

6-4 橋梁及び構造物

6-4-1 橋梁及び構造物の設計基準

既存の道路構造物は原則としてAASHTOの規準に従って設計されている。鋼橋においては製作年次等が明記されているものが多く、設計に適用された規準、荷重等の推定が比較的要易なものが多いが、コンクリート構造物では古い橋梁、カルバート等で交通量の増加にともなって橋を新しく拡巾したのもも多く、適用された設計基準、製作年度等不明なものが多い。

6-4-2 橋梁及び構造物の現況

目視による現況調査の結果はTable 6-11に示す通りである。Table 6-11は対象道路中2, 3の橋を除き、構造物は現況交通を通すのに十分な能力を有していることを示している。Table 6-11に注記した特別な項目としては、建築限界を満足させるため部材を欠損させたトラス橋、車両の衝撃、上部工の変位による床版の欠損、下部工変位に起因するコンクリートのヒビ割れ、洗掘等の欠陥である。

改良工事費の積算にあたって現況の橋梁の補修、補強にかかる費用は、維持管理費として計上し改良プランの費用に含まないものとした。これは現在交通を通すための補修、補強は本調査の結果に関係なく、コロンビアの予算で行うというコメントを各工事事務所よりもらっているためである。今回の調査結果は新規構造物の計画を行うのに参考として十分利用することができた。

(1) 対象道路の橋梁

個々の橋梁については、今回実測に基く台帳を作成し、現地できりまとめM O P Tに提出されている。この台帳には橋の諸元だけでなく問題点も提起した。特に注意すべき問題点について以下に述べる。なおMelgar ~ Buga間で調査した橋梁はTable 6-9の通りで

Table 6-9 Type and Number of Existing Bridges

| Type \ Span | 5 ≤ l < 10 | 10 ≤ l < 30 | 30 ≤ l < 50 | 50 ≤ l | Total |
|--------------|------------|-------------|-------------|----------|-----------|
| Steel Bridge | - | - | 1 | 4 | 5 |
| R. C. Bridge | 20 | 19 | 2 | - | 41 |
| P. C. Bridge | - | 2 | 2 | - | 4 |
| <u>Total</u> | <u>20</u> | <u>21</u> | <u>5</u> | <u>4</u> | <u>50</u> |

Note: R.C. - Reinforced Concrete
P.C. - Prestressed Concrete
Spans in meters

1) Melgar ~ Ibague 間

Rio Sumapaz (Km 99 + 660) に架設されたトラス橋は建築限界を満足させるため、施工当初に設けられた橋門構が取払われ横方向剛性が低下している。Rio Magdalena (Km 125 + 00) にかかる Girardot Bridge は伸縮継手部の床版が大きく破損し、緊急に修理が必要である。この破損は補剛げたの移動が原因と推定されるので、補剛げたの移動制限等根本的な対策が必要と考えられる。

2) Ibague ~ Caralca 間

Quebrada Gamboa (Km 75 + 550) にかける RC T-Beam Bridge は土石流による流失の危険性があり 長期にわたる観測システムあるいは防災対策を講ずる必要がある。この区間は曲線部に架設された橋が多く、高欄のほとんどが破損している。剛性の高い壁高欄等の設置が望ましい。

3) Caralca ~ Buga 間

Rio Verde (K155 + 450) にかかる橋梁は、河川流による基礎の洗掘が著しい。水流の切換え、基礎栗石 (Riprap) へのグラウト等の対策を早急に行う必要がある。

Km 163 + 350 ~ Km 208 + 650 の間に架設された RC T-Beam Bridge 6 橋について、翼壁部に土圧及び構造物沈下に起因するキ裂が発生している。橋台と翼壁を結ぶ鉄筋が入っていないのが原因である。早急に補強の必要がある。

Km 167 + 500 (Rio Barragan) に架設されている。3 径間連続鋼げたは、試算では 14 t トラック荷重 (一軸輪荷重 5.6 t) の載荷能力しかない。現在 20 t 以上の車両の通行を許しているが、それらの車両の運行、橋上におけるすれ違いは非常に危険な状態となっている。車両荷重の制限を行うか、橋の耐荷力増強を行う必要がある。

4) 橋梁の維持管理

車両通行上の重要なポイントである橋梁の維持管理は新設と同様、重要な作業であり定期的に検査を行う必要がある。

今回の調査においても、各構造物の諸元、補修拡張、設置年月日のわからないものが多く、検査は目視にたよるしか方法がなかった。MOPT、コンサルタント、建設業者、維持管理組織等によって、維持管理記録が残るよう適切な方法を実行する必要がある。

(2) 道路構造物

Melgar ~ Buga 間の道路構造物の詳細な Inventory は MOPT の各 District office が作成している。その資料をもとに現地調査によって各構造物の現状維持管理状態、その他の問題点が調査された。なお Melgar ~ Buga 間で調査した構造物は Table 6-10 の通りである。Ibague ~ Calarca 間では現在コロンビア政府によって現道のリハビリテーションが行われており、順次擁壁、排水設備が整備されつつある。道路構造物においては Ibague ~ Calarca 間に問題点が集中しているので、この区間の道路構造物について報告する。

Table 6-10 Type and Number of Existing Road Structures

| Section | Box Culvert (Number) | Retaining Wall | | Drainage Pipe (Number) |
|------------------|-------------------------|----------------|----------|---------------------------|
| | | (Number) | (Length) | |
| Melgar - Ibague | 0 | 28 | 771 M | 290 |
| Ibague - Calarca | 29 | 512 | 11318 M | 642 |
| Calarca - Uribe | 23 | 19 | 408 M | 385 |
| Uribe - Buga | 10 | 0 | 0 | 141 |
| Total | 62 | 559 | 12497 M | 1458 |

1) 擁壁

擁壁はコンクリート擁壁（重力式）、蛇カゴ式擁壁に分けられる。ほとんどのコンクリート擁壁には水抜孔がなく、将来水圧による変位が考えられる。蛇カゴ式擁壁は地すべり地帯の排水をよくする目的で設置されているが、コンクリートで巻いて水を通らなくしたものがある。また地すべり部の上部に設置しているものがあり、その重量により逆に地すべりを加速する可能性がある。二、三の蛇カゴ式擁壁では沈下、側方移動等の変状が進んでいる。

2) 排水設備

排水設備は側溝、めくら暗渠及び道路を横断する管渠で構成されているが、排水に対するノリ面防護がなされていない場合が多く、現在すでに道路下側のノリ面破壊のきざしが見られる。道路切土部のノリ面破壊により土砂が排水管に流入し約20%の排水管が土砂により埋まっている。

3) 山留め工

本調査区間には山留め工はほとんどなく、落石、ノリ面崩壊が多発している。ノリ面安定、交通の安全確保のため石積工、ブロック工等の山留め工の設置はぜひとも必要である。

4) 道路構造物の施工

谷側擁壁、排水溝等の掘削は防護工なしで、施工されており、現在の交通を確保しながらの工事は非常に危険である。コンクリート工事は、コンクリート材料を路上で混合しており、現在交通をさまたげること及びコンクリートの品質管理が十分でないことが考えられる。コンクリートミキシングプラントとミキサーカーを組合せて、現場作業を極力少なくする等、全体の施工システムを検討する必要がある。

Table 6-11 Existing Status of the Bridges

MELGAR-ESPINAL

| KM | BRIDGE NAME RIVER NAME | TYPE | SPAN (m) | PROPOSED IMPROVEMENT WORKS |
|--------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|---|
| K99 +660 | RIO SUMAPAZ | WARREN TRUSS | 60.0 | |
| K101 +950 | YUKANA | R.C.S | 6.0 | DO NOTHING |
| K102 +750 | NARANJARA | R.C.D.G. | 14.0 | DO NOTHING |
| K107 +700 | AGUA BLANCA | R.C.D.G. | 8.0 | DO NOTHING |
| K111 +350 | RIO PAGUEY | R.C.D.G. | 20.5 + 20.5 = 41.0 | DO NOTHING |
| K122 +600 | RIO BOGOTA | R.C ARCH | 8.6 + 19.0 + 8.6 = 36.2 | DO NOTHING |
| K125 +00 | GIRARDOT | SUSPENSION BRIDGE | 45.0 + 183.0 + 45.0 = 273.0 | REPAIR AND IMPROVE SLAB- HOLE, PROVIDE SCOUR PROTEC- TION AT ABUTMENT |
| K132 +305 | SATAHA | R.C.D.G. | 8.0 + 12.35 + 8.0 = 28.35 | DO NOTHING |

Legend

- R.C.S - Reinforced Concrete Slab
 - R.C.D.G - Reinforced Concrete Deck Girder (Tee-Beam)
 - P.C - Prestressed Concrete (I-Beam)
 - R.C. RAHMEN - Refer to Bridge Report included with Drawing.
- Half Bridge where noted means half the roadway supported on the bridge and the others half on the road bed.

Table 6-11 Existing Status of the Bridges

(Cont'd)

ESPINAL-URIBE

| KM | BRIDGE NAME RIVER NAME | TYPE | SPAN (m) | PROPOSED IMPROVEMENT WORKS |
|--------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|---|
| K16 +043 | RIO COELLO | WARREN TRUSS | 75.4 | PROVIDE SCOUR PROTECTION AT ABUTMENT |
| K23 +470 | GUALANDAY | R.C.D.G. | 9.5 + 25.9 + 9.5 = 44.9 | DO NOTHING |
| K36 +487 | | R.C.D.G. | 8.0 | DO NOTHING |
| K56 +39 | RIO CONVEIMA | R.C.D.G. | 37.4 | DO NOTHING |
| K62 +410 | RIO LA CANTERA | R.C.S | 6.0 | REPAIR HANDRAILING |
| K63 +810 | | R.C.S | 5.6 | REPAIR ABUTMENT |
| K64 +670 | RIO COELLO | R.C.D.G. | 19.4 | PROVIDE SCOUR PROTECTION AT ABUTMENT |
| K75 +550 | GAMBOA | R.C.D.G. | 6.0 | THE LOCATION SHOULD BE REVIEWED |
| K78 +250 | CURARITO | R.C.D.G. | 15.5 | REPAIR HANDRAILING |
| K81 +400 | CERAJOSA | R.C.D.G. | 8.2 | REPAIR HANDRAILING IMPROVE DRAINAGE |
| K83 +150 | TIGRE | R.C.D.G. | 7.8 | DO NOTHING |
| K85 +500 | | P.C. HALF BR. | 35.1 | DO NOTHING |
| K89 +794 | CAJAMARCA | TRUSS | 94.5 + 96.0 + 94.5 = 285.0 | REPAIR EXPANSION AT 2ND ABUTMENT |
| K104 +398 | RIO BERMELLON | R.C.D.G. | 7.0 | DO NOTHING |
| K110 +140 | | R.C. RAHMEN HALF BR. | 4.5 + 4@ 5.0 = 24.5 | DO NOTHING |

See Legend with Table 6-11

Table 6-11 Existing Status of the Bridges

(Cont'd)

| KM | BRIDGE NAME RIVER NAME | TYPE | SPAN (m) | PROPOSED IMPROVEMENT WORKS |
|--------------|---------------------------|-----------|------------------------------|---|
| K131 +760 | SANRAFAEL | R.C. ARCH | 8.5 | REPAIR HANDRAILING |
| K155 +450 | RIO VERDE | R.C.D.G. | 11.0 + 21.5 + 11.0 = 43.5 | REPAIR HANDRAILING, REPAIR AND IMPROVE GROUTED RIPRAP AT PIER |
| K156 +700 | | R.C.S | 4.0 | DO NOTHING |

See Legend with Table 6-11

Table 6-11 Existing Status of the Bridges

ESPINAL-URIBE

(Cont'd)

| KM | BRIDGE NAME RIVER NAME | TYPE | SPAN | PROPOSED IMPROVEMENT WORKS |
|--------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--|
| K163 +350 | RIO LOS ANGELES | R.C.D.G. | 10.4 | REPAIR HANDRAILING REPAIR AND IMPROVE AT WINGWALL OF ABUTMENT |
| K166 +700 | EL MACHO | R.C.D.G. | 13.5 | REPAIR AND IMPROVE AT WINGWALL OF ABUTMENT |
| K167 +500 | RIO BARRAGAN | STEEL I BEAM | 22.5 + 30.7 + 22.5 = 75.7 | PROVIDE SCOUR PROTECTION AT 2ND ABUTMENT LOAD CAPA- CITY LESS THAN 14 ^t |
| K174 +200 | LA CAMELIA | R.C.D.G. | 7.8 | REPAIR AND IMPROVE AT WINGWALL OF ABUTMENT |
| K175 +800 | LOS ANGELES | R.C.D.G. | 10.0 | REPAIR HANDRAILING |
| K181 +00 | RIO PIJAO | R.C.D.G. | 15.3 | REPAIR HANDRAILING |
| K193 +400 | EL POPAL | R.C.D.G. | 10.5 | DO NOTHING |
| K206 +120 | SAN MARCOS | R.C.D.G. | 13.25 | REPAIR AND IMPROVE AT WINGWALL OF ABUTMENT |
| K207 +650 | SAM PABLO | R.C.D.G. | 11.3 | REPAIR HANDRAILING |
| K208 +300 | PAILAR | R.C.D.G. | 17.1 | REPAIR AND IMPROVE AT WINGWALL OF ABUTMENT |
| K208 +600 | NICOLAZA | R.C.D.G. | 9.0 | REPAIR AND IMPROVE AT WINGWALL OF ABUTMENT |

See Legend with Table 6-11

Table 6-11 Existing Status of the Bridges

URIBE-BUGA

(Cont'd)

| KM | BRIDGE NAME RIVER NAME | TYPE | SPAN (m) | PROPOSED IMPROVEMENT WORKS |
|--------------|---------------------------|--------------------|----------------------|--|
| K68 +178 | EL OVERO | R.C.D.G. | 8.8 + 10.2 = 19.0 | DO NOTHING |
| K74 +183 | RIO BUGALAGRANDE | R.C.D.G. RAHMEN | 43.0 | DO NOTHING |
| K81 +710 | ZABALETAS | R.C.D.G. | 3@ 9.0 = 27.0 | DO NOTHING |
| K87 +00 | RIO MOLALES | R.C.D.G. | 12.10 | PROVIDE SCOUR PROTECTION AT 1ST ABUTMENT THE LOCA- TION SHOULD BE REVEIUED |
| K87 +150 | RIO LA RIVERA | R.C.D.G. | 12.10 | DO NOTHING |
| K90 +250 | RIO TULUA | P.C.T RAHMEN | 35.20 | DO NOTHING |
| K98 +508 | RIO SAN PEDRO | R.C. BOX | 3@ 3.3 = 10.0 | NEW 4 LANE 20M T BEAM BRIDGE |
| K100 +360 | DEL YESO | R.C. BOX | 8.4 | DO NOTHING |
| K100 +980 | TOPOS LOS SANTOS | R.C. BOX | 14.0 | DO NOTHING |
| K104 +968 | MARSELLA | R.C.D.G. RAHMEN | 2@ 8.75 = 17.50 | DO NOTHING |
| K107 +400 | LA MARIA | R.C.D.G. RAHMEN | 2@ 8.4 = 16.80 | DO NOTHING |
| K110 +720 | | P.C.T | 3@ 13.1 = 39.3 | DO NOTHING |
| K113 +650 | GUADALAJARA | P.C.T | 2@ 25.5 = 51.0 | DO NOTHING |

See Legend with Table 6-11

6-5 調査地域の地質

6-5-1 地質の概要

調査地域の地質は、第三紀堆積岩層、花崗閃緑岩、結晶片岩、脈岩、火山灰および扇状地又は段丘を形成する砂礫層から構成される。区間別の地質は次の通りである。

(1) Melgar ~ Espinal

第三紀の砂岩、頁岩、礫岩の互層を基盤として、鮮新世～完新世にいたる砂礫層が堆積している地域である。第三紀層は固結しているが、クラック、ジョイントが発達し褶曲しているが傾斜は一般に小さい。又ケスタを形成し流れ盤が顕著に見られるところがある。道路の切土法面では層理面と、これに直角に発達した節理面が開口し、これが落石、岩盤崩壊の要因となっている。又、Rio Apicala と Rio Magdalena にはさまれた地域に南北に連なる標高約 650 m の丘陵があるが、この丘陵を構成する岩石も第三紀堆積岩である。

この地域の砂礫層は固結の弱いもので Rio Magdalena とその支流によって運ばれ堆積したものである。この砂礫層には巨礫が多く淘汰が良くない。Rio Magdalena 付近の道路の切土法面に露頭している巨礫は抜けやすく、これが落石の原因の一つとなっている。

(2) Espinal ~ Ibague

この地域の基盤を形成している岩石は、第三紀堆積岩層と花崗閃緑岩であり、その上を厚い砂礫層が覆っている。この砂礫層は Rio Combeima 及びその支流によって中央山脈から運ばれ堆積した扇状地堆積物であって巨礫が多く、淘汰が悪いが地盤は安定している。現道はこの砂礫層の上を通過している。

(3) Ibague ~ La Linea

Ibague ~ Km 71 付近までは花崗閃緑岩又は石英閃緑岩の分布している地域である。これらの岩石は優白色、優黒色など構成鉱物による岩相変化はあるが、風化形態の差異は少ない。又、表面は砂状の風化が進み、断層付近ではとくにそれが顕著である。

この地域の主な断層は Ibague 断層、Perico 断層があり、北東から南西方向に長く連続して走っており、Ibague 断層に沿って Km 6.25 から Rio Cocora にかけて大きな地這りが発生している。

Km 71 より La Linea 間は黒色片岩、緑色片岩、角閃石片岩及びこれらに貫入したヒン岩が基盤となっており、これらの上を火山灰、段丘堆積物が覆っている。

結晶片岩は片理が強く発達し、薄くはがれる性質があり褶曲が著しい。この地域全体は黒色片岩が卓越しているが、Km 71 ~ 82 付近では緑色片岩が多く分布しており、Km 71 付近では花崗閃緑岩に貫入され珪化作用を受けて硬くなっている。

黒色片岩は破碎作用が著しく風化に弱い岩盤である。ことに断層が推定される個所では特に深部まで破碎されている。これらの個所は地下水の浸透が多く、断層粘土により地下水がせき止められて水位が上昇し、地すべりが発生しやすくなっている。緑色片岩は片理

面によるはく離は少く、ブロック状の節理が発達しており岩盤崩壊、落石の種類の破壊が起きやすい。ヒン岩はkm 105.5付近にやや大きい岩体を形成しており、度々崩壊を発生させている。

火山灰はこの地域では2種類に分類される。一つはIbague～km 106付近のRio Bermelon, Rio Coelloの谷に沿って分布するもので、もう一つはkm 106～Calarca間に分布するものである。

前者は軽石流堆積物で一部溶結しており柱状節理があり、固結度は良好である。後者は降下火山灰で、山脈を広く覆う軟かい堆積層であり、厚さは5 m～15 mである。

(4) La Linea ～ Calarca

この区間は主に黒色片岩と、表層を覆う降下火山灰から構成されている。地すべりの多くは、山脈の稜線付近の火山灰の厚いところに発生している。La Linea付近の黒色片岩が強度に風化して分布しており、又km 133～134付近には変輝緑岩が、km 122.5付近には角閃石ヒン岩が分布している。これらの地域は堅硬な岩盤から成立っている。又km 126からkm 135にかけては、北東から南西方向にNavarco断層、Planadas断層、及びCalarca断層が存在し、中央山脈の西縁を区切っている。

(5) Calarca ～ Uribe

この区間内Calarca～Caicedoniaの間は第三紀の安山岩質、玄武岩質、火山碎屑岩とその上を覆う火山灰から構成されている。地形は平坦であり現道はその上を通っている。又Caicedonia～Uribeの間は第三紀堆積岩の泥流堆積物、凝灰岩、砂岩、礫岩、頁岩などの互層から構成されており、地層は緩く傾斜していて表層は風化が進んでいる。

Uribe～Buga間は鮮新世以降の砂礫から構成されRio Caucaに沿って広い沖積平野が形成されている。

6-5-2 地 形

Melgar～Buga間の対象道路は、コロンビアの中央山脈を横断している。山岳地域 - とりわけ、主山脈の尾根を越えるIbague'～Calarca間 - は、急峻な山腹斜面の多い典型的な山岳地帯である。

La LineaとCalarca, Ibague間の標高差は2000mにもおよび山稜を越える部分の道路は、多数のカーブを持つものの勾配は概して大きい。

Melgar～Buga間の現道沿いの地形的特徴は、次のようにまとめられる。

(1) Melgar ～ Espinal 間

大部分が、Rio Magdalenaとその支流によって形成された段丘、扇状地、沖積平野などの低平地で、河川は、下刻侵食により、深いU字谷が形成されているところが多い。

(2) Espinal ～ Ibague 間

Rio Combeimaとその支流によって形成された扇状地と、氾濫原で構成されている。

(3) Ibague ~ La Linea 間

この区間は、大部分V字谷地形を呈する Rio Coello に沿っている。山腹斜面はひじょうに長く、川床から山頂までの斜面長は500~1000mある。

山腹傾斜は、20° ~ 35° が一般的だが、ところによっては40°以上の急傾斜部が見られる。現道は谷に沿って急峻な山腹斜面を横切っているにもかかわらず、斜面の安定対策が何もなされていないので土砂崩れ、地すべり、路肩欠陥、落石などの道路災害をひきおこし易い条件下にある。

(4) La Linea ~ Caralca 間

La Lineaに近い部分は、降下火山灰により山頂および山腹斜面は比較的ゆるやかな傾斜をもつ。しかし、河川勾配はきつく、川筋は深くきれこんだV字谷を形成している。

CaralcaとLa Linea間は、延長21Kmであるが、比高差1700mにおよび、現道の平均勾配は約8%とひじょうに大きい。

(5) Calara ~ Caicedonia 間

大部分の区間が、火砕流と火山灰とに形成された山麓高原で、地形は比較的ゆるやかである。

(6) Caicedonia ~ Uribe 間

Caicedonia 側は火砕流で形づくられた高原で、ゆるやかな斜面の丘陵が連なっている。

Uribe 側は、主に砂岩や礫岩よりなる第三紀堆積物で構成されており、侵食により丘陵地形を持つところが多いが、ところにより段丘崖のような急崖部がみられる。

(7) Uribe ~ Buga 間

Rio Cauca とその支川によって形成された扇状地、段丘、氾濫原などの平坦面である。

6-5-3 調査地域の降雨

調査地域の年間降雨量は約1000~2000mmであり、ほぼ中央山脈に沿った北東から南西方向に帯状に分布している(Fig6-4)。これらの地域内において Girardot ~ Chigorocal 付近と Tulua ~ Buga 付近の低地部及び Cajamarca 周辺で年間約1000~1400mmと少ない降雨量であるが、Melgar, Calarca ~ Uribe の付近では年間約2000mmを越す降雨がある。Ibaguéにおける1971年、1972年の観測資料(Fig6-5)を例にとると、7月を除いて、1ヶ月間に10日以上の降雨があることがわかる。(Table 6-12)

Table 6-12 Number of Rain Days By Month in Ibague

| Month Year | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 1971 | 14 | 17 | 12 | 11 | 23 | 14 | 4 | 15 | 17 | 21 | 11 | 15 |
| 1972 | 17 | 10 | 18 | 14 | 19 | 10 | 2 | 7 | 3 | 12 | - | - |

降雨の状態を時間帯別に見ると夜間の19時から朝の7時迄に大半の降雨があり、午後の時間帯はほとんど降雨がないことが分かる。

LEGEND

• OBSERVATORY OF PRECIPITATION

— ISOHYETAL LINE (ANNUAL PRECIPITATION)

— WATER GAUGE

— WATER GAUGE AND DISCHARGE GAUGE

- ① GIRAROOT No.1, RIO MAGDALENA
- ② GIRAROOT No.2, RIO MAGDALENA
- ③ VERTEDERO, RIO COELLO
- ④ MOCTEZMA, RIO COMBEIMA
- ⑤ PUENTECARRTERA, RIO COELLO
- ⑥ ELALBRADO RIO LA VIEJA
- ⑦ MATEGUADA, RIO TULUA
- ⑧ ELVERGEL, RIO GUADALAJARA

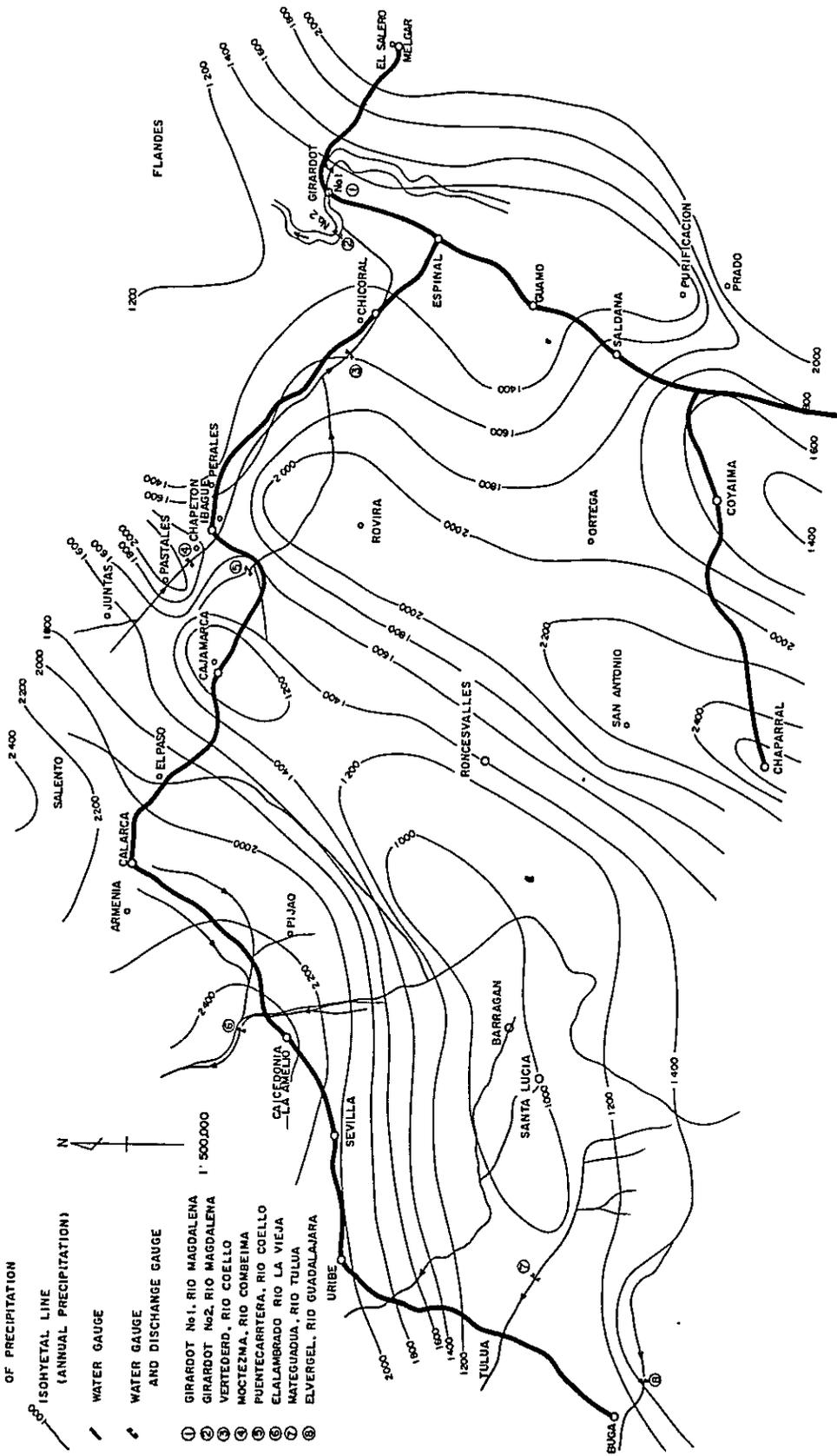


Fig. 6-4 ISOHYETAL MAP

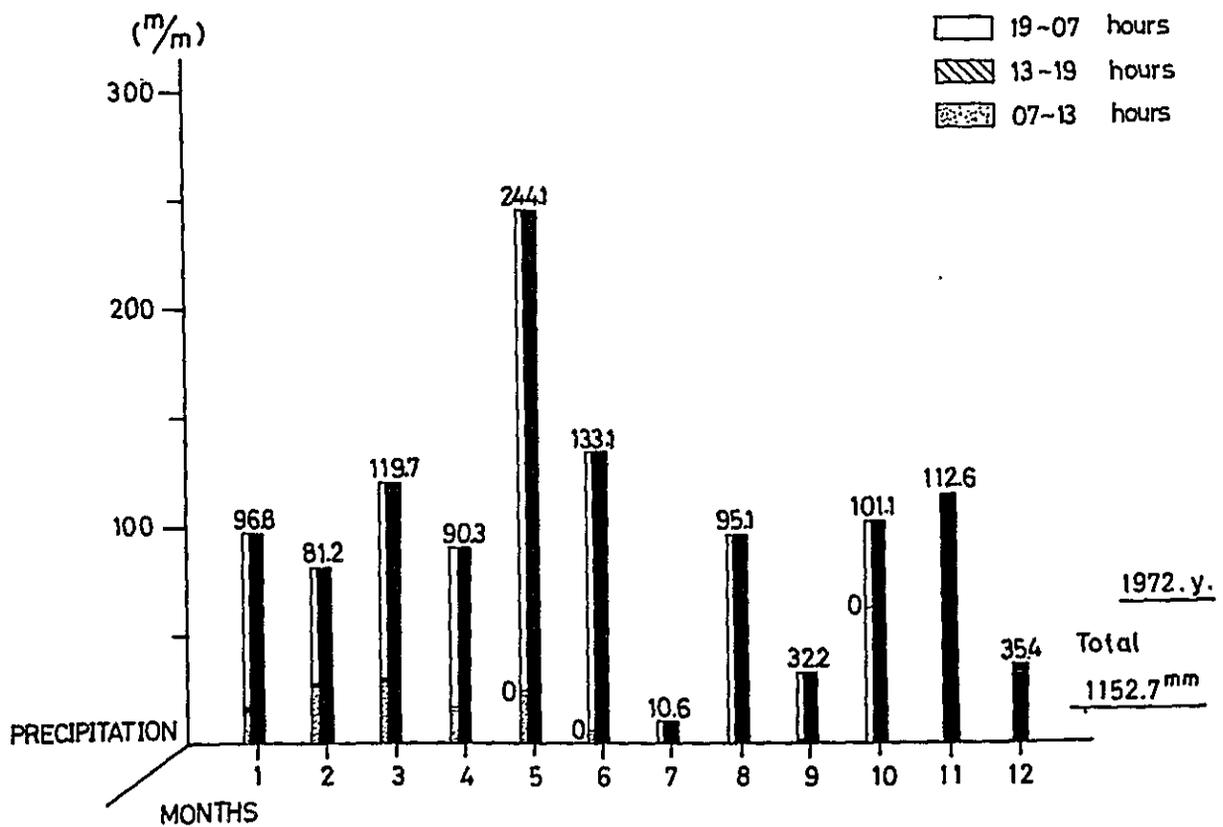
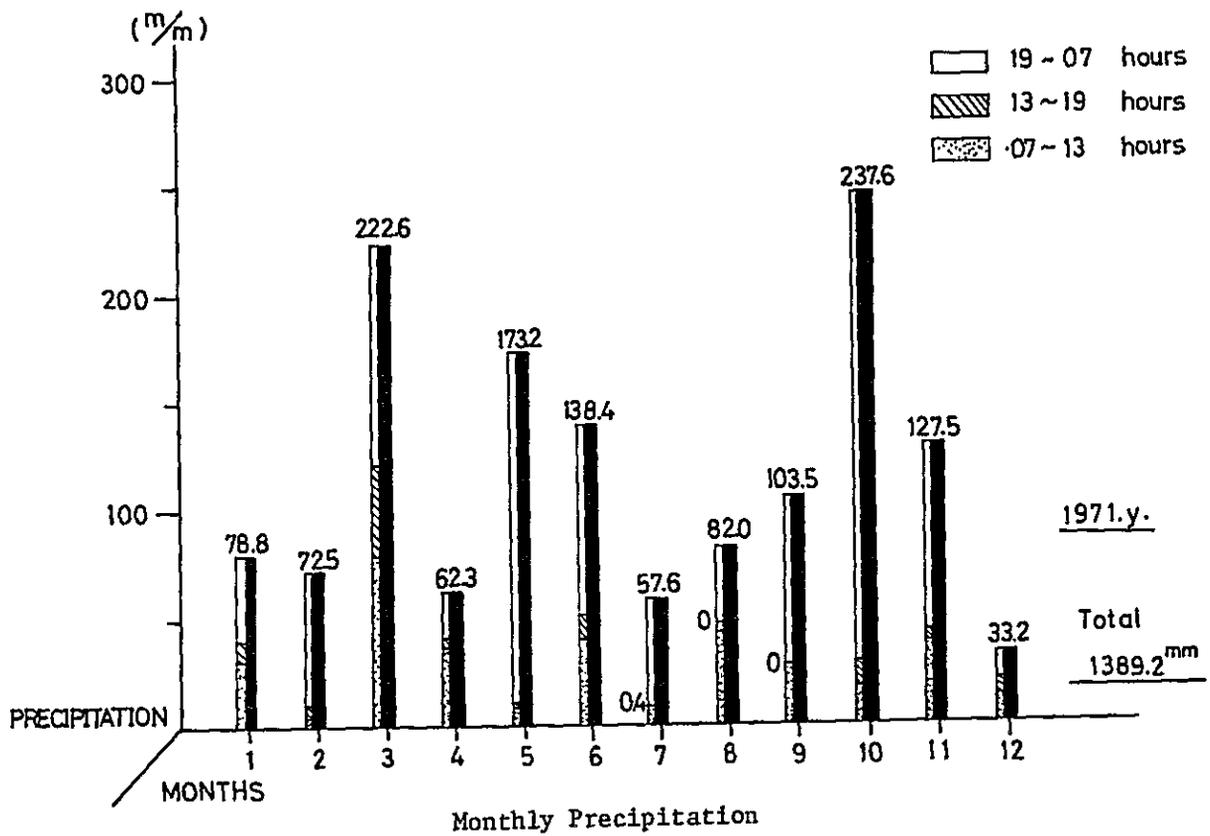


Fig 6-5 Monthly Precipitation

6-5-4 Ibague～Calarca間の災害発生形態

今回の現地調査の結果、災害の発生が中央山脈を通過するIbague～Calarca間に集中していることが分った。この区間の現道に対して予想される災害の形態と規模、及びおおよその発生時期をクラス分けすることとした、これらはAnnex Table 7-2に示した。

(1) 災害の形態

現道に沿って発生する災害の形態は、次の4種類に分けられる。これらはFig 6-6に示される。

1) 地滑り Landslide (Fig 6-6(a))

地滑りの発生の要因と徴候を抽出すると次のようなものがある。

- I) 滑落崖 Scarp と地滑り土塊 Sliding mass などの地滑りの地形的特徴が明瞭である。
- II) 過去に大きな地滑りが発生し、まだ崩積土 Colluvial deposit が残っている。
- III) 小さな崩壊 Failure evidence の形跡が多い。
- IV) 降雨による侵食を受け Gully が明瞭である。
- V) 断層 Fault, 破碎帯 Fracture zone がある。
- VI) 河川による地滑りの末端部の侵食が進んでいる。
- VII) 軟質の火山灰層が厚く Gully erosion が進んでいる。

2) 滑落 Fall, 崩壊 Collapses

- 2) -1 表面滑落 (Fig 6-6(b))
- 2) -2 岩石崩壊 (Fig 6-6(c))
- 2) -3 落石 (Fig 6-6(d))
- 2) -4 路肩よりの欠落及び道路陥没 (Fig 6-6(e))

これらの崩壊は次の様な条件又は状況より生ずる。

- I) 表層の風化が進んでいる。
- II) 斜面の傾斜が急である。
- III) 裸地である。
- IV) 断層 Fault, 破碎帯 Fractured zone の近くで岩盤にクラック crack が多い。
- V) 降雨が集まるような地形をしている。
- VI) 新しい崩壊地がある。

3) 土石流 Debris Flow (Fig 6-6(f))

これらの崩壊は次の様な条件又は状況より生ずる。

- I) 集水面積が大きい。
- II) 流域に崩壊地が多い。

Ⅲ) 溪床に堆積物が多い。

Ⅳ) 溪床の勾配が大きい。

(2) 災害の規模のクラス分け

災害の規模は航空写真を利用することにより地滑りの形，崩壊地の数と面積を判読し，又現地踏査によって地滑地帯のクラックの開き具合と範囲，節理の具合，断層の幅などを考慮して技術者が総合的に判断して次の三つのクラスに分類した。

L：大規模な災害を発生する可能性があり，一度発生すると一週間程度交通止となるもの

M：中規模程度の災害を起し2～3日の交通止となり，崩積土砂を路上から排除さえすれば良い程度のも

S：小規模な災害が起り，崩壊土石の量はさほど多くなく，片側車線は確保出来る程度の規模

(3) 災害発生時期のクラス分け

災害発生時期は，前記に記した要因と徴候の空中写真判読と現地調査の結果にMOP Tの既存調査資料を併せて，技術者が次のように経験的に割出した。

A：極く近い将来に災害が発生する可能性が高く，緊急な対策が必要とされる個所

B：2年ないし3年後に1度の割合で災害が発生するであろうと推定される個所

C：将来災害が発生することは間違いないが，その時期が数年に1度起きるかどうかはっきりしないもの

(4) 災害の規模と発生時期

Ibague～Calarca間には，517箇所にもものぼる災害発生危険箇所が見い出された。上に述べたような危険度と規模にこれらを分類するとTable 6-13のようにまとめられる。これらの各個所の地形，地質的特徴，災害要因および対策上については，Annex Table 7-4に示すとおりである。

517箇所の災害発生危険箇所を，地滑り・崩壊（山側）・崩壊（谷側）及び土石流の4つの形態別に集計すると，それぞれ次のTable 6-14～Table 6-18のようになる。

Fig 6-6 Models of Failure

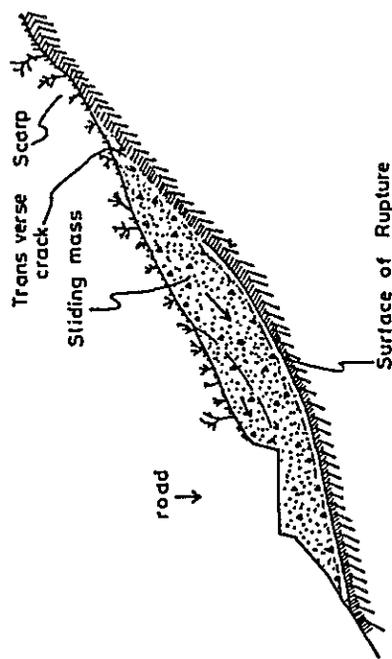


Fig 6-6 (a) Schematic Section of Landslide

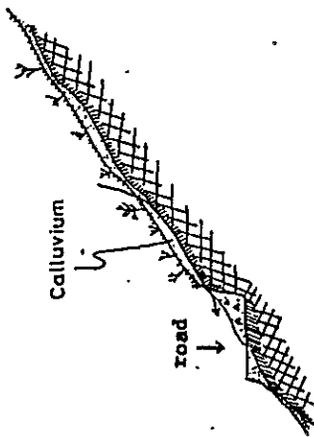


Fig 6-6 (b) Schematic Section of Surface layer fall

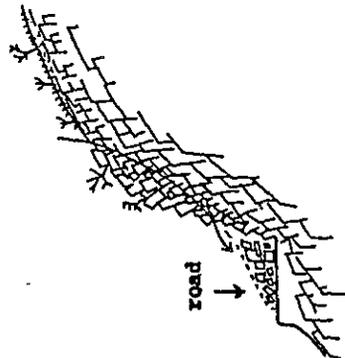


Fig 6-6 (c) Schematic Section Rock avalanches

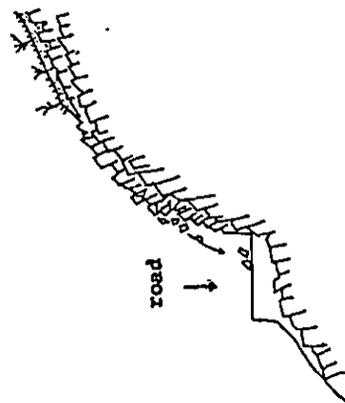


Fig 6-6 (d) Schematic Section of Rock fall

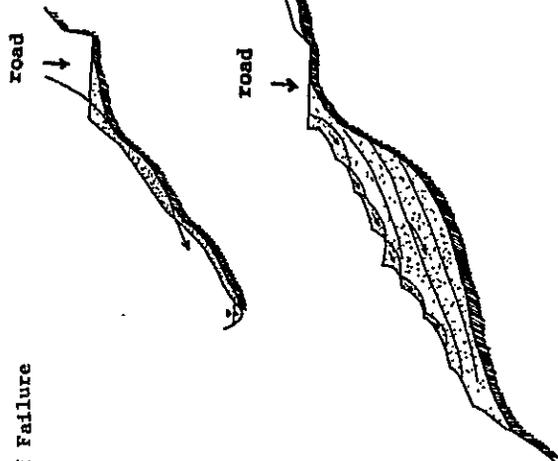


Fig 6-6 (e) Schematic Section of Failure of The Shoulder and Road

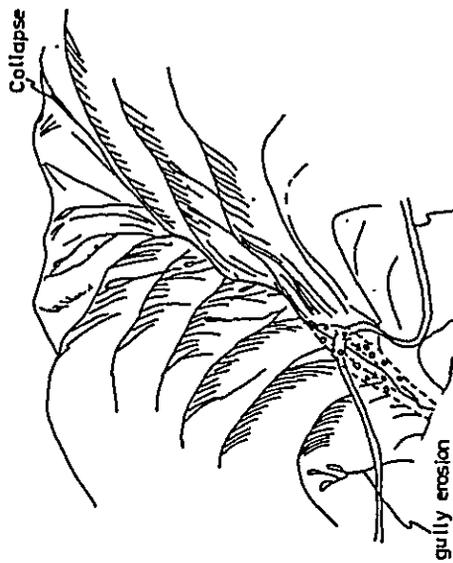


Fig 6-6 (f) Schematic Section of Debris Flow

Table 6-13 Number of Danger Spots, and the Extent of Damage

(Number/length)

| Probability of Occurrence | Extent of Damage | | | |
|---------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | L | M | S | Total |
| A | 35/4,020m | 87/6,435m | 47/3,032m | 169/13,487m |
| B | 17/1,065m | 86/5,765m | 76/6,520m | 179/13,350m |
| C | 3/350m | 59/5,090m | 107/13,530m | 169/18,970m |
| | 55/5,435m | 232/17,290m | 230/23,082m | 514/45,807m |

Table 6-14 Number of Locations Susceptible to Landslide

| Probability of Occurrence | Extent | | | |
|---------------------------|---------------------|------------------|---|---------------------|
| | L | M | S | Total |
| A | $\frac{16}{2,865m}$ | $\frac{2}{100m}$ | 0 | $\frac{18}{2,965m}$ |
| B | $\frac{2}{550m}$ | $\frac{6}{625m}$ | 0 | $\frac{8}{1,175m}$ |
| C | $\frac{1}{190m}$ | $\frac{2}{240m}$ | 0 | $\frac{3}{430m}$ |
| Total | | | | $\frac{29}{4,570m}$ |

これらのうち、規模が大きく、かつ現道に重大な影響を与えると考えられるものは、Table 6-15に示す17箇所である。これらの平面図、断面図はAnnex Fig 6-2～Annex Fig 6-16に示される。

Table 6-15 Major landslide-prone places

| No. | Location | width (m) | Major cause |
|------|-----------------|--------------|---|
| *LS1 | 62k520-62k680 | 160 | Fault, ground water |
| * 2 | 71k770-72k240 | 470 | Fault, surface ground water |
| 3 | 73k670-73k920 | 250 | Fault, denaturalized black schist, schistosity |
| * 4 | 75k400-75k920 | 105 | do |
| 5 | 76k520-76k840 | 320 | Fault, ground water |
| 6 | 77k830-78k080 | 250 | Fault, thick colluvial slope |
| * 7 | 81k430-81k500 | 70 | Fault, joint |
| * 8 | 82k000-82k300 | 300 | Topsoil running parallel to the ground; heavy weathering |
| * 9 | 97k730-97k820 | 90 | Fault, intrusive rock |
| * 10 | 101k350-101k550 | 200 | Volcanic ash layer, flood erosion |
| 11 | 102k860-102k980 | 120 | Volcanic ash layer, surface of unconformity |
| * 12 | 106k200-106k280 | 80 | Volcanic ash layer, fault |
| * 13 | 106k470-106k540 | 70 | Volcanic ash layer, ground water |
| 14 | 108k570-108k800 | 230 | do |
| * 15 | 112k340-112k520 | 180 | do |
| * 16 | 113k000-113k200 | 200 | do |
| 17 | 119k550-119k650 | 100 | do |

- Note 1. Locations shown thus (*) are points of active landsliding.
2. LS-1 is concerned with the Ibague fault, and is of the rotational slump type occurring at the fracture zone of the granodiorite.
 3. The landslides, LS-2 through LS-9, are caused mainly by weathering of black schist, fracture due to fault, and growth of schistosity. They are mostly of the slide type, rockslide type and debris avalanche type.
 4. The landslides, LS-10 through LS-17, are connected with the loose volcanic ash layer over the extensively weathered black schist, and are caused chiefly by the slide of the volcanic ash layer.
They are similar to the so-called Loess flow type landslide. The main external causes that trigger these landslides are
- erosion due to stormwater, and
- increase in pore water pressure in the sliding mass.
The cutting of slopes for road construction also is a factor aggravating a landslide situation.

Table 6-16 Rock Falls

| Probability of Occurrence | Extent | | | |
|---------------------------|------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| | L | M | S | Total |
| A | $\frac{6}{595m}$ | $\frac{41}{4,340m}$ | $\frac{35}{2,825m}$ | $\frac{82}{7,760m}$ |
| B | $\frac{2}{130m}$ | $\frac{33}{2,670m}$ | $\frac{59}{5,845m}$ | $\frac{94}{8,645m}$ |
| C | 0 | $\frac{32}{3,195m}$ | $\frac{92}{12,765m}$ | $\frac{124}{15,960m}$ |
| | | | | $\frac{300}{32,365m}$ |

Note; These are collapses associated with the mountainside.

Table 6-17 Collapse of the Shoulder and Road.

| Probability of Occurrence | Extent | | | |
|---------------------------|------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| | L | M | S | Total |
| A | $\frac{6}{460m}$ | $\frac{25}{1,405m}$ | $\frac{1}{60m}$ | $\frac{32}{1,025m}$ |
| B | $\frac{5}{305m}$ | $\frac{39}{2,370m}$ | $\frac{13}{640m}$ | $\frac{57}{3,315m}$ |
| C | $\frac{1}{150m}$ | $\frac{22}{1,615m}$ | $\frac{12}{730m}$ | $\frac{35}{2,495m}$ |
| | | | | $\frac{124}{7,735m}$ |

Note: These are collapses associated with the valley side.

Table 6-18 Debris flow

| Probability of Occurrence | Extent | | | |
|---------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | L | M | S | Total |
| A | $\frac{7}{100m}$ | $\frac{19}{590m}$ | $\frac{11}{147m}$ | $\frac{37}{837m}$ |
| B | $\frac{8}{80m}$ | $\frac{8}{100m}$ | $\frac{4}{35m}$ | $\frac{20}{215m}$ |
| C | $\frac{1}{10m}$ | $\frac{3}{40m}$ | $\frac{3}{35m}$ | $\frac{7}{85m}$ |
| | | | | $\frac{64}{1,137m}$ |

(5) 防災上の問題点

防災上の問題点は Ibagué ~ Calarca 間を 8つの区間に分けた。その概要を以下に述べる。

1) Km 56.000 ~ Km 64.600 間

Ibagué 断層により 花崗閃緑岩が破碎されている。表層は砂状に風化し崩れ易くなっている。よって中～小規模の崩壊、落石の発生が予想される。Km 62.6付近に大きな活動性の地滑りがあるので、早目の対策が必要である。Km 64.8 付近は河川 (Rio Cocora) による洗掘があり早期の対策が必要である。

2) Km 64.600 ~ Km 73.000 間

Km 65.600 ~ 66.500 付近のヘアピンカーブに崩壊、落石などの危険個所が集中している。Rio Cocora による溪岸の侵食が進み、これが道路に影響している。Km 71.5 ~ Km 72.6 付近は侵食の活発な斜面で、地滑り、落石、岩盤崩壊の危険地域である。よって斜面の保護工が必要である。また、Km 71.750, Km 72.800 (Ortega) の土石流に対する対策が必要である。

3) Km 73.000 ~ Km 83.400 間

軽石流堆積物と結晶片岩との不整合面が道路の切土の法面に露出し、そのために不安定な斜面となっている。Km 75.50 の Quebrada Gamboa の土石流対策と地滑り対策が重要な問題である。Km 77.000 ~ Km 80.000 付近は、破碎と強い風化を受けた岩盤が露出し、崩壊、落石、土石流の危険個所が多い。Km 81.500, Km 83.400 の Quebrada Tigre 付近は、土石流と大規模な崩壊の危険性がある。

4) Km 83.400 ~ Km 90.000 間

Km 83.500 ~ Km 85.000 付近は軽石流堆積物と結晶片岩との不整合面が切土の法面に露出し、不安定な斜面を構成している。その他の区間は結晶片岩の風化層の崩壊が予

想される。Km 85.400のQuebrada Cubaの土石流対策が必要である。

5) Km 90.000～Km 100.700間

Km 93.100～Km 94.200およびKm 96.000～Km 97.000間は、断層により破碎された結晶片岩が露出し、これらの崩壊、落石が予想される。Km 93.200～Km 95.000間はRio Bermelonによる溪流浸食があり、この拡大は道路にとって致命的になるので対策が必要である。Km 97.700～Km 97.900間は地すべりと溪流の土石流対策が重要な問題である。

6) Km 100.700～Km 105.400間

Km 101.000～Km 101.700のQuebrada Peralesの両岸に問題がある。左岸が地すべりで沈下している。Km 103.500～Km 105.400は採石場付近に岩盤崩壊、落石の危険性がある。Km 105.400付近から降下火山灰層が分布し、各所で地すべりが発生している。

7) Km 105.400～Km 125.000間

Km 105.400から続く降下火山灰の分布地域で、大きな問題はそれらの地すべりとガリー侵食である。火山灰は固結していないため、降雨による侵食の速度が速い。尾根付近を現道が通過するため、路肩部の斜面の地すべり対策がとくに必要である。

8) Km 125.000～Km 135.600間

この区間は大規模な災害要因は少ないが、火山灰層の崩壊とKm 130.000～Km 135.600間の風化の強い結晶片岩の崩壊に対策が必要である。

6-6 地形図

6-6-1 入手できる地形図

地形図は改良計画を組み立てるのに欠かすことができないものである。プロジェクト地域をカバーしていて入手できる地図は、Table 6-19 にリストアップされている。

Table 6-19 入手できる地形図のリスト

| 場 所 | 航空写真測量から得られた地形図 | 実測地図 |
|--------------------|---|---|
| Melgar - Espinal | 1/10,000 (IGAC) | — |
| Ibague - Km 101 | 1/25,000 (IGAC) 1/2,000 (MOPT) | 1/2,000 ¹⁾ (MOPT) 中心線と縦断図 (コンターライン) なし |
| Km 101 - La Linea | 1/25,000 (空白あり) 1/5,000 (JICA 1980年作製) ²⁾ | — |
| La Linea - Calarca | 1/25,000 (IGAC) (空白あり) | — |
| Calarca - Buga | 1/25,000 (IGAC) (空白あり) | — |

注) 1) コロンビア政府によってリハビリテーションプロジェクトのために作製された。

2) Km 101 - Calarca 区間をカバーしている1/25,000地形図は、多くの空白部を有しているので、JICAは航空写真をIGACから借りて1/5,000地形図を作製した。

6-6-2 Ibague - Calarca 区間の地形図

Ibague - Calarca 間 (問題地域である) の1/25,000地形図は、道路の小さな半径のカーブをすべて示せるほど正確でない。したがって、この区間の線形改良の調査は、MOPTの1/2,000地形図、JICAの1/5,000地形図、現道沿いの実測で得られている平面図、縦断図にもとづくことになった。

コロンビア政府のリハビリテーションプロジェクトのために測量された平面図上のKmポストは、現地のKmポストとは一致していない。したがって、平面図には2つのKmポストが示されている。このポストの関係はAnnex Table 6-2 に示されている。

6-7 道路付帯施設

6-7-1 交通安全施設

(i) ガードレール

対象道路沿いにはガードレールは、ほとんどない。Ibague - Calarca 区間では、土工事から取り残されている土が道路端で防護柵の役目をしている。これはまた、緑石のように谷側の道路端を視線誘導するのにも使われている。

(2) その他

横断歩道橋，道路照明施設，視線誘導標，カーブミラーなどはない。

6-7-2 交通管理施設

(1) 交通標識

案内標識，警戒標識，規制標識などはあってもほんの僅かである。コロンビア政府によっておこなわれているリハビリテーションプロジェクトによって，新しく交通標識が設置されることになっている。

(2) 道路標示

車道の中心線が白でマークされている。

(3) 交通信号

対象道路では Girardot に唯一の交通信号がある。

6-7-3 非常時の路肩等

Ibagué - Calarca 間の山地部においては，数台の車両が故障によっていつも舗装上に駐車しているのが見られる。これらの中には，修理のために数日間駐車しているものもある。主な故障の原因は過載によるエンジントラブルとシャフトの折損とされている。故障した車両の非常時の駐車のための広いスペースが全く取られていない。

待避所あるいは非常駐車帯の設置間隔を明確にするために，故障した車両の急坂での登坂の平均的な距離を実態調査する必要がある。



Photo 6-1

The Site in Danger of Rock Fall



Photo 6-2 The Site in Danger of Landslide

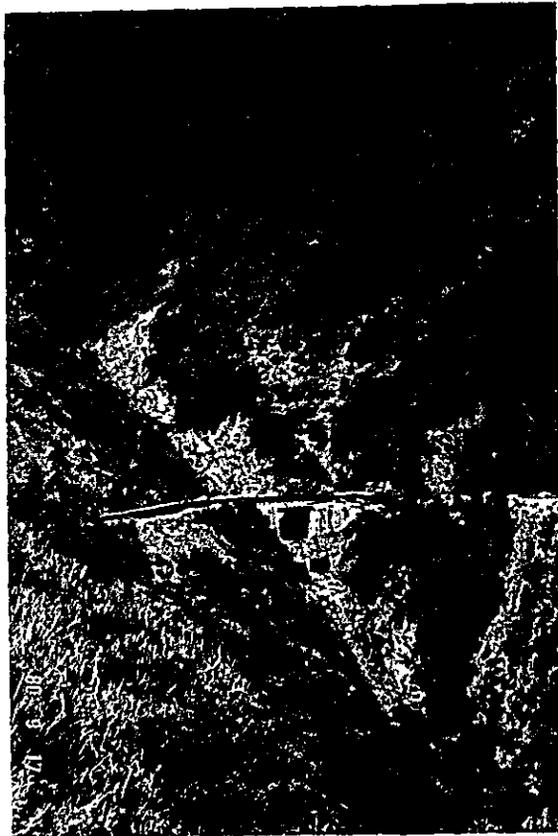


Photo 6-3

The Site in Danger of
Debris Flow



Photo 6-4 The Site of Landslide which needed one day
before Road Reopening.

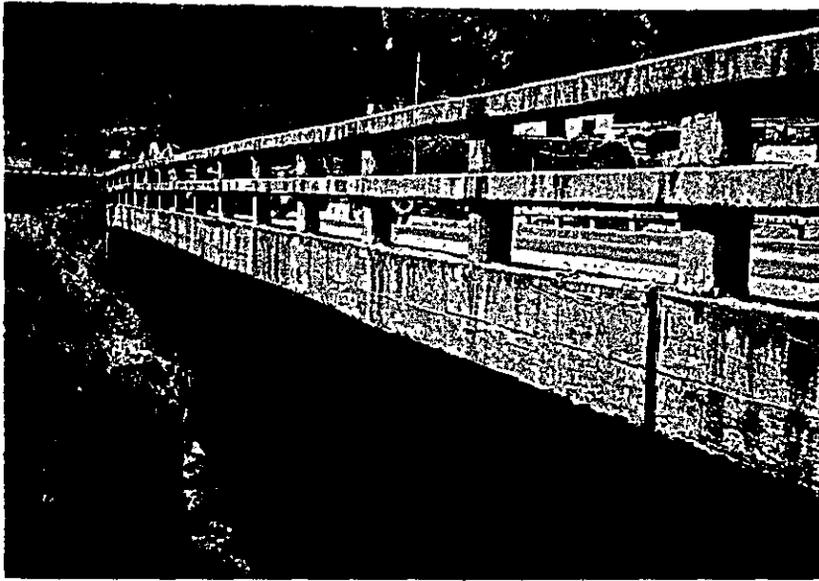


Photo 6-5 Prestressed Concrete Bridge over Rio Combeima



Photo 6-6 Steel Truss Bridge over Rio Sumapaz

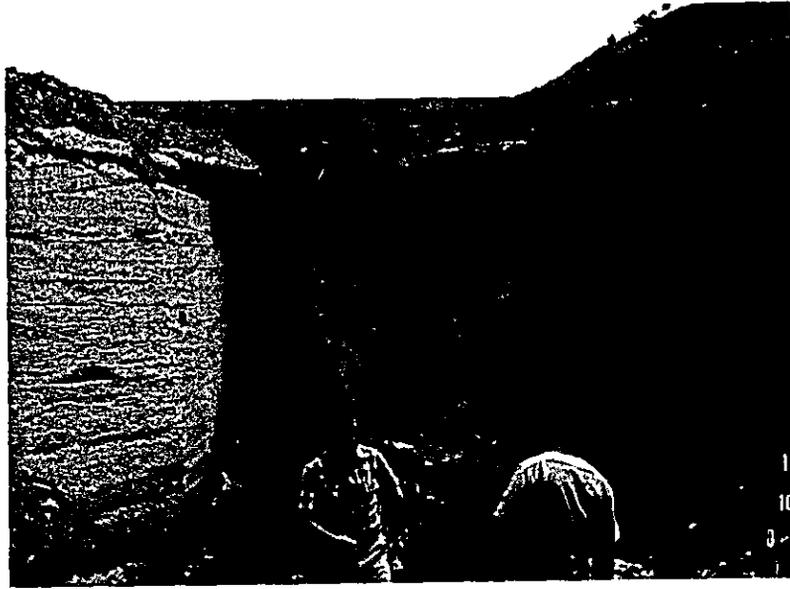


Photo 6-7 Concrete T Beam Bridge at Q. Gamboa

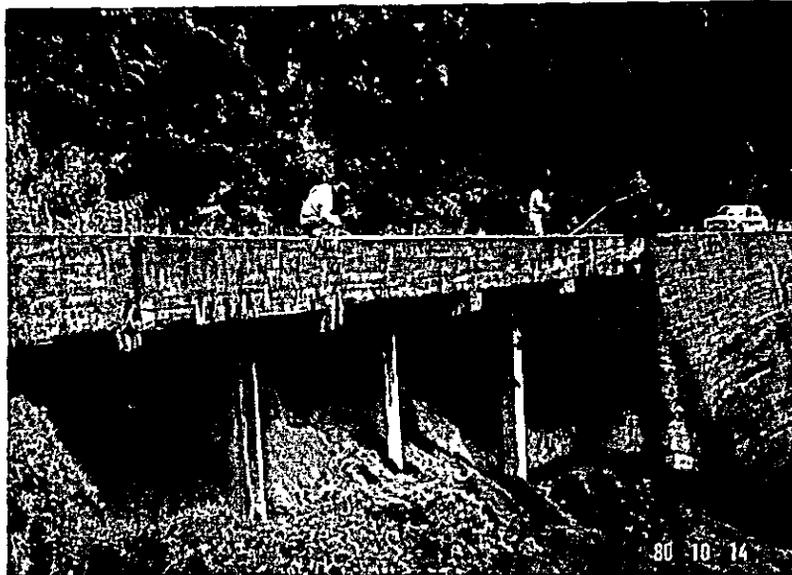


Photo 6-8 Concrete Half Bridge at Km.110

第7章 改良計画

第 7 章 道路改良計画

7-1 概 説

第 6 章で述べたように Melgar - Ibagué, Calarca - Buga 区間には、特に改良の計画の必要はない。したがって、道路改良は Ibagué - Calarca 間に限定できる。現在のコロンビアの幾何構造基準を Ibagué - Calarca 間の改良にそのまま適用すれば、最小曲線半径 40 m, 設計速度 40 km/h の全く新しい線形を必要とする。このことは厳しい地形と難しい地質条件のために、きわめて高価な投資を意味する。したがって、最も経済的で妥当性のある解決法を選択するためには、幾何構造設計基準を修正して、代替案を採用するようすべきである。

過去 10 年間において、対象道路は交通の伸びに合うように段階的に修復されてきている。コロンビア政府と他の筋によって融資されたリハビリテーションが進行中である（第 6 章参照）。改良計画（P1~P4）を提案するに当たって、現在進行中のリハビリテーション（主に再舗装）が評価に考慮されている。したがって、既存の線形はできるだけ生かして段階的に道路を改良するように提案がなされる。部分的な改良計画が調査検討され、改良のためのいくつかの組合せが実施のために提案されている。

現道の改良案は 4 つの案、即ち、クリティカルカーブ改良案（P-1）、小規模改良案（P-2）、中規模改良案（P-3）、大規模改良案（P-4）に分類される。これらはこの章の 7-2 節に記されている。

改良の必要な橋梁あるいは構造物は、この章の 7-3 節に記されているように改良計画の中に含まれている。

線形上の問題に加えて、交通をたびたび途絶させる地すべり、谷側路肩の崩壊、土石流等を含む斜面崩壊の問題がある。

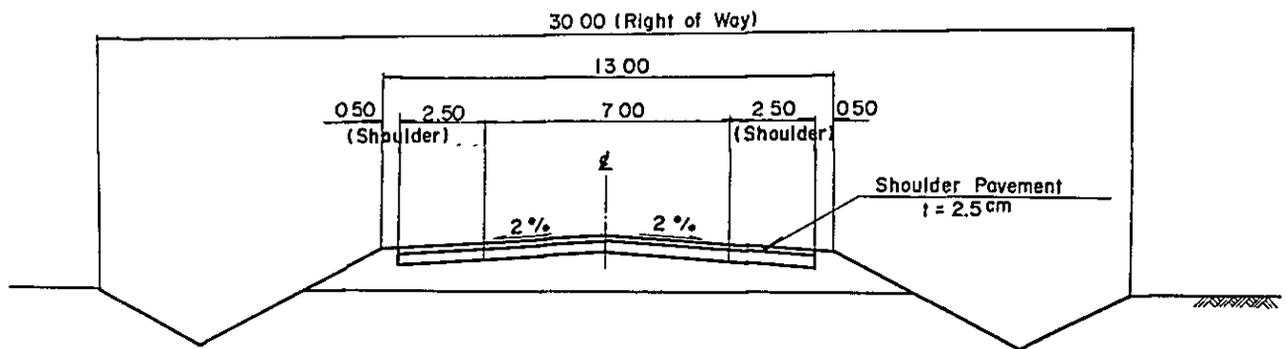
斜面崩壊の対策とその費用は、この章の 7-4 節で取扱われている。斜面崩壊に関するデータは経済評価によって判断できる勧告を提示するには十分ではないので、主として緊急性の理由により技術的観点から勧告が提示されることになった。

7-2 道路改良

7-2-1 道路幾何構造設計基準

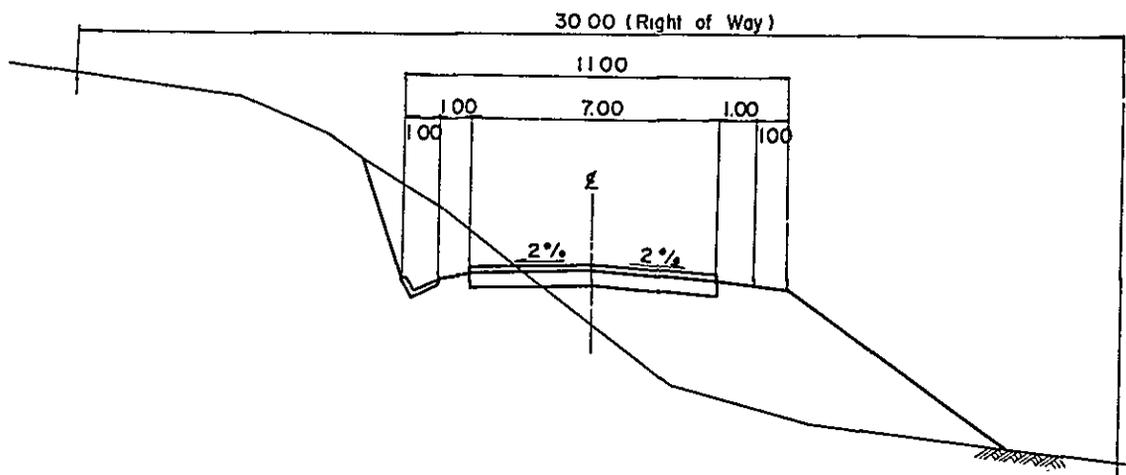
改良案 P-2, P-3, P-4 に適用される幾何構造基準は Table 7-1 に示されている。P-1 の場合改良の主な特徴は、線形の修正をしないで、急カーブの拡巾を行なうことである。改良案の標準横断面図は Fig 7-1, 7-2 に示されている。

第 6 章で見られるように改良案 P-2 と P-3 が必要な曲線と区間は、Ibagué - Calarca



Girardot Bypass

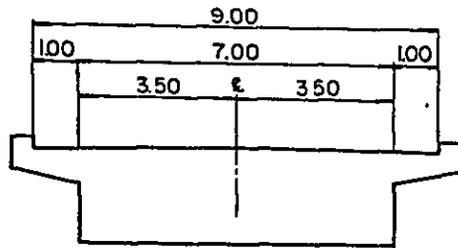
Scale 1 : 200



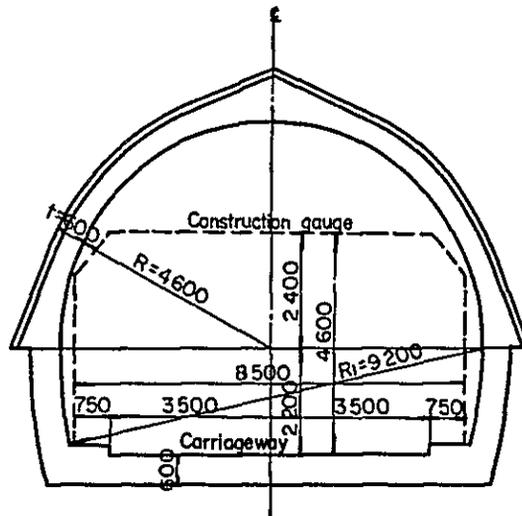
Ibague, Coello and La Linea Bypasses

Scale 1 : 200

**Fig7-1 Typical Cross Sections of
Earth Work Segment**



Section of Structures



Section of Tunnels

Fig 7-2 Typical Cross Section of Structures and Tunnels

Table 7-1 Geometric Design Criteria of The Improvement Plans

| | Improvement of Existing Road | | New Road Construction | |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| | Large Scale Improvement | | Large Scale Improvement | |
| | Minimum Scale Improvement Plan | Medium Scale Improvement Plan | Girardot bypass | Ibague, Coello and La Linea bypasses |
| Terrain | M | M | P | M |
| Design Speed (Km/h) | 30 | 30 | 80 | 30 |
| Roadway width (m) | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 |
| Shoulder width (m) | 1.00 | 1.00 | 2.50 | 1.00 |
| Carriage way width (m) | 9.00 | 9.00 | 12.00 | 9.00 |
| Max. Vertical Gradient (%) | 10 | 10 | 4 | 8 (10) |
| Min. Radius (m) | 25 | 25 | 250 | 25 |
| Convex Min. Length (m) | 40 | 40 | 60 | 40 |
| Parameter Kv=L/A | 15 | 15 | 30 | 15 |
| Vertical Curve | | | | |
| Concave Min. Length (m) | 40 | 40 | 60 | 40 |
| Parameter Kv=L/A | 15 | 15 | 22 | 15 |
| Min. Stopping Sight Distance (m) | 30 | 30 | 110 | 30 |
| Passing Sight Distance (m) | 150 | 150 | 420 | 150 |
| Passing Opportunity in 5 km (%) | 30 | 30 | 60 | 30 |
| Structure width (m) | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Construction Gauge (m) | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 |
| Max. Superelevation (%) | 10 | 10 | 6 | 10 |

Note: P - Plain, R - Rolling, M - Mountainous
 L = Parameter, A = Algebraic difference in vertical gradient
 Kv = Required vertical curve length
 (Value) shows the value for special case.

間に位置している。大規模改良案P-4は、Girardot, Ibage, Coello La Linea のバイパスのためにのみ調査検討されている。

7-2-2 クリティカルカーブ改良案(P-1)

(1) 線形

現道が平面・縦断線形をそのままにして、急で狭い巾員のカーブを拡巾するものである。拡巾によって道路の路肩を使って大型トラックとセミトレーラのすれちがいができるようにするものである。曲線でのすれちがいの条件はAnnex Fig.7-1に述べられ、改良の必要な曲線はAnnex Fig.7-3に記されている。

(2) 舗装

たいていの場合には、改良案P-1のもとでの曲線の改良は既存のカーブの路肩を拡巾して、舗装することによって行なわれる。拡巾部の舗装は現道の他の区間と同じにするものである。

(3) 経済評価からの除外

クリティカルカーブ改良案は、他の改良案と同様に設計・積算が行なわれているが、この改良案は改良規模がきわめて小さく、しかも、改良案(P-1)は、もっと高いレベルの改良水準の小規模改良案、中規模改良案に含められるということが明らかになった。したがって、クリティカルカーブ改良案(P-1)は経済評価から除外されることになった。

7-2-3 小規模改良案(P-2)

(1) 線形

この案の下にあっては、急で狭い曲線が次の基準を適用して改良されることになる。

- 1) 曲線半径：平面線形は設計速度30Km/hの最小曲線半径25m以上に改良される。
縦断線形は変更されないでそのままとする。
- 2) 巾員：曲線半径が25m以上であっても巾員が十分でないところでは、既存の曲線に対する基準にしたがって拡巾される。
- 3) 横断構成：車道上で2台の大型トラックがすれちがえるように、また路肩を通過して2台のセミトレーラがすれちがえるように改良される。
- 4) 制動停止視距：曲線半径が25mで半径に見合った拡巾が実際に行なわれると、制動停止視距の30mは自動的に確保される。

(Annex Fig. 7-2 曲線部での制動停止視距の確保)

Annex Table 7-3 すれちがい条件の現状と改良案の要約を参照)

(2) 舗装

改良案は曲線の線形改良を提案するものであるから、車道はその結果再構築されて、現道と同じに舗装されることになる。また同様に路肩も既存道路の路肩と同じに舗装されることになる。

Fig - 7-3 Location of Improvement Plans
(Ibague - Calarca)

Note - x No Improvement
 Improvement

| Location | 01 | | 02 | | 03 | | 04 | | 05 | | 06 | | 07 | | 08 | | 09 | | 10 | |
|----------------------------|---------------|---|----|----------|-----|----------|----------|----------|--------|-----|-----|-----|----------|--|-----|-----|----|--|----|----------|
| | km | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Critical Curve Improvement | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Minimum Scale Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medium Scale Improvement | | | | 800 | 855 | 800 | 480 | 960 | 110 | 384 | 226 | 100 | | | 326 | 435 | | | | (7,050m) |
| Large Scale Improvement | | | | (1,000m) | | (1,300m) | (1,200m) | | (655m) | | | | (2,400m) | | | | | | | |
| | Coello Bypass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Location | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | |
| | km | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Critical Curve Improvement | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Minimum Scale Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medium Scale Improvement | | | | 624 | | 475 | | (3,600m) | | 624 | 115 | 550 | | | | | | | | |
| Large Scale Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coello Bypass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Location | 14 | | 15 | | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | | 21 | | 22 | | 23 | | | |
|----------------------------|-----------------|-----|-----|-----|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|--|--|
| | km | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Critical Curve Improvement | xxx | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Minimum Scale Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medium Scale Improvement | | 600 | 700 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Large Scale Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | La Linea Bypass | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Location | 18 | | 19 | | 20 | | 21 | | 22 | | 23 | | 24 | | 25 | | 26 | | 27 | | | |
| | km | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Critical Curve Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Minimum Scale Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medium Scale Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Large Scale Improvement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Note . Location is relative to construction km past.

Table 7-2 Number of Curves for Minimum Scale Improvement Plan by Subsection

| Road Subsection | Location | | Number of curves for Minimum Scale Improvement Plan |
|-----------------|----------|-------|---|
| | km | km | |
| 01 | 61.3 | 62.8 | 2 |
| 02 | 62.8 | 63.9 | 2 |
| 03 | 63.9 | 68.4 | 7 |
| 04 | 68.4 | 69.2 | 5 |
| 05 | 69.2 | 70.1 | 2 |
| 06 | 70.1 | 71.3 | 2 |
| 07 | 71.3 | 73.4 | 0 |
| 08 | 73.4 | 75.2 | 2 |
| 09 | 75.2 | 75.7 | 1 |
| 10 | 75.7 | 81.1 | 7 |
| 11 | 81.1 | 81.6 | 1 |
| 12 | 81.6 | 83.5 | 1 |
| 13 | 83.5 | 88.7 | 7 |
| 14 | 88.7 | 97.6 | 5 |
| 15 | 97.6 | 98.2 | 1 |
| 16 | 98.2 | 100.7 | 1 |
| 17 | 100.7 | 102.1 | 2 |
| 18 | 102.1 | 135.6 | 54 |
| | Total | | 102 |

Notes: Details are shown in Annex Table 7-3.

(3) 改良の必要な曲線

改良される曲線の数 は Table 7-2 に示され、さらに詳しい情報は Annex Table 7-3 に示されている。改良案の位置は Fig. 7-3 に示される。

7-2-4 中規模改良案 (P-3)

(1) 線形

中規模改良案 (P-3) は、貧弱な線形を持ち、斜面崩壊の起りやすい現道のある延長の区間に新しい線形を提案するものである。新しい線形はこの改良の水準に適用できる次の設計基準にがなっているものである (Table 7-1 参照)。改良案の位置は、Fig. 7-3 示されている。

- 曲線半径 : 25 m 以上
- 横断面 : 車道 7 m 巾員
路肩 1 m (両側に)
- 縦断勾配 : 8 % 以下
- 制動停止視距 : 30 m 以上

(2) 舗装

新しい線形の区間は、現道の舗装と同じような舗装をすることとなる。路肩は現道の路肩と同じように舗装される。舗装厚はアメリカの Asphalt Institute の設計基準がコロンビアで一般に使用されているので、それを適用して設計される。

改良案 P-3 の新しい線形の路床の CBR 値は第 6 章の Table 6-5 に示されている。舗装厚の決定は、Table 7-3 に記され、結果として出ている舗装厚は Table 7-3 に示されている。

Table 7-3 Pavement Thickness Applied for the Medium Scale Improvement Plan

| | km56 - km70 | km70 - km102 |
|-----------------|-------------|--------------|
| Surface Course | 5.0cm | 5 |
| Base Course | 20 cm | 15 |
| Sub base Course | - | 20 |
| Total | 25.0cm | 40.0cm |

Remarks: The difference in thickness is due to the difference in CBR values of the subgrade.

(3) 法面保護工

法面の崩壊を防ぐために、法面保護工をそれぞれの新しい線形に対して計画する。法面保護工は Fig. 7-4 に示される通りである。

(4) 橋梁および道路構造物

主要な計画された橋とトンネルは Table 7-7 に示すとおりである。

(5) 中規模改良案 (P - 3) の区間

中規模改良案で改良される区間は Table 7-4 に示される。

7-2-5 大規模改良案 (P - 4)

大規模改良案は対象道路の中から4つのバイパス計画案として提案されたものであり、Girardot - Espinal および Ibague における都市内の交通混雑の解消あるいは Coello および La Lipea における線形改良等を目的としたものである。いずれも交通費用の減少を目的としたものであり、設計規準としては Table 7-1 に示すごとくである。

(1) Girardot - Espinal Bypass

本バイパスは、Magdalena 河の沖積平野の耕地に予定されており、建設は容易である。付 9-4 に記述しているルート代替案の検討結果より、最適ルートは A-1-B-1 と A-2-B-2 (Annex Fig. 9-4) とのルートの間であり、詳細な現場踏査の後に決定されよう。

数量および建設コストについては第 2 巻 Annex Table 8-3-4 (1) に示されている。

(2) Ibague Bypass

Ibague の市街地においては家屋が密集しており、また急峻な山地のため、道路拡巾のための用地はほとんどない。設計基準を種々に変化させて、代替案を検討した結果、実行可能な案が決定された。

検討結果は Annex 9-5 に示されている。最適案は第 3 巻に図示されており、数量および工費については第 2 巻 Annex Table 8-3-4 (2) に示されている。

Fig 7-4 Selection of Slope Protection

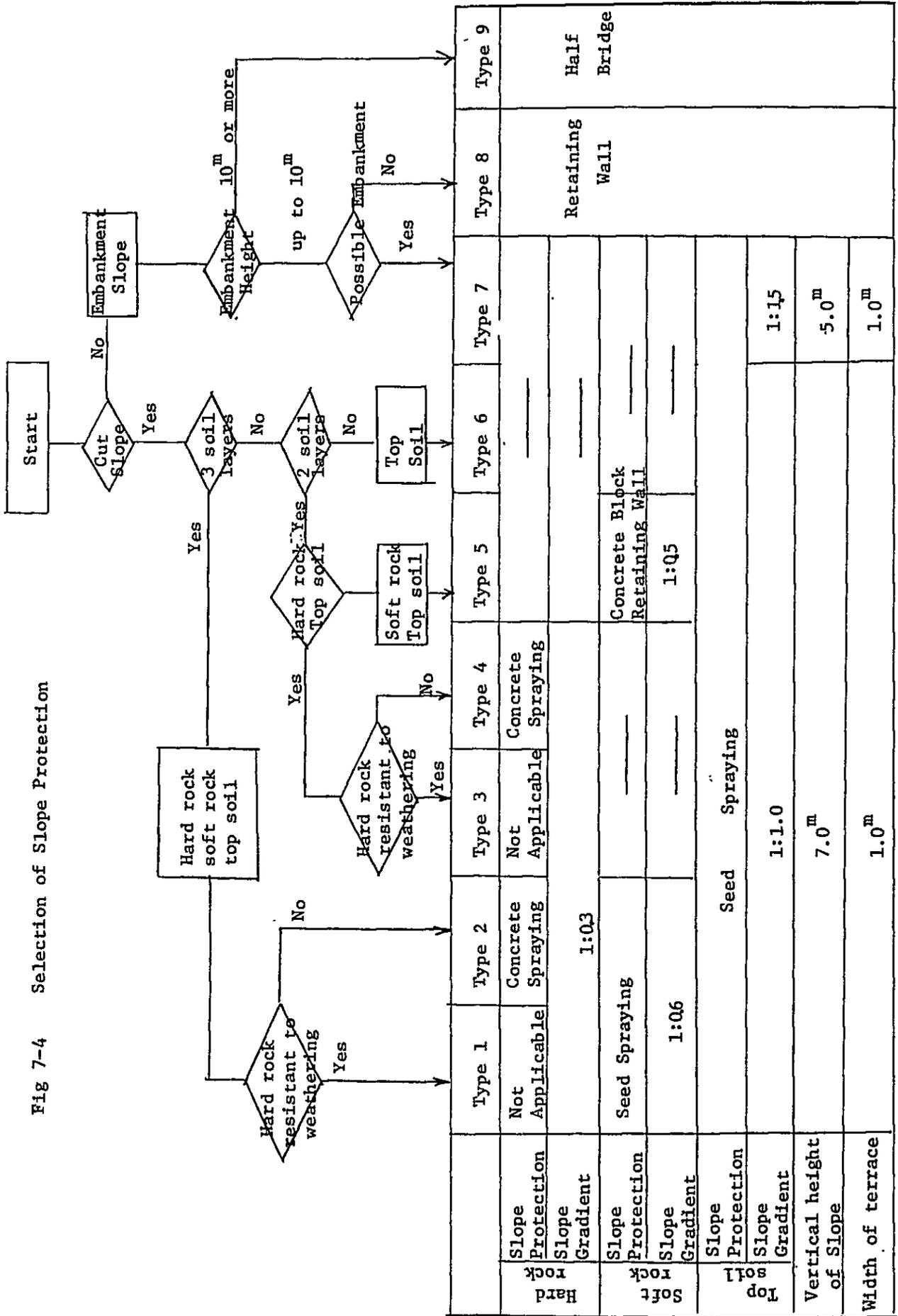


Table - 7.4 Geometric Structure of Medium Scale Improvement Plan

| Section | 02 | | 03 | | 03 | | 03 | | 04 | | 06 | | 07 | | 08 | | 11 | | 13 | | 13 | | 15 | | 17 | | | |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|---|-----|
| | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | Km | E/A | | |
| Vertical Alignment (E) | 0 - 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 2 - 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 4 - 6 | 157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 6 - 8 | 898 | 1,000 | 866 | 1,500 | 0 | 0 | 468 | 655 | 1,223 | 740 | 3,441 | 810 | 1,130 | 0 | 0 | 157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 722 |
| | 8 - 10 | 0 | 0 | 294 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 | 0 | 1,924 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 10 - 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 1,055 | 1,000 | 1,160 | 1,500 | 1,330 | 1,120 | 844 | 655 | 2,826 | 2,400 | 8,189 | 7,050 | 3,786 | 3,600 | 535 | 0 | 540 | 280 | 1,420 | 722 | | | | | | | | |
| No or Horizontal Curves | - 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 15 - 20 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 20 - 25 | 2 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5 | 0 | 7 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 25 - 30 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 10 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| | 30 - 45 | 0 | 2 | 4 | 1 | 12 | 0 | 7 | 0 | 8 | 0 | 24 | 4 | 18 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Total | 5 | 2 | 8 | 1 | 19 | 0 | 16 | 0 | 11 | 0 | 44 | 4 | 31 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 7 | 3 | | | | | | | | |

Note : E/A Existing Alignment Km Value is dependent on predetermined km post for construction.

N/A New Alignment

(3) Coello Bypass

Km 66 ~ Km 80 の区間は急カーブと斜面崩壊の多発地点である。本バイパスはこの区間を回避する様計画されたものであり、現道とは峯をはさんで反対側に計画されており、950 m のトンネルおよび数個所の橋梁を含んでいる。前出の設計条件下では、バイパスは現道より道路延長が長くなり、したがって建設コストが非常に高価になるにもかかわらず、交通費用の減はほとんど得られない。線形については第3巻に、数量および建設費用については第2巻 Annex Table 8-3-4 (3) に示されている。

(4) La Linea Bypass

La Linea と Calarca 間の現道 2.16 Km 区間は平均勾配約 8 % であり、急カーブあるいは斜面崩壊の多発地点である。バイパス計画はより緩い勾配で計画されており、トンネルとして中央山脈を貫いて 970 m、その他構造物が含まれている。本計画も道路延長が現道より長くなり、経済的に合理性に欠けることになった。線形については第3巻に、数量建設費用については第2巻 Annex Table 8-3-4 (4) に示されている。

大規模改良案を道路勾配別に 6 区分で現道と対比させて示すと、Table 7-5 に示すごとくである。

中規模改良案と同じ手法で決定された舗装厚について Table 7-6 に示している。

Table 7-5 Length by Gradient of Large Scale Improvement Plans
(Km)

| | Girardot Bypass | | Ibague Bypass | | Coello Bypass | | La Linea Bypass | |
|--------|-----------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|-----------------|--------|
| | Existing Road | Bypass | Existing Road | Bypass | Existing Road | Bypass | Existing Road | Bypass |
| 0-2 % | 35.5 | 25.0 | 2.7 | 0.7 | 1.78 | 3.15 | 0.66 | 2.20 |
| 2-4 % | 3.4 | 2.1 | 2.8 | 2.0 | 3.23 | 4.30 | 1.68 | 3.25 |
| 4-6 % | 1.4 | 0 | 1.35 | 1.4 | 4.81 | 3.05 | 0.70 | 4.35 |
| 6-8 % | 0 | 0 | 1.1 | 0.8 | 7.51 | 4.80 | 3.66 | 17.35 |
| 8-10 % | 0 | 0 | 0.3 | 0 | 0.53 | 8.75 | 18.50 | 2.70 |
| 10- % | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 1.20 | 0 |
| Total | 40.3 | 27.1 | 8.25 | 6.6 | 17.98 | 24.05 | 26.40 | 29.85 |

7-2-6 オーバーレイ工事の寿命

6章の6-3-2に述べたごとく、現在現道のオーバーレイが実施されている。これらの工事の寿命は検討結果によれば、Melgar - Ibague間で7年、Ibague - Calarca間で10年である。

次の再舗装の時期は本プロジェクトの実施時期とはほぼ一致しているので、もっとも効果的に両プロジェクトを調整することが可能となる。(Annex 7-3 参照)

Table 7-6 Pavement Thickness used for the Large Scale Improvement Plan P-4

| | Girardot Bypass | Ibague Bypass | Coello Bypass | La Linea Bypass |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
| Surface Course | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Base Course | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Subbase Course | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Total | 40 | 40 | 40 | 40 |

(cm)

7-2-7 数量積算

先述のP-1からP-4までの改良案の工事数量は下記の縮尺の平面図と縦断図を使って算定される。

| 改良案 | 道路区間 | 図面縮尺 |
|-----------|-------------------|---------------|
| P-1 ~ P-3 | Ibagué - Km 100.7 | 1 : 2 0 0 0 |
| | Km 100.7 - Calaca | 1 : 5 0 0 0 |
| P-4 | Girardot Bypass | 1 : 2 5 0 0 0 |
| | Ibague Bypass | 1 : 1 0 0 0 0 |
| | Coello Bypass | 1 : 2 5 0 0 0 |
| | La Linea Bypass | 1 : 5 0 0 0 |

算定された数量は、第8章に述べられている改良費用の算定の中に含まれている。

Table 7-7 Planned Major Bridges and Tunnels

1. Critical Curve Improvement Plan Not Applicable

2. Minimum Scale Improvement Plan

| Section | Station | Distance along existing road | Location | Length | Type |
|---------|---------|------------------------------|-------------|--------|------|
| 10 | - | Km 78.2 | Q. Curalito | 30m | PC |
| 11 | - | Km 81.4 | Q. Cerajosa | 40m | PC |

3. Medium Scale Improvement Plan

| Section | Station | Distance along existing road | Location | Length | Type |
|-----------|-----------|------------------------------|------------|-----------------|--------|
| Km 65,600 | 03 No. 3 | Km 65.7 | Q. | 30m | PC |
| Km 66,760 | 03 No. 12 | Km 65.8 | Q. | 40m | PC |
| Km 66,800 | 03 No. 2 | Km 66.9 | Q | 15m | PC |
| Km 68,130 | 03 No. 3 | Km 67.0 | Q | 20m | PC |
| | 03 No. 5 | Km 67.1 | Q | 40m | PC |
| | 03 No. 14 | Km 67.5 | Q | 50m(20+30m) | PC |
| | 03 No. 18 | Km 68.1 | Q | 80m(2x40m) | PC |
| Km 68,384 | 04 No. 2 | Km 68.6 | Q | 20m | PC |
| Km 69,228 | | | | | |
| Km 70,100 | 06 No. 3 | Km 70.3 | Q | 40m | PC |
| Km 72,926 | 06 No. 17 | Km 71.1 | Q | 80m(2x40m) | PC |
| | 07 No. 31 | Km 72.0 | Landslide | 730m | Tunnel |
| Km 73,435 | 08 No. 10 | Km 74.0 | Q | 30m | PC |
| | 08 No. 16 | Km 74.2 | Q | 30m | PC |
| Km 81,624 | 08 No. 27 | Km 74.8 | Q | 40m | PC |
| | 08 No. 30 | Km 75.0 | Q | 20m | PC |
| | 09 No. 36 | Km 75.5 | Q. Gamboa | 170m(50m+70+50) | PC |
| | 10 No. 44 | Km 75.9 | Q | 80m(2x40m) | PC |
| | 10 No. 52 | Km 76.3 | Landslides | 790m | Tunnel |
| | | | | | |

Note: major Bridge means 20m or more long bridge.

Table- 7-7 Planned Major Bridges and Tunnels

(Cont'd)

| Section | | Station | Distance along existing road | Location | Length | Type |
|-----------|---------|---------|------------------------------|------------|-------------------------------------|-------------------|
| Km 73,435 | 10 | No.68 | Km 77.2 | Q. | 20 m | PC |
| | 10 | No.71 | Km 77.4 | Q. | 60m(2x30m) | PC |
| Km 81,624 | 10 | No.74 | Km 77.6 | Q | 50m(20m+30m) | PC |
| | 10 | No.81 | Km 77.9 | Q | 40 m | PC |
| | 10 | No.84 | Km 78.2 | Q.Curalito | 70m(30m+40m) | PC |
| | 10 | No.86 | Km 78.4 | Q | 20 m | PC |
| | 10 | No.87 | Km 78.5 | Q | 60m(2x30m) | PC |
| | 10 | No.91 | Km 78.8 | Q | 130m(40+3x30m) | PC |
| | 10 | No.95 | Km 79.0 | Q | 110m(30+2x40m) | PC |
| | 10 | No.101 | Km 79.2 | Q | 60m(2x30m) | PC |
| | 10 | No.105 | Km 79.6 | Q | 80m(2x40m) | PC |
| | 10 | No.109 | Km 79.7 | - | 30 m | PC |
| | 10 | No.113 | Km 80.0 | - | 60m(2x30m) | PC |
| | 10 | No.116 | Km 80.2 | Q | 50m(20m+30m) | PC |
| | 10 | No.118 | Km 80.3 | Q | 70m(40m+30m) | PC |
| | 10 | No.125 | Km 80.6 | Q | 90m(3x30m) | PC |
| | | 11 | No.138 | Km 81.3 | Q.Cerajosa | 60m(2x30m) |
| Km 83,475 | 13 | No. 8 | Km 83.9 | Q | 140m(3x40m+20m) | PC |
| | 13 | No.19 | Km 84.9 | - | 40 m | PC |
| Km 87,622 | 13 | No.21 | Km 85.0 | Q | 60m(2x30m) | PC |
| | 13 | No.25 | Km 85.1 | Q | 50m(30m+20m) | PC |
| | 13 | No.29 | Km 85.4 | Q | 40 m | PC |
| | 13 | No.36 | Km 86.0 | Q | 90m(3x30m) | PC |
| | 13 | No.42 | Km 86.2 | Highland | 250 m | Tunnel |
| | 13 | No.53 | Km 86.7 | Q | 70m(40m+30m) | PC |
| | 13 | No.60 | Km 87.0 | Q | 20 m | PC |
| | 13 | No.64 | Km 87.2 | Q | 50m(20m+30m) | PC |
| | Km 97.6 | 15 | No. 3 | Km 97.8 | Q.Los Marias | 170m(50m+70m+50m) |
| Km 98.2 | | | | | | |
| Km 100.7 | 17 | No. 3 | Km 101.5 | Q.Perales | 170m(50m+70m+50m) | PC |
| Km 102.1 | | | | | + 188m(10m+5x14m + 10m+3x30m+8m) | |

Note: Long span bridge means 20 m or more long bridge.

Q: Quebrada means mountain stream in Spanish.

Table 7-7 Planned Major Bridges and Tunnels

(Cont'd)

| Section | Station | Location | Length | Type |
|-----------------|---------|---------------|--------------------|--------|
| Girardot Bypass | 0+800 | Rio Sumapaz | 110m(30m+50m+30m) | PC |
| | 6+850 | Rio Magdalena | 260m(60m+140m+60m) | PC |
| Ibague Bypass | 0+510 | - | 80m(40mx2) | PC |
| | 1+480 | Rio Combeima | 110m(30m+50m+30m) | PC |
| | 4+240 | - | 80m(40mx2) | PC |
| | 5+510 | - | 20m | PC |
| Coello Bypass | 2+340 | Q | 20m | PC |
| | 3+700 | Q | 20m | PC |
| | 13+200 | - | 950m | Tunnel |
| | 19+010 | Q | 30m | PC |
| | 21+600 | Q | 20m | PC |
| La Linea Bypass | 3+350 | - | 70m(40m+30m) | PC |
| | 3+800 | - | 890m | Tunnel |
| | 4+350 | - | 110m(40m+40m+30m) | PC |
| | 7+850 | - | 100m(40m+40m+20m) | PC |
| | 11+600 | - | 100m(40m+40m+20m) | PC |

7-3 橋梁及び構造物の改良

7-3-1 設計基準，使用材料

コロンビアでは現在 AASHTO の基準を使用して橋梁の設計を行っている。日本の構造基準と AASHTO 1977 年の規準を比較した結果，荷重体系，許容応力度のとり方等大きな差がないので，新規橋梁の計画には日本の構造規準が適用されることになった。新規構造物設計に使用した材料は MOPT と打合せの結果次の通りである。

(1) 使用材料及び強度

構造物
コンクリート ; F.C = 210 kg/cm² 下部工，カルバート
F.C = 270 kg/cm² 床版，橋脚
F.C = 350 kg/cm² プレストレストコンクリート
F.C = 400 kg/cm² 片持ち工法，早強コンクリート

PC 鋼材 ; フレシネ指針を適用する。

鉄筋 ; 降伏点応力度 $f_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$

(2) 設計荷重

死荷重 ; 死荷重は構造部材中の全ての部品の重量を考慮した。舗装は将来のオーバーレイを考慮して 230 kg/m² とした。

活荷重 ; 活荷重は AASHTO HS-20 が使用されているが，これに相当する荷重として日本の規格 TL-20 を使用する。

(Annex Fig 7-12 参勝)

(3) 地震の規準

現在日本においては震度法 (The equivalent static force method) ，修正震度法 (震度法の設計震度を修正した耐震設計法) ，動的解析法 (Dynamic force method) の3つの方法を構造物の規模，計画の程度に応じて使いわけている。

今回の調査では震度法を設計に用いる。MOPT と協議の結果，最大予想加速度 (maximum expected acceleration at bedrock at the site) を $A = 0.09g$ (Zone II) とし水平震度を 0.1 とした。

7-3-2 改良案についての基本方針

道路の改良方針に従って構造物の改良計画を行なう。道路改良に伴う構造物の改良の基本方針は以下の通りである。

(1) 小規模改良案

小規模改良案においては，現道の線形が規準以下の箇所に対して，橋梁及び構造物の拡巾を考慮した。但し，小規模改良案の費用計算には橋梁拡巾は含まれていない。

(2) 中規模改良案

中規模改良案においては，道路の新設部分および線形改良のための構造物の新設が必要となる。また K75+500, K97+500, K101+200 において地すべり対策として橋

梁を計画した。

(3) 大規模改良

大規模改良については、前記中規模改良に加えて Girardot Bypass (橋長 260m)、Ibague Bypass (橋長 110m) の計画及び La Linea ~ Calarca 間の線形改良に伴う中小橋を計画した。

7-3-3 道路改良に伴う新規構造物

(1) 対象道路の改良計画に伴って、橋梁および構造物が新規に計画された。これらの橋梁及び構造物に使用される材料は Table 7-8~7-10 に示されている。その他の資料については Annex Fig. 7-6~7-10 に示した。

(2) 一般的な橋梁及び構造物

対象道路の橋梁及び構造物の設計は標準化を積極的に進めた。

標準化することによって設計及び施工段階で次のような利益が得られる。

大部分の構造物は標準の範囲内にあるので、特殊な設計の数を最小にし設計の段階を節約できる。

建設段階では建設業者は同じ型枠、配筋、建設手順を使用することができる。一方、建設業者の技術、質を向上させ労働力、材料を減少させることができる。

現地調査及び MOPT との協議により、普通規模の橋梁、構造物の建設においては、コンクリート構造が経済的かつ国内業者が施工できるという有利性があると判断した。日本の標準設計及びコロンビアの標準設計から、種々検討し次に示すような構造物の標準設計を作成した。これらの構造物は各改良案に適用されている。

- (i) 鉄筋コンクリート床板橋 (支間 5.0m, 10.0m)
- (ii) プレストレストコンクリート橋 (支間 20.0m, 30.0m, 40.0m)
- (iii) ブロック積擁壁 (H=5m, 7m)
- (iv) 逆T式橋台 (H=7m, 10m)
- (v) 逆T式擁壁 (H=5m, 7m)
- (vi) 鉄筋コンクリートカルバート
- (vii) 片 棧 橋

上記の橋梁及び構造物は、図面集に集録されている。

(3) 特殊橋梁および構造物

1) 地すべり地帯に設置する構造物

本調査区間中 Ibague ~ Caralca 間の山岳地は大小の地すべりによる被害の多発している地域である。これら地すべりの道路交通に及ぼす影響を最小にするため改良案を提案した。

2) 橋 梁

K75+500 (Quebrada Gamboa), K97+500 (Quebrada Losmarías), K101+200 (Quebrada Perales) の3地点の地すべり部に対して、主として地形上の理由から橋梁による改良案を検討した。

これらは、地すべり範囲、地耐力、地形等の地質状況及び曲線半径、縦断勾配等の道路特性等により、構造的な妥当性、経済性等を考慮し、最適な構造を提案したものである。

i) K75+500 (Quebrada Gamboa)

この地点は過去2回の土石流により橋が破壊された場所であり、現在でも危険な地点の一つである。土石流を抑制する工法と比較するため、地山が移動している範囲を避け、かつ、橋梁支間が最小になる曲線箱げたを提案した。

ii) K97+500 (Quebrada Losmarías)

この地点は沈下量の最も大きな地点の一つであり、過去に1m以上の余盛を行なっている。地形条件、ボーリング資料より経済性を考慮してPC箱げたを提案した。

iii) K101+200 (Quebrada Perales)

この地点は地滑りの範囲規模が大きく、いつ地すべりが発生してもおかしくない地点である。又、縦断勾配が大きい事、斜面上に基礎を多く設置する事から地すべり地帯を避ける位置にPC箱げた橋及び片栈橋を組合せた橋を提案した。

上記橋梁は図面集に集録されている。

3) 片 栈 橋

地すべり地帯においては、地すべりを誘発する力を極力小さくするため、経済性の許す範囲で構造物を軽くすべきである。この考えにたつて地すべり地帯において片栈橋の採用を積極的に提案した。

(4) その他の大規模構造物

本調査区間の Girardot Bypass の中の Rio Magdalena に計画している橋梁 (L=260 m) については、鋼橋及びコンクリート橋について比較検討を行った (Annex Fig.7-11)。この検討よりコンクリート橋の有利性が確められた。Ibague Bypass に架る橋梁についても、上記検討を参考にして最適な橋梁形式を提案した。

Table 7-8 Quantities of Materials Used in Ordinary Type Structure

Superstructure (Post-tensioned Bridge)

| Kind | Pavement (m ²) | Concrete (m ³) | Reinf. Steel Def. (t) | P.C Wire (t) | Form (m ²) | Girder (number) | Remarks |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----------------|--|
| L=40m Per One Girder | - | 36.5 | 4.0 | 1.8 | 226 | - | Design Concrete Strength 350kg/cm ² |
| Per One Bridge | 360 | 37.8 | 3.1 | 1.6 | 211 | 5 | Design Concrete Strength 300kg/cm ² |
| L=30m Per One Girder | - | 22.9 | 2.8 | 1.1 | 134 | - | Design Concrete Strength 350kg/cm ² |
| Per One Bridge | 270 | 24.7 | 2.2 | 1.2 | 136 | 5 | Design Concrete Strength 300kg/cm ² |
| L=20m Per One Girder | - | 13.2 | 1.8 | 0.4 | 74 | - | Design Concrete Strength 350kg/cm ² |
| Per One Bridge | 180 | 16.2 | 1.4 | 0.8 | 84 | 5 | Design Concrete Strength 300kg/cm ² |

Superstructure (Reinforced concrete Slab Bridge)

| Kind | Pavement (m ²) | Concrete (m ³) | Reinf. Steel Def. (t) | Form (m ²) | Remarks |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|--|
| L=10m Per One Bridge | 90 | 32 | 7.0 | 148 | Design Concrete Strength*210kg/cm ² |
| L=5m Per One Bridge | 45 | 14 | 2.2 | 58 | Design Concrete Strength*210kg/cm ² |

* From the standard design of Colombia.

Table 7-9 Quantities of Materials Used in Ordinary Type Structure

Substructure

| Kind | Unit | Concrete (m ³) | Reinf. Steel Def. (t) | Form (m ²) | Excavation (m ³) | Remarks |
|------------------------|---------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|
| H=10m abutment | Per One | 202 | 10 | 327 | 330 | Design Concrete 2 Strength 210kg/cm ² |
| H=7m abutment | Per One | 95 | 6 | 191 | 254 | " |
| H=10m Half Bridge | 10m | 80 | 5 | 267 | 164 | " |
| H=7m Retaining Wall | 10m | 59 | 4 | 140 | 110 | " |
| H=5m Retaining Wall | 10m | 32 | 2 | 100 | 70 | " |
| Pile φ=2.0m | 10m | 31 | 2 | 63 | 31 | Cast in place pile |
| Pier | H=10m | 135 | 12 | 150 | 170 | |
| | H=15m | 230 | 16 | 227 | 224 | |
| | H=20m | 325 | 20 | 302 | 288 | |
| | H=25m | 420 | 24 | 380 | 352 | |
| | H=30m | 515 | 28 | 460 | 416 | |

Table 7-10 Quantities of Materials Used for Cast in place Concrete Bridge

| Superstructure | | | | | | | |
|----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------------|
| Name | Pavement (m ²) | Concrete (m ³) | Reinf. Steel Def. (t) | P.C Wire (t) | Form (m ²) | Steel (t) | Remarks |
| Magdalena Br | 2340 | 2930 | 187 | 257 | 9830 | - | Cantilever Method (λ=260m) |
| Ibague Br | 990 | 790 | 30 | 40 | 2770 | - | Incremental Launching (λ=110) |
| k75 + 500 Br | 1590 | 1263 | 75 | 75 | 4280 | - | " (λ=170) |
| k97 + 500 Br | 1590 | 1148 | 77 | 77 | 3978 | - | Cantilever Method (λ=170) |
| k101 + 200 Br | 1590 | 1530 | 92 | 107 | 4896 | - | Cantilever Method (λ=170) |

Substructure

| Name | Concrete (m ²) | Reinf. steel Def. (t) | Form (m ²) | Excavation (m ³) | Pile φ2m (m) | Remarks |
|---------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|--------------|--------------------|
| Magdalena Br | 1850 | 130 | 1360 | 960 | - | |
| Ibague Br | 944 | 76 | 888 | 580 | - | |
| K75 + 500 Br | 2190 | 92 | 1890 | 880 | 64 | Pile λ = 8.0 m x 8 |
| K97 + 500 Br | 1095 | 68 | 1335 | 1350 | 128 | λ = 8.0 x 16 |
| K101 + 200 Br | 2502 | 147 | 4355 | 3526 | 176 | Pile λ = 8.0 x 22 |

7-4 調査地域の土质地質的検討

7-4-1 線形改良箇所

(1) 切土法面保護工の選択

地質調査の結果にもとづき、岩質、風化状態、表層土砂の厚さを推定し、地質に応じた土工法面の施工方法及び保護工について Table 7-11 のように検討した。

(2) 大規模改良計画における法面保護工の検討

1) Girardot Bypass

平野部に計画されているため、切土は計画されていない。

2) Ibagué バイパス

Ibagué バイパスの路線は花崗閃緑岩の分布する山麓、段丘、扇状地を通過し、段丘崖、中小河川を横断している。この地域に分布する花崗閃緑岩は表層が砂状に風化しており、段丘、扇状地は砂礫層から構成され未固結である (Fig.7-6 参照)。法面保護工としては、コンクリートブロック積の擁壁が計画される。

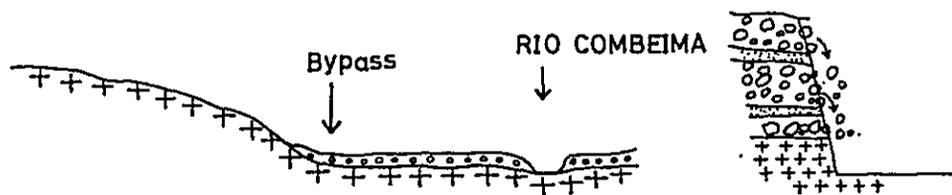


Fig 7-5 Schematic Model of IBAGUE Bypass

Table 7-11 Choice of Erosion Control for Cuts and Slopes

| Cut Slope Vert. : Horiz. | | I T E M | | | | Ibague - Calarca | Other Sections |
|--------------------------------|-----------|----------------------|---|---|--|---|----------------|
| | | Cutting Method | Classification | Erosion Control | | | |
| 1 : 1.0 | Bulldozer | Unconsolidated Earth | Spray applied seed | Earth | Critical Curve, Minimum Scale, and Medium Scale Improvement Plan Coello Bypass La Linea Bypass | Ibague Bypass | |
| 1 : 0.5-0.6 | Ripper | Soft rock | Concrete block retaining wall or spray applied seed | Black Schist (Km 70 - Km 135.6) | | Sand and Gravel Terraces | |
| 1 : 0.3 | Blasting | Hard rock | Not applicable | Diabase, Porphyrite 1) (Km 114 - Km 135.6) Green Schist (Km 70 - Km 135.6) | | | |
| | | | Spray applied Concrete | Granodiorite 2) (Km 56 - Km 70) Black Schist, Amphiborite (Km 70 - Km 135.6) | | Sand stone, alternating layers of gravel and rock | |

Note: 1) Diabase, Porphyrite, and Green Schist are resistant to weathering.

2) Granodiorite, Black Schist, and Amphiborite are not resistant to weathering.

3) Coello バイパス

現道のKm 71.00 ~ Km 77m 間に存在する地すべり地帯を避ける目的で計画されたこのバイパスは、地質的には現道と同じく花崗閃緑岩、黒色片岩、及び火山灰が山腹ないしは山陵に堆積しており、Ibagué断層、Perico断層がこの地域に延びて来ている。花崗閃緑岩の分布地域は表層がうすく、砂状に風化しており、表層崩壊が発生しやすくなっている。又、断層、節理にそってガリーが発達し、その結果が土砂流出となることが予想される。よって道路計画を行なう際は法面の侵食とガリー侵食に対処する必要がある。又、断層付近は破碎帯が著しく発達しており、これらの崩壊に対して保護工が特に必要である。黒色片岩が分布している地域は一般に表層の風化層が厚く、道路建設による切土は安定性があまり良くないため表層崩壊、地滑りを発生しやすい。火山灰地帯は少し固結しているが、水による侵食を受けやすい。しかるに緑色片岩、角閃岩の分布している地域は岩盤として安定している。

4) La Linea ~ Calarca のルート変更地域

この区間の現道の道路線形を改良する目的で計画されたこの路線はLa Lineaを通過している。この地域は黒色片岩、輝緑岩などを基盤として、その上に降下火山灰層が厚く堆積している。この降下火山灰層は軽石の小粒と細粒火山灰の二種類で相互に層をなしており、軟らかく不安定なものである。この地帯は地すべりと降雨によるガリー侵食が多く見られ、降下火山灰層は、部分的に厚く堆積している。場所によっては、その厚さが15m以上にもなっている個所もある。従って、道路建設による新たな掘削は地すべり、崩壊の発生を助長させる結果となろう。

これらの対策は土圧を考慮した法面保護を行なう他、雨による侵食を防ぐ排水の設備が必要となろう。又、これらの地質は一度自然のバランスをくずすと、斜面の荒廃が急速に進むため、土工における切土は小さくすることが望ましい。

(3) 橋梁計画個所の基礎地盤

1) 特殊長大橋の基礎地盤

特殊長大橋の計画個所は、Table 7-12のとおり5個所である。

a. 中規模改良案

Ibagué ~ La Linea 間の3個所の特殊長大橋梁計画予定個所の地質は全て黒色片岩である。表層は比較的うすいが、一部の風化層は厚くなっている。断層破碎帯、地すべり土塊が各所に存在するが、橋台、橋脚の位置では特に問題はない。

b. 大規模改良案

Girardot バイパスのRio Magdalena を渡河する個所は第三紀硬質泥岩、礫石、頁岩等の互層を基盤とし、段丘堆積物(砂、礫、シルト)が覆っている。よって橋梁の基礎用岩盤としては良好である。

Ibagué のBypass のRio Combeina を渡河する地点は花崗閃緑岩を基盤とし、段

丘堆積物が覆っており，砂，礫がかなり厚く堆積しているため，橋梁基礎として特に問題がない。

Table 7-12 Proposed Long Span Bridge Sites

| | Location | Bridge Length |
|--|---------------|-------------------|
| 1. Medium Scale Improvement Plan (Ibague - La Linea) | | |
| a. Km75.5 | Q. Gamboa | 170m(50m+70m+50m) |
| b. Km97.5 | Q. Los Marias | 170m(50m+70m+50m) |
| c. Km101.2 | Q. Perales | 170m(50m+70m+50m) |
| 2. Large Scale Improvement Plan | | |
| a. Girardot bypass | Rio Magdalena | 300m |
| b. Ibague bypass | Rio Combeina | 110m(30m+50m+30m) |

2) その他の橋梁，構造物の基礎地盤

プロジェクト地域は，砂，礫層が厚く堆積しているが，あるいは硬岩が山地部で土砂に近く分布しているため，その他の橋梁，構造物の基礎地盤は，特別な基礎を必要としないであろう。

(4) トンネル計画予定地の地質

Table 7-13 Proposed Tunnel Sites

| | Location | | | Length (m) |
|--|----------|------------|-----------|------------|
| | Section | Station | Location | |
| 1. Medium Scale Improvement Plan (Ibague - La Linea) | | | | |
| a. Km71.900 to Km72.700 | 07 | | Landslide | 730 |
| b. Km76.100 to Km77.100 | 10 | No. 52 | " | 790 |
| c. Km 85.000 | 13 | No. 42 | Highland | 250 |
| 2. Large Scale Improvement Plan | | | | |
| a. Coello bypass | | STA 13+200 | Highland | 950 |
| b. La Linea - Calarca | | | " | 970 |

中規模改良案の中でKm 72000～Km 72700 に計画されているトンネルに対しては、弾性波探査を行ない、この地域の岩盤の状況、断層破碎帯の状態が把握された。

Table 7-14 Rock Mass Classification

| Classification | Velocity of seismic wave | Characteristics of Rock Mass |
|----------------|--------------------------|------------------------------|
| 1 | 1.0 - 1.5 km/s | very poor - poor rock |
| 2 | 1.5 - 2.0 | poor rock |
| 3 | 2.0 - 2.5 | fair rock |
| 4 | 2.5 - 3.0 | good rock |
| 5 | 3.0 - 3.5 | very good rock |
| 6 | 3.5 - 4.0 | very good rock |
| 7 | 4.0 - 5.0 | very good rock |

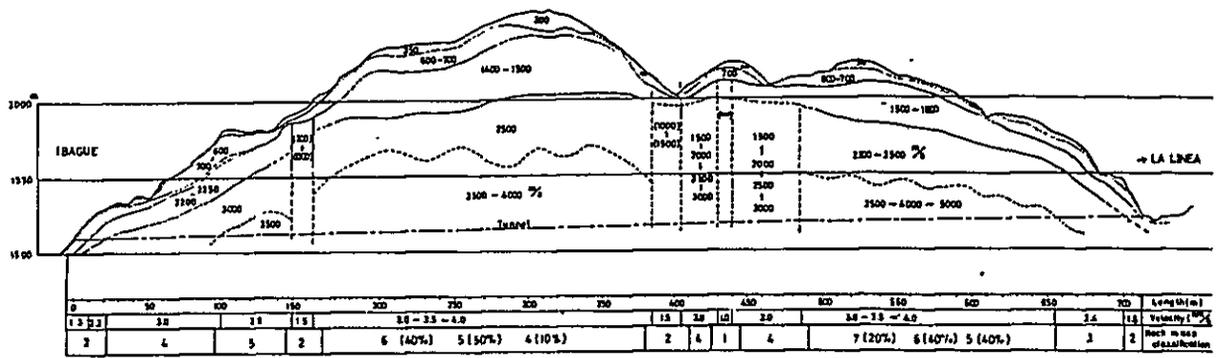


Fig. 7-6 km 71.900-72.700 Velocity Profile along the Seismic Retraction Survey Line

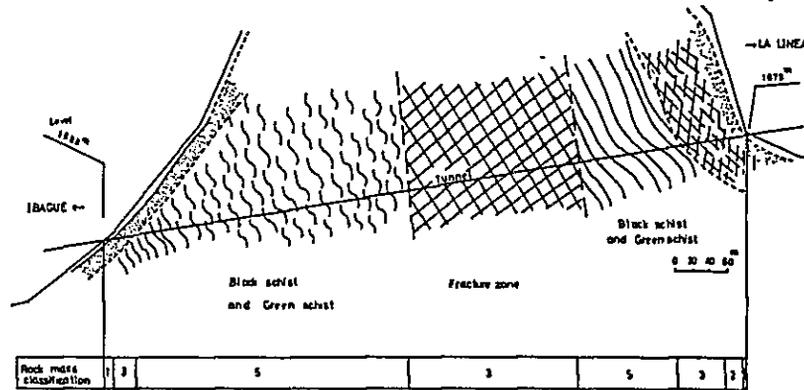


Fig 7-7 km76.100-77.100 Probable Geologic Section of the Tunnel

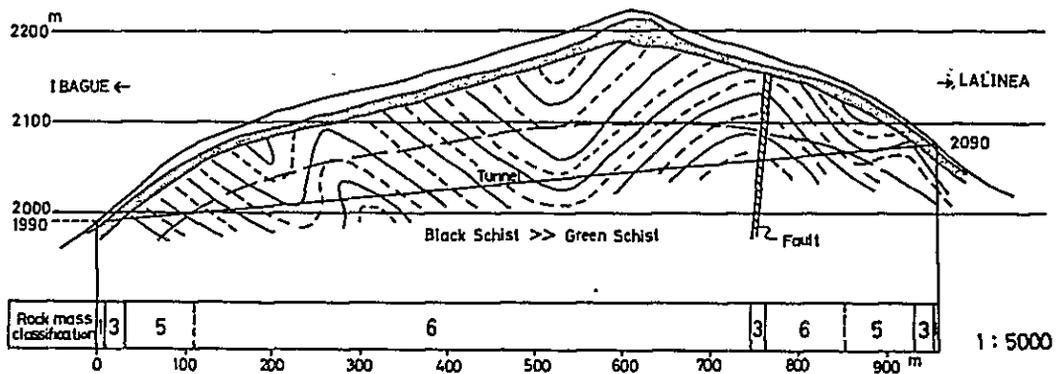


Fig 7-8 Probable Geologic Section of Coello Bypass Tunnel

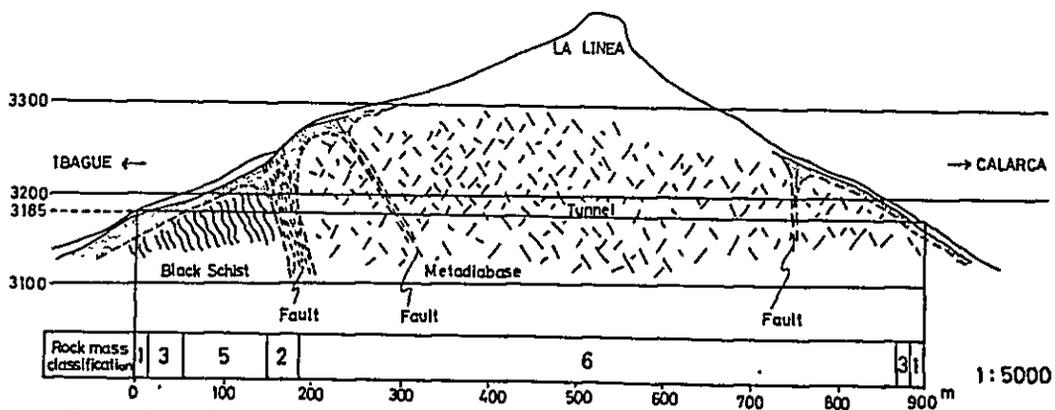


Fig 7-9 Probable Geologic Section of La Linea Tunnel

この弾性波調査結果と野外調査から他の3地区のトンネル区間の地質をFig.7-7~7-10のように類推した。その際岩盤の分類を次の様に定めた。

1) 中規模改良案の中に出てくるトンネル

(a) Km 71.900~Km 72.700間のトンネル

このトンネルは、現道上の地すべりを避けることを目的として計画されたもので、地質は石英閃緑岩、緑色片岩、角閃石片岩、黒色片岩などが分布している。

この地域は断層、破碎帯が多く複雑な地質構造をもっている。弾性波探査における測点380m~480mの幅100mの間は、断層破碎帯と推定されるので、岩盤は弱く掘削時の湧水が多いものと予想される。

(b) Km 76.100~Km 77.100間のトンネル

このトンネル計画地域の地質は、緑色片岩と黒色片岩の互層である。トンネルが計画された区間には巾が約200mの破碎帯があることが推定される。又、同じようにLa Linea側の坑口付近も巾が約60mの破碎帯をもつことが推定される。

2) 大規模改良案の中に出てくるトンネル

(a) Coello バイパスにおけるトンネル

トンネルが計画されている地域の地質は、黒色片岩から構成され一部に緑色片岩をはさんでいる。トンネルの予定区間では断層の存在が推定されるが、大きな巾の断層はないものと思われる。坑口付近には固結の弱い火山灰と黒色片岩の風化層が厚いと推定される。

(b) La Linea - Calarca のルート変更に伴うトンネル

地質は黒色片岩と変輝緑岩から構成される。黒色片岩は風化層が厚いが、変輝緑岩は硬い岩盤である。La Linea 断層などの断層破壊帯があり、トンネルの坑口付近にはルーズな火山灰が分布する。

7-4-2 線形非改良箇所 (Ibague - Calarca間) の防災

対象道路の中でMelgar - Ibague間、Calarca - Buga間の道路災害は、小さく復旧が容易であるので、このレポートでは問題として取上げられない。Ibague - Calarca間の道路災害は、発生頻度が大きく、復旧に時間を要することが多い。しかもこの区間に対する代替ルートはない。したがって、道路災害によって通過する交通に支障がないようにするには災害が発生しないように、できるだけ対策を講じることが必要である。第6章で災害の形態は述べられている。災害の対策のうち地すべり対策は、次のとおりである。地すべりを含めて災害の対策は、Annex Table 7-4 に述べられている。

(1) 地すべり抑制対策工

現地調査の結果にもとづき、地すべりのタイプ、規模を考慮して対策を検討した。地すべりの規模、動き易さから判断して、すべてを完全に抑止するにはばく大な工事費がかかるため、実現性が乏しい。そこで、地すべりの抑制を主眼とした対策を施すことを提案す

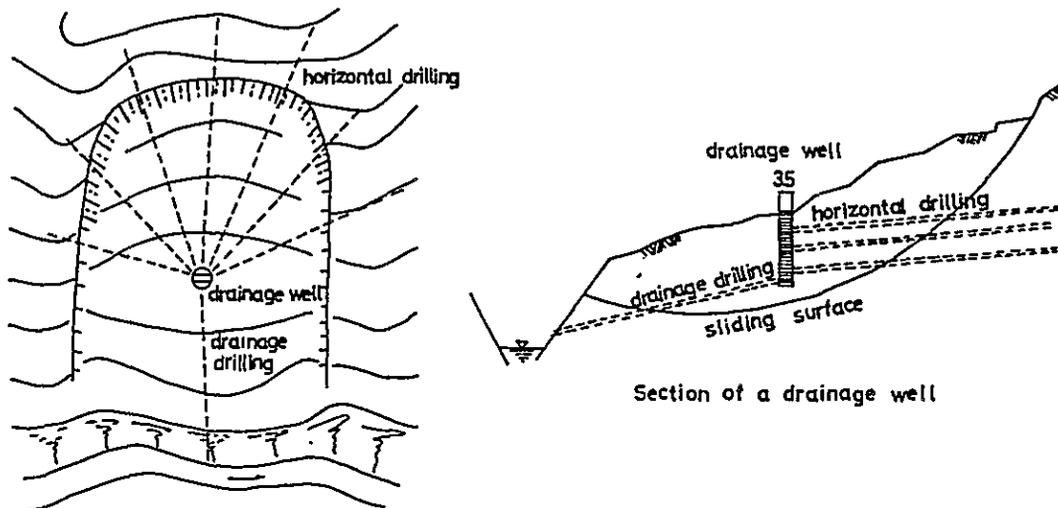


Fig 7-10 Plan of drainage well

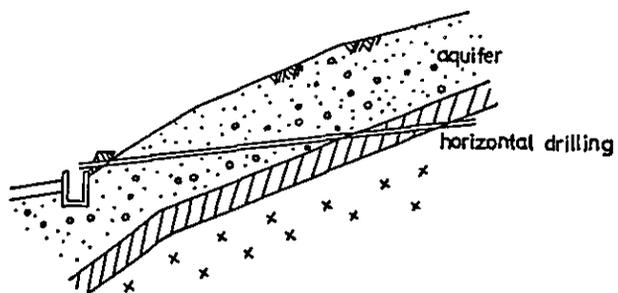


Fig 7-11 Section showing horizontal drilling

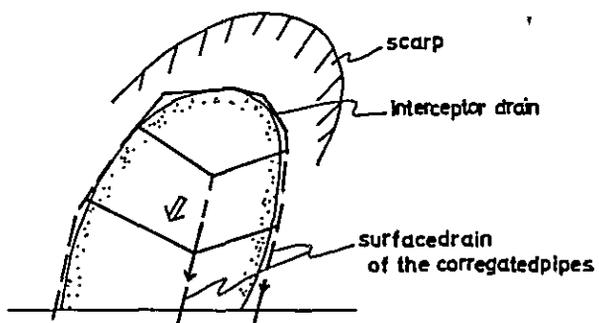


Fig 7-12 Surface drain system

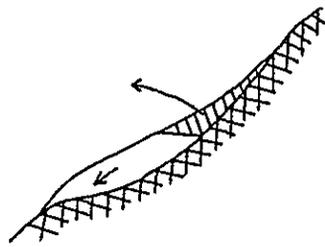


Fig 7-13 Excavation

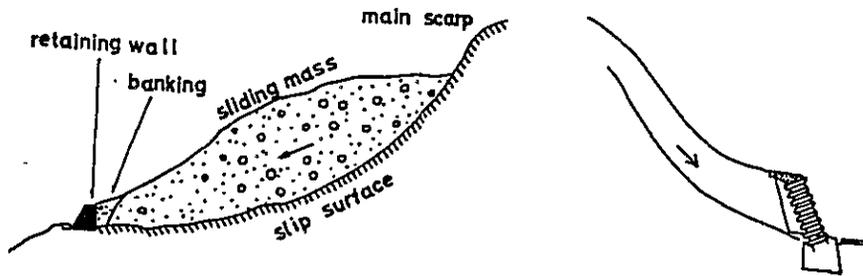


Fig 7-14 A retaining wall for counterweight fills

Crib work

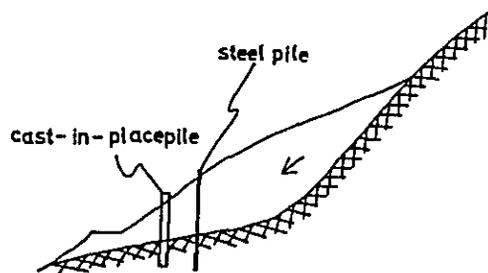


Fig 7-15 Pile work

Table 7-15 List of Specific landslides and Countermeasures

| Landslide No. | Location | Drainage well ø3.5 m | Horizontal boreholes for ground water draining | Steel pipe | H-beam pile | Deep foundation | Removal of overburden | Intercepting drain | Drainage ditch | Flush ground sill (places) | Well hole protection | Retaining wall, torrential control work, etc. |
|---------------|----------------------|-------------------------|---|------------|-------------|-----------------|--|--------------------|----------------|----------------------------|----------------------|---|
| LS-1 | Km62.5 to Km62.68 | | | | | | Sliding mass, 30,000m ³ (excavated volume, 42,000m ³) | 230m | 180m | | | 4.5m x 4.0m culvert x 2 places |
| LS-2 | Km71.77 to Km72.24 | | | | | | | 350m | 500m | 30 | | *Crib type retaining wall (H=10m, L=330m, double type) . Embankment x 3 (H=4m, L=10m) |
| LS-3 | Km73.67 to Km73.92 | | 30m Long x 12 pcs. | | | | | 190m | 300m | 10 | | Gravity type retaining wall, L=240 m, H=3 m |
| LS-4 | Km75.4 to Km75.505 | | | | | | | 150m | 260m | 10 | | Drain works, W=4m, L=320m; flush ground sill x7, H=1.5m; Embankment x6, H=4m, L=20m |
| LS-5 | Km76.52 to Km76.84 | 2 holes x 38m deep | 66mmø borehole 40m long x 10pcs., 30m long x 10pcs.; 110mmø draining borehole 70m long x 2 pcs. | | | | | | 170m | 10 | 2 places | |
| LS-6 | Km 77.83 to Km 78.08 | | | | | | | 120m | 200m | 15 | | Crib type retaining wall, H=20m, L=100m, double type |

Table 7-15 (Cont'd) List of Specific Landslides and Countermeasures

| Landslide No. | Location | Drainage well ø3.5 m | Horizontal boreholes for ground water draining | Steel H-beam pipe pile | Deep foundation | Removal of overburden | Intercepting drain | Drainage ditch | Flush ground sill (places) | Well hole protection | Retaining wall, torrential control work, etc. |
|---------------|------------------------|-------------------------|--|------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------------------|---|
| LS-7 | Km 81.43 to Km 81.50 | | | | | | | | | | Crib retaining wall, H=20 m, L=55 m, double type |
| LS-8 | Km 82.00 to Km 82.30 | | | | | | 300m | 740m | 50 | | •Crib retaining wall, H=20m, L=100m, double type •Embankment, H=5m, L=20m •Slope- Protection C H=14m, L=100m •Rock fence, H=1.5m, L=100m |
| LS-9 | Km 97.73 to Km 97.82 | | | | | | 200m | 220m | 15 | | •Crib work, H=5m, L=80m •Drain channel work, W=4m, L=280m |
| LS-10 | Km 101.35 to Km 101.55 | | 30m long x 6 pcs. | | | | 100m | 400m | 30 | 2 | •Drain channel work, W=4m, L=800m •Flush ground sill, H=1.5m, L=6m (W=4m) •Embankment, H=4m, L=15m, x 5 |
| LS-11 | Km 102.86 to Km 102.98 | | 30m long x 6 pcs. | | | | 100m | 300m | 10 | 2 | •Drain channel work, W=4m, L=150m •Embankment, H=3m, L=20m, x 2 |
| LS-12 | Km 106.20 to Km 106.28 | | | 350mmφ x 580m 33pcs | | | 200m | 450 | 15 | | |

Table 7-15 (Cont'd) List of Specific Landslides and Countermeasures

| Landslide No. | Location | Drainage well ϕ 3.5 m | Horizontal boreholes for ground water draining | Steel pipe pile | H-beam pile | Deep foundation | Removal of overburden | Intercepting drain | Drainage ditch | Flush ground sill (places) | Well hole protection | Retaining wall, torrential control work, etc. |
|---------------|------------------------|----------------------------|--|-----------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------------------|---|
| LS-13 | Km 106.49 to Km 106.54 | | | | 200x 200x 30pcs. (532m) | | | 170m | 250 | 20 | | |
| LS-14 | Km 108.57 to Km 108.80 | | | | 175x 175x 20 pcs. (250 m) | | | 150 | 400 | 10 | | |
| LS-15 | Km 112.34 to Km 112.52 | | | | | ϕ 3.0m (108m) | | | | | | |
| LS-16 | Km 113.00 to Km 113.20 | 26m deep x 1 pc. | | | | | | 140 | 250 | 20 | 1 | |
| LS-17 | Km 119.55 to Km 119.65 | | | | | | | 100 | 250 | 20 | | Ci. b retaining wall H=5m, L=90m |

Note: 1) Flush ground sill means Stream Velocity Reduction Scheme.

るものである。主な対策工は次のようなものである。

1) 集水井 Drainage Well

地すべり地帯に集水井を設け、扇状形に水平ボーリングを行ない地下水を抜き、排水をする (Fig. 7-10 参照)。

2) 排水ボーリング

地すべり地塊内の地下水を抜き取り、間隙水圧の低下をはかる (Fig. 7-11 参照)。

3) 表面排水

地すべり地帯に入った地表水をすみやかに地塊の外に排水し、地塊内に浸透する水を極力少なくする (Fig. 7-12 参照)。

4) 地すべり土砂撤去 Excavation

地すべり地帯の上部のすべり土塊を排除しすべりを安定させる (Fig. 7-13 参照)。

5) 土止め擁壁 Retaining wall

地すべり下部に擁壁を設けすべりを止める (Fig. 7-14 参照)。

6) 杭打工 Pile work

地すべり地帯下部に杭を打ち込み、地すべりの滑動を押さえる (Fig. 7-15 参照)。

(2) 各地すべりに対する抑制工 (Table 7-15 参照)。

i) Km 6 25 00 ~ 6 26 80 の地すべり (LS-1) に対しては、土塊を撤去することによりすべりを止めると共に、地表面水の排水施設を設ける。

ii) Km 7 1.770 ~ 7 22 40 の地すべり (LS-2) に対しては、地表水の排水と、道路法面の保護、Gully からの土砂の流出を押える。

iii) Km 7 3.670 ~ 7 39 20 の地すべり (LS-3) に対しては、地表面水の排水と共に地下水の排除を行ない、法面の保護を行なう。

iv) Km 7 5.400 ~ 7 55 05 の地すべり (LS-4) に対しては、地表面水の排水施設を整えとともに、溪流の浸蝕防止対策を施す。

v) Km 7 6.520 ~ 7 68 40 の LS-5 の地すべりは地下水の排除による抑制工をする。

vi) Km 7 7.830 ~ 7 80 80 の LS-6 の地すべりは地表面水の排水と、のり面の保護を行なう。

vii) Km 8 1.430 ~ 8 15 00 の LS-7 の地すべりは土砂の押し出しを防ぐため、Gravity Wall を設置する。

viii) Km 8 22 00 ~ 8 29 00 の LS-8, 及び Km 9 7.730 ~ 9 78 20 の LS-9 の地すべりに対しては地表面水の排水と、のり面の保護工を設置する他、溪流の侵食の防止対策を行なう。

ix) Km 1 01.350 ~ 1 01.550 の LS-10 及び Km 1 02.860 ~ 1 02.980 の LS-11 の地すべりに対しては、地表面水の排水を行なうと共に地下水の排除と溪流の侵食を防止する対策を施す。

X) Km 106.200～106.280のLS-12, Km 106.470～106.540のLS-13, Km 108.570～108.800のLS-14, 及びKm 112.340～112.520のLS-15の地すべり地表面水の排水を行うと共に杭を谷側の道路肩に打ち込み, 斜面の安定をさせる。

XI) Km 113.000～113.200のLS-16の地すべりは地表面水の排除と水平ボーリングによる地下水のコントロールを行なう。

XII) Km 119.550～119.650のLS-17の地すべりは地表面水の排除を行ない, のり面の保護を施す。

以上の工種の数量を Table 7-15 に示すが, この表に示される工種・数量は, 必要最少限のものである。すべりに関しては, 今後さらに調査を進め, 十分な対策工の立案をすることが必要である。

7-4-3 緊急な対策が望まれる個所及びその概算工費

今回の調査によって, Ibaguè - Calarca 間には 17ヶ所の地すべり地帯が抽出され, 500個所以上の斜面崩解, 土石流その他交通流に危険な地域が発見された。これらの個所は発生の頻度(A, B, C)ならびにその規模(L, M, S)の2通りのランクで区分を行なっている。(Annex Table 7-2 参照) L, Mの個所はその規模がかなり大きなものであり, また A, Bの個所は発生確率が近い将来においてかなり高いものと考えられる。

崩解が生ずると交通遮断と復旧工事が必要である。LA, LB, MA, MBの個所における災害対策工費と復旧工費を比較すると, 前者の方が安いことがわかる。(Table 7-16 参照) このことは, 経済的に見て, 災害対策を早急に進めるべきことを示している。対策工および復旧工の数量, 工費については Annex Table 7-3 に示してある。

Annex Table 7-14 に示しているごとく, 災害対策工はLAで規定される30個所のうち19個所で復旧工に比べてかなり安い。

災害が生ずると道路は閉鎖され, 交通は復旧されるまで遮断される。したがって他の道路に交通流はう迴することになる。したがってこの様な場合には復旧工費以外にう迴あるいは待機に用する交通費用が評価されねばならないだろう。現時点では崩壊の発生個所, あるいは頻度について計量不能であるので, 以下の仮定を設けた。

A: 20年に1回の発生確率, B: 40年に1回の発生確率

上記の仮定の下で Annex 7-5 に対策工の工費積算がなされている。この結果を用いると, A, Bタイプの個所についての評価が Table 7-17 のようになされることになる。表より明らかのように, 長期的に見ても災害対策工を行なった方が, 経済的に有利である。Table 7-18 は対策工の費用内訳である。

Table 7-16 Preventive and Corrective Work Cost

(UNIT: \$,000)

| | Classification | Number | Preventive Works | Corrective Works | Remarks |
|----------------|------------------------|--------|------------------|------------------|-------------|
| LA 1) 2) | Land slide | 14 | 151,871 | 152,955 | |
| | Fall | 4 | 5,053 | 16,062 | |
| | Failure of valley side | 6 | 57,830 | 48,937 | |
| | Debris flow | 6 | 8,758 | 34,881 | |
| | Total | 30 | 223,512 | 252,835 | (-) 29,323 |
| MA 1) 2) | Land slide | 2 | 7,359 | 2,986 | |
| | Fall | 37 | 55,551 | 34,835 | |
| | Failure of valley side | 24 | 74,390 | 96,352 | |
| | Debris flow | 17 | 17,942 | 99,065 | |
| | Total | 80 | 155,242 | 232,238 | (-) 76,996 |
| LB 1) 2) | Land slide | 2 | 10,047 | 30,300 | |
| | Fall | 2 | 8,147 | 6,754 | |
| | Failure of valley side | 5 | 28,814 | 39,207 | |
| | Debris flow | 7 | 8,735 | 13,300 | |
| | Total | 16 | 55,743 | 89,561 | (-) 33,818 |
| MB 1) 2) | Land slide | 6 | 32,865 | 18,856 | |
| | Fall | 32 | 23,479 | 27,503 | |
| | Failure of valley side | 38 | 114,350 | 169,047 | |
| | Debris flow | 8 | 5,335 | 41,145 | |
| | Total | 84 | 176,029 | 256,551 | (-) 80,522 |
| 3) | Total | 210 | 610,526 | 831,185 | (-) 220,659 |

NOTE: 1) Extent of disaster classified as L.M.S.

2) Urgency of countermeasures classified as A.B.C.
(See Legend in Annex Table 7-2.)

3) The S and C classification are considered to be covered by routine maintenance exclude in this table.

4) Preventive work is not considered at the places, No. 171, 172, 174, 343, 341 of LA, No. 173, 340, 342 of MA and 344 of MB, where the alignment is improved in accordance with the feasible solution.

Legend: The cost is shown by the direct economic cost with the additional 25% of overhead cost and profit.

Table 7-17

Result of Comparative Cost Analysis

| | | \$, 000 in 1980 price | |
|--------------------------------|--|-----------------------|---------|
| | | Type A | Type B |
| P.W. Cost With Preventive Work | | 350.222 | 214.312 |
| " " Without " | | 539.521 | 232.698 |
| P.W. Balance | | 189.299 | 18.377 |
| Note | P.W. means the present worth discounted by 12%. Cost without preventive work is the total cost of corrective work and traffic cost due to road closure during the 20 years. | | |

Table 7-18 Preventive Work

Economic Cost in 1980 Prices

(\$1,000)

| | FC | LC | TAX | TOTAL |
|--|---------|---------|--------|---------|
| 1) Total Direct Cost | 69,902 | 418,518 | 22,959 | 511,379 |
| 2) w/Overhead and Profit 1)x1.25 | 87,378 | 523,148 | 28,698 | 639,224 |
| 3) Supervision 2)x0.05 | 4,369 | 26,157 | 1,435 | 31,961 |
| 4) Contingency 2)x0.05 | 9,175 | 54,930 | 3,013 | 67,118 |
| 5) G. Total | 100,922 | 604,235 | 33,146 | 738,303 |
| 6) Detailed Eng. w/Contingency 3)x1.10 | 4,806 | 28,773 | 1,578 | 35,157 |
| Total | 105,728 | 633,008 | 34,724 | 773,460 |
| Economic Cost | 105,728 | 633,008 | - | 738,736 |

第8章 改良計画の費用

第 8 章 改良計画工事費

8-1 コスト算定の方法

今回の調査にあたってコストは、基礎価格要素である材料、労務、機械、諸経費および利益等からなる建設支払項目の単価を設定した。

これらの単価はコロンビアの1980年中頃の経済的条件の下に計算されたものであり、各々の価格要素はMOPFおよびその地方事務所ならびに地域のコンサルタントから得られた。

その単価は輸入機械や材料の価格および国産の機械や材料から組立てられている。それぞれの単価の外貨および内貨の組立ては次の基礎価格要素の分類に従って計算される。

外貨部分は次の価格によって構成される：

- 輸入機械（償却）、材料および原材料
- この国が輸入して加工した国外産材料
- 外国人の賃金、そして
- 外国人の組織に対する諸経費と利益

内貨部分は次の価格によって構成される：

- 国内産の機械、材料およびこの国が輸出している原材料
- 国内労務賃金
- 国内の組織に対する諸経費と利益、そして
- 輸入関税および税金

1980年中頃の Colombia Peso 通貨の他国貨即ちUS\$および日本円に対する交換率は次の通りである。

$$\text{\$ (49.00)} = \text{US\$ 1.00} = \text{YEN 220.00}$$

8-2 建設工事数量

すべての建設支払項目に対する数量はこの調査において決定された当初設計と図面に基いて10%の幅で計算されている。

8-3 単価分析

各建設工事費の評価を行うために、利用可能なデータから決定される基礎価格要素を用いて、それぞれの支払項目の単価分析がなされた。建設支払項目の単価はTable 8-1に示す通りである。Annex Table 8-1に詳細を示す通り単価分析はCost Estimate SheetとWork Sheetの形で算定されている。この建設工事に使用することが予想される機械および設備に対する

Hourly Cost¹⁾はTable 8-2に示されている。その詳細はAnnex Table 8-2に示す通りである。

SOURCE: 1) ACIC (Asociación Colombia de Ingenieros Constructres),
"Distribidores de Equipos para Construcción," Enero 1980.

なお Local Labor の賃金は Table 8-3 に、この調査に使用される主要材料の価格は Table 8-4 に示されている。

8-4 用地取得費²⁾

用地取得費 Ibague - La Linea 間は若干の道路拡幅または小規模のバイパスのみであるから問題にならないものと考えられる。

1. Calarca - Uribe 間

牧場他 \$ 110,000/Hectare

コーヒー園 \$ 300,000/Hectare

2. Uribe - Buga 間

現道の両側 200 m 以内の場合 \$ 110 - 150/m²

200 m 以遠の場合 \$ 600,000/Hectare

大規模に土地を取得する場合

平地部 (不耕地) \$ 250,000/Hectare

山地 \$ 150,000/Hectare

8-5 プロジェクト道路の改良工事費

建設コストの推定は各種の代替案に対して行った。

選ばれた改良工事計画のコストは Table 8-5-1 に示す通りである。

1983年から1987年までの工事実施計画は Annex Fig. 8-3 に示されている。

さらに詳細な各代替案の費用については Annex Table 8-3 に示されている。

Girardot および Ibague バイパスについての工費はそれぞれ Table 8-5-2, 8-5-3 に示した。それらの工事実施計画は Fig. 8-2, 8-3 に示されている。

Annex Table 8-4 は建設数量を、また Annex Table 8-5 は建設機械の量を示している。

8-6 道路維持補修費

道路維持補修の作業として、道路を良好な状態に保持するためには2つのケースがある。一つは、日常維持補修であり、他の一つは定期的補修である。

8-6-1 日常維持補修は次の通りである。

- 舗装表面の轍塚れやポットホールの修理 (patching)
- 排水溝およびカルパートの清掃および植生防止
- 崩壊土砂の取除き
- 路面マーキングの修理
- その他 traffic services

8-6-2 定期的補修は次の通りである。

- 舗装表面の部分的打替え
- 舗装表面のオーバーレイ
- 橋梁のペインティングおよび修理
- その他

1 Km当りの年間維持補修費はTable 8-6 に示す通りである。

これらの詳細はAnnex 8-1 に示す。

Table 8-6 Road Maintenance Cost per Km

UNIT: \$

| | Routine Maintenance | Periodic Maintenance |
|-------------|---------------------|----------------------|
| ADT > 2,000 | 113,808.00 | 1,878,640.00 |

Table 8-1

Unit Construction Cost

(UNIT: \$)

| ITEM | UNIT | FC | LC | TAX | TOTAL |
|--|-------|----------|----------|--------|----------|
| <u>General Work</u> | | | | | |
| 1. Clearing and Grubbing | M2 | 1.22 | 0.55 | 0.22 | 1.99 |
| 2. Stripping | M2 | 2.55 | 0.97 | 0.46 | 3.98 |
| 3. Removal of Old Pavement | M2 | 74.48 | 50.52 | 19.08 | 144.08 |
| 4. Excavation Common A (Borrow) | M3 | 18.93 | 9.02 | 3.45 | 31.40 |
| 5. Excavation Common B (100m - 500m) | M3 | 75.24 | 28.73 | 13.87 | 117.84 |
| 6. Excavation Common M (Manpower) | M3 | 17.62 | 78.79 | 2.91 | 99.32 |
| 7. Excavation Hard Rock | M3 | 304.56 | 203.12 | 80.80 | 588.48 |
| 8. Excavation Soft Rock | M3 | 121.71 | 75.43 | 29.10 | 226.24 |
| 9. Embankment | M3 | 57.59 | 34.20 | 12.50 | 104.31 |
| 10. Transportation of Const. Material | M3-Km | 9.12 | 9.81 | 3.68 | 22.61 |
| 11. Loading of Material | M3 | 18.78 | 9.26 | 3.40 | 31.44 |
| 12. Crushed Stone | M3 | 155.04 | 81.04 | 57.92 | 294.00 |
| 13. Concrete A (210 kg/cm ²) | M3 | 1,117.17 | 1,228.91 | 93.22 | 2,439.30 |
| 14. Concrete B (180 kg/cm ²) | M3 | 981.15 | 1,016.63 | 70.54 | 2,068.32 |
| 15. Concrete C (140 kg/cm ²) | M3 | 941.97 | 955.05 | 62.98 | 1,960.00 |
| 16. Concrete B mixed Stone | M3 | 827.02 | 1,182.88 | 94.55 | 2,104.45 |
| 17. Concrete C mixed Stone | M3 | 851.70 | 1,222.60 | 99.32 | 2,173.62 |
| 18. Concrete Placing H | M3 | 405.06 | 410.02 | 83.62 | 898.70 |
| 19. Concrete Placing L | M3 | 166.19 | 130.66 | 36.80 | 333.65 |
| 20. Form work | M2 | 74.35 | 358.87 | 19.97 | 453.19 |
| 21. Scaffolding | M3 | 21.30 | 111.96 | 5.27 | 138.53 |
| 22. Cement Mortar | M3 | 1,203.60 | 2,444.94 | 131.04 | 3,779.58 |
| 23. Reinforcing Steel, fabricated | KG | 19.71 | 33.10 | 3.52 | 56.33 |
| <u>Pavement work</u> | | | | | |
| 1. Subgrade Preparation | M2 | 3.09 | 2.11 | 0.68 | 5.88 |
| 2. Subbase Course, natural | M3 | 205.49 | 180.34 | 65.37 | 451.20 |
| 3. Subbase Course, semi- crushed | M3 | 332.15 | 264.06 | 92.73 | 688.94 |
| 4. Base Course | M3 | 509.13 | 339.73 | 108.60 | 957.46 |
| 5. Asphalt Tack Coat | M2 | 9.12 | 5.92 | 1.00 | 16.04 |
| 6. Asphalt Prime Coat | M2 | 11.82 | 8.69 | 1.16 | 21.67 |

Table 8-1 (Cont'd)

(UNIT: \$)

| ITEM | UNIT | FC | LC | TAX | TOTAL |
|--|------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 7. Asphalt Seal Coat | M2 | 20.35 | 13.73 | 2.97 | 37.05 |
| 8. Asphalt Cement | T | 5,233.50 | 3,063.20 | 563.17 | 8,859.87 |
| 9. Asphalt Concrete Pavement | T | 906.51 | 580.26 | 133.87 | 1,620.64 |
| 10. Road Marking | M2 | 19.12 | 91.34 | 6.82 | 117.28 |
| <u>Bridge and Structure</u> | | | | | |
| 1. R.C. Box Culvert 4.5m x 4.0m | M | 34,840.92 | 51,342.55 | 5,142.15 | 91,325.62 |
| 2. Concrete Gravity Wall H = 3.0m | M | 3,998.80 | 5,553.94 | 576.98 | 10,129.72 |
| 3. Retaining Wall H=5.0m | M | 10,187.19 | 17,259.11 | 1,594.41 | 29,040.71 |
| 4. Retaining Wall H=7.0m | M | 19,161.70 | 31,382.66 | 2,983.17 | 53,527.53 |
| 5. Retaining Wall H=10.0m (Crib Wall) | M | 29,162.55 | 36,238.64 | 2,830.87 | 68,232.06 |
| 6. R.C. Half Bridge | M | 26,478.44 | 47,787.70 | 4,065.46 | 78,331.60 |
| 7. R.C. Bridge L=5.0m | U | 293,014.00 | 459,890.00 | 43,517.00 | 796,421.00 |
| 8. R.C. Bridge L=10.0m | U | 580,457.00 | 930,428.00 | 91,377.00 | 1,602,262.00 |
| 9. P.C.T-Bridge L=20.0m | U | 2,393,632.00 | | 572,892.00 | |
| | | | 2,940,588.00 | | 5,907,112.00 |
| 10. P.C.T-Bridge L=30.0m | U | 3,862,716.00 | | 936,769.00 | |
| | | | 4,466,917.00 | | 9,266,402.00 |
| 11. P.C.T-Bridge L=40.0m | U | 5,208,537.00 | | 1,267,777.00 | |
| | | | 5,756,870.00 | | 1,223,184.00 |
| 12. Formwork for Bridge | M2 | 97.46 | 465.62 | 26.09 | 589.17 |
| 13. Formwork for Foundation A | M2 | 662.75 | 262.74 | 131.83 | 1,057.32 |
| 14. Pile Foundation ϕ 2.0m | M | 12,614.00 | 12,843.98 | 2,047.73 | 27,505.71 |
| 15. Structural Concrete (400 kg/cm ²) | M3 | 1,244.19 | 1,426.81 | 187.24 | 2,858.24 |
| 16. Structural Concrete (300 kg/cm ²) | M3 | 1,160.19 | 1,313.41 | 174.64 | 2,648.24 |
| 17. Excavation for Foundation | M3 | 64.33 | 47.13 | 11.39 | 122.85 |
| 18. Grouting of P.C. Cable | M | 23.37 | 92.90 | 3.73 | 120.00 |
| 19. Setting of Guard Rail | M | 992.55 | 1,463.27 | 126.32 | 2,582.14 |
| 20. R.C. Box Culvert 1.2m x 1.0m | M | 5,727.14 | 8,872.20 | 827.45 | 15,426.79 |

Table 8-1 (Cont'd)

(UNIT: \$)

| ITEM | UNIT | FC | LC | TAX | TOTAL |
|---|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <u>Drainage and Side Ditch</u> | | | | | |
| 1. Concrete Pipe ϕ 0.3m | M | 3.09 | 2.11 | 0.68 | 5.88 |
| 2. Concrete Pipe ϕ 0.6m | M | 1,053.28 | 1,266.61 | 118.91 | 2,438.80 |
| 3. Concrete Pipe ϕ 0.9m | M | 1,563.42 | 1,890.13 | 186.56 | 3,640.11 |
| 4. Side Ditch | M | 467.72 | 734.16 | 87.33 | 1,289.21 |
| 5. R.C. Catch Basin | U | 1,988.31 | 6,242.96 | 285.96 | 8,517.23 |
| <u>Preventive Work</u> | | | | | |
| 1. Slope Protection A (Blok Type) | M2 | 3,841.07 | 4,915.22 | 402.83 | 9,159.12 |
| 2. Slope Protection B (Leaning Type) | M | 7,471.31 | 8,605.95 | 746.55 | 16,823.81 |
| 3. Slope Protection C (Frame Type) | M2 | 414.76 | 590.54 | 42.89 | 1,048.19 |
| 4. Rock Net | M2 | 151.80 | 197.27 | 51.22 | 406.29 |
| 5. Rock Fence | M | 2,000.74 | 1,961.37 | 507.40 | 4,469.51 |
| 6. Concrete Spraying | M2 | 54.20 | 53.77 | 14.52 | 122.49 |
| 7. Seed Spraying | M2 | 16.07 | 23.35 | 4.29 | 43.71 |
| 8. Corrugate Pipe ϕ 4.5m | M | 56,165.68 | 8,273.48 | 11,235.51 | 75,674.67 |
| 9. Concrete Gravity Dam H=4.0m | M | 8,230.46 | 10,979.61 | 1,170.82 | 20,380.89 |
| 10. Channel width 4.0m | M | 6,149.94 | 7,587.05 | 570.25 | 14,307.24 |
| 11. Gabion ϕ 0.6m | M2 | 148.32 | 595.77 | 21.06 | 765.15 |
| 12. Driving Sheet Pile | M | 2,673.06 | 985.89 | 944.53 | 4,603.48 |
| 13. Driving Steel Pipe Pile ϕ 0.35m | M | 3,873.25 | 1,445.49 | 1,317.49 | 6,636.23 |
| 14. Sinking Well ϕ 3.5m | M | 17,009.38 | 33,995.52 | 3,385.03 | 54,389.93 |
| 15. Form work for Foundation B | M2 | 761.96 | 231.94 | 151.92 | 1,145.82 |
| 16. Pile Foundation ϕ 3.0m | M | 24,652.14 | 23,167.91 | 3,888.35 | 51,708.40 |
| 17. Collecting Drain | M | 522.62 | 971.37 | 58.38 | 1,552.37 |
| 18. Drilling | M | 464.27 | 1,179.46 | 83.96 | 1,727.69 |
| 19. Driving Steel Pile H-200x200 | M | 1,943.35 | 748.73 | 655.33 | 3,347.41 |

Legend

FC: Foreign component expressed in Colombian Pesos
 LC: Local component expressed in Colombian Pesos
 Total: Total unit cost expressed in Colombian Pesos
 KG: Kilogram, M2: square meter, M3: Cubic meter, M: meter
 U: Total unit or lump sum, T: metric ton = 1000 kg

Prices given are for direct costs with no overhead, fringe and profit.

Prices are calculated for mid-1980.

Table 8-2 Hourly Cost of Construction Equipment

UNIT: \$

| EQUIPMENT | FC | LC | TAX | TOTAL |
|--|----------|--------|--------|----------|
| 1. Bulldozer D6D | 1,762.10 | 456.84 | 291.18 | 2,510.12 |
| 2. Bulldozer D7G | 2,401.50 | 622.60 | 396.83 | 3,402.93 |
| 3. Bulldozer D8K | 3,348.24 | 868.07 | 553.27 | 4,769.58 |
| 4. Bulldozer D8K w/Ripper | 3,756.48 | 973.90 | 620.73 | 5,351.11 |
| 5. Bulldozer D6DL | 2,233.17 | 578.97 | 369.01 | 3,181.15 |
| 6. Tractor Shovel 955L | 1,621.32 | 423.26 | 268.29 | 2,312.87 |
| 7. Tractor Shovel 977L | 2,604.52 | 679.93 | 430.99 | 3,715.44 |
| 8. Wheel Loader 950 | 1,933.40 | 498.50 | 322.23 | 2,754.13 |
| 9. Wheel Loader 930 | 1,348.27 | 347.63 | 224.71 | 1,920.61 |
| 10. Excavator 215 | 1,912.40 | 495.81 | 316.01 | 2,724.22 |
| 11. Excavator 225 | 2,377.47 | 616.38 | 392.86 | 3,386.71 |
| 12. Motor Grader G12 | 1,769.38 | 458.73 | 292.38 | 2,502.49 |
| 13. Motor Grader GD600R-1 | 984.34 | 255.20 | 162.66 | 1,402.20 |
| 14. Motor Scraper 621B | 3,533.46 | 911.05 | 588.91 | 5,033.42 |
| 15. Road Roller, Macadam KD7610 | 399.67 | 105.62 | 65.66 | 570.95 |
| 16. Road Roller, Tire TS7409 | 580.22 | 153.34 | 95.32 | 828.89 |
| 17. Vibration Roller SV90 | 873.80 | 230.94 | 143.55 | 1,248.29 |
| 18. Asphalt Plant BA1000 | 3,384.85 | 932.64 | 566.42 | 4,882.91 |
| 19. Asphalt Finisher SA35 | 639.77 | 168.17 | 106.02 | 913.96 |
| 20. Asphalt Finisher PT280 | 557.54 | 146.55 | 92.39 | 796.48 |
| 21. Asphalt Distributor D8-50EA | 346.20 | 92.25 | 57.53 | 495.98 |
| 22. Motor Generator EG55 | 235.95 | 60.75 | 38.93 | 335.63 |
| 23. Motor Generator EG200 | 549.79 | 141.55 | 90.72 | 782.06 |
| 24. Motor Generator EG300 | 895.93 | 230.67 | 147.84 | 1,274.44 |
| 25. Air Compressor 10.5 m ³ /min. | 310.23 | 110.84 | 234.81 | 655.88 |
| 26. Air Compressor 17.0 m ³ /min. | 487.51 | 174.18 | 368.98 | 1,030.67 |
| 27. Crawler Drill PCR200 | 565.14 | 144.70 | 94.06 | 803.90 |
| 28. Leg Hammer 322D | 23.52 | 6.02 | 3.91 | 33.45 |
| 29. Pick Hammer CA7A | 4.01 | 1.03 | 0.66 | 5.70 |
| 30. Batching Plant | 3,295.71 | 907.03 | 546.12 | 4,748.86 |
| 31. Concrete Mixer | 365.46 | 94.23 | 60.91 | 520.60 |

Note: 1) The hourly cost is applicable where equipment operation is for less than 8 hours.

2) When the equipment is used for one day, the daily cost is calculated by $0.9 \times (8 \text{ hours}) \times (\text{hourly cost})$.

3) When the equipment is used for more than a week, the weekly cost is calculated by $0.8 \times (8 \text{ hours}) \times (\text{hourly cost}) \times (6 \text{ days})$.

Table 8-2 (Cont'd.)

(Unit: \$)

| EQUIPMENT | FC | LC | TAX | TOTAL |
|---|----------|----------|----------|----------|
| 32. Truck Crane 10 Ton | 1,013.87 | 266.50 | 168.01 | 1,448.38 |
| 33. Truck Crane 20 on | 1,768.14 | 464.77 | 293.01 | 2,525.92 |
| 34. Crawler Crane 23 on | 1,857.26 | 488.20 | 307.77 | 2,653.23 |
| 35. Pile Driver IDH-25 | 609.98 | 158.14 | 100.80 | 688.92 |
| 36. Pile Driver IDH-35 | 772.67 | 200.32 | 127.68 | 1,100.67 |
| 37. Crushing Plant 60 T/Hr | 3,567.12 | 1,152.16 | 1,790.07 | 6,509.35 |
| 38. Underwater Pump 10m ³ /min. | 300.59 | 80.10 | 49.96 | 430.65 |
| 39. Underwater Pump 4.5m ³ /min. | 192.36 | 51.26 | 31.97 | 275.59 |
| 40. Blower 150m ³ /min. | 328.24 | 86.28 | 54.39 | 468.91 |
| 41. Concrete Pump car 60m ³ /Hr | 1,618.80 | 411.60 | 269.03 | 2,299.43 |
| 42. Truck Mixer 3.5m ³ | 623.38 | 170.42 | 103.15 | 896.95 |
| 43. Grout Pump 45 l/min. | 119.50 | 31.41 | 19.80 | 170.71 |
| 44. Concrete Vibrator ϕ 38mm | 13.35 | 3.61 | 2.22 | 19.18 |
| 45. Dump Truck D600 7 Ton | 166.07 | 269.86 | 83.03 | 518.96 |
| 46. Flatbed Truck 6 Ton | 141.58 | 230.07 | 70.79 | 442.44 |
| 47. Water Tanker 2000 Gallon | 154.50 | 251.05 | 77.25 | 482.80 |
| 48. Line Marker | 187.99 | 49.41 | 31.16 | 268.56 |
| 49. Belt Conveyor | 25.54 | 6.71 | 4.23 | 36.48 |
| 50. Concrete Blow up Apparatus | 243.52 | 64.01 | 40.35 | 347.88 |
| 51. Seed Blow up Apparatus | 196.63 | 51.69 | 32.58 | 280.90 |
| 52. Drilling Machine ϕ 66 mm | 214.67 | 56.43 | 35.57 | 306.67 |
| 53. Air Compressor 5 m ³ /min. | 279.37 | 73.44 | 46.29 | 399.10 |
| 54. Hand Hammer | 19.78 | 5.20 | 3.27 | 28.25 |

See Legend under Table 8-1.

Table 8-3 Hourly Wages

(Unit: \$)

| Classification | Daily Rate | Hourly | Hourly x Factor |
|----------------------------|------------|--------|--------------------|
| Operator, Bulldozer | 400.00 | 50.00 | 116.70 |
| Operator, Excavator | 400.00 | 50.00 | 116.70 |
| Operator, Loader | 400.00 | 50.00 | 116.70 |
| Operator, Grader | 400.00 | 50.00 | 116.70 |
| Operator, Crane | 400.00 | 50.00 | 116.70 |
| Operator, Scraper | 500.00 | 62.50 | 145.80 |
| Operator, Roller | 300.00 | 37.50 | 87.53 |
| Operator, Compressor | 300.00 | 37.50 | 87.53 |
| Operator, Generator | 300.00 | 37.50 | 87.53 |
| Operator, Batching Plant | 500.00 | 62.50 | 145.88 |
| Operator, Concrete Mixer | 280.00 | 35.00 | 81.69 |
| Operator, Asphalt Plant | 500.00 | 62.50 | 145.88 |
| Operator, Asphalt Finisher | 500.00 | 62.50 | 145.88 |
| Operator, Crushing Plant | 400.00 | 50.00 | 116.70 |
| Operator, Driver | 250.00 | 31.25 | 72.94 |
| Assistant Operator | 250.00 | 31.25 | 72.94 |
| Foreman | 400.00 | 50.00 | 104.55 |
| Carpenter | 350.00 | 43.75 | 91.48 |
| Electrician | 400.00 | 50.00 | 104.55 |
| Ironworker | 300.00 | 37.50 | 78.41 |
| Mason | 250.00 | 31.25 | 65.34 |
| Mechanic | 400.00 | 50.00 | 104.55 |
| Welder | 400.00 | 50.00 | 104.55 |
| Technician | 400.00 | 50.00 | 104.55 |
| Common Laborer | 200.00 | 25.00 | 52.28 |

SOURCE: MOPT

Table 8-4

Cost of Main Materials

(UNIT : \$)

| Classification | UNIT | FC | LC | TAX | TOTAL |
|------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Portland Cement | T | 1,600.00 | 2,160.00 | 240.00 | 4,000.00 |
| Reinforcing Steel, round | KG | 14.00 | 19.00 | 2.00 | 35.00 |
| Reinforcing Steel, deformed | KG | 18.00 | 24.00 | 3.00 | 45.00 |
| Structural Steel, fabricated | T | 38,700.00 | 13,400.00 | 13,900.00 | 66,000.00 |
| Sheet Pile | T | 34,000.00 | 11,800.00 | 12,200.00 | 58,000.00 |
| Corrugated Pipe | T | 73,890.00 | 7,820.00 | 14,780.00 | 96,490.00 |
| P.C. Cable (Wire) | KG | 76.70 | 26.63 | 27.52 | 130.85 |
| Wire Rope | KG | 18.00 | 24.00 | 3.00 | 45.00 |
| Steel Wire | KG | 20.00 | 27.00 | 3.00 | 50.00 |
| Asphalt Cement | T | 5,040.00 | 2,860.00 | 500.00 | 8,400.00 |
| Asphalt Liquid, MC-70 | T | 7,920.00 | 4,480.00 | 800.00 | 13,200.00 |
| Asphalt Liquid, RC-250 | T | 7,920.00 | 4,480.00 | 800.00 | 13,200.00 |
| Diesel | Gal | 28.60 | 10.70 | 8.50 | 47.80 |
| Gasoline | Gal | 28.60 | 10.70 | 8.50 | 47.80 |
| Kerosene | Gal | 29.60 | 11.00 | 8.80 | 49.40 |
| Motor Oil | Gal | 170.20 | 63.00 | 50.40 | 283.60 |
| Transmission Oil | Gal | 156.00 | 57.80 | 46.20 | 260.00 |
| Hydraulic Oil | Gal | 141.80 | 52.60 | 42.00 | 236.40 |
| Grease | Lb | 19.50 | 11.60 | 1.40 | 32.50 |
| Plank, Lumber | M3 | 1,170.00 | 4,340.00 | 350.00 | 5,860.00 |
| Log | M3 | 720.00 | 2,670.00 | 210.00 | 3,600.00 |
| Aggregate | M3 | 360.00 | 240.00 | - | 600.00 |
| Sand | M3 | 300.00 | 200.00 | - | 500.00 |
| Crushed Stone | M3 | 343.70 | 223.70 | 73.60 | 641.00 |
| Brick | U | - | 4.00 | - | 4.00 |
| R.C. Pipe 900 dia. | M | 910.00 | 335.00 | 55.00 | 1,300.00 |
| R.C. Pipe 600 dia. | M | 630.00 | 232.00 | 38.00 | 900.00 |
| R.C. Pipe 300 dia. | M | 350.00 | 129.00 | 21.00 | 500.00 |

SOURCE: MOPT and JAPAN Supplies.

Table - 8-4 (Cont'd)

Cost of Main Materials

(UNIT : \$)

| Classification | UNIT | FC | LC | TAX | TABLE |
|---------------------|------|--------|----------|--------|----------|
| R.C. Pipe 200 dia. | M | 40.00 | 85.00 | 5.00 | 130.00 |
| P.V.C. Pipe 50 dia. | M | 15.00 | 32.00 | 3.00 | 50.00 |
| Wire Net | M2 | 128.96 | 44.76 | 46.28 | 220.00 |
| Nail | KG | 24.00 | 33.00 | 3.00 | 60.00 |
| Paint | LIT | 40.00 | 140.00 | 10.00 | 190.00 |
| Beeds | KG | - | 61.00 | 4.00 | 65.00 |
| Filler | T | 320.00 | 430.00 | 50.00 | 800.00 |
| Explosive | KG | - | 104.00 | 6.00 | 110.00 |
| Cap Electric | U | 10.00 | 21.00 | 2.00 | 33.00 |
| Electric Cord | M | 10.00 | 18.00 | 2.00 | 30.00 |
| Form Oil | LIT | 40.00 | 148.00 | 12.00 | 200.00 |
| Seel | KG | - | 130.00 | - | 130.00 |
| Guard Rail | M | 960.00 | 1,320.00 | 120.00 | 2,400.00 |
| Concrete Block | U | 55.00 | 60.00 | 5.00 | 120.00 |
| Sheath 62 dia. | U | 77.50 | 26.90 | 27.80 | 132.00 |
| Sheath 45 dia. | U | 48.89 | 16.97 | 17.54 | 83.40 |
| Sheath 32 dia. | U | 35.52 | 12.33 | 12.75 | 60.60 |
| Concrete Frame | M | 440.00 | 480.00 | 50.00 | 970.00 |
| Bentonite | KG | 3.00 | 6.00 | 1.00 | 10.00 |
| Steel Pipe 200 dia. | M | 440.00 | 590.00 | 70.00 | 1,100.00 |
| Air Hose 20 dia. | M | 30.00 | 54.00 | 6.00 | 90.00 |

See Legend under Table 8-1.

Table 8-5-1 Improvement Plans Selected (Ibague-Calaca Section)

Economic Cost in 1980 Prices

(UNIT: \$'000)

| ITEM | FC | LC | TAX | TOTAL |
|---------------------------------------|---------|---------|--------|---------|
| 1) Earthwork | 75,858 | 59,010 | 18,054 | 152,922 |
| 2) Pavement | 34,279 | 23,506 | 6,651 | 64,436 |
| 3) Bridge | 66,415 | 66,757 | 14,384 | 147,556 |
| 4) Structure | 37,392 | 58,109 | 4,652 | 100,153 |
| 5) Total | 213,944 | 207,382 | 43,741 | 465,067 |
| 6) w/Overhead and Profit 5) x 1.25 | 296,784 | 234,996 | 49,554 | 581,334 |
| 7) Supervision 6) x 0.05 | 22,091 | 5,523 | 1,453 | 29,067 |
| 8) Contingency 6)+7) x 0.10 | 31,887 | 24,052 | 5,101 | 61,040 |
| 9) G. Total | 350,762 | 264,571 | 56,108 | 671,441 |
| 10) Detailed Eng. w/Cont. 7 x 1.10 | 24,301 | 6,075 | 1,598 | 31,974 |
| Total | 375,063 | 270,646 | 57,706 | 703,415 |
| Economic Cost | 375,063 | 270,646 | - | 645,709 |

See Legend under Table 8-1.

Fig. 8-1 Implementation Schedule 1)

| | '83 | '84 | '85 | '86 | '87 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Detailed Engineering | — | — | | | |
| Prequalification, etc. | — | — | | | |
| Earth Work | | | — | — | — |
| Paving Work | | | — | — | — |
| Bridge Work | | | — | — | — |
| Drainage and Structure | | | — | — | — |
| Miscellaneous | | | — | — | — |

Notes: 1) The feasible plans are shown in Table 9-6

Table 8-5-2

Girardot Bypass A1-B1 Route

Economic Cost in 1980 Prices

(UNIT: \$'000)

| ITEM | FC | LC | TAX | TOTAL |
|--|---------|---------|--------|---------|
| 1) Earth Work | 15,868 | 9,061 | 2,779 | 27,708 |
| 2) Pavement | 116,977 | 83,941 | 25,676 | 226,594 |
| 3) Bridge | 137,875 | 97,603 | 20,787 | 256,265 |
| 4) Structure | 14,814 | 22,890 | 2,127 | 39,831 |
| 5) Total | 285,534 | 213,495 | 51,369 | 550,398 |
| 6) w/Overhead and Profit 5) x 1.25 | 383,574 | 246,175 | 58,249 | 687,998 |
| 7) Supervision 6) x 0.05 | 26,144 | 6,536 | 1,720 | 34,400 |
| 8) Contingency 6) + 7) x 0.10 | 40,972 | 25,271 | 5,997 | 72,240 |
| 9) G. Total | 450,690 | 277,982 | 65,966 | 794,638 |
| 10) Detailed Eng. w/Cont. 7) x 1.10 | 28,758 | 7,190 | 1,892 | 37,840 |
| Total | 479,448 | 285,172 | 67,858 | 832,478 |
| Economic Cost | 479,448 | 285,172 | - | 764,620 |

Note: Land acquisition cost is estimated separately as 49 million pesos.

Fig. 8-2

Implementation Schedule: Girardot Bypass

| | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|--|------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|
| Detailed Engineering Prequalification, etc. | | ██████████ ██████████ | | | |
| Earth Work | | | ██████████ | ██████████ ██████████ | |
| Paving Work | | | | ██████████ | ██████████ |
| Bridge Work | | | ██████████ | ██████████ | ██████████ |
| Drainage and Structure | | | | ██████████ | ██████████ |
| Miscellaneous | | | | ██████████ ██████████ | ██████████ |

Table 8-5-3

Ibague Bypass A Route

Economic Cost in 1980 Prices

(UIT: \$'000)

| ITEM | PC | LC | TAX | TOTAL |
|--|---------|---------|--------|---------|
| 1) Earth Work | 32,408 | 24,319 | 6,778 | 63,505 |
| 2) Pavement | 16,826 | 11,434 | 3,130 | 31,390 |
| 3) Bridge | 54,605 | 52,253 | 11,884 | 118,742 |
| 4) Structure | 27,507 | 41,829 | 3,382 | 72,718 |
| 5) Total | 131,346 | 129,835 | 25,174 | 286,355 |
| 6) w/Overhead and Profit 5) x 1.25 | 182,353 | 146,837 | 28,754 | 357,944 |
| 7) Supervision 6) x 0.05 | 13,602 | 3,400 | 895 | 17,897 |
| 8) Contingency 6) + 7) x 0.10 | 19,595 | 15,024 | 2,965 | 37,584 |
| 9) G. Total | 215,550 | 165,261 | 32,614 | 413,425 |
| 10) Detailed Eng. w/Cont. 7) x 1.10 | 14,962 | 3,740 | 985 | 19,687 |
| Total | 230,512 | 169,001 | 33,599 | 433,112 |
| Economic Cost | 230,512 | 169,001 | - | 399,513 |

Note: Land acquisition cost is estimated separately as 12 million pesos.

Fig. 8-3 Implementation Schedule : Ibague Bypass

| | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
|--|------------|------------|------------|------------|
| Detailed Engineering Prequalification, etc. | ██████████ | ██████████ | | |
| Earth Work | | | ██████████ | ██████████ |
| Paving Work | | | ██████████ | ██████████ |
| Bridge Work | | | ██████████ | ██████████ |
| Drainage and Structure | | | ██████████ | ██████████ |
| Miscellaneous | | | ██████████ | ██████████ |

第9章 經濟評估

第9章 経済計画

9-1 基本原則

9-1-1 経済評価の対象

経済評価は現存道路の改良計画案の中より最も妥当な案を、2005年までの交通需要を想定して、費用と便益を経済的に判断し、実施可能なものとして選択することである。この決定には代替案相互の比較に使われるB/C諸値によることとした。

9-1-2 他の道路プロジェクトの影響

Bogota - Medellin間の新しい道路は1983年に完成するようだし、Armenia - La Paira (Zarzal)間の道路は舗装道路として1983年に完成する。これ等道路への現プロジェクト道路よりの転換交通量は推定の上、当プロジェクト道路の将来交通量より差し引くこととした。(参照第4章)。

現在 Ibage - Calarca 間その他で行われている再舗装工事は近いうちに完了する。道路利用者はこれ等の投資によって将来の何年間かは便益を受けるだろう。この調査はこれ等再舗装工事を別にして何らかの妥当な改良計画があるや否やを調べるものであり、進行中の再舗装工事そのものの妥当性を調べるものではない。

当プロジェクトの代替案については3つのレベルの施工規模、すなわち大、中、小規模の代替案を設定し、それらの代替案全てに対し経済評価を行なうことにした。尚、極小規模すなわちクリティカルカーブ改良案に対する計画も行なわれたが、このような極小規模の改良は先に述べた中小規模の改良案にも当然含まれるはずである。また、クリティカルカーブの改良案(P-1)は事業規模が小さく、借款を対象とする工事規模にはならないので、この経済分析より除くこととした。以下の文章は先に示した大、中、小規模の改良案についてだけ述べている。

(1) 小規模改良計画案(P-2)とはトラックトレーラーを含む全車種に対して、一但停止とかスローダウンをさせることなく、走行できるようにするための鋭いカーブの改良を目的としている。当初小規模改良案の中では、いくつかのサブセクションに対し追越車線が計画されたが、追越車線建設による効果の計量が難かしく理論的にも説明が困難であるので、追越車線の有無を問う経済評価は行なわず、追越車線はP-2より除くこととした。

(2) 中規模改良計画案 (P-3) とは急カーブの曲線半径を大きくし、また急勾配を 8% 以下の勾配に改良し、かつ道路延長も短くする案で全ての車種に対してスムーズな交通流を与えることができる。

(3) 大規模改良案とは現道の特定の区間に対するバイパス計画案である。しかし表 9-1 の計画交通量が示すように、殆どどの対象区間は新たな追加車線やバイパスの建設が必要とする水準には達していない。従ってバイパス建設のための需要交通が期待できると思われる 4 つのバイパスについて大規模案を採用した。それらは Girardot, Ibague, Coello そして La Linea バイパスである。

また、それら 4 つのバイパスをさらに中、小規模改良案のようなサブセクションと同じではないので、中小規模案とは別にこの章の 9-5 で評価している。

9-1-3 計量出来ない費用と便益

経済評価に含めるべき費用と便益は次の 9-2 と 9-3 で述べられる。これ等の他に計量出来ないいくつかの費用と便益が考えられる。一部分は貨幣価値での表現が困難だし、他は情報不足のための困難さによるものである。過去における斜面の崩落、かんぼつ等の記録がないため、そして地質、土質的な分析がまだはじまったばかりなので、統計的な推定を崩壊にともなう道路閉鎖と交通遮断に関して行うことは出来なかった。代りに単純な仮定でもって崩壊防止工事の経済性を試算することとした (参照第 7 章)。

9-1-4 橋梁、構造物の修復

現況踏査においていくつかの橋と構造物の修理必要ヶ所がみつかった。これ等は第 6 章-4 に述べられている。これ等が早急に修復されるべきだとかん告する。これ等修復の規模は小さいし、又交通への影響は分析がむづかしいのでこの度の改良計画のための経済評価には含めていない。これ等は年々の維持管理作業の中で扱われるべきである。

9-1-5 改良計画案

Melgar - Buga 間は Table 9-1 に示すように 9 区間の大きい区間に分けられている。そのうち Ibague - Calarca 間は更に細分しその中より改良を必要とする区間のみ 18ヶ所を選定した。これが Table 9-2 に示される。改良案は鋭いカーブでのすれちがいのむづかしさと急勾配の是正を主眼目としている。従ってカーブや急勾配部分は各サブセクションごとに 1 グループにまとめた。個々のカーブや急勾配部分のフィーシビリティの是非を問うことは行わないこととした。

Table 9-1 Improvement Plans and Traffic Volume: Melgar to Buga

| No. | Section | Length in Km Existing road | Number of curves scheduled for betterment under the minimum scale improvement plan | Length of road in Km scheduled for betterment under the medium scale improvement plan 5) | Length of road in Km scheduled for betterment under the large scale improvement plan 6) | AADT in 1985 | AADT in 1995 |
|-----|---|----------------------------|--|--|---|--------------|--------------|
| 1. | Melgar-Girardot -Espinal | 44.1 | - | - | 27.1 (40.3) | 6500 | 12000 |
| 2. | Espinal -Mírolindo | 48.0 | - | - | - | 5200 | 9200 |
| 3. | Mírolindo -Ibague | 7.4 | - | - | 6.6 (8.2) | 10000 | 17000 |
| 4. | Ibague -Coello 1) | 9.0 | 4 | (1) 1.0 | - | 2400 | 4100 |
| 5. | Coello -Cajamarca 2) | 24.7 | 35 | (5) 16.8 | 24.1 (18.0) | " | " |
| 6. | Cajamarca -KM 110.0 3) | 20.0 | 17 | (2) 1.0 | - | " | " |
| 7. | KM 110.0 -Calarca -La Espanola 4) | 35.0 | 46 | - | 29.9 (25.2) | " | " |
| 8. | La Espanola -Uribe | 57.2 | - | - | - | 1900 | 3600 |
| 9. | Uribe -Buga | 43.6 | - | - | - | 8400 | 17100 |
| | Total | 307.0 | 102 | 18.8 | - | - | - |

Notes: 1) - 4) See Table 9-2 for the detailed improvement plan.

5) The figures in () indicate the number of subsections which are scheduled for betterment under the medium scale improvement plan.

6) The indicated figures show the length of the new bypass. The figures in () show the actual length of existing road.

Table 9-2

Improvement Plans by Sub-section: Ibague-Calarca

| No. Sub- sect. | Length of existing road in Km classified by road grade | | | | Improvement Plans by Sub-section: Ibague-Calarca | | | No. of Curves for Min. Imp.pl. | Medium Scale Improve. Plan Length in Km by grade | | | | No. of the location with possibility of slope failures | | | | | | | | |
|--------------------------|---|------------|------------|-------------|--|-------------|----------|---|---|-----------|-------|----|--|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|
| | 1% | 3% | 5% | 7% | 9% | Total | A | | B | C | Total | 1% | 3% | 5% | 7% | Total | MLA 2) | MLB 3) Total | | | |
| <u>Ibague-Coeillo</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | 0.5 | | 0.5 | 1 | | | 1 | | | 2 | | | | 1 | 2 | 3 | | |
| 2 | | | 0.2 | 0.9 | | 1.1 | | 2 | | 2 | | | 2 | 1.0 | | | 3 | 0 | 3 | | |
| <u>Coeillo-Cajamarca</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 0.3 | 2.5 | 1 | 2 | 2 | 5 | | | 7 | | 0.6 | 0.5 | 1.5 | 2.6 | 8 | | |
| 4 | | | 0.4 | 0.4 | | 0.8 | 1 | 4 | | 5 | | | 5 | | | | | 0.7 | 1 | | |
| 5 | | | 0.1 | 0.8 | | 0.9 | | 1 | 1 | 2 | | | 2 | | | | | | 2 | | |
| 6 | | | 0.5 | 0.6 | 0.1 | 1.2 | | 2 | | 2 | | | 2 | 0.3 | | 0.2 | 0.6 | 1.1 | 1 | | |
| 7 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.1 | 1.6 | | | | | | | | 0.7 | | 0.5 | 0.1 | 1.3 | 5 | | |
| 8 | | 0.3 | 0.8 | 0.7 | | 1.8 | | | | | | | | 0.9 | | 0.5 | 0.2 | 1.6 | 2 | | |
| 9 | 0.1 | | 0.3 | 0.1 | | 0.5 | | | 1 | 1 | | | | | | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0 | | |
| 10 | 0.5 | 1.4 | 1.0 | 2.4 | 0.1 | 5.4 | 2 | 1 | 1 | 3 | | | | 1.5 | 1.6 | 1.1 | 0.6 | 4.8 | 11 | | |
| 11 | | 0.3 | | 0.2 | | 0.5 | 1 | | | 1 | | | | 0.2 | | | 0.1 | 0.3 | 4 | | |
| 12 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | | 0.1 | 1.9 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | | 3 | | |
| 13 | 0.5 | 0.7 | 0.4 | 1.3 | 1.9 | 4.8 | 1 | | | 1 | | | 7 | 0.3 | 0.5 | 3.3 | | 4.1 | 9 | | |
| <u>Cajamarca-Calarca</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 1.9 | 0.6 | 3.3 | 2 | | | 2 | | | 5 | | | | | | 13 | | |
| 15 | 0.2 | 0.2 | | 0.2 | | 0.6 | | | | | | | 1 | 0.3 | | | | 0.3 | 3 | | |
| 16 | 0.1 | | 0.4 | 0.6 | 1.4 | 2.5 | | | | | | | 1 | | | | | | 5 | | |
| 17 | | 0.5 | 0.9 | | | 1.4 | 1 | 1 | | 2 | | | 2 | 0.7 | | | | 0.7 | 4 | | |
| 18 | 0.6 | 2.7 | 1.9 | 6.9 | 20.9 | 33.0 | 5 | 15 | 4 | 24 | | | 54 | | | | | | 35 | | |
| <u>Total</u> | <u>3.8</u> | <u>7.2</u> | <u>8.8</u> | <u>19.0</u> | <u>25.5</u> | <u>64.3</u> | <u>8</u> | <u>33</u> | <u>11</u> | <u>52</u> | | | <u>89</u> | <u>5.9</u> | <u>2.7</u> | <u>6.4</u> | <u>3.8</u> | <u>17.8</u> | <u>118</u> | <u>101</u> | <u>219</u> |

Notes: 1) The classification of the curves A, B and C is described in the notes of Table 9-4.

2) MLA means medium and large scale slope failures with high likelihood of occurrence in near future.

3) MLB means medium and large scale slope failures with less likelihood of occurrence in near future.

9-2 便 益

9-2-1 交通費用

(1) 自動車走行費用

自動車走行費用は1980年と1995年の交通量のもとで推定を行なった。それはKm当りの燃費、油脂費、タイヤ代、修繕費、償却費、人件費共およびオーバーヘッドからなる経常費である。結果はTable 9-3に示す通りである。推定の方法はMOPTの手法に基いており、詳細はAnnex 9-1に述べられている。この結果は自動車走行費用の1980年より1995年への増加分はそれほどでもないことを示している。

改良計画の経済評価においては上記走行費用は交通費用に影響を与える道路の現実的な姿を更に考慮に入れて修正されるべきである。それは鋭いカーブでの出会いによる速度遅減によって生じている費用で次のようである。

(2) 鋭いカーブでの交通費用

自動車類が現道の鋭いカーブ上で出会って、停止するために生ずる費用の増分を示すため交通の流れを次のように単純化した。

- 1) 片方の交通だけが上記の流れを待つために停止し、また一方の交通はすれちがいのため半分の速度に落ちる。
- 2) カーブでの出会いの回数は第5章で説明したように推定されている。
- 3) 停止が必要となる鋭いカーブは技術的な踏査で第6章に示すように確認されている。これ等カーブはそのすれちがいの困難さに応じて困難さの大きい順に分類されている。これはTable 9-4に示される。

車が一定の速度から停止し再発進してもとの速度に戻るためには、一定速度を保っている場合の走行費用に附加的な費用を加えるべきである。他車線の自動車とのカーブ上での出会いで、必ず一旦停止をずるとして、そのための費用は資料篇9-2で述べるよう決定された。その結果を次に示す。

1回当りの一旦停止が1Kmを走行する
費用に加えられる割合

| | |
|-----------|-------|
| 乗 用 車 | 0.348 |
| バ ス | 0.411 |
| ト ラ ッ ク | 0.417 |
| ト レ ー ラ ー | 0.435 |

例：1980年に乗用車が延長10Kmの道路上の勾配3%の曲線部2ヶ所で一旦停止を行なった場合の走行費は次のように計算される。

Table 9-3より1980年の走行費は12049ペソなので

$$12049 \times 10\text{Km} + 2 \times 0.348 \times 12049 \\ = 12049 + 8.39 = 128.88$$

現道上で他車線の自動車が一旦停止する場合、もう一方の車線上の車はすれ違いのためにそれまでの走行速度を半分に下げると考えられる。Annex 9-21に示される一旦停止のための附加的費用を決定した同じ資料より走行速度を半分に下げたための附加的費用は一旦停止の場合の60%と計算された。この附加的費用は勾配のある急なカーブのため高である。

従って急カーブの改良はそれまでの交通流をスムーズにすることができ一旦停止やスロウダウンによる不経済が解消されることになる。すれ違いのための出会い回数は第5章で述べられているが、その要約はAnnex Table 9-26に示されている。

(3) 交通費用の推定

サブセクションにおける交通費用は、そのサブセクションでの走行費用とその中に含まれる鋭いカーブでの一旦停止およびスロウダウンによる費用の合計である。

走行費用の節約（便益）は改良をしない場合の走行費用から改良案毎の走行費用を差引いて求められる。Annex 9-3は1983年のサブセクション64における合計費用の推定の例が示されている。

9-2-2 便 益

この分析での便益は交通費用の節約として計測される。交通費用は上記の経過のように、1983年と1995年について決定した。Table 9-5には1983年と1995年の節約額（便益）をサブセクションと代替案ごとに示している。鋭いカーブでの出会いの回数が増えるので交通量の伸びよりも、節約額の伸びの方が大であることがわかる。

Table 9-3 Vehicle Operating Economic Cost \$/Km

(In 1980 prices of the Colombian Pesos)

| | Vehicle | Road Grade | | | | |
|-------------------------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1% | 3% | 5% | 7% | 9% |
| For the traffic in 1980 | Auto | 11.000 | 12.049 | 12.709 | 13.239 | 13.822 |
| | Bus | 21.977 | 23.991 | 26.310 | 28.872 | 31.564 |
| | Truck | 23.882 | 26.036 | 28.549 | 31.186 | 34.026 |
| | Tractomula | 45.198 | 48.392 | 53.423 | 59.043 | 65.218 |
| For the traffic in 1995 | Auto | 11.083 | 12.292 | 13.115 | 13.811 | 14.758 |
| | Bus | 21.860 | 24.263 | 26.739 | 29.482 | 32.032 |
| | Truck | 23.720 | 26.277 | 28.762 | 31.631 | 34.567 |
| | Tractomula | 44.906 | 48.753 | 53.912 | 59.900 | 66.144 |

Source: Annex 9-1. Assuming a well surfaced road.

Table 9-4 Sharp Turning Curves, Existing Status and Improvements

| Outside lane / Inside lane | | Existing Curve | | Improvement Plans P-2 and P-3 | |
|----------------------------------|-------|----------------|----------------|----------------------------------|-------|
| | | Truck | Tmula | Truck | Tmula |
| A | Truck | Slow down / | Slow down / | / | / |
| | Tmula | Stop / | Stop / | / | / |
| B | Truck | / | Slow down / | / | / |
| | Tmula | Slow down / | Slow down / | / | / |
| C | Truck | / | / | / | / |
| | Tmula | Slow down / | Slow down / | / | / |
| D | Truck | / | / | / | / |
| | Tmula | / | Slow down / | / | / |

Notes: A. A truck, or a bus or a tractomula on the inside lane vs a truck or a bus or a tractomula on the outside lane. Traffic on the inside lane must stop and wait, then proceed one at a time. Traffic on the outside lane slows down to half speed.

B. A truck or a bus on the inside lane vs a tractomula on the outside lane, or a tractomula on the inside lane vs a truck or a bus or a tractomula on the outside lane. Traffic on the inside lane must stop and wait, then proceed one at a time. Traffic on the outside lane slows down to half speed.

A truck or a bus on the inside lane vs a truck or a bus on the outside lane can proceed in both directions without stopping

Note: (Cont'd.)

nor waiting.

- C. A tractomula on the inside lane vs a truck or a bus or a tractomula on the outside lane. Traffic on the inside lane must stop and wait, then proceed one at a time. Traffic on the outside lane slows down to half speed.

A truck or a bus on the inside lane vs a truck or a bus on the outside lane can proceed in both directions without stopping nor waiting.

- D. A tractomula vs a tractomula. Traffic on the inside lane must stop and wait, then proceed one at a time. Traffic on the outside lane slows down to half speed.

Traffic in other combinations can proceed with no stopping. Above "A" corresponds to "a" in Annex Table 9-23, above "B" and "c" in Annex Table 9-23.

Improvement plans of P-2 and P-3 will eliminate all of the "stop and go" and "slow down" at the existing curve.

走行費節約の現在価値は改良道路が供用開始される1985年か1986年から2005年までの1980年価格で表わされた節約額を社会的割引率で割引いて求めた。

道路維持費は道路距離が短くならない限り代替案相互間には差がないものとした。路上への土砂落下の清掃にかかわる維持作業はもし斜面保護工事が行われたら便益の流れをもたらすと考えられる。しかし、この種の節約額は情報が不十分なので組み込むことが出来なかった。

開発便益は、この度の計画が現道改良計画なので発生しないものと考えた。交通事故の減少は同様に情報不十分なためとり入れることは出来なかった。もし改良が済めば時間の節約も実現しよう。しかしこの道路プロジェクトで節約時間の経済価値を計測することは問題だし、又むづかしい。時間価値は経済分析には含まないこととした。

Table 9-5 Savings in VOC by Selected Year, by Subsection and by Plan

(\$'000 in the economic cost of 1980)

| Year | Sub-section | P-2 | P-3 | Sub-section | P-2 | P-3 |
|------|-------------|--------|---------|-------------|--------|--------|
| 1983 | 1 | 639 | | 11 | 181 | 4,962 |
| 1995 | | 2,716 | | | 679 | 9,591 |
| 2000 | | 4,964 | | | 1,178 | 12,623 |
| 2005 | | 4,964 | | | 1,178 | 12,623 |
| 1983 | 2 | 316 | 2,343 | 12 | 391 | |
| 1995 | | 1,297 | 4,990 | | 1,519 | |
| 2000 | | 2,336 | 6,856 | | 2,662 | |
| 2005 | | 2,336 | 6,856 | | 2,662 | |
| 1983 | 3 | 1,636 | - 1,016 | 13 | 376 | 25,324 |
| 1995 | | 6,093 | 1,041 | | 1,592 | 48,671 |
| 2000 | | 10,537 | | | 2,905 | 63,892 |
| 2005 | | 10,537 | | | 2,905 | 63,892 |
| 1983 | 4 | 1,371 | 3,001 | 14 | 1,339 | |
| 1995 | | 5,354 | 8,268 | | 5,797 | |
| 2000 | | 9,445 | 12,610 | | 10,676 | |
| 2005 | | 9,445 | 12,610 | | 10,676 | |
| 1983 | 5 | 481 | | 15 | 105 | 7,150 |
| 1995 | | 2,030 | | | 487 | 13,549 |
| 2000 | | 3,699 | | | 923 | 17,682 |
| 2005 | | 3,699 | | | 923 | 17,682 |
| 1983 | 6 | 369 | 4,048 | 16 | 45 | |
| 1995 | | 1,443 | 8,429 | | 198 | |
| 2000 | | 2,547 | 11,444 | | 367 | |
| 2005 | | 2,547 | 11,444 | | 367 | |
| 1983 | 8 | 75 | 8,074 | 17 | 497 | 17,565 |
| 1995 | | 335 | 15,679 | | 1,932 | 33,722 |
| 2000 | | 625 | 20,669 | | 3,401 | 44,246 |
| 2005 | | 625 | 20,669 | | 3,401 | 44,246 |
| 1983 | 9 | 158 | 4,462 | 18 | 9,381 | |
| 1995 | | 656 | 8,548 | | 38,996 | |
| 2000 | | 1,187 | 11,209 | | 71,027 | |
| 2005 | | 1,187 | 11,209 | | 71,027 | |
| 1983 | 10 | 541 | 23,945 | | | |
| 1995 | | 1,837 | 46,056 | | | |
| 2000 | | 3,057 | 60,485 | | | |
| 2005 | | 3,057 | 60,485 | | | |

Notes: P-2 and P-3 indicate the savings in VOC from the application of improvement plan P-2 and P-3 respectively.

9-3 改良工事費

経済費用は1980年6/7月の価格でまとめられ、各サブセクションごとに改良案区分ごとまとめた。それ等がAnnex 8-3のAnnex Table 8-3-2と8-3-3に示される。費用推定の明細は第8章に示される。作業計画は各改良案ごとに全区間の工事量を考えて決定された。一般的にIbagueとCalarcaに近い区間が先に出来あがり、次いでLa Linea 近辺が完了するとした。詳細設計は1983年に始まり、工事は1987年に完了するよう計画された。

9-4 B/C分析

B/C分析はとりあえず小規模改良工事案(P-2)を全てのサブセクションに施工した場合について行なわれた。その結果を次に示すと、

| | | |
|-----|---------------------|-------------|
| PWC | : 現在価値工事費 (i = 12%) | \$ 326 百万 |
| PWB | : 現在価値便益 (i = 12%) | \$ 336.7 百万 |
| PW | : 現在価値 (i = 12%) | \$ 10.7 百万 |
| B/C | : 便益/費用 (i = 12%) | 1.03 |
| IRR | : 内部収益率 | 12.4 % |

以上の結果はP-2すなわち小規模改良工事案でもって、Ibague - Calarca 間の全ての鋭いカーブの改良をすることが国民経済的に妥当であることを示している。

第7章に示すようにサブセクションのいくつかに中規模改良案が提案されている。P-3すなわち中規模改良案とは急カーブ区間の急勾配および線形の改良計画である。

P-3が提案されているサブセクションについては既に述べたように、P-2小規模改良案も提案されている。P-3とP-2との経済評価の比較を行なった結果0.2, 0.4, 1.1と1.7のサブセクションは中規模改良案P-3の方がP-2に比べ、国民経済的に有利であると判断された。

従って全18サブセクションのうち、13区間についてはP-2(小規模改良案)が採用され、4区間については中規模改良案(P-3)が採用された。尚、サブセクション07については、すでに小規模改良後のレベルになっているので、この区間については何もしないこととした。

サブセクション毎の経済費用をTable 9-6に示し、経済的費用の総合計額636百万ペソの内訳をTable 8-5に示す。各々のサブセクション毎に行なわれたB/C分析結果をAnnex Table 9-27に示す。

B/C分析の結果P-2とP-3の組合せからなる案が、最終的に提案された。組合せによる全区間のB/C分析結果は、全ての区間をP-2によって施工するより、経済効果が期待できることを示している。その結果は次に示される。

| | |
|------------------------------|---------------|
| PWC : 現在価値・費用 ($i = 12\%$) | \$ 4 6 2.1 百万 |
| PWB : 現在価値・便益 ($i = 12\%$) | \$ 5 4 4.5 百万 |
| PW : 現在価値 ($i = 12\%$) | \$ 8 2.4 百万 |
| B/C : 便益/費用 | 1,178 |
| IRR : 内部収益率 | 14.1 % |

上記評価にはサブセクション03と10を含んでいる。Annex Tableに示されるようにサブセクション03と10への小規模改良案は国民経済的には投資効果を期待することはできないことがわかる(参照Annex Table 9-24)。しかしこの2区間を含むことが、全体の経済的工事費用を15%ほど増加させるが、将来その2区間だけを別に施工する方が、今すぐ施工する場合よりもずっと割高になると思われる。従って一諾にして施工すべきだと判断して、勧告する次第である。

9-5 大規模改良計画 (P-4)

現地踏査とMOP T担当者との打合せの中で、次の4ヶ所の大規模バイパス計画を大規模改良計画として本調査に含めることとした。バイパスの目的は都市内の混雑地域を回避すること、道路延長の短縮あるいは線形の改良等である。いずれの場合にも交通費用の節約を目的としており、以下の結果を得た。

(1) Girardot - Espinal Bypass

ルートの代替案に対する経済分析はAnnex 9-4に示されている。

距離減の大なる代替案が経済的に有利になっている。バイパスはGirardotおよびEspinalの市街地をう迴しているが、市街地内交通による走行費用減は相対的に低い。現道の交通量はその容量以下のレベルであるにもかかわらず、距離減が32%にも達する(現道延長40 Km)ため経済的に妥当性を有することとなった。

Annex 9-4の検討結果に応じて、技術的調査が行なわれ、費用が算定された。

(第7章7-2, および第8章Table 8-3-4参照)

経済分析結果は以下の通りである。

| | |
|-------------------------|---------------|
| 1) 経済費用 | \$ 7 6.4 百万 |
| 2) 詳細設計および建設期間 | 1 9 8 3 ~ 6 |
| 3) 便益/費用 ($i = 12\%$) | 4.37 |
| 4) 現在価値 ($i = 12\%$) | \$ 1,966.5 百万 |
| 5) 内部収益率 | 39.0 % |

本バイパス計画は道路延長を32%も短縮し、経済的に実行可能性を有している。建設についても、平坦な耕作地帯を通過するため何ら問題はない。

(2) Ibage Bypass

ルートの代替案についてはAnnex9-5に示されている。もっとも経済的に妥当性のある案の経済分析結果は以下の如くである。

| | |
|-------------------------|---------------|
| 1) 経済費用 | \$ 3 9 9 百万 |
| 2) 詳細設計および建設期間 | 1 9 8 4 ~ 8 7 |
| 3) 便益/費用 ($i = 12\%$) | 1.37 |
| 4) 現在価値 ($i = 12\%$) | \$ 1 1 5.5 百万 |
| 5) 内部収益率 | 1 6.5 % |

本計画は経済的に実行可能性を有していると言える。しかしながら、建設実現に対しては次の理由によりさらに詳しい調査を行なうことが望ましい。

1) Ibage 市においては都市開発マスタープランがまだ作成されていない。

したがって、都市開発の観点より、より望ましいバイパスルート案が存在する可能性がある。どのバイパス計画においてもマスタープランとの関係において検討されるべきである。

2) また都市交通についても Ibage 市ではまだ調査されていない。

車両所有者のOD調査、バス利用者のOD調査等が将来の都市内交通の予測するのに必要である。

3) 1988年における現道よりの転換交通量が日交通量として1846台/日にすぎず、これに対してバイパスの建設費はCombeima河に沿って建設されるため、かなり高いものになっている。

(3) Coello Bypass

Km 6 4.8 ~ Km 8 2.8 Kmの24 Kmに対して、線形改良のためのバイパス計画である。しかし、所定の設計基準によれば、バイパスの道路延長は現道より長くなり、その建設費用は、山岳地帯のためかなり高いものとなっている。一方、Ibage - Calarca 間の交通量は1985年において2477台/日と推定されており(Annex Table 4-5 参照)、したがって本計画は経済的に実行可能性を有するとは言えない結果となった。

(4) La Linea Bypass

Km 1 1 0.0 ~ Km 1 3 5.6 の区間に対して線形状態を改良するため計画されたバイパスである。本計画も経済的に実行可能性なしと判断された。理由はCoello Bypass の場合と同じである。

Annex Table 9-27に4つのバイパス計画についての費用をまとめている。

Table 9-6 Recommended Improvement Plans
(Ibague-Calarca Section)

| | Section | Improvement Plans | Economic Cost (\$'000 in 1980 prices) |
|-----|-----------------|-------------------|--|
| 1. | K61.3 - K62.8 | P-2 | 5,450.- |
| 2. | K62.8 - K63.9 | P-3 | 29,043.- |
| 3. | K63.9 - K68.4 | P-2 | 58,800.- |
| 4. | K68.4 - K69.2 | P-3 | 51,475.- |
| 5. | K69.2 - K70.1 | P-2 | 9,143.- |
| 6. | K70.1 - K71.3 | P-2 | 3,493.- |
| 7. | K71.3 - K73.4 | - | |
| 8. | K73.4 - K75.2 | P-2 | 1,304.- |
| 9. | K75.2 - K75.7 | P-2 | 3,189.- |
| 10. | K75.7 - K81.1 | P-2 | 24,528.- |
| 11. | K81.1 - K81.6 | P-3 | 30,901.- |
| 12. | K81.6 - K83.5 | P-2 | 6,268.- |
| 13. | K83.5 - K88.7 | P-2 | 8,184.- |
| 14. | K88.7 - K97.6 | P-2 | 9,954.- |
| 15. | K97.6 - K98.2 | P-2 | 1,145.- |
| 16. | K98.2 - K100.7 | P-2 | 889.- |
| 17. | K100.7 - K102.1 | P-3 | 177,514.- |
| 18. | K102.1 - K135.6 | P-2 | 214,802.- |
| | <u>Total</u> | | <u>636,082.-</u> |

Notes: Refer to Annex Table 8-3-1.

Table 9-7 Implementation Program of the Selected Plans

| | | Improvement of Existing Road | | | | | Total |
|---|--|------------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| | | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | |
| Economic Cost | | 20,238 | 8,674 | 155,192 | 303,870 | 148,108 | 636,082 |
| FC | | 5,994 | 2,570 | 48,670 | 87,990 | 43,167 | 188,391 |
| LC | | 14,244 | 6,104 | 106,522 | 215,880 | 104,941 | 447,691 |
| (In prices of 1980) | | | | | | | |
| Financial Cost | | (3.18%) | (1.36%) | (24.40%) | (47.77%) | (23.29%) | (100.0%) |
| FC | | 22,305 | 9,539 | 171,146 | 335,068 | 163,361 | 701,419 |
| LC | | 5,994 | 2,570 | 48,670 | 87,990 | 43,167 | 188,391 |
| Tax | | 14,244 | 6,104 | 106,522 | 215,880 | 104,941 | 447,691 |
| (In prices of 1980) | | 2,067 | 865 | 15,954 | 31,198 | 15,253 | 65,337 |
| Financial Cost | | 33,922 | 16,684 | 344,236 | 775,032 | 434,543 | 1,604,417 |
| FC | | 9,116 | 4,495 | 97,893 | 203,526 | 114,825 | 429,855 |
| LC | | 21,663 | 10,676 | 214,254 | 499,343 | 279,145 | 1,025,081 |
| Tax | | 3,143 | 1,513 | 32,089 | 72,163 | 40,573 | 149,481 |
| LC Total | | 24,806 | 12,189 | 246,343 | 571,506 | 319,718 | 1,174,562 |
| (In prices of the current prices. Price level is assumed to rise 15% p.a. upto 1987.) | | | | | | | |

9-6 結 論

9-6-1 道路改良

Ibague - Calarca 間は更に細分化され、そのうちより18ヶ所のサブセクションを分析のために設定した。各サブセクションは1~2ヶの代替案を想定し、これ等に対して経済的妥当性を検討した。表9-6は経済的にフィジブルな案が各セクションごとに示されている。合計経済的費用は1980年価格で636百万ペソとなる。

作業工程をこのIbague - Calarca 区間に対してフィジブルな計画だけで再編した。これがFig. 8-1に示される。この全体計画に対しての経済的費用はTable 8-5-1に要約されており、BC諸値もAnnex Table 9-24のように推定されその結果は次のようになった。

| | | |
|-----|------------------------|-----------------|
| PW | : 純現在価値 ($i = 12\%$) | \$ 82.4 million |
| B/C | : 便益/費用 (") | 1.178 |
| IRR | : 内部収益率 | 14.1% |

1980年価格による経済的費用と財務的費用はTable 9-7に示される。またTable 9-7にはインフレーションを年率15%とみた場合の実施計画における財務的費用も示されている。1980年価格による財務的費用は703.4百万ペソであり、その内訳は外貨要素が53.3%の375.1百万ペソで内貨費用は38.5%の270.6百万ペソ、そして税金要素は8.2%の57.7百万ペソであった。

9-6-2 Girardot - Espinal および Ibague バイパス計画

Girardot - Espinal をう廻するバイパス計画は現道延長40 Kmを約13 Km短縮している。交通量は1988年時点でGirardotにおいて3400台/日、Espinalにおいて3000台/日と予測されている。経済分析結果は以下のとおりである。

| | |
|----------------------|------------|
| 現在価格 ($i = 12\%$) | \$ 1,997百万 |
| 便益/費用 ($i = 12\%$) | 4.37 |
| 内部収益率 | 39.0% |

建設工程はFig. 8-2に示す。全財務費用は1980年価値で832.5百万ペソであり、その内訳は外貨分479.4百万ペソ (57.6%)、内貨分285.2百万ペソ (34.3%)および税金分67.9百万ペソ (8.1%)となっている。

Ibague バイパス計画は道路延長として20% (1.6 Km / 8.2 Km) の減少になる。1988年時点の転換交通量は1846台/日と予想されている。経済分析結果は以下の通り。

| | |
|----------------------|------------|
| 現在価値 ($i = 12\%$) | \$ 115.5百万 |
| 便益/費用 ($i = 12\%$) | 1.37 |
| 内部収益率 | 16.5% |

建設工程はFig.8-3に示す。全財務費用は1980年価値で433.1百万ペソである。

| | |
|-----|------------------------|
| 外貨分 | \$ 230.5 百万 (53.2 %) |
| 内貨分 | \$ 169.0 百万 (39.0 %) |
| 税 分 | \$ 33.6 百万 (7.8 %) |

9-6-3 崩落防止策

斜面の崩落が起る可能性があることが広く認められており、そのいくつかは何日にわたっての道路閉鎖の原因となる。しかし、この種の災害より道路を保護するために本格的な調査は過去に行われなかった。

調査団はいくつかの地点で地質調査やボーリング調査を行ない地質や斜面の性質を分析した。しかし1980年8月-10月の調査は、経済分析を適用するための十分な情報をもたらすにはあまりにも小さすぎる規模であった。

MOPTは崩落の記録をファイルし、より多くの地質調査を行ない、そして人々、自動車、それに経済がこのような事故が発生したときにどう反応するか調べるべきだと勧告する。

MOPTは又暫定的な修復工事の費用統計と通常の維持管理費用統計を、別々にファイルすべきである。これ等を完了するには多くの月数を必要としよう。

斜面崩落に対する本格的な調査が行われても行われなくても崩落と道路閉鎖は時々現道上で発生するだろう。経済分析の有無には無関係に特に危険と認められるヶ所においては防止工事が行われるべきであろう。防止工事についての勧告は第7章で経済分析とは離れて述べられている。

斜面崩壊対策工の財務費用は1980年価格で外貨分105.7百万ペソ(14%)、内貨分633.0百万ペソ(82%)、税分35.7百万ペソ(4%)に分類され、合計773.5百万ペソとなっている。

監 理 委 員

| | |
|-------------------|---|
| 玉 光 弘 明 (委 員 会) | 建設省計画局国際課課長 (当時) 建設省河川局治水課課長 (現) |
| 真 崎 章 一 郎 | 日本道路公団東京第一建設局技術第三課課長 (当時) 日本道路公団東京第一建設局日立工事業務所所長 (現) |
| 宇 都 宮 史 明 明 | 日本道路公団維持施設部維持第一課課長代理 (当時) 日本道路公団広島建設局建設第二部技術第 3 課長 (現) |
| 酒 井 英 治 | 建設省道路局道路経済調査室補佐 (当時) 建設省住宅局住宅政策課補佐 (現) |
| 保 谷 忠 男 | 国際建設技術協会 (当時) 建設省建設大学校測地科主任教官 (現) |
| 笠 井 利 之 | 国際協力事業団社会開発協力部開発調査第一課 (当時) 国際協力事業団研修事業部研修第一課課長代理 (現) |
| 井 上 淳 一 | 国際協力事業団社会開発協力部開発調査第一課 (当時) 日本道路公団技術部交通技術課 (現) |
| 西 部 剛 | 国際協力事業団社会開発協力部開発調査第一課 |

調 査 団 員

| | | |
|---------|----------|----------------|
| 伊集院 兼 成 | 団 長 | 榊長大橋設計センター |
| 堀 江 照 彦 | 経 済 | 三井共同コンサルタント(株) |
| 桂 田 俊 貞 | 交 通 | 榊長大橋設計センター |
| 毛 利 俊 夫 | 地 域 計 画 | (株)野村総合研究所 |
| 富 安 健 | 道 路 | 三井共同コンサルタント(株) |
| 佐 藤 猛 夫 | 構 造 | 榊長大橋設計センター |
| 安 井 淳 治 | 橋 梁 | 〃 |
| 谷 口 邦 夫 | トンネル・積算 | 〃 |
| 大 森 正 一 | 地 質 | (株)国際航空 |
| 藤 原 邦 夫 | 〃 | 〃 |
| 佐々木 伝 一 | 〃 | 三井共同コンサルタント(株) |
| 垣 下 精 三 | 航 空 測 量 | (株)国際航空 |
| 松 藤 栄 次 | 〃 | 〃 |
| 刑 部 孝 二 | 測 量 | 〃 |
| 伊 藤 量 輔 | 〃 | 〃 |
| 鈴 木 正 史 | 〃 | 〃 |
| 木 所 隆 幸 | 〃 | 〃 |
| 木 村 洋 一 | 〃 | 榊長大橋設計センター |
| 田 牧 寛 | コーディネーター | 〃 |

カウンターパート

Ministry of the public Works and Transportation

| | |
|-------------------------|---|
| Dr. Guillermo Ramos R. | Chief of Planning Office |
| Dr. Alfonso Corredor R. | Chief of Planning Office |
| Dr. Hernando Rueda P. | Asesor Ministro |
| Dr. Eduardo Montero | Chief of Topography and Photogrametry Section |
| Dr. Carlos Alba | MOPT Branch at Ibague |
| Dr. Juan Montero | Chief of Geological Section |
| Dr. Francisco Ceron A. | Traffic Economist |
| Dr. Ruben Cheng | Geologist |
| Dr. Reynaldo Uribe | Traffic Economist |
| Dr. Thomas Leon | Structural Engineer |
| Dr. Hector Garzon | Traffic Engineer |
| Dr. Jorge Posada | Chief of Drainage Section |

Office of National Planning

| | |
|--------------------------|---------------------------------|
| Dr. German Ospina O. | Chief of Transport Division |
| Dra. Nohra Bateman Duran | Chief |
| Dr. Guillermo Uruburu V. | Assistant of Transport Division |

Institute of Geography " Augustin Codazzi " Colombia

| | |
|-----------------------|--|
| Dr. Rodolfo Llenas | Sub-Director of Cartography Department |
| Dr. Abraham Gutierrez | Surveyor |

JICA