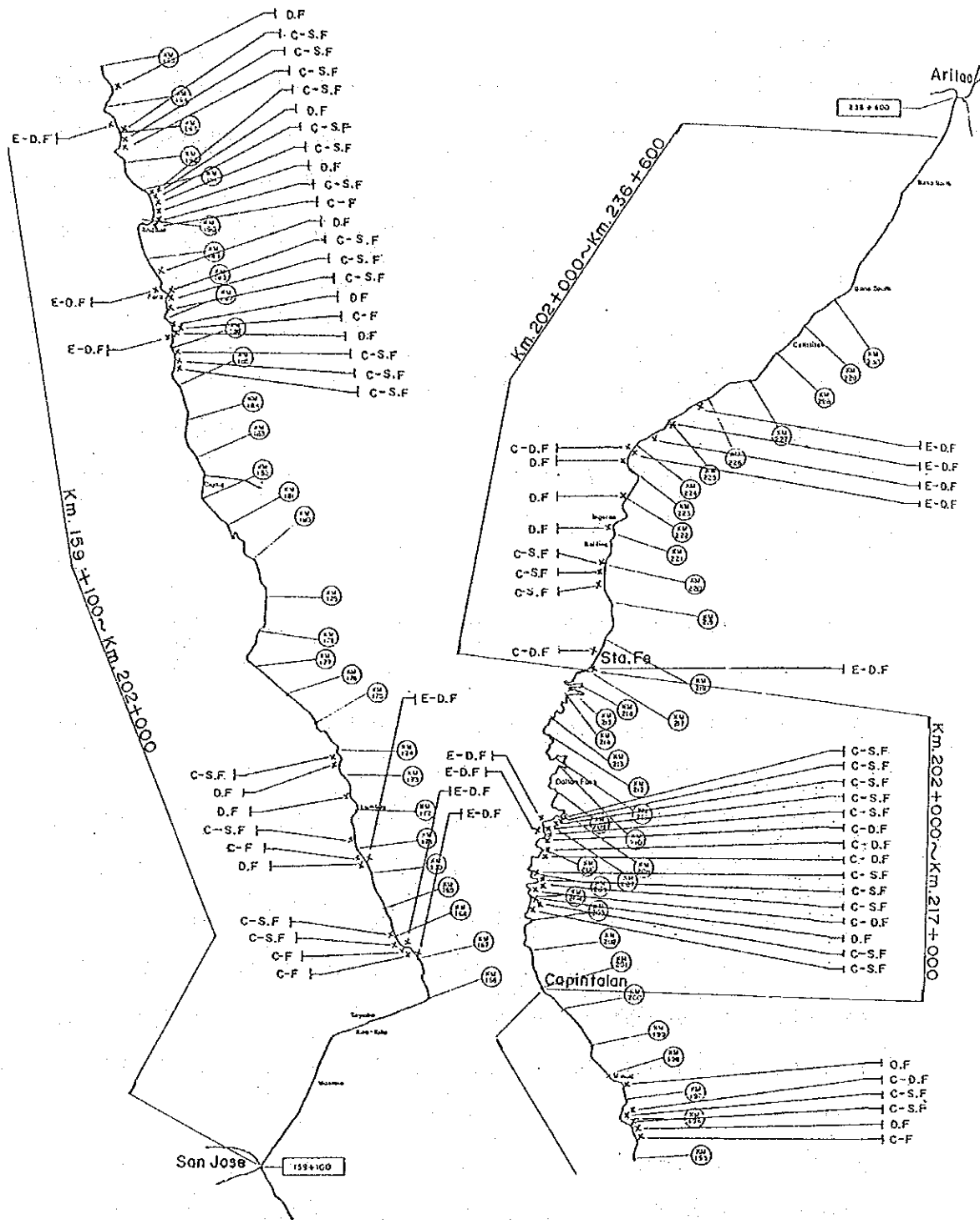


FIGURE 8.1-1 LOCATION OF DISASTER SPOTS IN DALTON PASS SECTION

本区間で唯一の道路浸水の地点がディグディグ川沿いの沖積地にある。この浸水の原因は道路横断排水施設の不備によるものである。

a) *km* 159 + 100 - *km* 202 + 000

*km* 167 + 000 から *km* 174 + 000 の区間と *km* 185 + 000 から *km* 198 + 000 の区間は、ディグディグ川に沿って、急峻な山岳地を通過する。この区間の両側には、多くの切土斜面と川沿いの盛土斜面が存在する。そして災害発生区間でもある。*km* 167 + 000 から *km* 174 + 000 の区間は閃緑岩、安山岩、火山砕屑物が見られる。これらの岩は破碎と風化によってかなりの規模の崩壊を起こしている。

この区間の盛土斜面崩壊はディグディグ川による洗掘が主原因となっている。沖積地にある橋梁取り付け部はディグディグ川の氾濫によって流出したこともあるが、現在は橋長を長くするなどの改良がなされている。この区間は又土石流災害地点もかなりあるが、多くは小規模のものである。降雨時には、それらの地点で道路に土砂が堆積し交通障害の原因となっているため、これらの地点でも又対策工法の検討を行っている。

b) *km* 202 + 000 - *km* 217 + 000

*km* 202 + 000 からダルトン・バスの頂上 (*km* 208 + 000) までは災害危険地点が集中しており、*km* 208 + 000 からサンタ・フェの町 (*km* 217 + 000) までは災害危険地点は確認されなかった。後者の区間は、過去に切土斜面崩壊と大規模な盛土斜面崩壊が生じた箇所が確認されたが、既に改良済みとなっている。この区間の災害は、ほとんど破碎した安山岩、輝緑岩の斜面で生じている切土斜面崩壊である。

c) *km* 217 + 000 - *km* 236 + 600

サンタ・フェ川に沿った急峻な山岳地を通過する箇所では、切土斜面崩壊が集中している。*km* 219 + 500 と *km* 223 + 600 では崩壊の程度がひどい。*km* 224 + 400 と *km* 225 + 000 では、サンタ・フェ川の洗掘による盛土斜面崩壊が見られ、この地点では道路本体も流出してしまっている。*km* 221 + 250 では、台風アリングによって大きな土石流災害が生じ多くの犠牲者が出た。

ダルトン・バスの改良は1975年に完了している。その後1976年に台風ディダング、1980年に台風アリングにみまわれ多くの大災害が発生した。この区間の切土斜面は、このような災害の後、かなり安定してきたようで、災害規模が年々大きくなることはないと思われた。

## 8.2 マハブラグーソゴド区間

本調査区間の中では3番目に数の多い区間で48災害地点がある。それらの内40地点が危険度A又はBと評価された。

1978年の開通以来、台風や連続豪雨より、過去少なくとも5回は数ヶ月の交通障害を生じている。道路建設後わずか数年であるが、斜面の大半は未だ不安定の状態にある。この区間における崩壊の規模は年々大きくなっていくようである。本区間は、マハブラグ・ジャンクション(km 988+800)からソゴド・ジャンクション(km 1,025+600)までの36.7 kmであるが、地形的に次のような区間に細分できる。

— マハブラグからkm 1,004+950までの16 kmの区間。ラヨグ川に沿って主に沖積地を通過する。

— km 1,004+950よりソゴドまでの20 kmの区間。この区間の大部分は急峻な山岳地を通過するが、一部台地を通過する所もある。

全部で48災害地点の内、危険度A、Bと評価されたものは40ヶ所である。切土斜面崩壊が最も多く19ヶ所、続いて盛土斜面崩壊、地スベリ、落石、土石流と道路浸水でそれぞれ14、3、2、1と1地点数となっている。

最初の区間は、平坦な所を通過しているため、盛土斜面崩壊のみである。多くの災害は2番目の区間に集中している。

この区間の切土斜面は主に未固結の安山岩、凝灰岩と砂岩よりなる。これらの岩は、本路線に沿って走るフィリピン断層によってさらに破碎されており、崩壊多発地帯となっている。崩壊の原因は表面水の流下による浸食と洗掘による。

km 1,010+700の切土斜面崩壊は本調査区間の中でも最大のもので、斜面高は100mを越え、深い洗掘を受けてガリー状となっている。降雨時はいつも、多量の土砂が流れ出してくる。km 1,019+690でも、たびたびの洗掘によるかなり大きな斜面崩壊地点がある。

本区間には、大規模な盛土斜面崩壊も又たくさんある。その内でもkm 1,010+650、km 1,016+850とkm 1,017+700のものが最大のものである。km 1,017+700の崩壊は非常に新しく1984年の1月27日に発生したものである。これらの崩壊は何れも側溝の不備が主原因である。山側の斜面の表面水がすべて道路に流れ込み、その水が盛土斜面に流れ出し崩壊の原因となっている。舗装もすでに流出してしまっている。

2ヶ所の落石地点と1ヶ所の土石流の地点が見られるが、それらは何れも中規模のもので他に特筆に値する地点はない。

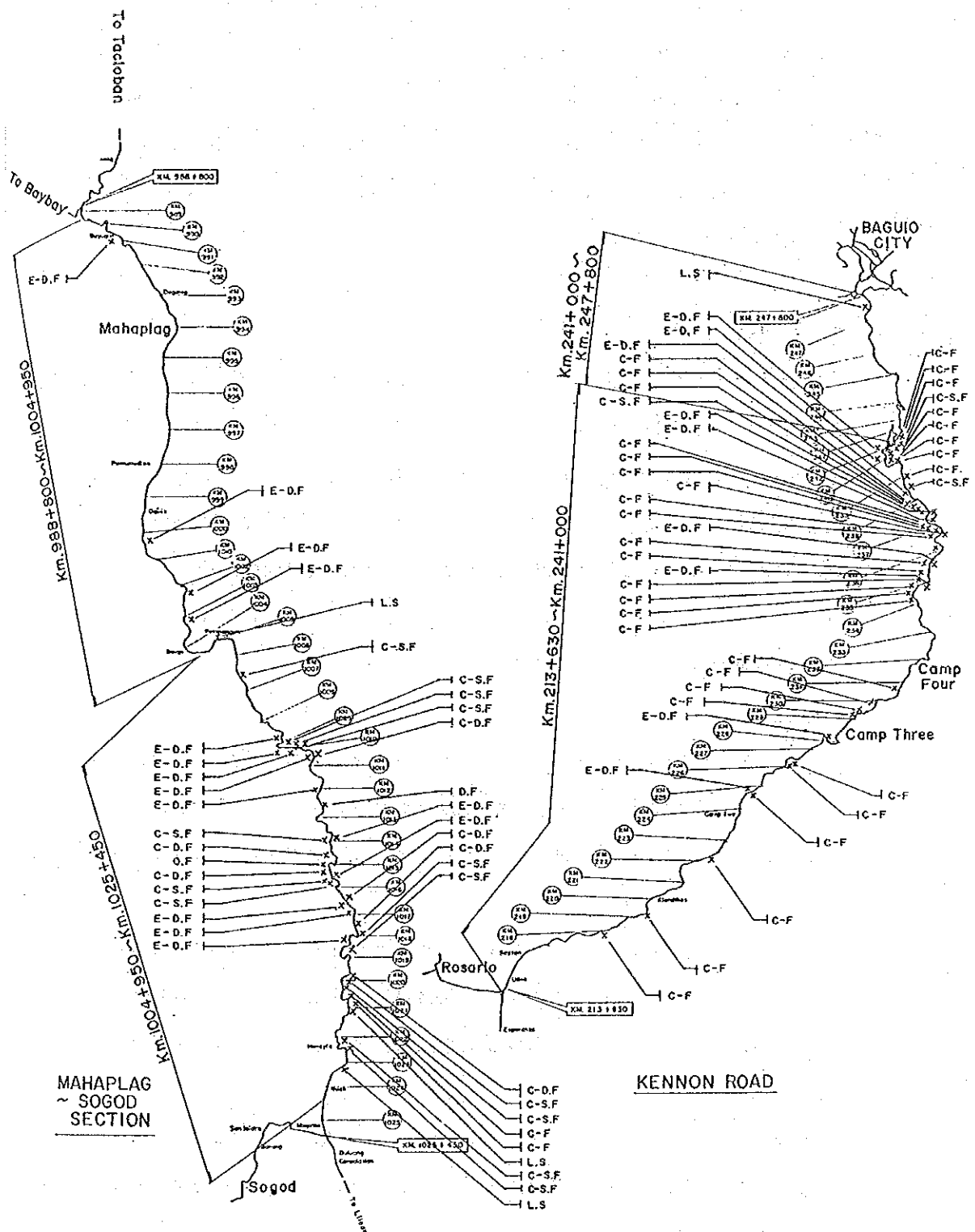


FIGURE 8.2-1 LOCATION OF DISASTER SPOTS IN MAHAPLAG-SOGOD SECTION AND IN KENNON ROAD

3ヶ所の地スベリ地点があり、すべて土砂地スベリである。これらの地点ではすべて地スベリ塊の底部で湧水が見られ、地スベリは地下水位の影響によるものと推察される。*km* 1,004+950の地スベリはまだ動き続けているように見え、舗装は被害をうけているし、道路面も約3.0 m上昇した。

*km* 1,014+500地点では道路を横断して溪流が流れているが、横断排水施設がない。そのため溪流は降雨時には道路面上を横切って流れることになる。ここでは、この地点は道路の浸水に分類した。

### 8.3 ケノン道路

本区間はマハブラグーソゴド区間と同じ災害地点数48を持ち、3番目の災害多発区間となっている。それらの内、46ヶ所が危険度A又はBと評価された。

1937年の道路建設以来、道路災害はたびたび生じたものと思われる。しかし古い災害記録は残っていない。1979年と1980年に4ヶ月間交通に障害を与えるような大災害が生じている。この災害は河に沿う道路の対岸自然斜面の崩壊で、ビュード河をせき止めたことによる。このような特別な場合の他にも、ほぼ毎年1度か2度、1～3週間交通障害をきたす災害が生じている。

道路延長は、マニラ・ノース道路上のロザリオ (*km* 213+630) からバギオ (*km* 247+860) までの34.2 *km* である。ロザリオから *km* 241+000 までの道路は、ビュード河にそって急峻な山岳地を中位の勾配で曲りくねりながら登る。*km* 241+000 からバギオまでは、ビュード河から離れてヘアピン・カーブが連続する急な勾配の道路となる。(図8.2-1参照)

ケノン道路の災害地点は、1つの地スベリ地点を除きすべてロザリオから *km* 241+000 までの最初の区間にある。2番目の区間に災害が少ないのは、大規模な切土斜面や盛土斜面がないことと盛土斜面崩壊の主原因であるビュード河沿に道路が走っていないためである。

危険度A又はBと判定された全部で46地点の内、落石がすこぶる多く31地点を占め、以下、盛土斜面崩壊、切土斜面崩壊でそれぞれ9地点、5地点である。即ち、落石地点数は70%を占める。

切土斜面の岩は主に礫岩、石灰岩、安山岩、閃緑岩からなる。これらの岩はかなり硬いが深い割れ目を持っていることが多く、そのため落石地点が多くなっている。直交配もしくはオーバーハングしている斜面もある。これらの斜面は岩が硬くて割れ目がほとんどなくても不安定にみえ、検討すべき地点として選出した。

km 226 + 350 地点で 1979 年と 1980 年に発生したビューード河対岸の山腹の崩壊を除いて大規模な切土斜面崩壊はない。

盛土斜面崩壊は、ビューード河の流れや表面水流下の集中による洗掘が主である。大きい盛土崩壊は 1983 年の 8 月に km 227 + 500 地点で生じた。崩壊地点で湧水がみられたことから、山側から盛土へ地下水が浸透したことが原因であろうと推察された。

バギオ市の入口近く km 247 + 700 地点でかなり大きな地スベリ地点がある。市の技術者によれば、ここは毎年 10 cm の沈下が生じているとのことであった。

ケノン道路は 1937 年に開通しているので建設後 40 年以上は経過しているはずである。そのため切土斜面はいくぶん安定しているように思える。換言すれば、災害の規模は毎年増大するということはないと考えられる。





## 第9章 将来交通予測

### 9.1 計画フレーム

#### 9.1.1 開発目標と政略

##### 1) 国家レベル

1983年から1987年の期間におけるフィリピンの開発プログラムの焦点は、3つの国家目標のたゆまぬ達成にある。3つの国家目標は、安定した経済発展であり、発展の均衡ある享受であり、また、人間性の発展である。

国家のかかえる諸問題、すなわち貧困、失業、後進性、社会不公平等の解決のために国家開発5ヶ年計画(1978-1982)、中期計画(1978-1987)及び2000年までの長期計画が策定されたが、これらで指向された国家目標及び政策は再び継承され、国家開発5ヶ年計画(1983-1987)、としてとりまとめられた。

新計画で公表された主要な経済目標は、近年における国内経済の不振を反映して、かなりスケールダウンしたものになっているが、国内的な要望に対応するよう、柔軟な計画となっている。将来的には、内外の圧力にもかかわらず、国家レベルの経済は比較的低位ながらも着実に発展すると予測される。

新計画は経済が直面する諸問題に対して積極的に対応するとともに、現実的には以下の諸点に関する発展に力点がおかれている。すなわち、基本的な要求に対する自立性、地域開発及び農業の再編、観光を含む産業の伸長、社会・経済基盤プロジェクトへの投資の助長、社会組織とりわけ社会的公平性の改善である。

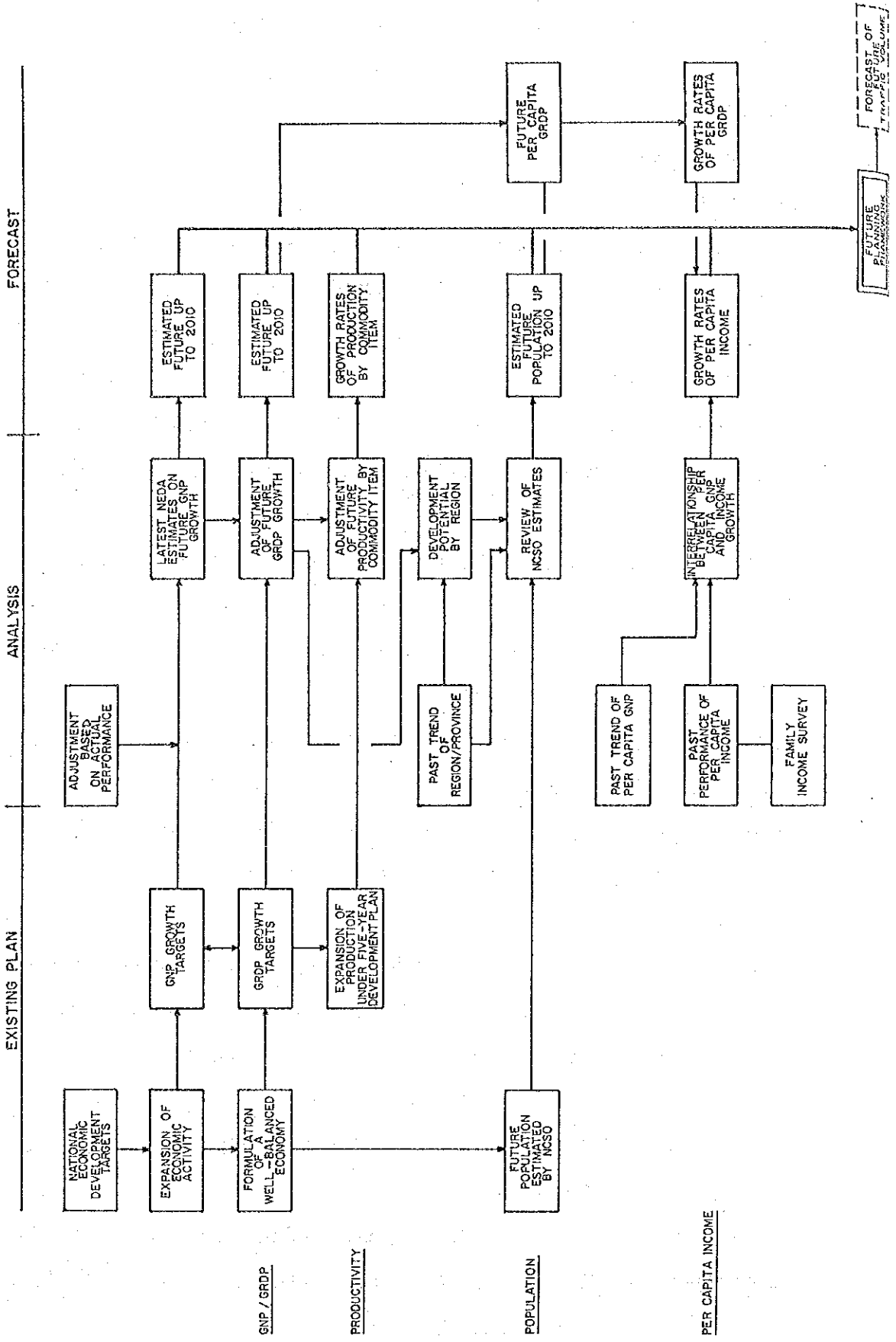
##### 2) 地域開発

地域開発の基本的な目標は、国家目標に沿って、また、これを補助するよう設定されているが、それぞれの地域がそれぞれの資源を有効に活用できる機会の公平性に力点が置かれて設定されている。1983年～1987年の計画期間中に以下の2つの主要目標が策定された。

1) 低開発及び低所得地域において、自己の努力により開発の利益を享受する機会を創生し、生活の質を向上させること。

2) 資源の再配分及び政府による適正な誘導により資源の効率的運用を促進すること。

国家の開発戦略と矛盾なく計画された各セクター毎の地域開発戦略及び現在進行している主要プロジェクトの一覧を資料編9-1に示す。



GNP / GRDP

PRODUCTIVITY

POPULATION

PER CAPITA INCOME

特に調査地域内においては、3つの主要プロジェクトが現在進行中であり、地域の経済発展に多大な寄与をもたらすものと期待されている。

1) カガヤン総合開発プロジェクト

カガヤン・バレー地域における農業開発、灌漑施設の整備、電力、バランガイ道路の建設、洪水制御施設の建設等がプロジェクトのなかに含まれている。

2) 日比友好道路フェリーサービス・プロジェクト

カガヤン・リージョンのアラカバンからダバオ市に至る国土縦貫道路であるマハリカ・ハイウェイの連続性を確保すべく、南ルソンとサマール及びレイテとミンダナオ間に就航するフェリーサービス・プロジェクトである。

3) 輸出振興地区プロジェクト

バギオ市に位置し、軽工業を中心とした輸出産業促進のためのプロジェクト。

### 9.1.2 経済フレーム

1) GNP及びGRDP

NEDAによる国家開発5ヶ年計画(1983-1987)のもとで、同期間におけるGNPの実質伸び率は年率6.5%であり、1987年には現在価格で7,490億ペソに達することが予測されていた。

これは、1981年及び1982年の低成長にもかかわらず、国家経済が1983年から1987年には回復する見込みによることを示唆するものである。しかしながら、1983年の後半からの財政危機により上記計画はスケールダウンすることを余儀なくされた。

すなわち、NEDAは国家財政収支を改善する目的で、次に示すようなGNPの伸び率に関する予測値の修正を行なった。

Annual Growth of GNP (%)	
1983 (estimate)	1.4
1984	1.4
1985	3.0
1986	4.0
1987	5.0
1988	6.5

上記予測値は1983年～1987年のNEDAによる計画を修正した暫定値ではあるものの、本調査団は将来経済フレームのための予測値として使用した。

本調査団はまた、1988年以降の経済フレームとして、6.5%の年伸び率が将来的に持続すると仮定した。これは1980年代初頭の経済後退期は景気の底入れ期であり、1981年～1987年の期間において除々に回復し、以降、政府の努力等により当初の目標値に近い経済発展が達成されると想定したことによる。このように、経済フレーム値を現在のフィリピンにおける経済の状況、政府の将来的見直し等により修正し、本調査に用いた。

各リージョンの将来フレームに関しては、新5ヶ年計画においてGNP 6.5%の伸び率のもとで設定されたGRDPの計画値を、GNPの下方修正と整合されて用いた。将来経済フレームを表9.1-2に示す。

## 2) リージョンの開発強度

政府はリージョンの開発目標を、よりバランスのとれた国家形成及びそれを実現するような資本投資においており、リージョンの開発ポテンシャルの強度もその影響を反映している。

下方修正した国家5ヶ年開発計画及び1983年までのNEDAによる主要開発プロジェクト・リストより政府の各リージョンにおける開発意図を読みとることができる。

表9.1-1は、低開発レベルにあり所得水準も低いリージョンに高い開発優先順位が与えられ、逆に高開発レベル、高所得リージョンには低い順位が与えられていることを示している。特に、リージョンI, II, V, VIIIに高い開発優先順位が与えられている。

TABLE 9.1-1 REGIONAL RANKINGS ON INTENSITY OF DEVELOPMENT POTENTIALS

Regions	GRDP		Development Projects		Ranking of Dev. Intensity
	Growth Rate	Rank	Number	Rank	
NCR	4.0	C	3	C	C
I	5.1	A	16	A	A
II	5.3	A	11	B	A
III	4.6	B	8	C	C
IV	4.7	B	26	A	A
V	5.2	A	17	A	A
VI	4.9	B	12	B	B
VII	5.1	A	6	C	B
VIII	5.4	A	10	B	A
IX	5.2	A	7	C	B
X	5.2	A	17	A	A
XI	5.2	A	7	C	B
XII	5.3	A	10	B	A
CENTRAL	A -	> 5.0		> 15	2A, AB
	B -	4.5 - 5.0		10 - 15	2B, AC
	C -	< 4.5		< 10	2C, CB

TABLE 9.1-2 ESTIMATED GNP AND GRDP PROJECTIONS, 1983 - 2010

1. GROSS NATIONAL PRODUCT (GNP)

	GNP (Million Pesos at 1972 Price)				Annual Growth Rate (%)		
	1980	1983	1990	2000	1983-1990	1990-2000	2000-2010
GNP	92,609	100,180	138,015	259,074	4.1	4.7	6.5

2. GROSS REGIONAL DOMESTIC PRODUCT (GRDP)

	GRDP (Million Pesos at Constant Prices at 1972)				Annual Growth Rate (%)		
	1980	1983	1990	2000	1980-1990	1990-2000	2000-2010
N C R	29,959	31,567	41,459	71,841	3.3	4.0	5.6
Region I	3,315	3,196	5,383	10,519	5.0	5.1	6.9
Region II	2,437	2,815	4,029	8,077	5.1	5.3	7.1
Region III	7,500	8,866	12,189	22,746	5.0	4.6	6.4
Region IV	12,935	13,795	19,087	35,986	4.0	4.7	6.5
Region V	3,277	3,396	4,832	9,534	4.0	5.2	7.0
Region VI	7,331	8,335	11,662	22,412	4.7	4.9	6.7
Region VII	6,794	7,313	10,351	20,262	4.3	5.1	6.9
Region VIII	2,272	2,516	3,629	7,383	4.8	5.4	7.3
Region IX	3,248	3,406	4,872	9,715	4.1	5.2	7.1
Region X	4,267	4,588	6,542	12,902	4.4	5.2	7.0
Region XI	6,292	6,622	9,440	18,654	4.1	5.2	7.0
Region XII	3,079	3,165	4,541	9,042	4.0	5.3	7.1
Philippines	92,706	100,180	138,015	259,074	4.1	4.7	6.5

1/: NEDA Preliminary Estimates.

### 9.1.3 人口予測

#### 1) 国家レベル

NCSO (National Census and Statistics Office) は、国、リージョン、プロビンス、市及びその他行政体ごとの 2030 年までの将来人口を予測した。この予測値は、国家開発 5 ケ年計画にもその計画のベースとして用いられていることより、本調査でも、基本的には NCSO の予測値を将来人口として採用した。

政府は家族計画を積極的に推奨しており、過去においてかなりの効果をあげている。将来的にも人口伸び率の低下は持続しよう。NCSO も同様の設定に立ち将来推計を行なっており、本調査の最終計画年度である 2010 年まで全体の人口は増加するものの、その伸び率は減少しつづける。すなわち、1970 年～1980 年における年平均人口伸び率が 2.7% であったものが、2000 年～2010 年には 1.2% まで減少すると予測される。一方、全体的な人口は増加することより、1980 年では 160.3 人/平方キロであった全国平均人口密度は 2010 年には 261.4 人/平方キロに達する。表 9.1-3 に全国及びリージョン単位の現在及び将来人口を示す。

#### 2) リージョン・レベル

将来 (1980 年～2010 年) において最も低い人口の伸びを示すのはリージョン I であり、その平均年伸び率は 0.9% である。次いでリージョン VII, VIII, V 及び XII であり、伸び率は 1.1% から 1.3% の値を示している。一方、高い人口の伸びが予測されるのは、リージョン XI, X 及び NCR の 3 つのリージョンである。計画対象地域のプロビンス単位の将来人口予測結果は資料編 9-2 に示す。

### 9.1.4 その他主要指標

将来フレームワークは、計画に必要となる地域の将来像を規定する。既に述べられた国家の開発政策及びそれに連動する開発プロジェクト、経済フレーム、将来人口計画はその主要なものであるが、ここでは、将来の人口一人当りの所得について述べる。1975 年におけるフィリピンの農村部の世帯所得は 5,543 ペソであり、一世帯当りの構成人員は 6.0 人であるから、ほぼ、920 ペソが 1 人当りの所得と推定される。1 人当りの所得は経済の発展と平行して伸びるが、過去の統計から判断すると、1 人当りの GNP の伸長度の約 50%～60% が個人所得の伸びとなっている。本調査では、個人所得の伸びは、地域の生産性に直接影響されると仮定し、1 人当りの GRDP の伸長度により、将来の各地域における個人所得の伸びを推計した。

TABLE 9.13 FUTURE POPULATIONS 1980 - 2010

	P o p u l a t i o n					Annual Growth Rate (%)				
	1980	1983	1990	2000	2010	1980-1990	1983-1990	1990-2000	2000-2010	1980-2010
N C R	5,925,884	6,452,000	7,867,000	9,653,000	11,398,000	2.9	2.9	2.1	1.6	2.2
Region I	3,540,893	3,696,000	4,086,000	4,422,000	4,659,000	1.4	1.4	0.8	0.5	0.9
Region II	2,215,522	2,373,000	2,784,000	3,273,000	3,740,000	2.3	2.3	1.6	1.3	1.8
Region III	4,802,793	5,131,000	5,988,000	6,964,000	7,875,000	2.2	2.2	1.5	1.2	1.7
Region IV	6,118,620	6,623,000	7,969,000	9,468,000	10,822,000	2.7	2.7	1.7	1.3	1.9
Region V	3,476,982	3,655,000	4,105,000	4,421,000	4,664,000	1.7	1.7	0.7	0.5	1.0
Region VI	4,525,615	4,798,000	5,501,000	6,164,000	6,520,000	2.0	2.0	1.1	0.6	1.2
Region VII	3,787,374	4,002,000	4,552,000	5,114,000	5,586,000	1.9	1.9	1.2	0.9	1.3
Region VIII	2,799,534	2,956,000	3,358,000	3,763,000	4,054,000	1.8	1.8	1.2	0.7	1.2
Region IX	2,528,506	2,691,000	3,111,000	3,609,000	4,015,000	2.1	2.1	1.5	1.1	1.5
Region X	2,758,985	2,997,000	3,637,000	4,465,000	5,317,000	2.8	2.8	2.1	1.8	2.2
Region XI	3,346,803	3,663,000	4,522,000	5,608,000	6,675,000	3.1	3.1	2.2	1.8	2.3
Region XII	2,270,947	2,386,000	2,677,000	2,961,000	3,191,000	1.7	1.7	1.0	0.7	1.1
Philippines	48,098,460	51,423,000	60,157,000	69,885,000	78,426,000	2.3	2.3	1.5	1.2	1.6



## 9.2 将来交通量予測

### 9.2.1 方法論

#### 1) 目標年次

目標年次はプロジェクトの開業年度及びその耐用年数を考慮して決定されるが、1990年、2000年、2010年を目標年次として、現況O-Dデータ及び将来フレームワークを基礎として将来交通量を予測した。

#### 2) 予測の概念

図9.2-1に将来交通量予測の過程を示す。各F/S区間における現況の交通挙動を分析した結果、次のような諸点が明らかになった。

- 乗用車は業務目的、公共輸送機関は私用目的のトリップの比率が高い。乗用車は公共輸送機関に比してより高い付加価値をもつトリップに対して用いられる傾向にある。
- 乗用車と公共輸送機関では分布交通パターンが異なる。乗用車トリップ長に比して、公共輸送機関のトリップ長は短い。
- 各F/S区間毎で物流量及びその品目に大きな差異がある。
- 各F/S区間の道路幅員等の物理的条件を反映して、物資の積載状況に大きな差異がある。

以上の分析結果より、乗用車、公共輸送機関については、それぞれ別途に、将来交通量予測を行うのが適切であると判断した。一方、貨物車については、先ず物資品目別に将来量を予測し、これを各F/C区間の積載状態の特性に従って貨物車トリップに変換する方法が適切であると判断した。また、一般的な方法により、将来交通量を、常交通量、誘発交通量、開発交通量に仕分けして推計した。

#### a) 乗用車交通

乗用車交通は業務目的トリップの多さにより、特徴づけられる。すなわち、ダートン・バス区間、マハブラグーソゴド区間、ケノン道路では、それぞれ49%、53%、38%のシェアを占める。業務目的交通は、地域の経済活動と連動し増加するものであり、GRDPの上昇により説明されると考えた。

一方、“親類への訪問”に代表される私用目的トリップは、トリップを行う者意志の反映であり、その頻度は交通費用に対する支払能力に比例するであろう。MPWHの計画マニュアルで提唱されている予測モデルは、まさに交通費用に対

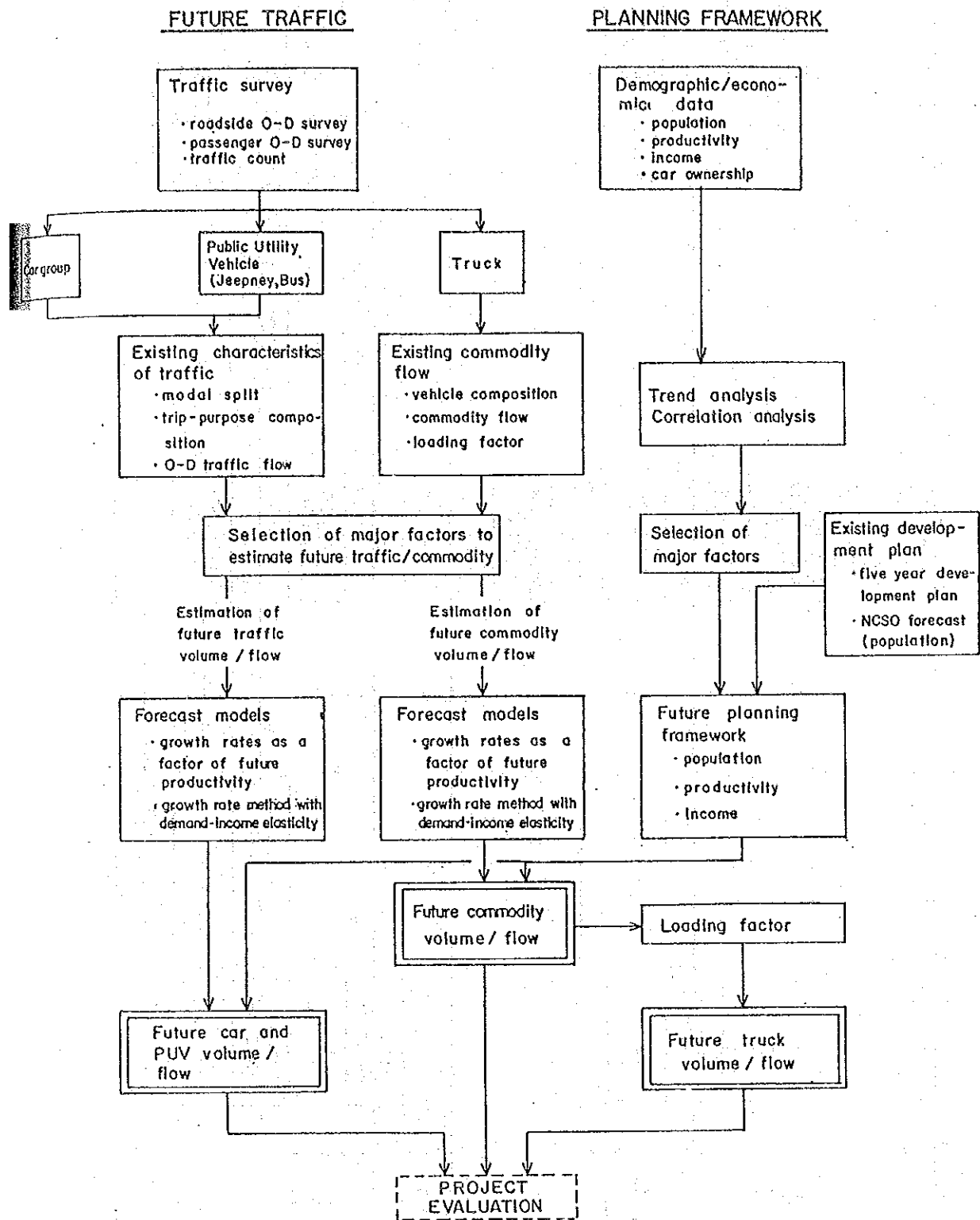


FIGURE 9.2-1 WORK PROCEDURE OF FUTURE TRAFFIC ESTIMATES

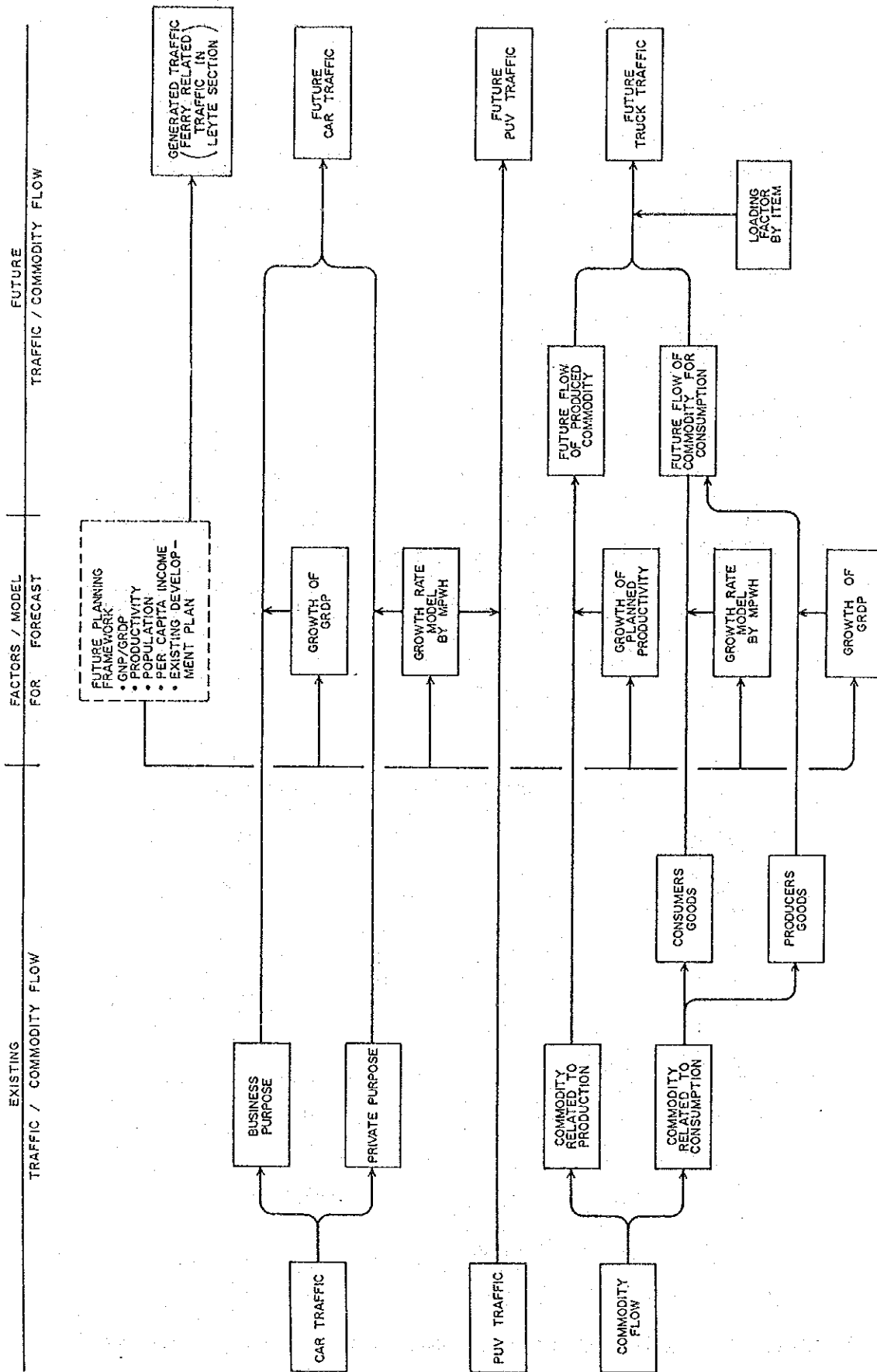


FIGURE 9.2-2 PROCEDURE OF FUTURE TRAFFIC FORECAST

る支払能力を取り込んだモデルであり、私用トリップの予測モデルとして使用した。(図9.2-2参照)

b) 公共輸送機関交通

公共輸送機関の大部分は、私用目的トリップにより占められ、ダルトン・バス区間、マハブラグーソゴド区間、ケノン道路では、それぞれ82%、75%、81%である。乗用車による私用トリップと同様の理由により、MPWHの予測モデルを用いて、将来交通量予測を行なった。

c) 貨物車交通

貨物車による物資の流れを大別すると、地域の生産物の流れ、及び消費物資の流れである。

地域の生産物資の将来量を新5ヶ年計画及びリージョン開発計画で計画されている生産性の伸びを基調として推計した。

消費物資は、加工食品を中心とした生活物資、及び建設資材・ガソリン・機械類等の生産物資とに分けられる。前者の将来量の動向は個人所得の伸びにより説明されうると考えられ、後者は、地域経済の活性度を示すGRDPによるとした。

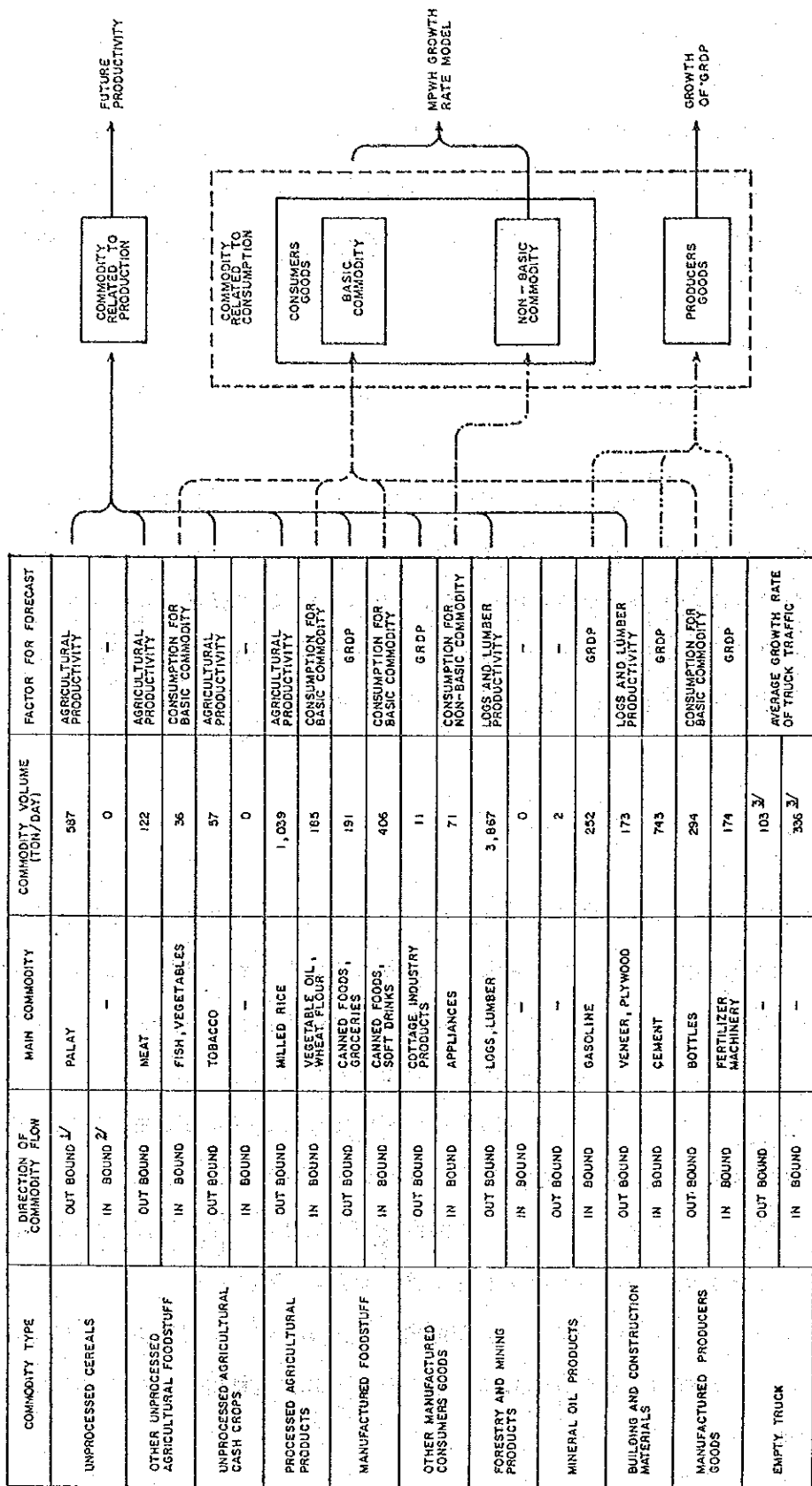
将来の物資流動は、各F/S区間で調査された積載条件により貨物車の動きに変換した。

d) 誘発交通量

誘発交通量は、道路の新設または改良により地域間を移動する交通費用が軽減され、それまで潜在していた交通量が開放されて発生する交通量である。本調査は道路防災対策が主たるものであり、基本的には道路線型改良、舗装改良等の計画とは異なり交通費用の軽減効果は少ないであろう。

ダルトン・バス区間、ケノン道路については実際に走行した結果、誘発交通を生みだすまでの交通費用の節約は期待できないと判断した。一方、マハブラグーソゴド区間(レイテ)については、道路測溝の不備及び一年中間断なく降る雨量特性により、崩壊斜面から流出する泥が路面を覆っている。

マハブラグーソゴド区間では、斜面保護工のみならず、上記理由により、測溝整備、局所的な路面改良を計画しており、かなりの交通費用節約が期待され、誘発交通量の予測を行なった。



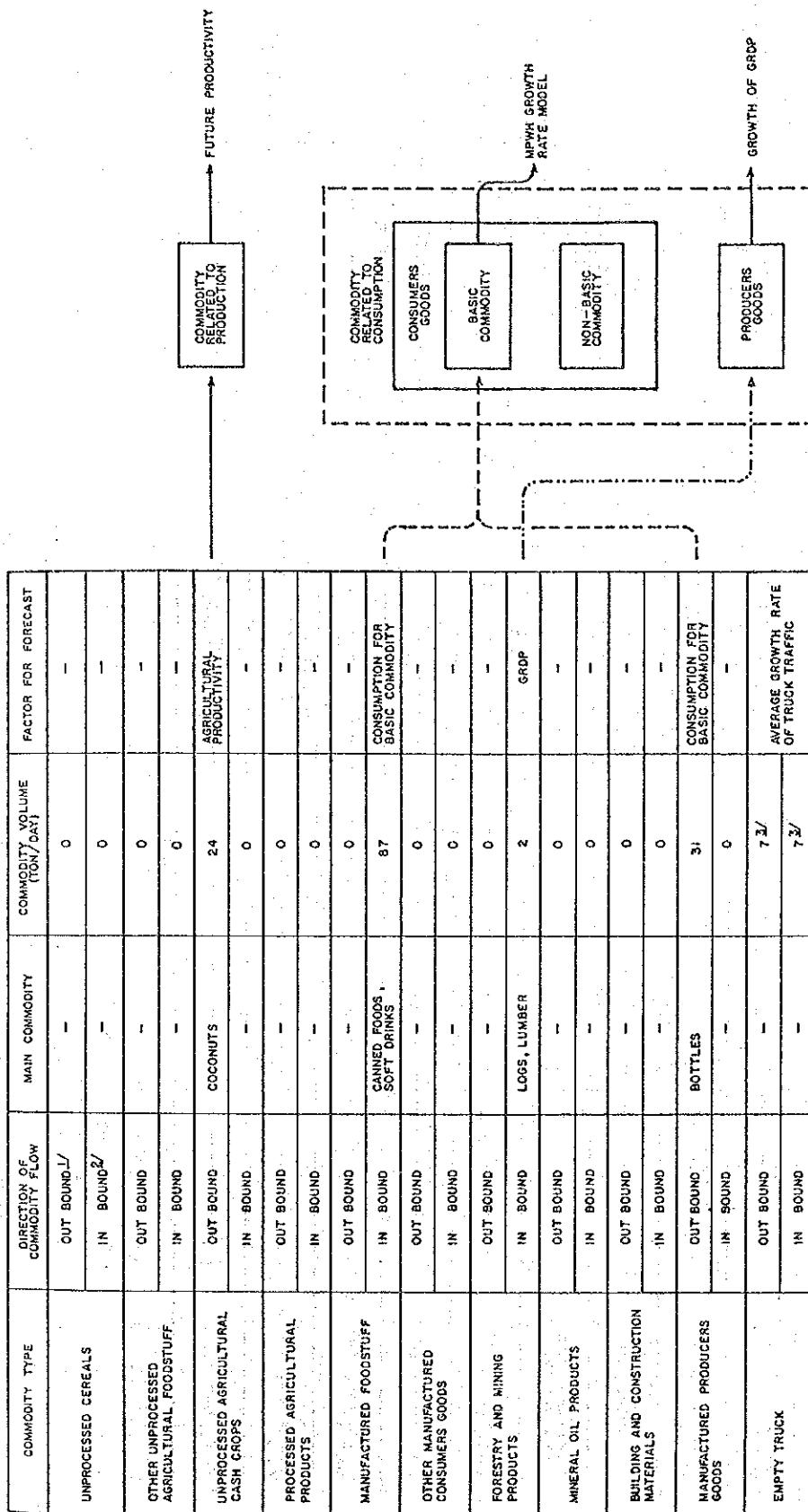
SOURCE : THE STUDY TEAM

NOTE 1/ : DIRECTION FROM CAGAYAN VALLEY

2/ : DIRECTION TO CAGAYAN VALLEY

3/ : VEHICLE / DAY

FIGURE 9.2-3 FACTORS TO FORECAST FUTURE COMMODITY VOLUME IN DALTON PASS SECTION



SOURCE : THE STUDY TEAM

NOTE 1/ : DIRECTION FROM SOUTHERN LEYTE  
 2/ : DIRECTION TO SOUTHERN LEYTE  
 3/ : VEHICLE / DAY

FIGURE 9.2.4 FACTORS TO FORECAST FUTURE COMMODITY VOLUME IN MAHAPLAG-SOGOD SECTION (LEYTE)

COMMODITY TYPE	DIRECTION OF COMMODITY FLOW	MAIN COMMODITY	COMMODITY VOLUME (TON/DAY)	FACTOR FOR FORECAST
UNPROCESSED CEREALS	OUT BOUND <sup>1/</sup>	-	0	-
	IN BOUND <sup>2/</sup>	-	0	-
OTHER UNPROCESSED AGRICULTURAL FOODSTUFF	OUT BOUND	VEGETABLE	202	AGRICULTURAL PRODUCTIVITY
	IN BOUND	FISH	12	CONSUMPTION FOR BASIC COMMODITY
UNPROCESSED AGRICULTURAL CASH CROPS	OUT BOUND	-	0	-
	IN BOUND	COCONUTS, FOODSTUFF FOR ANIMALS	113	CONSUMPTION FOR BASIC COMMODITY
PROCESSED AGRICULTURAL PRODUCTS	OUT BOUND	-	0	-
	IN BOUND	MILLED RICE, REFINED SUGAR	83	CONSUMPTION FOR BASIC COMMODITY
MANUFACTURED FOODSTUFF	OUT BOUND	PRESERVED VEGETABLES	2	AGRICULTURAL PRODUCTIVITY
	IN BOUND	CANNED FOODS, SOFT DRINKS, COTTAGE INDUSTRY PRODUCTS	126	CONSUMPTION FOR BASIC COMMODITY
OTHER MANUFACTURED CONSUMERS GOODS	OUT BOUND	APPLIANCES	9	GRP
	IN BOUND	-	14	CONSUMPTION FOR NON-BASIC COMMODITY
FORESTRY AND MINING PRODUCTS	OUT BOUND	COPPER	35	MINING PRODUCTIVITY
	IN BOUND	LOGS, LUMBER	30	GRP
MINERAL OIL PRODUCTS	OUT BOUND	GASOLINE	6	GRP
	IN BOUND	GASOLINE	20	GRP
BUILDING AND CONSTRUCTION MATERIALS	OUT BOUND	VENEER, PLYWOOD	13	GRP
	IN BOUND	CEMENT	231	GRP
MANUFACTURED PRODUCERS GOODS	OUT BOUND	BOTTLES	62	CONSUMPTION FOR BASIC COMMODITY
	IN BOUND	MACHINERY	141	GRP
EMPTY TRUCK	OUT BOUND	-	90 <sup>2/</sup>	AVERAGE GROWTH RATE OF TRUCK TRAFFIC
	IN BOUND	-	17 <sup>3/</sup>	

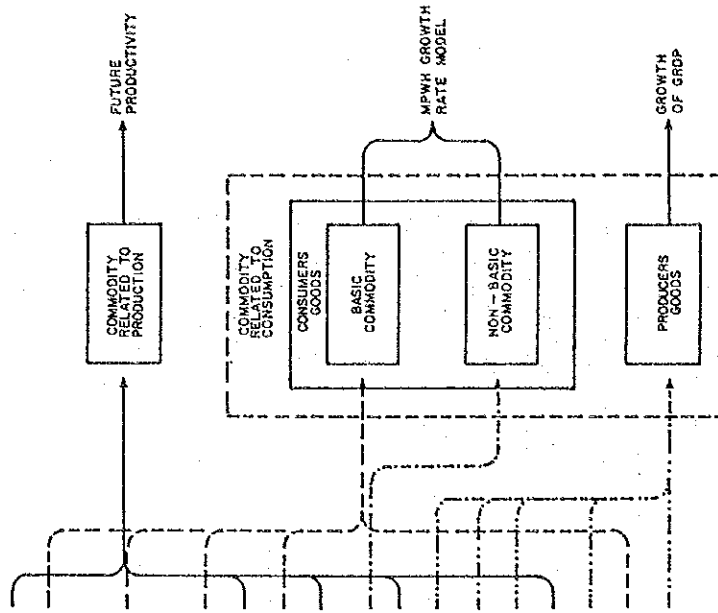
SOURCE: THE STUDY TEAM

NOTE 1/ : DIRECTION FROM BAGUIO

2/ : DIRECTION TO BAGUIO

3/ : VEHICLE / DAY

FIGURE 9.2-5 FACTORS TO FORECAST FUTURE COMMODITY VOLUME IN KENNON ROAD



e) 開発交通量

本プロジェクトと密接にかかわりあう既存計画としては、カガヤン・バレー総合開発計画及びフェリー計画調査がある。(表 9.1-1 参照)

リージョンⅡの将来フレームとして設定した7.4%という高いGRDPの伸びには、前者の開発計画の意図が反映しており、ダルトン・パス区間の将来交通量は、上記開発計画の達成を前提とした予測値であるといえる。

フェリー計画はマハラカ・ハイウェイを軸として、ルソン、サマール、レイテ、ミンダナオを相互に結びつけようとしたものであり、ミンダナオ島からの交通は、マハブラグーソゴド区間に多大なインパクトを与えよう。本調査では、フェリー計画のもとで予測された交通量をマハブラグーソゴド区間の開発交通量として引用した。

3) 予測モデル

MPWHでは、“ハイウェイ計画マニュアル”において、将来交通量予測のための一方法として、伸び率モデルを提唱している。伸び率モデルは都市内道路網計画より、むしろ地方道を対象とした計画に用いられるべきことが明記されており、そのモデルの構造は次式で示される。

$$\text{TGR (パーセント)} = \left[ \left( \frac{I \times E}{100} + 1 \right) \text{CP} - 1 \right] \times 100$$

ここに、

TGR ; 交通量(あるいは物資量)の年間の伸び率

E ; 交通需要(あるいは消費物資)と所得との弾性値

I ; 国民1人当たりの所得の伸び率(パーセント)

CP ; 年間人口伸び率

モデルの要因は人口の伸び率、個人所得の伸び率及び弾性値である。弾性値は乗用車、公共輸送機関等の人の移動に伴う交通量を予測するモデルとして用いられる場合には、交通需要-所得の弾性値として定義され、物資量を予測する場合には物資消費-所得弾性値として定義される。

計画マニュアルでは、交通需要-所得弾性値として、乗用車は1.8、公共輸送機関は1.1が適切であることを述べているが、同時に、この弾性値は、ガソリンの値上りによ



る修正がなされるべきことも述べられている。本調査では、ガソリンの値上りは、乗用車に強い影響を与えるものと仮定し、弾性値を20%切り下げ1.5として設定した。物資消費-所得弾性値については、計画マニュアルでは具体的な数値を設定していない。ここでは、1975年に行なわれた家庭支出調査により、所得の増分と消費物資に対する支出の増分との関係を分析し、生活基礎物資の弾性値として0.8、非基礎物資の弾性値として1.4を得た。

TABLE 9.2-1 TRANSPORT DEMAND (OR GOODS CONSUMPTION INCOME ELASTICITY)

Vehicle Type (or Commodity Type)	Parameter-E	
Car	1.5	
PUV	1.1	
Truck	Basic Commodity	0.8
	Non-Basic Commodity	1.4

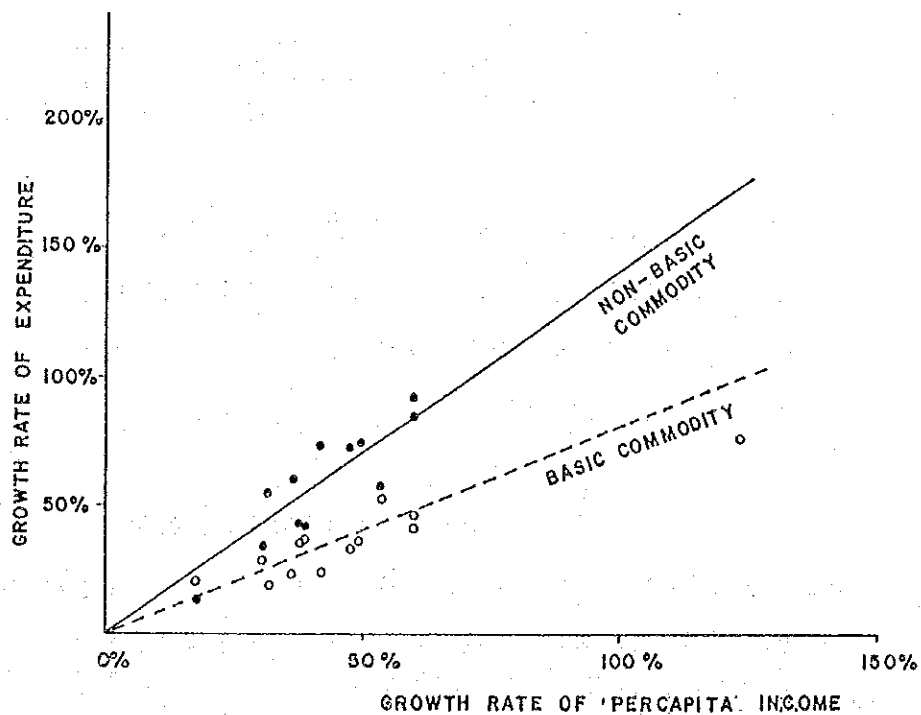


FIGURE 9.2-6 COMMODITY EXPENDITURE-INCOME ELASTICITY

## 9.2.2 将来交通量

### 1) 将来交通量の伸び

- ダルトン・バス区間

ダルトン・バス区間の交通量は、現在2,120台/日である。1983年から2010年において年平均伸び率5.3%を示し、2010年では2車線道路のほぼ容量に近い8,500台/日に達する。

各F/S区間について通常交通の伸びは、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年代を経済不安定期から安定期への移行期、1990年以降を経済安定期として想定したことによる。(表9.2-2及び9.2-5参照)

- マハブラグーソゴド区間(レイテ)

マハブラグーソゴド区間の現在交通量は134台/日である。1983年-2010年にかけて平均8.8%という高い交通量の伸びを示し、2010年に1,300台/日に達する。特に1980年代に高い交通量の伸びとなっているが、これは、レイテ島とミンダナオ島を結ぶフェリーサービス開始の影響による。(表9.2-3及び9.2-5参照)

- ケノン道路

現在交通量は1,815台/日である。平均5.7%の交通量の伸びを示し、2010年にはダルトン・バス区間と比肩しうる8,100台/日の交通量を持つ。ケノン道路は、その道路巾員が狭隘なこと、及び縦断勾配が急なことより、通常の2車線道路と比較して、かなり道路容量が低下しており、8,100台/日は処理しうる限界であろう。1983年-2010年の車種別の交通量の伸びは、他のF/S区間と同様に乗用車、貨物車、公共輸送機関の順であり、それぞれ6.2%、5.8%、4.7%である。(表9.2-4及び9.2-5参照)

### 2) 車種構成の変化

乗用車交通量の伸びの高さを反映して、将来の車種構成における乗用車のシェアは増大する。最も急激な変化を示す区間はマハブラグーソゴド区間(レイテ)であり、現況の乗用車のシェア45%が2010年には65%になることが予測される。

乗用車のシェアの増大に伴って、車種構成においても、また乗客交通においても公共輸送機関の占めるシェアは退潮となる傾向にある。しかしながら、2010年においてもダルトン・バス区間、及びケノン道路の70%以上の乗客は公共輸送機関に頼っており、乗客交通における公共輸送機関の優位及び重要性は変わらない。

### 3) 物資流動

- ダルトン・パス区間

ダルトン・パス区間は、現在でも 8,200 トン/日にのぼる圧倒的に大きい物流量を誇る。カガヤン・バレー総合開発計画を中心とする意欲的な開発により、2010 年には物流量は現在の 3.2 倍である 26,400 トン/日に、またトラック交通量は 3,700 台/日に達しよう。

物資品目別には、木材の占めるシェアが 1983 年の 47% から 2010 年の 25% と大幅に低下する一方、農業開発の主力である米のシェアが 22% から 30% へと上昇する。また、開発に伴う建設資材のカガヤン・バレーへの搬入量が大であり、そのシェアは 11% から 18% へと上昇する。

- マハブラグーソゴド区間（レイテ）

現在の物資量 140 トン/日が 2010 年には 1,020 トン/日に増加する。伸び率では F/S 区間中最も高い年平均 7.5% が予測される。2010 年の 1,020 トン/日のうち約半分がフェリーサービスにより中継されたミンダナオ島との物資流動であり、残りの半分が南レイテに関係した物資である。

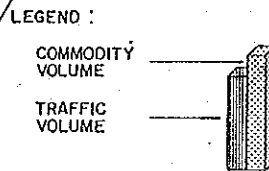
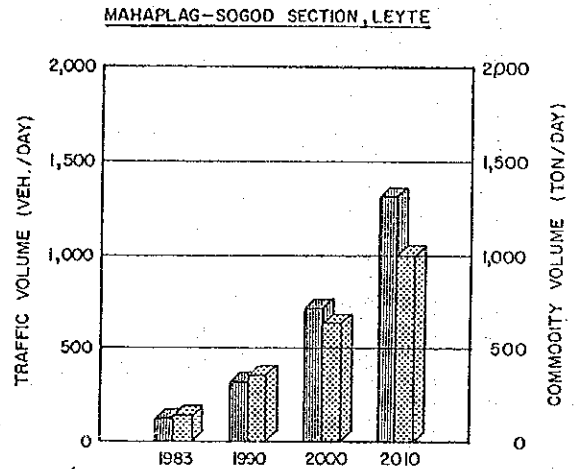
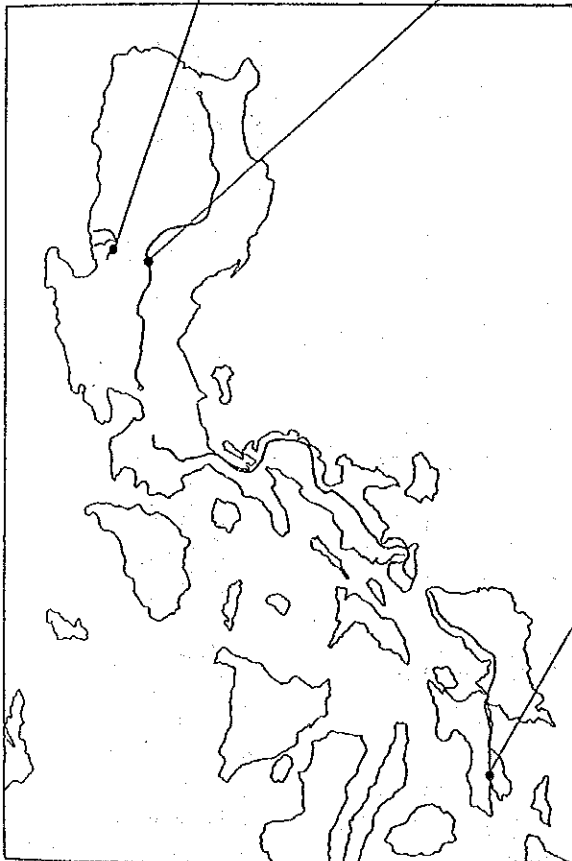
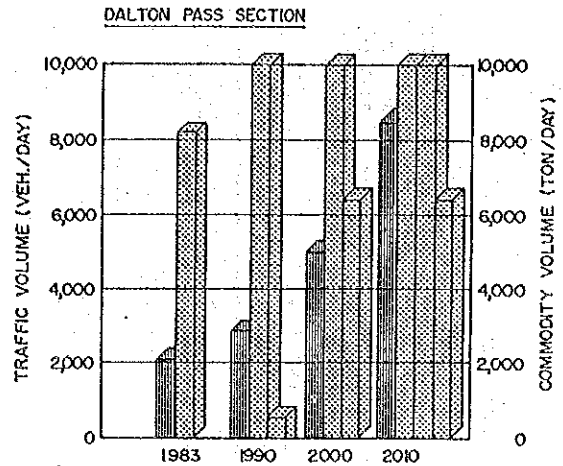
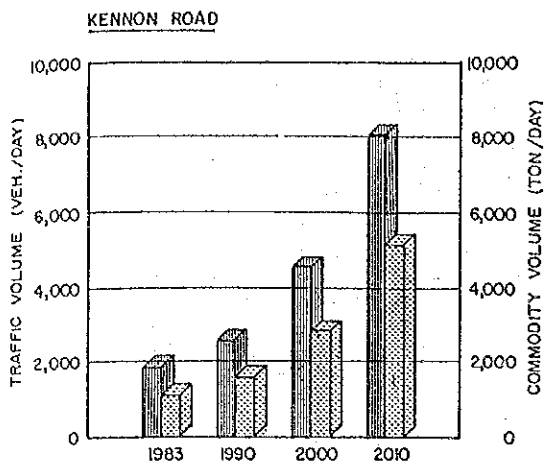
- ケノン道路

現在のケノン道路を通過する物資量は 1,100 トン/日であり、330 トン/日がバギオからパンガシナンまたはメトロ・マニラに運ばれ、770 トン/日が逆方向の物資である。年平均的には 5.8% の物資量の増加が予測され、2010 年には 5,100 トン/日となる。

品目的には、食料品のシェアが減少し、重要な輸出物資である銅及び建設資材のシェアが増加すると予測される。

### 4) 各 F/S 区間の交通特性

ダルトン・パス区間は物流路として、またケノン道路は乗客のための回廊として、その重要性を強調することができるが、図 9.2-9 に示すように、それぞれの区間の持つ特徴的機能をさらに将来にわたって段階的に増幅するであろう。マハブラグーソゴド区間は、交通量的な重要度では上記の二区間に及ばないが、ミンダナオとのフェリーサービスの結接区間として、位置的な重要性を発揮するであろう。



**FIGURE 9.2-7 FUTURE TRAFFIC/COMMODITY VOLUME**

TABLE 9.2-2 FUTURE TRAFFIC VOLUME ON DALTON PASS SECTION

	1 9 8 3			1 9 9 0			2 0 0 0			2 0 1 0		
	Commodity Loading (Ton/Day)	Traffic (Veh./Day)	Traffic Loading Factor	Commodity Loading (Ton/Day)	Traffic (Veh./Day)	Traffic Loading Factor	Commodity Loading (Ton/Day)	Traffic (Veh./Day)	Traffic Loading Factor	Commodity Loading (Ton/Day)	Traffic (Veh./Day)	Traffic Loading Factor
Business Trip	-	270	-	-	421	-	-	842	-	-	1,678	-
Private Trip	-	318	-	-	465	-	-	819	-	-	1,438	-
<b>T o t a l</b>	-	588	-	-	886	-	-	1,661	-	-	3,116	-
<b>P U V</b>	-	473	-	-	655	-	-	1,051	-	-	1,638	-
Type - 1	586	43	13.7	844	62	13.7	1,524	111	13.7	2,742	13.7	200
Type - 2	155	32	4.9	203	41	4.9	310	63	4.9	471	4.9	96
Type - 3	57	3	19.0	78	4	19.0	131	7	19.0	220	19.0	12
Type - 4	1,224	64	19.1	1,738	91	19.1	3,058	160	19.1	5,377	19.1	282
Type - 5	598	60	10.0	826	83	10.0	1,382	138	10.0	2,340	10.0	234
Type - 6	81	25	3.2	116	36	3.2	208	65	3.2	371	3.2	116
Type - 7	3,868	219	17.7	4,401	249	17.7	5,436	307	17.7	6,697	17.7	378
Type - 8	254	35	7.3	387	53	7.3	772	106	7.3	1,533	7.3	210
Type - 9	923	80	11.6	1,334	115	11.6	2,512	217	11.6	4,807	11.6	414
Type - 10	468	57	8.2	652	80	8.2	1,104	135	8.2	1,884	8.2	230
Unloaded	-	441	-	-	581	-	-	934	-	-	1,550	-
<b>T o t a l</b>	8,214	1,059	-	10,579	1,395	-	16,437	2,243	-	26,442	-	3,722
<b>T o t a l</b>	-	2,120	-	-	2,937	-	-	4,955	-	-	-	8,476

NOTE: Type 1: Unprocessed Cereals  
 Type 2: Other Unprocessed Agricultural Foodstuff  
 Type 3: Unprocessed Agricultural Cash Crops  
 Type 4: Processed Agricultural Products  
 Type 5: Manufactured Foodstuff  
 Type 6: Other Manufactured Consumer's Goods  
 Type 7: Forestry and Mining Products  
 Type 8: Mineral Oil Products  
 Type 9: Building and Construction Materials  
 Type 10: Manufactured Product's Goods

Source: The Team

TABLE 9.2-3 FUTURE TRAFFIC VOLUME ON MAHAPLAG-SOGOD SECTION OF MAHARLIKA HIGHWAY

	1 9 8 3			1 9 9 0			2 0 0 0			2 0 1 0		
	Commodity (Ton/Day)	Loading Factor	Traffic (Veh./Day)	Commodity (Ton/Day)	Loading Factor	Traffic (Veh./Day)	Commodity (Ton/Day)	Loading Factor	Traffic (Veh./Day)	Commodity (Ton/Day)	Loading Factor	Traffic (Veh./Day)
Business Trip	-	-	34	-	-	57	-	-	115	-	-	233
Private Trip	-	-	26	-	-	34	-	-	62	-	-	115
<b>Total</b>	-	-	60	-	-	91	-	-	177	-	-	348
<b>P U V</b>	-	-	31	-	-	41	-	-	67	-	-	108
Type - 1	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0
Type - 2	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0
Type - 3	24	3.1	7	36	3.1	12	67	3.1	22	127	3.1	41
Type - 4	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0
Type - 5	87	5.7	14	110	5.7	19	161	5.7	28	233	5.7	41
Type - 6	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0
Type - 7	2	0.6	3	5	0.6	8	10	0.6	17	19	0.6	31
Type - 8	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0
Type - 9	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0
Type - 10	31	6.3	5	41	6.3	7	60	6.3	10	87	6.3	14
Unloaded	-	-	14	-	-	24	-	-	41	-	-	67
<b>Total</b>	144	-	43	192	-	70	258	-	118	466	-	194
<b>Total</b>	-	-	134	-	-	202	-	-	362	-	-	650
Ferry boat related and traffic	-	-	-	144	-	93	307	-	319	504	-	606
<b>Induced Traffic</b>	-	-	19	-	-	20	30	-	37	46	-	65

NOTE: Type 1: Unprocessed Cereals  
 Type 2: Other Processed Agricultural Foodstuff  
 Type 3: Unprocessed Agricultural Products  
 Type 4: Processed Agricultural Products  
 Type 5: Manufactured Foodstuff  
 Type 6: Other Manufactured Consumer's Goods  
 Type 7: Forestry and Mining Products  
 Type 8: Mineral Oil Products  
 Type 9: Building and Construction Materials  
 Type 10: Manufactured Product's Goods

Source: The Team

TABLE 9.2.4 FUTURE TRAFFIC VOLUME ON KENNON ROAD

	1983			1990			2000			2010		
	Commodity Loading (Ton/Day)	Traffic (Veh./Day)	Factor	Commodity Loading (Ton/Day)	Traffic (Veh./Day)	Factor	Commodity Loading (Ton/Day)	Traffic (Veh./Day)	Factor	Commodity Loading (Ton/Day)	Traffic (Veh./Day)	Factor
Business Trip	-	308	-	-	469	-	-	920	-	-	1,796	-
Car Private Trip	-	566	-	-	819	-	-	1,503	-	-	2,623	-
<b>Total</b>	-	874	-	-	1,288	-	-	2,423	-	-	4,419	-
<b>P U V</b>	-	633	-	-	870	-	-	1,426	-	-	2,212	-
Type - 1	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Type - 2	212	46	4.6	281	61	4.6	442	96	4.6	690	150	4.6
Type - 3	114	12	9.4	155	16	9.4	238	25	9.4	342	36	9.4
Type - 4	84	12	6.9	114	17	6.9	176	26	6.9	252	37	6.9
Type - 5	127	29	4.4	173	39	4.4	266	60	4.4	383	87	4.4
Type - 6	22	15	1.5	33	22	1.5	63	42	1.5	115	77	1.5
Type - 7	65	12	5.4	113	21	5.4	286	53	5.4	745	138	5.4
Type - 8	26	7	3.7	40	11	3.7	78	21	3.7	151	41	3.7
Type - 9	245	30	8.1	371	46	8.1	726	90	8.1	1,416	175	8.1
Type - 10	205	38	5.4	300	56	5.4	552	102	5.4	1,007	186	5.4
Unloaded	-	107	-	-	154	-	-	274	-	-	493	-
<b>Total</b>	1,100	308	-	1,580	443	-	2,827	789	-	5,101	1,420	-
<b>Total</b>	-	1,815	-	-	2,601	-	-	4,638	-	-	8,051	-

NOTE: Type 1: Unprocessed Cereals  
 Type 2: Other Unprocessed Agricultural Foodstuff  
 Type 3: Unprocessed Agricultural Cash Crops  
 Type 4: Processed Agricultural Products  
 Type 5: Manufactured Foodstuff  
 Type 6: Other Manufactured Consumer's Goods  
 Type 7: Forestry and Mining Products  
 Type 8: Mineral Oil Products  
 Type 9: Building and Construction Materials  
 Type 10: Manufactured Product's Goods

Source: The Team

TABLE 9.2-5 FUTURE TRAFFIC GROWTH BY F/S SECTION

	Dalton Pass Section		Mahaplag-Sogod Section		Kennon Road	
	1990/1983	2000/1990	1990/1983	2000/1990	1990/1983	2000/1990
<b>C a r</b>						
Business Trip	1.56	2.00	1.68	2.02	1.52	1.96
Private Trip	1.46	1.76	1.31	1.82	1.45	1.84
Sub- Total	1.51	1.87	1.52	1.95	1.47	1.88
<b>P U V</b>						
Type - 1	1.39	1.60	1.32	1.63	1.37	1.64
Type - 2	1.44	1.81	-	-	-	-
Type - 3	1.31	1.53	-	-	1.33	1.57
Type - 4	1.37	1.68	1.71	1.83	1.33	1.56
Type - 5	1.42	1.76	-	-	1.42	1.53
Type - 6	1.38	1.67	1.36	1.47	1.34	1.54
Type - 7	1.43	1.79	-	-	1.47	1.91
Type - 8	1.14	1.24	2.67	2.13	1.75	2.52
Type - 9	1.52	1.99	-	-	1.57	1.91
Type - 10	1.45	1.88	-	-	1.53	1.96
Sub-Total	1.39	1.69	1.40	1.43	1.47	1.82
<b>T r u c k</b>						
Type - 1	1.32	1.61	1.63	1.69	1.44	1.78
Type - 2	1.39	1.69	1.51	1.79	1.43	1.78
<b>T o t a l</b>						
	1.39	1.69	1.71	1.80	1.78	1.74

NOTE: Type 1: Unprocessed Cereals  
 Type 2: Other Unprocessed Agricultural Foodstuff  
 Type 3: Unprocessed Agricultural Cash Crops  
 Type 4: Processed Agricultural Products  
 Type 5: Manufactured Foodstuff  
 Type 6: Other Manufactured Consumer's Goods  
 Type 7: Forestry and Mining Products  
 Type 8: Mineral Oil Products  
 Type 9: Building and Construction Materials  
 Type 10: Manufactured Product's Goods

Source: The Team



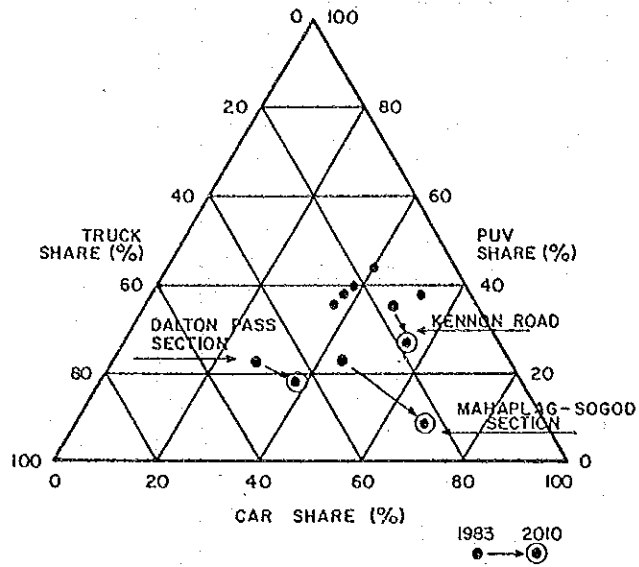


FIGURE 9.2-8 MODAL SHARE BY SECTION

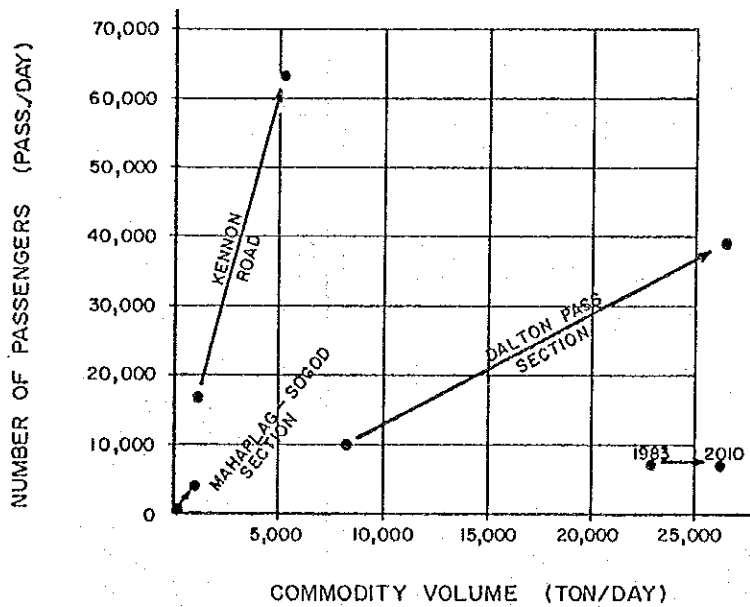


FIGURE 9.2-9 FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF EACH F/S SECTION

## 第10章 概略設計

### 10.1 設計方針

#### 10.1.1 設計対象ヶ所

対策工の設計は、F/S区間の選定にさいして、災害危険度AまたはBと評価されたヶ所を主体とし、それに再度の現調に基づき、2、3ヶ所を追加したヶ所において実施した。災害危険度AおよびBの箇所を選定し、Cのヶ所を除外した理由は、10.1.2に述べる。

設計対象箇所数はダルトン・パス区間73ヶ所、ケノン道路46ヶ所、マハプラグーソゴド区間40ヶ所の総計159ヶ所で、これを災害種別ごとに示すと、表10.1-1のとおりである。

TABLE 10.1-1 NUMBER OF DESIGNED SPOTS

Type of Disaster	Section			T o t a l
	Dalton Pass	Mahaplag - Sogod	Kennon Road	
Cut Slope Failure	39	18	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
<b>T o t a l</b>	<b>73</b>	<b>40</b>	<b>46</b>	<b>159</b>

10

#### 10.1.2 改良の基準と範囲

##### 1) 改良の基準

道路防災対策の改良基準は、対象道路の格あるいは重要度に応じて変ってよいと思う。しかし、対策工自体は、一定の設計基準を満たすように設計するので、対象道路の重要度や格から対策工を設計し、適用するといった考え方は一般にない。結局、改良の基準の差異は採用すべき設計基準によるのではなく、むしろ改良すべき地点の選定基準によって決まるものである。

対象道路の交通量，道路施設の水準，災害の復旧への投資額などを考慮に入れて，災害危険度 A，B と評価された箇所のみ改良すれば十分と判断した。

5章の図 5.3-1 における評価基準の中で災害危険度 H，M と S はそれぞれ A，B と C に対応する。この表に示してあるように，災害危険度 A，B は道路への影響度であり，早急の対策が必要となる箇所である。一方，災害危険度 C はそうではない。したがって，災害危険度 A，B となる地点は最初に改良し，その後予算的余裕があれば順次 C の箇所を処理するというのが現実的かつ合理的である。

## 2) ダルトン・パス・トンネル区間の改良の基準

本調査に含まれるダルトン・パス区間の  $km\ 202+000$  から  $km\ 217+000$  の間の 15 km の区間は，1982 年の "THE FEASIBILITY STUDY ON DALTON PASS TUNNEL PROSECT" において 2 km の長さのトンネルの実施が提案された区間であり，近い将来トンネルが新設される予定である。したがって現道に対する防災対策はトンネルの完成時まで耐用できるものであればよい。しかし，先に述べたように耐用年数を防災工事の設計に反映させる手法はない。そこで実際には，適当と思われる対策工のグレードを一段階落して選定するという考え方でこの区間の対策工を計画し，設計した。たとえば，切土斜面崩壊に対する対策工においては，次のような対処をした。

- 斜面の切直しは土砂の斜面のみに適用し，岩の斜面では標準勾配より急な斜面でも変状の見えない場合は，切直しは計画しなかった。
- 他の区間では軟岩の斜面にはおおむね構造物による保護工を適用したが，本地区では風化の度合の少ない場合には，無保護とした。
- 構造物による保護工の必要な斜面においては，グレードを落した適用を行なうように配慮した。すなわち，現場打ちコンクリート砕工が適当と思われる斜面には吹付砕工，吹付砕工が適当と思われる斜面にはコンクリート吹付工 15 cm 厚，といった適用をした。

## 3) 改良の範囲

本調査のスコープ・オブ・ワークにおいて，大規模な治水工事あるいは砂防等の道路施設のみで対処できない災害の対策は，調査の対策から除去することが定められている。設計対象区間で，こうした道路防災のみで処理できない災害が 3ヶ所あり，これについては次のような対応をした。

- ダルトン・パス区間スポット46Ⅱ-11 (km 221+200)は、台風アリングの際、大規模な土石流が発生、多数の死傷者が生じ、かつ道路施設も破壊された。この土石流は、広い流域を持つ溪流によってもたらされたもので完全な防止のためには、広大な面積の山腹工事、大規模な数連の砂防ダムが必要となる。従って、大規模な土石流に対処することはやめ、例年発生する小規模な土石流によって道路面へ土砂が流入することに対する対策として、道路の計画高を上げ、現地盤との間に土石流となって流出して来る土砂をためることのできるスペースを設けるといふ簡単な対策工を設計した。この対策工によって例年のように生じている小規模な土石流による交通の阻害は防止できるが、アリング台風時に発生したような大規模な土石流は阻止することはできない。しかし、道路施設のみによる対処としては、これが限度と考えられる。
- ケノン道路、IK-10 (km 226+600)の地点は、ビュード河をはさんだ道路の対岸の山腹の大崩壊によって、河川がせき止められ、道路施設が破壊され、復旧に4ヶ月以上を要した箇所である。対岸の山腹は現在も崩壊の危険性をもっているが、この崩壊を防止するためには、大規模な山腹工と河川の改修工事が必要となる。この箇所においては道路に沿う切土斜面に崩壊の恐れがあり、これに対しては対策工をほどこしたが、対岸の山の山腹工事、ビュード河の改修工事等については検討しなかった。
- ケノン道路の料金所の近くの橋梁のピヤーは、ビュード河の洗掘ならびに洪水時に流下する大径の転石の衝突のため危険な状態にある。この対策としては隣接する銅鉾山によって荒廃した山腹に山腹工を施すとともに数連の大規模な砂防ダムの設置が必要となる。  
しかし、本調査では、ピヤー部分に根固め工を施工して暫定的にピヤーを保護するという対策工を適用し、抜本的な対策は検討しなかった。

### 10.1.3 工法選定の基本方針

対策工の選定にあたっては、対象となる災害ヶ所の地形、地質、地表水、地下水の状況等から災害の要因と形態を想定し、安定性、耐久性、施工性、周辺の環境との調和等を充分考慮して、適切な工法を選定することが必要である。施工条件、工賃、維持管理の難易、環境の保全などの考察を経て、本調査においては、次の方針を対策工選定の基本方針とした。

- 新技術、新工法の積極的導入（特に斜面保護工に関して）
- 工事中の交通を阻害することの少ない工法の選定と施工法に対する配慮
- 環境に調和する工法の選定
- 維持の問題を考慮に入れた工法の選定

1) 新技術、新工法の積極的導入

本調査の対象となった切土斜面崩壊の多くは、斜面の風化による劣化と表面水の流下にする浸食、洗掘によって生じている。しかし、斜面保護工が施されている斜面は皆無である。フィリピンの在来の工法の中で、斜面保護工として使用できる工法は、植生による保護工を除き、石張工、現場打のり砕工等であるが、こうした工法で長大な斜面を全面的に保護するとすると工費も高く、施工も長期に渡る。これに対して、たとえばコンクリート吹付工の技術を導入し、これを適用すれば短期間にかつ上記の工法に比較して工費も安く施工できる。施工のためには、重機が必要なわけではなく、コンプレッサー、吹付用のガン程度の簡単な機具を導入すれば施工できるので、インシャルの経費もそれほどかからない。植生による保護は人力でも施工可能であるが、種吹付工を導入すれば大巾に工期が短縮できる。これに使用する機械はコンクリート吹付工に使用するものと同じであるので相互に流用できる。

本調査の対象区間における斜面保護工を必要とする切土斜面の面積は 340,000 m<sup>2</sup>に達するが、今回対象とならなかった区間においても緊急に保護工を施工しなければならない斜面が多く存在する。したがって、本調査に含まれた地区の防災対策の実施を契機にフィリピンに斜面保護工の新技術、新工法を導入することは非常に意義あるものと考え、積極的に適用を図った。

2) 工事中の交通を阻害することの少ない工法の選定と施工法に対する配慮

工事中に在来交通を阻害せず、かつ安全に通すことは、対策工の選定にあたっての重要な問題である。特に切土斜面の切直し工事は、交通に多大の影響を与える。したがって、工法の選定にあたっては、できるだけ切直し、あるいは、大規模な斜面整形を要しない工法を選定することが必要で、その配慮を行なった。たとえば、斜面の勾配が標準勾配よりやや急で、通常なら切直しを要するような斜面であるが、コンクリート張工、現場打のり砕工等の斜面保護工にロックボルトを併用すれば切直しをしなくても安定が確保できると判断されたような場合は切直しはやめ、後者の対策工を適用するようにつとめた。

先に述べたように、切土斜面の崩壊の大きな要因は斜面表面の風化ならびに表面水による浸食、洗掘であり、たとえ切直しをしたとしても災害の防止のためには斜面保護工が必要となる。したがって、切直しの代わりに、より強固な斜面保護工を適用した方が、多くの場合、経済的となる。既存の切土斜面の多くは、浸食、洗掘によって表面が荒され、大きな凹凸を持っている。このような斜面をコンクリート張工、石張工、現場打コンクリート枠工等で保護するためには凹凸をならして、斜面表面を平滑にしなければならない。そのためには大量の掘削が必要となる。しかし、吹付けコンクリート枠工は凹凸のある斜面にも適用できるので整形のための掘削は生じない。したがって本調査では型枠を使用しない現場打ちのり枠工をかなり数多くの箇所に適用した。この工法もフィリピンでは適用されたことのない工法で、新技術、新工法の導入が必要となる。

上記のような配慮をしても、当然のことながら、切直し、あるいは、斜面上の不安定土砂の除去が必要となるケースはある。斜面高が低い場合は、車線中央部に防護柵を設置し、片側通行として施工できるが、今回の調査において設計対象となった斜面の多くは直高が高く、この程度の処置では、掘削土は防護柵をこえて落下するものと思われる、交通の安全は確保できない。安全な交通を確保するためには、ロックシェドのような仮設構造物で車線をおおってしまう必要がある。しかしながら、このような仮設構造物を建設すると膨大な工費を要し、対策工自体よりも仮設構造物の方に金がかかるといふ事態になる。このため本調査においては、万全の対策とは云いがたいが、切直し、不安定土砂の除去は、夜間作業とし、時間を決めた交通規制を行ないながら作業することにした。なお、これに要する経費は当該工費の中に含めた。

### 3) 環境に調和する工法の選定

構造物にする保護工は、かならずしも自然の景観に調和するとは云えない。この点、植生工にする斜面保護工は斜面を緑化し、自然に調和した柔かい風影をかもし出す。したがって、本調査では、斜面保護工の適用にあたっては、まず斜面に植生の活着が可能かどうかをチェックし、土質、岩質等から判断して不可能な場合を除き、植生による保護工を優先することとした。

#### 4) 維持の難易を考えた工法の選定

一般に次のような2種類の対策工がある。一つは斜面保護工によって災害の発生を防ぐ方法であり、他の一つは、崩壊の発生は許すが待受け工などによって被害が道路に及ばないようにする方法である。最初の方法は維持の費用は安い、イニシャル・コストが多く必要で、二番目の方法はその反対である。

本調査では、対策工はイニシャル・コストと維持の費用の双方を考えて選出した。最初の方法は主に切土斜面崩壊地点で採用した。なぜならば、切土斜面崩壊は浸食、洗掘ならびに風化に起因するものが多く、もし適切な斜面の保護をしなければ経年的崩壊の規模が大きくなるからである。一方、2番目の方法は落石地点で多く採用された。

落石と判定された箇所は風化、浸食、洗掘のおそれがない硬岩から構成されることが多い。したがって2番目の方法を適用しても、維持の問題を伴うような崩壊の拡大につながることはない。

10.2 測量, 調査

10.2.1 測量

測量は次の項目を実施した。

- 対象区間の道路線形を知るための平面線形および縦断線形測量
- 対策工設計のための災害ヶ所の横断測量および地形図作成
- 路線のシフトを必要と思われる区間の地形図作成

実施数量を表 10.2-1 に示す。

TABLE 10.2-1 VOLUME OF SURVEYS

ITEM	Section			Total
	Dalton Pass	Kennon Road	Mahaplag -Sogod	
Traverse and Profile Surveys	20 km	24 km	23 km	67 km
Cross-sectional survey and topography	10 spots (37 sections)	35 spots (99 sections)	25 spots (85 sections)	70 spots
Topography for study of shifting the route	-	1 section	1 section	2 sections

平面線形測量及び縦断線形測量は、検討の対象とした災害ヶ所が存在し、かつ、道路線形に関する資料あるいは、図面が欠除している区間についてのみ実施した。区間総延長と測量の実施延長の関係を表 10.2-2 に示す。

TABLE 10.2-2 LENGTH OF CONDUCTED SURVEYS

Section	Total Length (km)	Length of Conducted Surveys (km)	Remarks
Dalton Pass	77.500	20.00	Using map of F/S on Dalton Pass Tunnel Project
Kennon Road	34.240	24.000	Only in sections where disaster spots exist
Mahaplag-Sogod	36.650	23.00	- do -



測量の精度は、平面線形測量  $1/10,000$ 、縦断線形測量  $\pm 6 \text{ cm} \sqrt{S}$  ( $S$ は水準長  $\text{km}$ )とし、結果は、縦  $1/200$ 、横  $1/2,000$  の縮尺の線形図にまとめた。縦断線形測量においては、各災害ヶ所あるいは、それに近接するヶ所に仮設のベンチ・マークを設けた。設置したベンチ・マークは総計 61 である。

災害ヶ所の横断測量は原則として 50 m 間隔で実施し、地形の複雑な場合は 20 m 間隔とした。精度は、 $\pm 6 \text{ cm} \sqrt{S}$  とした。地形図は横断測量の結果をもとに、現地の地形を観察して、5 m 間隔のセンターラインを入れ作成した。作成した横断図および地形図の縮尺はそれぞれ  $1/200$  および  $1/400$  である。

災害ヶ所の横断測量、地形図の作成は、大規模あるいは代表的な災害ヶ所に限定し、残りのヶ所については、既存の図面を利用、あるいは現調時に簡単な測定をし、スケッチし、これをもとに対策工を設計した。対象災害ヶ所の総数に対する、測量実施ヶ所数を表 10.2-3 に示す。

TABLE 10.2-3 NUMBER OF DESIGNED SPOTS AND SURVEYED SPOTS

Section	Total Number of Disaster Spots	Number of Surveyed Spots	Number of Sketched Spots	Number of Spots utilizing available data*
Dalton Pass	73	10	34	29
Kennon Road	46	35	11	-
Mahaplag - Sogod	46	25	14	-
T o t a l	159	70	59	29

路線シフトの検討が必要と思われたヶ所は、ケノン道路の IK-39, IK-40, IK-41, IK-42 の高い切土斜面が連続する区間とマハブラグーソゴド区間の VIII-81 の大規模な切土斜面崩壊ヶ所である。この両区間においては、横断測量の幅を拡げ、これをもとに、路線シフトが計画できる幅の 5 m コンターの地形図を作成した。横断図および地形図の縮尺は、それぞれ  $1/200$  および  $1/1,000$  である。

## 10.2.2 土質調査

既存の災害土質調査としては一般に次のような調査が実施される。

- 踏査によって、災害ヶ所の現況、すなわち、災害ヶ所の地形、地層と岩質、斜面の保護の状況、湧水、崩壊の形等を調査記録する。

— 崩壊あるいは地スベリのスベリ面の推定, あるいは, 地下水の状況等を調べるために, サウンディング, ボーリング, 弾性波探査などを実施する。

— 地スベリに関しては, 地スベリ計等を設置し, 地盤の変動を測定する。

対策工は, これらの調査結果を総合して, 設計される。

上記に対して, 本調査では次のような調査を実施した。

— 災害ヶ所の現況は, チェック, テーブルを作成, 災害の要因となると考えられる項目を調査, 記入し, スケッチ, および写真を付した。作成した調査表を別冊に示す。

— 地スベリ面の推定および地下水の状況調査は, 大規模な切土崩壊ヶ所および地スベリヶ所に限定し, ケノン道路で1ヶ所, マハブラグーソゴド区間で2ヶ所, の計3ヶ所の地点でボーリングとブラステングによる弾性波探査を実施した。調査地点および実施数量を表10.2-4に示す。

**TABLE 10.2-4 QUANTITIES OF GEO-TECHNICAL SURVEY CONDUCTED FOR INVESTIGATION OF SLIDING PLANE AND GROUND-WATER**

Spots	Km Post	Kind of Disaster	Quantities Conducted		Remarks
			Boring	Seismic Survey	
IK -48	247 + 00	Landslide	2 Holes 57 m.	3 Lines 400 m	Kennon Road
VIII - 81	1010 + 40	Cut Slope Failure	2 Holes 70 km.	3 Lines 700 m	Mahaplag - Sogod
VIII - 71	1005 + 100	Landslide	2 Holes 25 m.	-	Mahaplag - Sogod
Total			5 Holes 152 m.	6 Lines 1100m.	

ボーリングは, 土砂の部分では標準貫入試験を行ない, 岩部ではコアを採取し, 地下水位を測定した。調査結果は地質横断図として, 資料編に示す。

— 切土斜面崩壊は, 今回の調査対象ヶ所では, 深部にスベリ面が形成されて崩壊するというケースは少なく, 浸食, 洗掘による崩壊が大多数であった。したがって, これに対して, ボーリング調査は実施しなかった。そのかわり, 弾性波速度P波と安定斜面勾配との関係を調査するために, ハンマーによる弾性波探査を実施した。調査はダルトン・バス区間を除き代表的な岩質の切土斜面, ケノン道路10ヶ

所，マハブラグーソゴド区間8ヶ所，計18ヶ所を選定して実施し，この結果は斜面の安定勾配の検討に利用した。ダルトン・パス区間を除いたのは，

「The Feasibility Study on Dalton Paso Tunnel Project」

において弾性波探査が実施されており，利用できるものがあるためである。

地スベリの変動調査は，JICAより地スベリ計が寄贈され，挙動観測が計画された。しかし，時間的な制約のため結果は利用できなかった。

### 10.3 対策工の選定

#### 10.3.1 一般

通常、災害の種類や原因を考慮して対策工が適用される。フィリピンの道路災害に有効であろう対策工を種々の国で用いられている例を参考にして選出した。

選出された対策工の内から現地踏査や地形・地質、表面水、地下水及びその他の状態に基づいて、災害の原因を考え、最も適当な対策工を選出した。

対策工の選定に当っては、フィリピンの道路災害に関与する自然条件、特に強い降雨強度を有するきびしい気象条件に注意を払った。しかしながら、対策工の設計規準やその耐久性については、特に切土斜面の対策工は若干の不安な面もある。本調査で適用した対策工はすべて日本で実際によく用いられるものであるけれども、フィリピンにおける実績は今の所ない。それ故、フィリピンのようなきびしい気象条件の基での対策工の耐久性については、明らかになっていない。斜面保護工の適用に与っては、予備調査を行い、設計規準や対策工の耐久性について検証することが望まれる。

#### 10.3.2 切土斜面崩壊

切土斜面崩壊に対して適用される主たる対策工を表 10.3-1 に示す。

長大な斜面で大規模な崩壊の場合、斜面に対策工を適用することが技術的困難、あるいは非常に工費が高くなる場合がある。その場合、待受け工、あるいは問題の回避工が適用される。

待受け工は、法尻と道路の間に、溝、盛土あるいは擁壁を造り、崩壊土砂による被害が道路に及ばないようにする工法である。すなわち、斜面の崩壊の発生を防止する工法ではなく、災害の発生は許すが、その被害が道路に及ばないようにする工法である。

10.1.2 に述べたように、本調査対象ヶ所の斜面崩壊は風化、あるいは表面水による浸食、洗掘に起因するものが多かった。したがって適当な斜面保護をしないと、崩壊の規模は年を追って大きくなり、崩壊土の取除きが維持管理の大きな負担となる恐れがある。このことと斜面のり尻と道路の路肩の間に待受け工を計画するに十分な余裕のある区間が少なかったことから切土斜面崩壊に対しては待受け工は適用しなかった。

問題回避工は路線の変更、あるいはソフトによって、崩壊のヶ所を避けることを目的として計画される。ケノン道路の IK-39, IK-40, IK-41, IK-42 の高い切土斜面が連続する区間、およびマハブラグーンゴド区間の VIII-81 の大規模な斜面崩壊ヶ所では、問題回避の検討を行ったが、経済的とはならなかったため、適用しなかった。

斜面上に存在する不安定な土塊、岩塊を除去する作業を除去工という。どんな工法を適用するとしても斜面上の不安定な土塊、岩塊はあらかじめ除去しておく必要があり、多くのヶ所に適用した。

切直し工は、勾配が急で不安定と思われる斜面を安全勾配に切り直す目的で計画される。最も基本的な工法であるが、長大な斜面になると、膨大な掘削量が必要となり、工事中の交通の阻害が問題となる。したがって、10.1に述べたように本調査では、土圧にある程度抵抗できる斜面保護工や、擁壁工などの構造物による抑止工によって斜面の安定を計ることとし、切直し工の適用を少なくするように努めた。しかし、土質の斜面では切直し工を適用せざるを得ないヶ所が多く生じた。

植生による保護工は、斜面に植物を繁茂させることによって、斜面が直接降雨によって打たれること、および根によって斜面表面をしぼり、斜面の浸食、洗掘を防ぐ工法である。比較的安価で、かつ緑化による美化という環境面の効果もあるので積極的に適用した。

しかし、次のような斜面は植生の繁茂が期待できないので、構造物による保護工を適用せざるを得なかった。

- 斜面勾配が1 : 0.8より急な場合
- 硬岩、風化の度合の少ない軟岩、きれつが少ない軟岩、強酸性土壌等の斜面
- 湧水の多い斜面

植生による斜面保護工は施工法によって大きく2つの方法に分けられる。手による方法と機械を用いた方法である。フィリピンでは芝張、数種のかん木の植え付けなど手によっているが、本調査では、機械による方法、特に種子吹付工を植生による斜面保護工として適用した。これは10.1.3に述べたように施工速度速くかつ経済的だからである。種子吹付工は、種子、土、化学肥料や水を混ぜたものをポンプや吹付け機によって斜面に直接吹付けるものである。

植生の活着が難しい所や、長期的な斜面安定に対して植生では安定性が保たれない場合、吹付工、張工、枠工などの構造物による斜面保護工が適用される。コンクリート張工や枠工は、ロック・アンカーやPCアンカーと伴に用いられて、土圧に抵抗する抑止工としても用いられる。

吹付工には、モルタル吹付工とコンクリート吹付工がある。

モルタル吹付工はモルタルをコンクリート吹付工はコンクリートをガンによって斜面に吹付け、斜面を保護する工法である。モルタル吹付工はコンクリート吹付工に比べて強度が弱く、永久構造物でないという認識があり、本調査ではフィリ

TABLE 10.3-1 COUNTERMEASURES FOR CUT SLOPE FAILURE

Classification	Type of Work	Purpose	Application	Illustration
Surface Drainage	Top slope Ditch	To collect surface water running directly on slope surface and thus prevent erosion and scouring of slope surface.	Required for almost all cases of slope protection, especially for slope with broad area or water concentration. Usually applied together with other countermeasures.	
	Berm Ditch			
	Side Ditch			
	Vertical Ditch			
Subsurface Drainage	Subsurface Drainer	To drain groundwater, spring water and seepage water and lower pore with pressure and thus stabilize stability of slope.	Effective to drain water near ground surface. Generally used in combination with surface drainage.	
	Horizontal Drain Hole	Effective for slope where groundwater level is higher than plane of failure.		
Vegetation	Seed Spraying	To firmly bind materials of slope surface and thus prevent slope from erosion, scouring and weathering.	Mainly applied to slopes composed of soil or strongly weathered rock. When applied, gradient is preferred to be less than 0.8:1. It improves aesthetics view of the environment.	
	Seed Mud Spraying			
	Sodding			
Spraying	Mortar Spraying	To cover whole surface of slope with mortar or concrete sprayed by concrete gun and thus prevent slope from erosion, scouring and weathering.	Mainly applied to slope of easily weatherable rock with no spring water or not wet. Weathered rock which may be stripped off. Soil not suited for vegetation.	
	Concrete Spraying			
Pitching	Stone or Block Pitching	To cover slope with stone, or concrete block or cast-in-place concrete and thus prevent slope from erosion, scouring, weathering and slight surface failure.	Applied to slope gentler than 45°. Stone pitching is widely adopted.	
	Concrete Pitching			
Crib	Concrete Block Crib	To prevent slope from erosion, scouring, weathering and slight surface failure.	Applied to slope gentler than 45°. Effective for slope with spring water.	
	Cast-in-place Concrete Crib		Applied to slope steeper than 45°. Effective for weathered rock and large slope with spring water.	
	Sprayed concrete crib		Basic method. Reliable when perfectly enforced. Applied together with drainage, vegetation and other protection works. Application is sometimes limited because of traffic interruption.	
Earth Work	Removal	To stabilize slope by completely or partially removing unstable materials on slope.	Effective only for small earth pressure. Applied to slope with gradient steeper than 45° and with firm soil. Height less than 7 m.	
	Re-cutting	To stabilize slope by cutting to optimum gradient.	Strong bearing ground is required. Height less than 5 m.	
Retaining Wall	Stone Masonry Retaining Wall	To protect slope from small size failure, especially, near toe of slope.	Applicable for soil with loose solidification. It can be constructed in limited area. Height less than 8 m.	
	Gravity Type Retaining Wall	To directly restraint slope failure or used as a foundation of other works.	Effective for slope with seepage or spring water.	
	Supported Type Retaining Wall	To directly restraint slope failure and prevent erosion, scouring and weathering.	Mainly applied to slope with strongly weathered rock or rock with many cracks and joints. Rock bolt is for small tension against anchoring, while p.c. is for high.	
Anchoring	Gabion Retaining Wall	To protect slope from small size failure, especially near toe of slope.	Applied when other countermeasures are difficult or costly. Wide space for deposit is required between road edge and toe of slope.	
	Rock Bolt P.C. Anchor	To directly restraint slope failure. Usually applied together with concrete pitching crib, etc.	Applied when other countermeasures are difficult or costly.	
Catch Work	Catch Fill and Ditch	To prevent spread of damage providing ditch and fill or wall to catch failed materials. Occurrence of failure can not be prevented.		
	Catch Wall			
Avoiding Problem Work	Route Relocation	To avoid problem by relocating route or pass over disaster site with bridge.		
	Bridge			

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

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

の高温、強い降雨というきびしい気象条件を考へて、モルタル吹付工は適用しなかつた。しかし、コンクリート吹付工はかなりの強度をもち、施工速度も早く、他の構造物による保護工よりは経済的であり、かつ斜面を平滑に仕上げておかなくても施工できるという利点があり、多くの斜面に積極的に適用した。

張工は、石張工、ブロック張工、コンクリート張工等、使用材料によつて区分できる。フィリピンの技術で施工可能な工法であるがコンクリート吹付工に比して工費が高く、斜面を平滑に仕上げてから施工しなければならないなど、既存斜面の崩壊の対策工としては施工性が悪い。こうした点から、本調査においては切土斜面崩壊対策として、張工は適用しなかつた。

枠工は、コンクリートの枠によつて斜面を保護する工法で、プレキャストのコンクリートブロック枠工と、現場で施工する現場打ち枠工がある。プレキャスト枠工は、工場で製産したコンクリートブロックを現地で組立てるものである。フィリピンでは、プレキャストの枠は生産されていないので、本調査では適用せず、現場打ち枠工のみを適用した。現場打ち枠工の寸法は、斜面の風化程度、きれつゝの状況、勾配などから定めることができる。格子の交点は、斜面の状況に応じ、ロックボルト、PCアンカーなどで斜面に定着する。PCアンカーを用いた場合は、崩壊の動きに抵抗することができるので、斜面保護工というより、抑止工として設計される。枠内は、環境面から土砂をつめて植生で保護し、斜面の緑化を計ることが望ましいが、湧水のあるヶ所は石張、風化の激しいヶ所では、コンクリート張りが適用される。

先に述べたように、コンクリート枠工は一般に斜面を平滑に整形してから施工するが、最近では凹凸のある斜面にそのまま施工できるようなコンクリートを吹付けする枠工が多く適用されて来ている。吹付け枠工は、斜面の凹凸に沿つて、フレキシブルな金網の形枠で枠を作り、その中に鉄筋を組み立てておいて、コンクリートを吹付け、コンクリートの枠を形成するものである。

この工法は、斜面の凹凸を整形する必要はなく、かつコンクリート吹付けによるので施工スピードも早い。またロックボルト、あるいはPCアンカーと組合せれば、かなりの土圧に抵抗でき、切直し工が不要になるなどの利点をもつており、本調査でも多くのヶ所にこの工法を適用した。

構造物工としては、擁壁工とアンカー工がある。擁壁工は主として斜面下部の勾配の急な部分に適用し、土圧に抵抗させる目的で計画される。石積、もたれ擁壁、重力式擁壁、ジャコゴ擁壁などがその主なるものである。このうち適用したのは、石積ともたれ擁壁である。

切土斜面崩壊は、斜面を流下する表面水による斜面表面の浸食と洗掘と地下水によるせん断強度の低下、または間ゲキ水圧の上昇による斜面の内部からの滑動、の2つに区分できる。本調査において対象となった切土斜面崩壊は、表面水に原因する箇所が多く、表面排水工の整備は防災上非常に重要と考えられ、次のような排水溝を計画適用した。

- のり肩排水溝：地形的に自然斜面から切土斜面に表面水が流入する恐れのある面では、のり肩に沿ってのり肩排水溝を計画した。某水した表面水はできる限りの切土斜面の外側に導くようにしたが、地形の制約によって、それが不可能な場合は、斜面に計画した縦排水溝と連結した。
- 小段排水溝：降雨時に斜面を流下する表面水は、かなりの量となり、浸食、洗掘が生ずる。これを防ぐため小段上に小段排水溝を設計した。本調査の対象となった既存斜面には小段が設けられているものはまれで、小段排水溝の計画できなかった斜面が多かったが、切直しを計画した斜面では小段を造り、フィリピンの高い降雨強度を考慮し、全小段に小段排水溝を設けた。
- 縦排水溝：凹形の地形箇所における切土斜面には表面水による深い洗掘が見られた。このような箇所には縦排水溝を設けた。また、のり肩排水工、小段排水工で集めた水も縦排水溝で排水するように計画した。縦排水工の下端には、ますを付け既存の排水系統との連結を計った。既存の測溝がない場合は、測溝を新設し既存の横断排水構造物と連結した。
- マハプラグーソゴド区間のkm 1,010 + 450の大規模な切土斜面崩壊地点では多量の湧水がみられたので、地下水排除のため地下排水孔を計画した。

### 10.3.3 盛土斜面崩壊

盛土斜面崩壊に対する主なる対策工を表 10.3-2 に示す。

設計対象ヶ所の多くは、崩壊したまま放置されたヶ所で、復旧のためには、腹付け盛土が必要であった。腹付け盛土は標準勾配が確保できるように計画したが、地形の制約によって、標準勾配の腹付け盛土ができないヶ所が多く生じた。そうしたヶ所で安定確保のため斜面下部に擁壁を設ける、斜面を張工、枠工で保護するなどの対策を取った。

10.3.



適用した擁壁工は、コンクリートもたれ擁壁、重力式擁壁、石積蛇籠擁壁で、それぞれの特性を考慮に入れて選定した。たとえば、蛇籠擁壁は強固な基礎がなく、かつ、浸透水が多いと思われる箇所に適用された。

張工は、だいたい勾配が45°程度の斜面の代表的な方法として適用した。枠工はPCアンカーと組合せ、崩壊に対する強い抵抗力をもった構造物として、急な斜面に適用したケースもある。

擁壁工、張工で覆われた部分を除き、斜面はすべて植生で保護することとし、種吹付工を適用した。

対象斜面の多くが、路面の水の集中による洗掘によって崩壊をおこしていた。これに対しては次のような排水工を計画した。

- 路肩側溝：縦断勾配のある道路のカーブの内側区間の盛土斜面には路面を流れる表面水が集中し、大きい洗掘を起し、崩壊している。この事例は数多く見られた。これは路肩排水溝の欠如、あるいは、排水容量の不足が大きな原因で、そうした危険箇所には路肩排水溝を新設、あるいは、断面の大きい側溝に変えた。
- 小段排水溝：既存の盛土には小段は設けられていない。しかし、災害の復旧のために、腹付盛土を計画した場合には小段を設け、全小段に小段排水溝を計画した。
- 縦排水工：路面からの水が集中して盛土斜面を流下するような箇所、および、小段排水溝で集めた水の排水が必要な箇所には縦排水溝を設置した。

これらの水路と既存の排水系統の関連を検討し、パイプ、ボックス、カルバートなどの横断排水構造物の不足と思われる箇所には、これらの追加新設の計画をした。

地下水による盛土斜面崩壊については数ヶ所でその事例が見られた。いずれにしても腹付け盛土の場合、地下水の浸透が懸念されるケースが多く、腹付け盛土には総て水平排水層を設けることにした。また谷部に腹付け盛土を計画した場合は谷に沿って盲溝を計画した。

河川の洗掘によって崩壊した箇所も多く、これに対しては石張工、石積工を護岸工として適用、基礎の洗掘を防ぐために根固め工を組み合わせた。

#### 10.3.4 落石

落石に対する対策工の主なるものを表10.3.3に示す。

除去工は斜面上にある剥離した岩石、あるいは不安定な岩塊を取り除く目的で、固定工はそれらを固定または支持する目的で計画される。特に除去工は基本的な対策工で、

斜面保護工、ワイヤネット工法などの工法を適用する場合も前もって不安定な岩塊を取り除いておく必要がある。本調査においても多くの箇所にて除去工を適用したが、定工を適用した箇所はなかった。

切直し工をオーバーハングの斜面に特にケノン道路で適用した。落石は風化あるいは浸食、洗掘のおそれのない硬岩の斜面においても、クラックやジョイントが発達していると発生する。こうした硬岩の斜面の落石の対策としては、待受け工を適用するに決した。

待受け工には、待受け盛土または溝、待受け擁壁、落石防止柵、ワイヤネット張り、ロックシェドなどがある。

上記のうちロックシェドは、大規模な落石の箇所に適用され、本調査では使用しなかった。他の工法は斜面保護工より経済的で、これが多くの箇所に適用した理由であるが、待受け盛土あるいは溝、待受け擁壁は道路と斜面のあいだにかなり広い空間を要求するといったもので、本調査ではこれらに適用せず、ワイヤネット張りを多く適用した。一部の箇所には落石防護柵も適用した。

風化、あるいは浸食、洗掘を受け易い土砂、岩からなる斜面の落石を防ぐには、待受け工でなく、斜面保護工を適用する必要がある。切土斜面崩壊の対策工として適用した。種吹付工、コンクリート吹付工、フリーフレーム工を同じく適用した。落石もまた切土斜面崩壊において述べたと同様な水の作用によって発生することが多い。これに対する対策も、切土斜面崩壊の場合と同じで、のり肩排水溝、小段排水溝、排水溝が主要となり、本調査においてもこれを適用した。ただし、硬岩で水による浸食、洗掘の恐れが少なく、発達したクラックが落石の主原因となっていると思われる箇所では、排水工は計画しなかった。

### 10.3.5 地スベリ

地スベリに対する対策工の主なるものを表10.3-4に示す。

地下排水工は、地下水によるせん断強度の低下と、間ゲキ水圧の上昇を防ぐために、地下水を排除する目的で計画される。盲溝、水平排水孔、深井戸が主な工種である。盲溝は地表面に近い地下水の排除を目的に計画される。しかし、今回の対象箇所では地下水は浅部には存在せず、盲溝は有効でないと判断し、適用しなかった。

水平排水孔は、水平ボーリングによって、滞水層まで孔をあけ、その孔によって地下水を排除する工法である。

TABLE 10.3.2 COUNTERMEASURES FOR EMBANKMENT SLOPE FAILURE

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

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

TABLE 10.3-3 COUNTERMEASURES FOR FALL

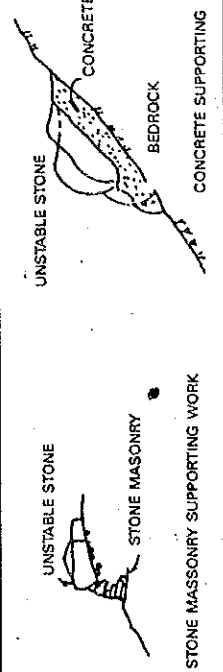
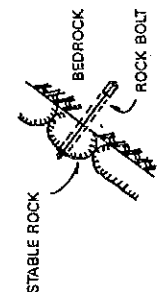
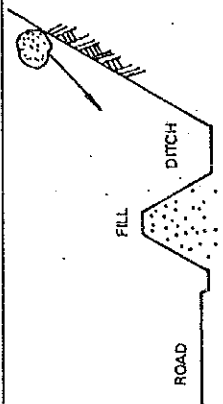
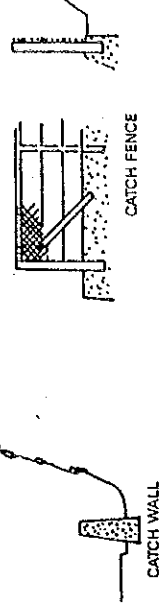
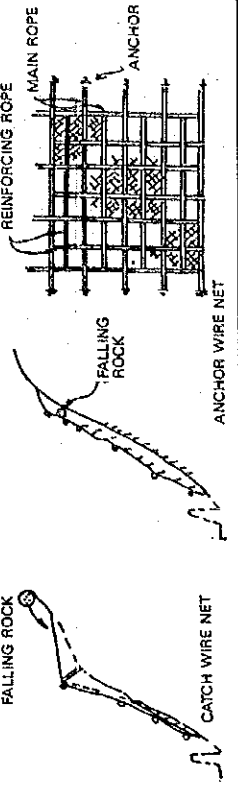
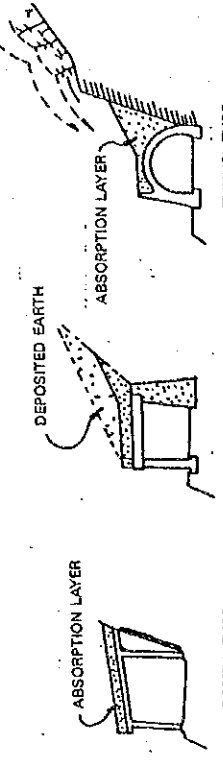
Classification	Type of Work	Purpose	Application	Illustration
Surface Drainage	Top Slope Ditch			
	Berm Ditch			
	Vertical Ditch			
Vegetation	Seed Spraying			
	Seed Mud Spraying			
	Sodding			
Spraying	Mortar Spraying	Same as Countermeasures for Cut Slope Failure	Same as Countermeasures for Cut Slope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

TABLE 10.3-4 COUNTERMEASURES FOR LANDSLIDE

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

TABLE 10.3-5 COUNTERMEASURES FOR DEBRIS FLOW

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

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

また深井戸は地スベリ地内に深い井戸を掘り、その井戸の中から水平ボーリングで孔をあけ、その孔によって地下水を排除する工法で、大規模な地スベリで地下水の豊富な場合に適用される。

本調査では、ボーリング結果より地下水位があまり高くないケノン道路の地スベリを除く他の地スベリ地点で水平排水孔を適用した。しかし、地スベリの規模や地下水量を考えて深井戸は必要ないと思われた。

土砂の除去工は、地スベリに対しては最も確実に効果の期待できる工法で、中小規模の地スベリによく用いられる。本調査の対象箇所もこの工法を主体として計画し、掘削した斜面は種子吹付け工で保護した。

押え盛土工は構造物によらない抑止工であり、地スベリの端部に盛土を行ない、滑動する力に抵抗させる目的で計画される。簡単な方法であるので、端部に盛土の可能なスペースがある箇所では良く適用される。今回の調査においてもこれを適用した箇所がある。

杭工はIK-48地点で適用した。ここでは、除去工や押え盛土工を行う余裕が全くないため杭工とした。

表面排水工は、地スベリ土塊に表面水が浸透するのを防ぐために用いる。しかし、本調査ではこれを適用した箇所はない。

### 10.3.6 土石流

土石流による対策工の主なものを表 10.3-5 に示す。

土石流の発生を防止するより、橋梁、カルバートによって発生した土石流を通過させてしまう問題回避工の方が経済的な場合がある。ダルトン・バス区間のII-11ヶ所は非常に大規模な土石流で、橋梁による問題の回避を検討したが、土石流の中が広く、長大スパンの橋梁を計画してもクリアできず、10.1.3に述べたように暫定的な対策工を計画した。他の対象箇所は小規模の土石流で、カルバートで回避するより、小規模な砂防ダム、あるいは水路工で防止する方が経済的と判断した。

対象溪流は小規模で、道路との交差部分から上流の20～30 mの部分に水路工を適用し、小規模な砂防ダムを計画すれば、土石流の被害が道路に及ぶことを防止できると判断した。水路工とは、石張りの水路工とし、コンクリート床固め工、あるいはコンクリートの小規模砂防ダムを組合せ適用した。

## 10.4 概略設計

道路災害に対する対策工設計のための設計基準を含んだ基本的でかつ一般的手法は、手引書編にわかりやすく記述してある。

本章では重複を避けるため、本調査での災害地点の特色から、適切と思われた対策について一般論でなく具体的手法を記述しようと試みた。

又、本調査で設計した対策工の代表的なものは、図面集に載せてある。

### 10.4.1 地表排水工

地表排水工としての、のり肩排水溝・小段排水溝・縦排水溝・側溝の断面は次の手によって決定した。

- 設計確率降雨年は、2年とする。
- 流量の計算は、次の合理式によった。

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

ここに

$$Q = \text{流出量 (m}^3/\text{sec)}$$

$$C = \text{流出係数}$$

$$I = \text{到達時間内の降雨強度 (mm/h)}$$

$$A = \text{集水面積 (m}^2\text{)}$$

上式の中の流出係数は次の値とした。

舗装道路面	0.80
-------	------

路肩, 人工斜面	0.70
----------	------

勾配の急な山地	0.50
---------	------

勾配のゆるい山地	0.30
----------	------

到達時間は一様に、平均10分とした。

- 水路の断面は、次のマイニング式によって求めた。

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$V = \text{平均流速 (m/sec)}$$

$$R = \frac{A}{P} : \text{径深 (m)} \quad [A : \text{通水面積}, P : \text{潤辺長}]$$

$$i = \text{水面勾配}$$

$$n = \text{粗度係数 (sec/n}^{1/3}\text{)}$$



粗度係数の値は、粗石、練積の溝とし、0.02を使用した。

- 一 のり肩排水溝，小段排水溝は，計算断面に対して20%の余裕を取って，断面を決めた。

排水溝の種類には，素堀，ソイルセメント，プレキャストコンクリート，現場打ちコンクリート，練石積など各種ある。このうち，素堀，ソイルセメントの溝はあくまで暫定的なもので永久構造物とは考えられず，フィリピンの過酷な気象条件，特に高い降雨強度からすると耐久性に問題がある。また，プレキャストコンクリート溝はフィリピンでは生産されていない。以上の理由から，これらの適用はさけ，フィリピンの在来工法である練石積の溝を代表工種として選定した。

#### 10.4.2 地下排水工

##### 1) 盲溝

盲溝の構造断面は，浸透水の流れや流量から決定される。一般には掘削した溝の中に，砂利，じゃかご，多孔質コンクリート管などを敷設する。また底部には漏水防止のためにビニールを敷いたり，コンクリートを打設することがある。

本調査では，じゃかごづめの盲溝を主体として適用した。標準設計図を図10.4-1に示す。

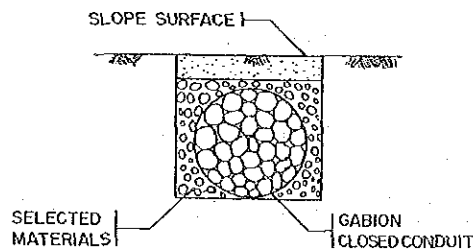


FIGURE 10.4-1 CLOSED CONDUIT

##### 2) 水平排水孔

水平排水孔は，地スベリの対策工として選定した。本調査において適用した水平排水孔は，次の仕様によった。

- 一 排水孔は孔径 66 mm のボーリングで掘進する。
- 一 掘進後の孔には硬質塩化ビニール管を保孔管，集排水管として挿入する。
- 一 排水孔は上向き 5° に掘進し，すべり面を超えて約 10 m 滞水層の中に入れる。
- 一 排水工のすべり面位置における間隔は，10 m を標準とする。

図 10.4-2 に水平排水工説明図を示す。

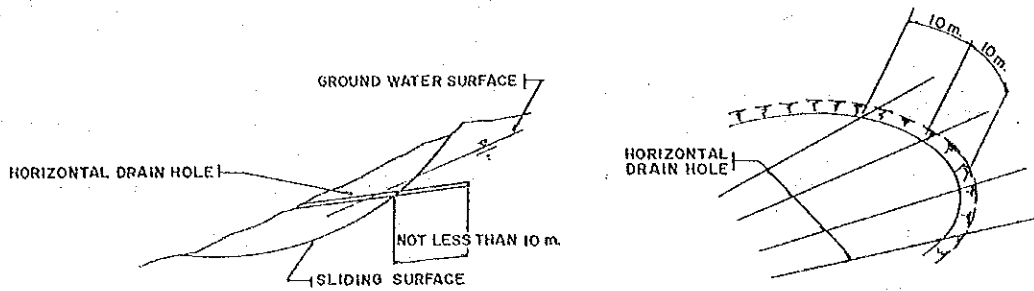


FIGURE 10.4.2 HORIZONTAL DRAIN HOLE

#### 10.4.3 切土斜面崩壊，落石に対する除去工

斜面上に存在する不安定土塊，浮石，転石を除去する工法である。重機は使用できず，人力が主体となる。除去の量は大量ではないので，防護施設の必要はなく，交通規制で施工中の交通は，処理できると思われる。

除去土の数量は，次のように算定した。

- 一 除去すべき不安定土塊，浮石，転石は部分的に存在するので，測量横断面からは算定できず，現場の観測によって概略の数量を推定した。
- 一 土砂，軟岩，硬岩に仕分けした。

#### 10.4.4 切直し工

既存ののり面が急勾配で，不安定な場合には安定した勾配に切り直す必要がある。切土斜面の安定は，自然地盤が複雑かつ不均一であるため，安定計算によって検討することは困難である。したがって，安定勾配は過去の工事の経験から定められた標準勾配を参照し，現地の地形，地質の状況を検討して定めるのが一般である。標準勾配の1例が手引書の5章に載せてある。

切土斜面には一般に小段が設けられる。小段の効用は，a) 斜面の平均勾配をゆるくして安定を計る。b) 斜面を流下する表面水の流速を減じ，浸食，洗掘を防ぐことにある。小段は斜面の途中，高さ5.0～10.0 mごとに，巾1.0～2.0 mのものを設けるのが標準である。ただし，異なる土層がある場合は，その境界に設けることが望ましい。

本調査においては、上記に述べた標準的設計を参照し、次表に示す規準で切直しを計画した。

TABLE 10.4-1 STANDARD OF RE-CUTTING

I T E M	Kind of Rocks		
	Soil	Soft Rock	Hard Rock
Gradient	1.0:1	0.8:1	0.5:1
Location of Berm	every 7.0 <sup>m</sup>	every 10.0 <sup>m</sup>	-
Width of Berm	2.0 <sup>m</sup>	2.0 <sup>m</sup>	-

上記に示すように、硬岩の斜面は浸食、洗掘のおそれは少ないので小段は設けなかった。一方、土砂、軟岩の斜面では、フィリピンの強い降雨を考慮し、一率2.0mの小段を設けた。

切直しの施工は掘削巾が狭いので、重機の使用は不可能と判断し、人力を主体と考えた。切直しは掘削量が大量となるので、工事中の交通の安全な確保が困難となる。

9.1.3に述べたように、適当な工事中の防護工はないので、夜間作業とし交通規制によることとした。

切直し工の数量は測量横断面をもとに算定し、土砂、軟岩、硬岩に区分した。

#### 10.4.5 種吹付工

種吹付工は、種子、肥料、土に水を加えた泥状の混合物をポンプあるいはエアコンプレッサーと組合せたガンによって、斜面に吹付ける工法である。本調査における仕様は次のとおりである。

- 一 土の使用量は  $0.01 \text{ m}^3/\text{m}^2$  とする。
- 一 フィリピンにおいては、種吹付工の経験がなく適した草種も解らず、種吹付工用の種子も生産されていない。したがって本調査では、暫定的に日本で使用されているもののうち夏草に属するウイピングラブグラスを使用することにした。今後試験施工などによって、ローカルな条件に適した草種を選定することが必要となる。
- ・ 被膜養生には、カチオン系アスファルト乳剤の2倍液を使用。  $1 \text{ l}/\text{m}^2$  の割合で散布する。

図10.4-3に種子吹付工説明図を示す。

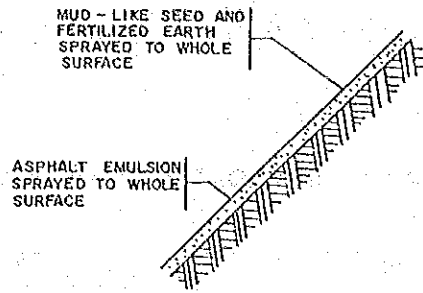


FIGURE 10.4-3 SEED MUD SPRAYING

10.4.6 コンクリート吹付工

風化の進んだ、あるいは風化し易い岩の斜面にコンクリートガンでコンクリートを吹付け、風化の進行と表面水の流下による表面の浸食、洗掘を防止する工法である。土砂の斜面や湧水のある斜面には、密着が悪くはく離する恐れがあるので、一般には適用しない。

吹付け厚さは、斜面の勾配、岩盤の風化の度合、割れ目の状態などを判断して決めるが、標準的な厚さは10～15cmである。本調査に適用したコンクリート吹付工の様子は、次のとおりである。

- コンクリートの配合は、1：3：2（セメント，砂，砂利）とし、水，セメント比は45%とした。
- 風化の激しい岩，やや大きめの岩塊のはく離および多量の表面水の流下が懸念される斜面には鉄筋網を設置した15cm厚の吹付けを適用，その他は金網を設置した10cm厚とした。
- 湧水のある斜面への適用はさけたが，水抜き工は用心のため標準の最大値2㎡に1ヶ所とした。

図10.4-4にコンクリート吹付工の説明図を示す。

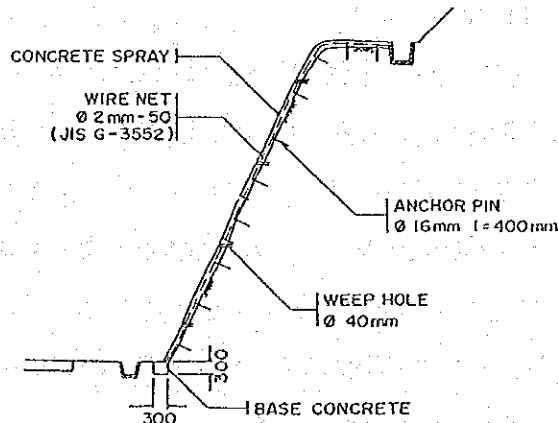


FIGURE 10.4-4 CONCRETE SPRAYING



吹付け方法枠工は，切土斜面に適用した。枠の寸法は  $30\text{ cm}$ ， $\phi 10\text{ mm}$  の鉄筋を使用，枠の間隔は  $2.0\text{ m}$  とし，交点には  $\phi 16\text{ mm}$ ， $\ell = 75\text{ cm}$  程度の鉄筋のアンカーを設けた。吹付け方法枠工で，崩壊に抵抗させる場合には，アンカーとしてロックボルトを適用した。中填は，斜面勾配，風化の状況，湧水の状況などから，植生，石張，コンクリート張とした。これら現場打ち枠工の説明図を図 10.4-6 に示す。

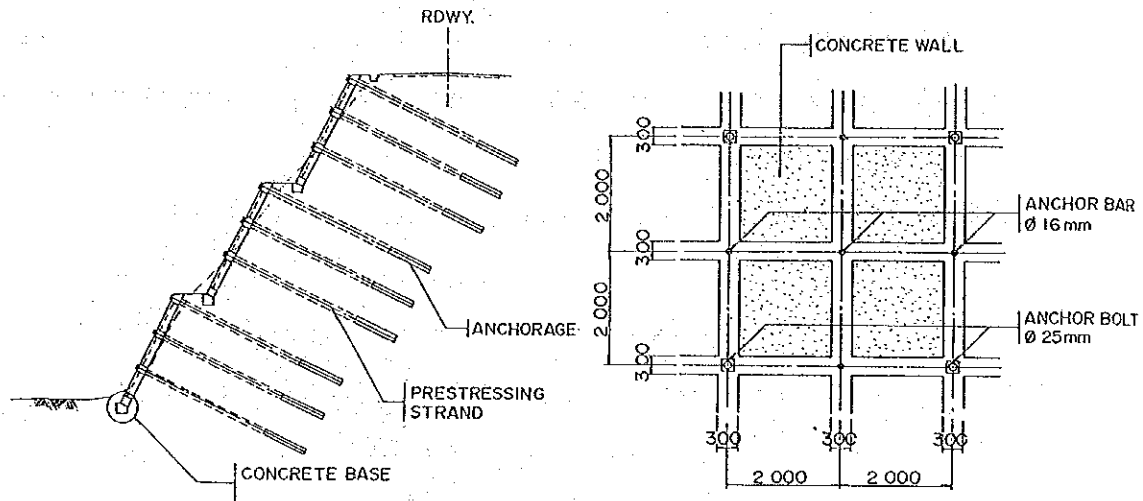


FIGURE 10.4.6 CAST-IN-PLACE CONCRETE CRIB

#### 10.4.9 擁壁工

擁壁工として適用したものは，石積，もたれ擁壁，重力式擁壁，じゃこ擁壁である。説明図を図 10.4-7 に示す。

石積は従来からフィリピンで使用されているリップ・ラップを日本の石積を参考として改良し，標準の構造を盛土用と切土用に分けて作成した。標準図を「図面集」に示す。

この図に示されている石積の高さと石積の必要寸法との関係は，日本における使用経験から定められている数値である。

もたれ擁壁，重力式擁壁は，表 10.4-2 に示す安定条件で設計された。

TABLE 10.4-2 DESIGN CONDITION

Item	Normal Case	Earthquake Case
Safety Factor for sliding	$> 1.5$	$> 1.5$
Stability for Overturning	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$
Safety Factor for Bearing Capacity	$> 3.0$	$> 2.0$

e = eccentric distance  
 B = width of retaining wall

ジャコ擁壁についても同様に表 10.4-2 の条件によって、安定を検討し適用した。

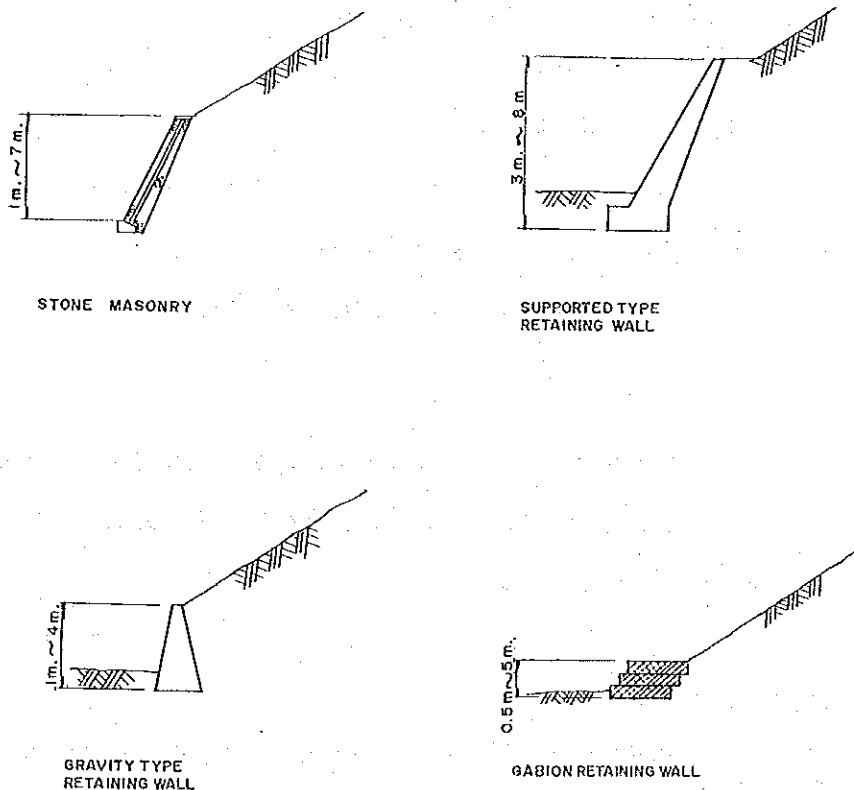


FIGURE 10.4-7 RETAINING WALLS

#### 10.4.10 アンカー工

アンカー工は岩の斜面において、岩盤に節理、きれつなどがあり、崩落またははく落するおそれがある場合、不安定な岩盤を直接緊結して崩落、はく落を防止する目的で計画される。アンカー工は単独で用いられることより、コンクリート張工、コンクリートもたれ擁壁、コンクリート枠工等と組合せ、工法の安定性を高めることが多い。本調査においても、すべて上記の工法と組合せ適用した。場所打ちコンクリート枠工と組合せ使用したPCアンカーの設計例を図10.4-6に示す。

アンカーの計算は、次の手順によった。

- アンカーにかかる外力は、くさび形すべり面を想定して計算。
- アンカーと地盤との付着部分の極限引張り抵抗力は、次式によって算定。

$$T = \pi D (\ell - \ell_1) \tau$$

T : アンカーの極限引張抵抗力 (kg)

D : アンカー体の直径 (cm)

$\ell$  : アンカー全長 (cm)

$\ell_1$  : 非定着長 (cm)

$\tau$  : アンカー体と地盤との間の引抜きせん断抵抗 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

- $\tau$  は、硬岩で  $20 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 、風化岩で  $10 \text{ kg}/\text{cm}^2$  とした。
- アンカー長の安全率は、3.0 とし次式より求めた。

$$\ell - \ell_1 = \frac{F_s \cdot T}{\pi \cdot D \cdot \tau}$$

ロックボルトは主として、切土斜面崩壊に対する吹付方法枠工と組合せて使用し、吹付方法枠工を斜面に定着させると共に、多少の土圧に抵抗できるようにした。ロックボルトは接着式を標準とした。

#### 10.4.11 腹付け盛土工

既存の盛土勾配が急なヶ所あるいは盛土斜面が崩壊しているヶ所では、腹付け盛土工を適用した。盛土の安定勾配は、切土の場合と違って安定計算によって定めることができるが、一般には手引書編の6章に示すような経験にもとづいて定められた標準勾配を適用する。



切土斜面と同様、盛土斜面に対しても小段が設けられる。その効用は、a) 斜面の平均勾配をゆるくし、安定を計る。b) 斜面を流下する表面水の流速を減じ、浸食、洗掘を防ぐことにある。小段の巾は1.0～2.0 mで高さ5～7 mごとに設置するのが普通である。

本調査では、上記に述べた標準設計を参照して斜面勾配を1:1.8、高さ7.0 mごとに巾2.0 mの小段を設けることにした。規定した斜面勾配1:1.8で、腹付け盛土の可能なヶ所においては、植生による斜面保護工を主体とし、斜面が長大となる場合には編柵工、あるいは、枠工等を併用した。

地形的制約によって、標準の斜面勾配が確保できない場合には、次のような対策を取った。

- 盛土高7 m以下の低い盛土は、1:1.5の勾配を許容し、斜面保護工は植生による保護を主体とする。
- 斜面下部に擁壁工を設け、規定の設計勾配1:1.8を確保する。斜面保護工は植生による保護を主体とする。
- 盛土高7 m以上の場合で、上記の処置によっても標準設計勾配の確保できない場合は、次のように対処する。
  - 1:1.0～1:1.5程度の勾配が確保できる場合は、現場打ち枠工、石張工、コンクリート張工などで斜面を保護、補強する。
  - 1:1.0以下の勾配しか確保できない場合は、石積、重力式擁壁、あるいは現場打ち枠工とPCアンカーを組合せ計画する。

腹付け盛土は、地山からの湧水の影響を受け易い。したがって、盛土の構造は次のときものとした。

- 既存の斜面には段切りをする。
- 谷状地形に盛土する場合は盛土、基礎部には必ず盲溝を設ける。
- 小段の高さごとに透水性材料による水平排水層30 cmを設ける。
- 地下水の排水を考え蛇籠擁壁を主に使用した。

また腹付け盛土は、施工ヶ所が狭いため高まきをし、かつ重機による締固めが困難なため、締固めが不十分となり、そのために崩壊を起しているケースが多い。したがって、次のような点に留意して施工する必要がある。

- まき厚30 cmを厳重に守る。
- 一層ごとに、コンパクターで締固める。
- 形成された斜面は、ブルドーザー等で転圧する。

腹付け盛土の説明図を図 10.4-8 に載せる。

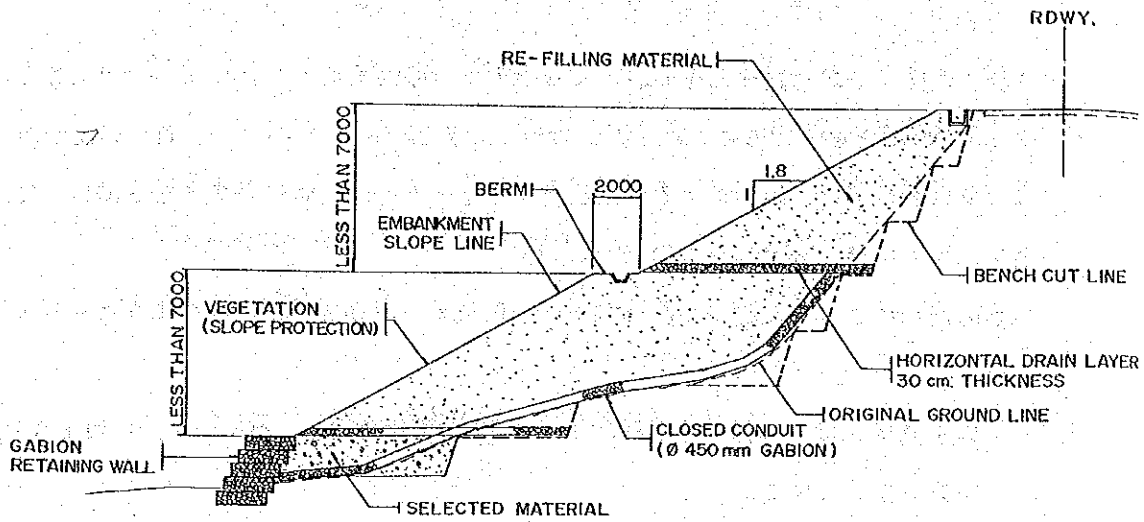


FIGURE 10.4-8 RE-FILLING

#### 10.4.12 落石防止柵

落石防止柵は、ワイヤロープ、金網、支柱で構成された柵で、発生した落石が道路に及ばないようにする目的で計画される。落石防止柵には、いくつかの市販の標準タイプのものであり、落石のエネルギー、落石の跳躍高等を計算して、このなかから適当な規格のものを選定する。代表的なものを図集に示した。

現場の状況から、落石の跳躍高は 2.5 m 以上と思われ、本調査では市販の最も柵高の高い 3.0 m 規格の落石防護柵を適用した。

落石防止柵の説明図を図 10.4-9 に載せる。

詳細の寸法は図集を参考にできる。

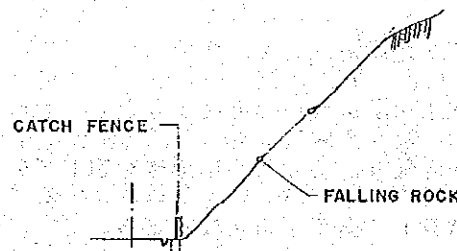


FIGURE 10.4-9 CATCH FENCE

#### 10.4.13 覆式落石防止網

覆式落石防止網は、斜面をネットで覆うことによって、地山との結合力を失った岩石をネットと地山の摩擦およびネットの張力によって、拘束する目的で計画される。覆式落石防止網には、合成繊維網と金網とがある。合成繊維網は、落石重量が60kg以下という小規模の落石に適用されるのが普通で、かつ紫外線による耐久性の劣化が金網に比較して激しい。落石の規模、気象条件から、合成繊維網は不相当と判断し、本調査では総て金網を適用した。金網製覆式落石防止網は、市販のものがありその諸元は図集に示すとおりである。現場における推定落石量から、種別1,500kgの亜鉛メッキ規格のものが、適切と判断され本調査ではこの規格のものを選定した。

覆式落石防止網の説明図を図10.4-10に載せる。

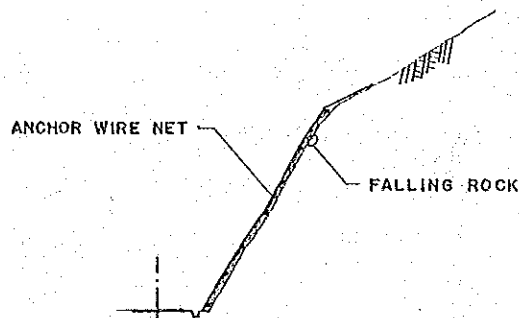


FIGURE 10.4-10 ANCHOR WIRE NET

#### 10.4.14 地スベリに対する除去工

除去する量と除去の形は、次の手順によって決定した。

- ボーリング弾性波探査の結果より、スベリ面を推定する。
- 推定スベリ面の現状安全率を1.0であると仮定し、次式によって、粘着力と摩擦係数の関係を求める。

$$F_s = \frac{\sum \{ C\ell + (W \cos \theta - u\ell) \tan \phi \}}{\sum W \sin \theta}$$

ここに

$F_s$  : 安全率 = 1.0

$W$  : 分割片の重量 (t/m)

$\ell$  : 各分割片で切られたすべり面の弧長 (m)

$c$  : 粘着力 (t/m<sup>2</sup>)

$\phi$  : 内部まさつ角 (度)

$u$  : 間げき水圧 (t/m<sup>2</sup>)

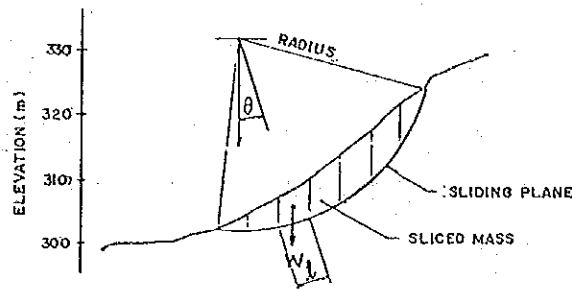


FIGURE 10.4-11 STABILITY CALCULATION  
(CIRCULAR RAPTURE PLANE)

上記の計算によって得られる粘着力  $c$  と、摩擦角  $\phi$  の関係は、図 10.4-12 のようなものでこれと経験的に求められた表 10.4-3 から粘着力を先に決め、摩擦角  $\phi$  を求める。

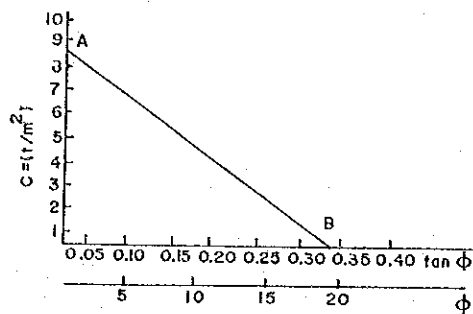


FIGURE 10.4-12 LINEAR EQUATION PERTAINING TO  $C$  AND  $\phi$

TABLE 10.4-3 RELATIONSHIP BETWEEN THICKNESS OF  
SLIDING MASS AND COHESION

Thickness of Sliding Mass (m)	Cohesion ( $t/m^2$ )
5	0.5
10	1.0
15	1.5
20	2.0
25	2.5

— 除去後の計画安全率  $F_s$  を 1.1 とし、上記の手順で求めた  $c$  と  $\phi$  を 1) 式に代入し、計画安全率が満たされるように、トライアルで除去の量、形を決定する。

掘削、除去はブルドーザーによることとし、地スベリに近接する域外地に捨土した。除去面は水はけの良いように整形し、植生による保護を行なった。

#### 10.4.15 地スベリに対する押え盛土工

押え盛土工の設計は、除去工とまったく同じ手順によって実施した。計画安全率は、1.2 とし、その値を満足する量および形の押え盛土工を設計した。押え盛土工は、地スベリ地からの地下水の浸透を考慮し、水はけの良い粗粒材料によることとした。

#### 10.4.16 くい工

地スベリに対するくい工としては、ライナプレート成型枠として井戸を掘り、鉄筋コンクリートを打設する深礎工を適用した。計画安全率  $F_s = 1.1$  とし 10.4.14 の除去工に述べたと同じ手順で  $c$  および  $\phi$  を求め、その値をもとに単位幅当りのくいの必要抑止力を次式によって計算した。

$$F_s = \frac{\Sigma (c \ell + (W \cos \theta - u \ell) \tan \phi) + P}{\Sigma W \sin \theta}$$

$P =$  単位力あたりの必要抑止力 ( $t/m^2$ )

この  $P$  を外力とし、これがスベリ推定面からスベリ層厚の  $1/3$  の深さの点に作用するとし、チャン式によってくいを計算、決定した。

#### 10.4.17 水路工と砂防ダム

水路工と小規模砂防ダムの組合せを主たる土石流対策工として適用した。水路工、砂防ダムの設計確率降雨年は 2 年とし、流量および水路の断面は 10.4.1 地表排水工に述べた手順によって計算した。水路工は石張り水路工として、図 10.4-13 に示す。

砂防ダムは、次の手順によって設計した。

— ダム高は、滞砂勾配が旧河床勾配の  $1/2$  となるように決定した。

— ダム本体に作用する力は、洪水時の静水圧とし転倒、滑動、地盤支持力の検討を行なった。安定条件は 10.4.9 に述べた擁壁の設計条件に準じた。

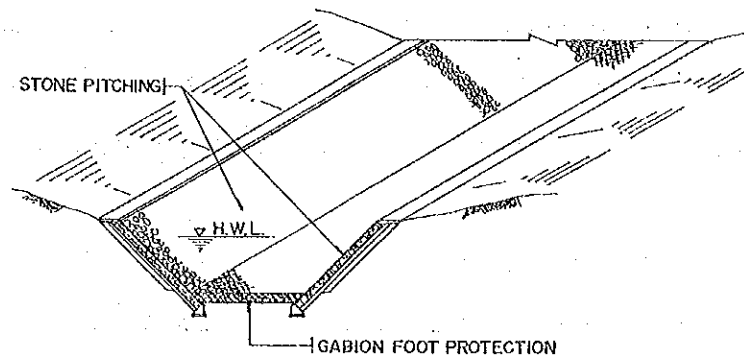


FIGURE 10.4-13 STONE PITCHING WATER WAY

#### 10.4.18 その他の設計

##### 1) ボックスカルバート, パイプカルバート

既存の排水系統において、横断排水構造物が不足あるいは破損しており、そのため災害が発生したと思われるヶ所には、ボックスカルバート、パイプカルバートを追加計画した。ボックスカルバートは設計確率降雨年25年、パイプカルバートは10年とし、9.4.1に述べた手順によって、断面を決定した。パイプカルバートは維持の容易性を考慮して、 $\phi 1.0\text{ m}$ を最小とした。

##### 2) はけ口工

ボックスカルバート、パイプカルバートの追加ヶ所および、既設のカルバートのはけ口が洗掘され、道路に被害の及んでいるヶ所では、はけ口工を適用した。はけ口工は、石張りによる水路工を主体とし、水たたき部はコンクリートで底を張り、必要に応じて床固め工を組合せ計画した。

## 適用対策工

それぞれの災害地点で適用した対策工を資料編 10-3 に示す。斜面のスケッチ、地質と水の状況、対策工を選出した理由などが同じ所に記述してある。

最終的に、それぞれの災害地点での対策工は表 10.5-1 のようにまとめられる。

対策工の数が一番多いのはダルトン・バス区間で 215 個、マハブラグーソゴド区間で 143、ケノン道路で 121 である。一方、対策工の設計をする必要のある災害地点数はダルトン・バス区間で 73、ケノン道路で 46、マハブラグーソゴド区間で 40 となっている。

1 災害地点で採用した対策工の数は平均してダルトン・バスで 3.0 個、マハブラグーソゴド区間で 3.6 個、ケノン道路で 3.0 個である。マハブラグーソゴド区間は他の 2 つの区間に比べて 1 ケ所当りの対策工の数が多いため、災害規模が比較的大きいためと思われる。

切土斜面崩壊と落石に適用した対策工の内では除去工と切直し工が最大数で切土斜面崩壊地点で 55 ケ所、落石ケ所で 38 ケ所となっている。除去工が多くなっている理由は、どんな対策工を適用しようとも、不安定土塊はまず最初に除去する必要があるからである。適用した対策工の数に関しては、除去工の数は除外して議論した方がよい。切土斜面崩壊に対して適用した対策工では、除去工を除いて、表面排水工の適用が最も多く 40 ケ所、植生の適用が 32 ケ所、コンクリート吹付け工が 27 ケ所となっている。多くの切土斜面崩壊は表面水によって生じていることを意味し、排水施設と適切な斜面保護工が崩壊防止のために必要となる。

盛土斜面崩壊に対して適用した対策工では、腹付け盛土工が最大で 30 ケ所、表面排水と地下排水工が 28 ケ所である。即ち、水処理が崩壊防止には非常に重要となっている。落石に適用した対策工の内、除去工を除けば、待受け工が、特に覆式落石防止網が最大の適用数で 29 ケ所、コンクリート吹付け工が 14 ケ所、表面排水工が 6 ケ所となっている。落石は主にあまり風化していなく、浸食も受けていない硬岩の斜面で発生する。従って、待受け工が最大適用数となっている。一方、表面排水工は切土斜面崩壊の適用数に比べ、比較的少なくなっている。

地スベリ対策工では、良く用いたという対策工はあまりない。しかし、対策工を施すべき地点が多ければ、水平排水工と除去工が多くなるであろう。

土石流対策工では、石張流路工と小規模の砂防ダムによる対策工が主たるものである。本調査では、主に小さな溪流に対しての対策工であるため、このような対策工が適切なものとして選ばれた。

TABLE 10.5-1 NUMBER OF APPLIED COUNTERMEASURES

SECTION	DISASTER		APPLIED COUNTERMEASURES																	TOTAL				
	TYPE	NUMBER	EARTH WORK		DRAINAGE WORK		PROTECTION WORK				CATCH WORK	STRUCTURE WORK					TORRENT WORK		CULVERT					
			REMOVAL/RE-CUTTING	RE-FILLING	SURFACE DRAIN	SUBSURFACE DRAIN	VEGETATION	CONCRETE SPRAYING	CONCRETE CRIB	STONE PITCHING		STONE MASONRY R.W.	GRAVITY TYPE R.W.	SUPPORTED TYPE R.W.	GABION R.W.	ANCHORING	PILING	STONE PITCHING WATER WAY			GABION F.P.	CONCRETE SABO-DAM		
DALTON PASS (73 spots)	C-S.F, D.F	39	32	1	28	-	21	16	8	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	110
	E-S.F, D.F	13	-	11	9	11	2	-	3	9	-	4	1	1	-	-	-	-	-	-	8	-	1	60
	C-F	6	5	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
	L.S	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	D.F	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	13	1	11	4	32
	O.F	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
SUB TOTAL			37	13	37	11	23	19	11	9	3	8	3	1	1	0	0	13	9	11	6	6	215	
MAHAPLAG-SOGOD (40 spots)	C-S.F,D,F	19	18	-	12	2	10	8	3	-	1	2	1	-	-	1	-	1	1	-	-	-	60	
	E-S.F,D,F	14	-	14	13	13	11	-	2	-	-	2	-	1	6	-	-	-	-	-	-	1	63	
	C-F	2	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	
	L.S	3	2	1	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	11	
	D.F	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	
	O.F	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	
SUB TOTAL			22	15	28	17	23	8	5	1	3	5	1	1	8	1	0	2	1	0	2	2	143	
KENNON ROAD (46 spots)	C-S.F,D,F	5	5	-	-	-	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
	E-S.F,D,F	9	-	5	6	4	-	-	3	-	-	3	4	2	2	2	-	-	1	-	-	-	32	
	C-F	31	31	-	5	-	-	11	4	-	22	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2	77	
	L.S	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
	D.F	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
	O.F	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
SUB TOTAL			36	5	11	4	1	14	9	0	22	3	4	3	2	3	1	0	1	0	2	2	121	
TOTAL (159 spots)	C-S.F,D,F	63	55	1	40	2	32	27	13	-	1	5	1	-	1	1	-	1	1	-	-	-	181	
	E-S.F,D,F	36	-	30	28	28	13	-	8	9	-	9	5	4	8	2	-	-	9	-	-	2	156	
	C-F	39	38	-	6	-	-	14	4	-	27	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2	93	
	L.S	4	2	1	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	12	
	D.F	15	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	14	1	11	4	33	
	O.F	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	
TOTAL			95	33	76	32	47	41	25	10	28	16	8	5	11	4	1	15	11	11	10	10	479	
NOTE :			<p>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  O.F Over flow</p> <p>R.W RETAINING WALL  F.P FOOT PROTECTION</p>																					