

リベリア共和国
バンガーコラフン-メンディコマ
道路建設計画調査
報告書

昭和55年3月

国際協力事業団

開 調

80-61

JICA LIBRARY



1029680[4]

リベリア共和国

バンガーコラフン-メンディコマ

道路建設計画調査

報告書

昭和55年3月

国際協力事業団

國際協力事業団		
受入 月日	'84. 8. 23	517
登録No.	13646	614
		SDF

序 文

日本政府は、リベリア共和国の要請に応じて同国北東部と東部とを結ぶバンガーコラフン-メンディコマ道路建設計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。

国際協力事業団は、このバンガーコラフン-メンディコマ道路がこれらの地域の開発および経済交流に与える影響の重要性を考慮して、昭和54年2月に事前調査団をリベリアに派遣し本調査の準備を行った。その後、本調査を円滑に遂行するため建設省近畿地方建設局道路調査官 得丸正哉氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、昭和54年6月から9月まで日本工営 川上 亨氏を団長とする調査団を派遣した。

現地調査は、リベリア共和国政府関係各位の協力を得て2か月半の間順調に実施された。帰国後、国内作業を行い、報告書の取りまとめを行った。

本調査結果が同地域の社会的、経済的發展に寄与するとともに、日本・リベリア共和国の友好、親善の促進に役立てば幸いである。

終りに本調査に御協力をらびに御支援をいただいた関係各位に対して深甚なる感謝の意を表する次第である。

昭和55年3月

国際協力事業団

総裁 有田圭輔

3/21

要約および提言

要約および提言

1. リベリア共和国は人口が約170万人、面積が111,400Km²ある。現在、社会経済開発5カ年計画(1976-1980)のもとに国の基盤を拡張する政策を推進している。この目的を達成するために、特に、全投資額の40%を占める1億4,100万ドルを道路網整備に投入する等運輸施設の整備に力を注いでいる。
2. 国内には幹線道路が1,934Km、準幹線道路およびフィーダー道路が5,450Km、私道が2,391Kmあるが、1平方Km²当りの道路密度は0.106Kmと低い。量的な不足に加えて、質的にも劣っている。即ち幹線道路の20%は舗装道路であるが、残りはラテライト道路である。
3. バンガーマンディコマ道路は、第4次道路プロジェクト計画に含まれている。本プロジェクトは同国の北東部に位置する幹線道路の改良を行いフィーダー道路を統合して地域の経済開発を増進し、隣国のシエラ・レオーネとギニアとのコミュニケーションおよび交通を容易にすることを目的とする。
4. 本プロジェクトの影響圏はボン郡とロファ郡にまたがり約17万人の人口を有する。影響圏内では、農業が最も盛んで全人口の70%を占める。主要生産物は米、コーヒー、ココアおよびオイルパームである。ロファ郡農業開発プロジェクト(LCADP)とボン郡農業開発プロジェクト(BCADP)が現在進行中でその生産量を伸ばしている。農業部門の他に影響圏内では林業やウオロギン鉄鉱石(計画中)を含む鉱業部門が主要な経済活動となっている。
5. 本プロジェクト道路の現在交通量は交通量観測を行って調べた。2004年までの交通量は、現在の交通量、人口増加率および農業、林業、ゴム、鉱業等の将来生産の予測並びに地域の経済開発の予測をもとに通常交通、転換交通、誘発交通別に推計を行った。推計交通量は2004年には誘発交通を含むと1,100~3,300台/日になるものと思われる。
6. 技術調査および検討は、現地調査結果をもとに行った。本計画においては、現道が比較的良い線形であることや影響圏の開発状況を考慮して路線変更の代替案については検討を行わなかった。土質および建設材料については試験室での分析および、その試験結果の解析を行った。その結果、ラテライト土は本計画道路の路盤材料として適することが判明した。
7. 交通量推計と技術検討の結果をもとにして、リベリア国公共事業省(MPW)の設計基準を参

考とし、AASHTO規準に従って概略設計を行った。概略設計において設計速度と舗装構造の代替案の比較検討も行った。比較検討の結果、設計速度は一部高地部を除いて80Km/hとし、舗装構造は、全線にわたってベースコースとサブベースコースには、砂利まじりのラテライトを使用したアスファルト舗装とした。

8. 建設計画および実施工程については、気象条件、利用可能な建設材料や設備、将来交通量および所要資金等を十分に勘案して立案した。この結果、改良に要する建設期間は約7年となる。建設の工事数量を概略設計と建設計画から算定し、これらをもとに建設費を算定した。総建設費は、1979年後半の価格によると7,520万ドルで、その内 外貨が5,960万ドル、内貨が1,560万ドルとなる。

9. 本プロジェクトによる計量可能な便益は、道路利用者の便益と道路の維持管理費節減の便益である。これらの便益に加えて、ほこり防止による便益が考慮される。しかし、経済評価の主分析にはほこり防止の便益を除外し、感度分析で取り扱った。

10. 経済便益と経済コスト（財政コストに対しシャドールイトを用いて算定）をもとにして、本プロジェクトの内部収益率（EIRR）の計算を行うと18.9%になる。このことは、本プロジェクトが経済的に十分実施可能であることを示している。

また、いくつかの仮定のもとで経済性を検討するため感度分析も行った。結果は、最も悪いケース（建設費が15%上昇し、便益が15%減少する場合を想定した）でもEIRRは14.7%を示している。

11. また、本プロジェクトに与える社会的インパクト、即ち地域経済開発の増進効果、教育、医療の改善効果、国内間および国際間の統合効果ならびにインフレーションとか労働力不足等のマイナス効果をもあわせ検討を加えた。この検討の結果、本プロジェクトは、数値比出来るもの出来ないものを合わせ、相当なプラス効果を地域社会に与えるものであることが確認された。

12. 本プロジェクトは、技術的および経済的にも実施可能であり、社会的な観点からもその実現が望まれることから、早期実現のために必要な準備をすることが望ましい。このためには詳細設計を含む本プロジェクトの実施の財政措置を早急に準備することを勧告する。

本プロジェクトの概要

I 道路構造

延長	270.9 Km
幅員	
バンガ〜ロファ河	10.0 m
セロ〜メンディコマ	10.0 m
ロファ河〜セロ	11.0 m
舗装幅員	
コニア〜ロファ河	6.5 m
その他の区間	7.0 m
表層	
アスファルトコンクリート	3.0 cm
アスファルトコンクリート	3.0 cm
(路上混合, 10年後のオーバーレイ)	
路盤	12 cm ~ 15 cm

II 工事量

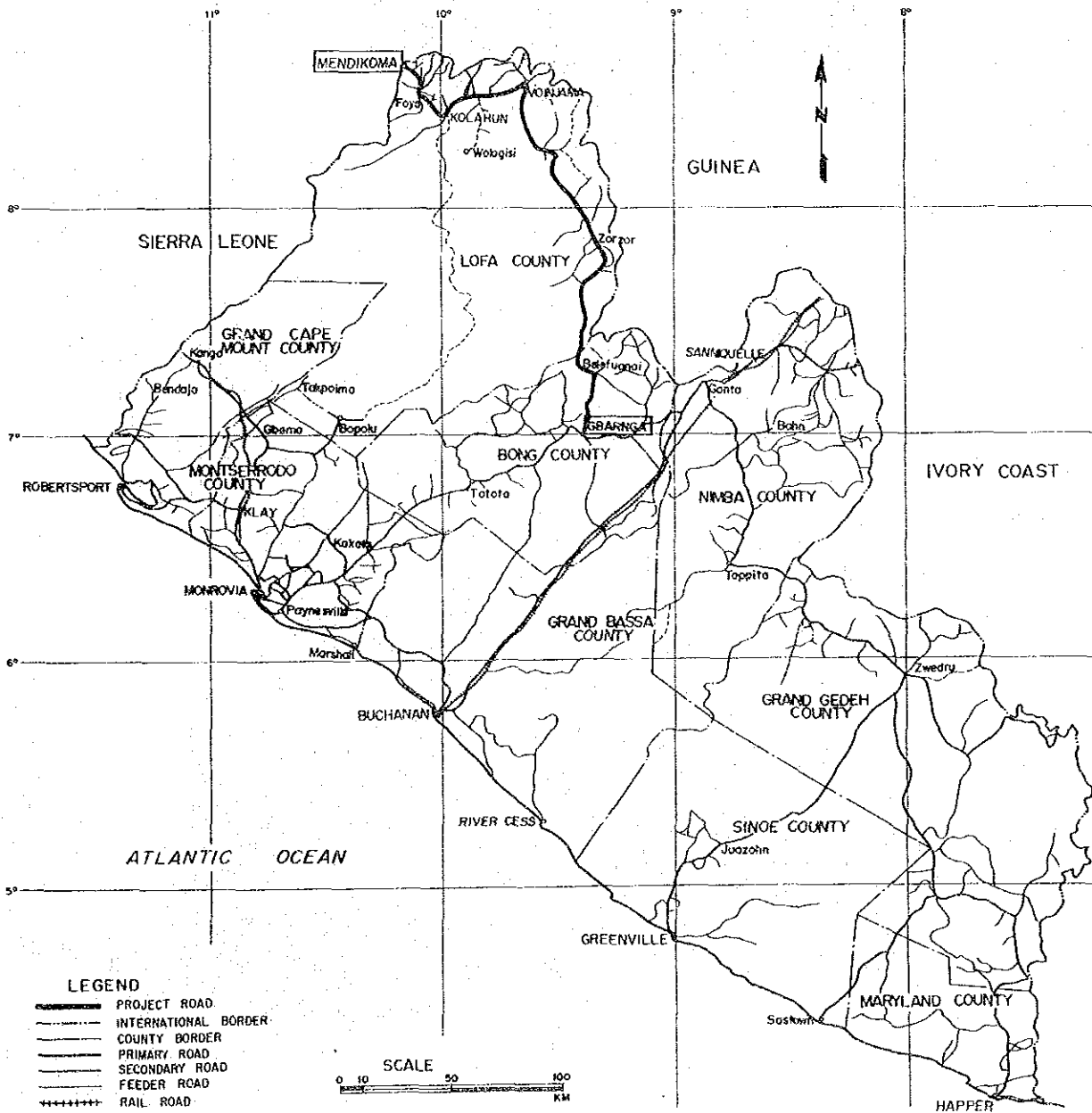
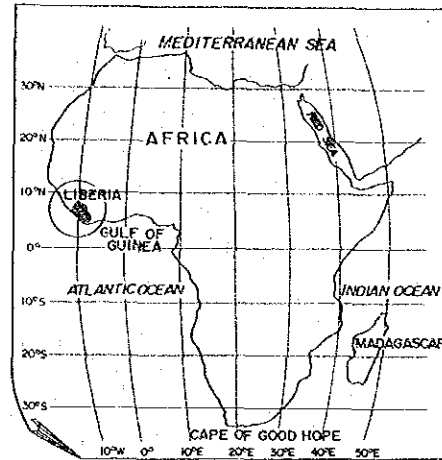
土工	5,229,000 m ³
舗装	1,877,000 m ²
排水構造物	
コルゲートパイプ	2,700 m
ボックスカルバート	380 m

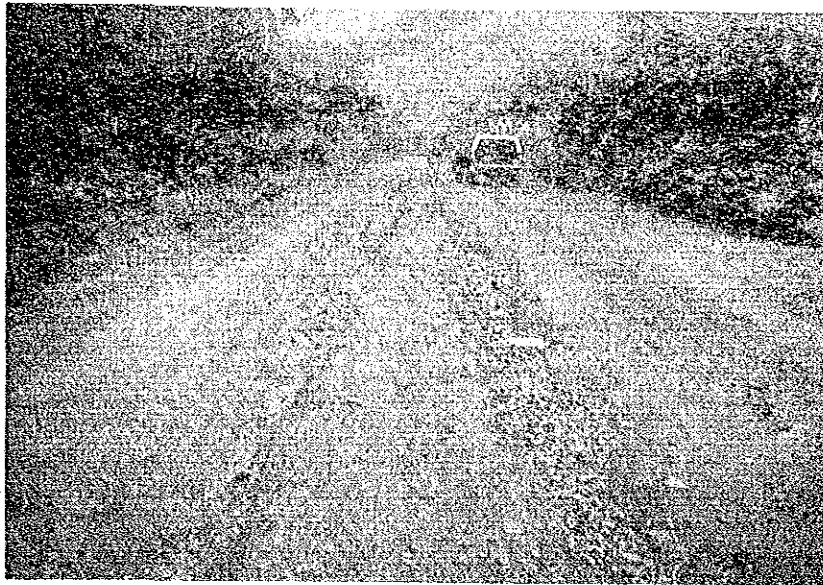
III 建設費

(10³ US\$)

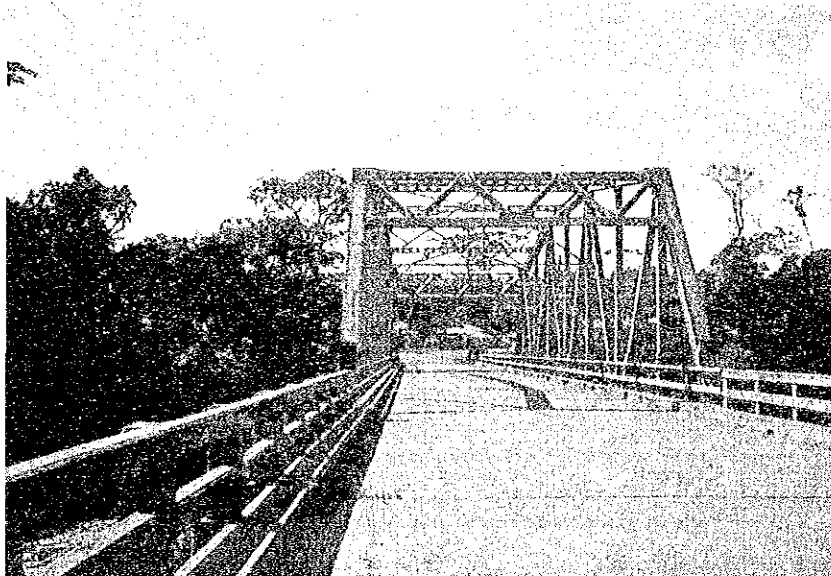
パッケージ I	内 貨	外 貨	計
直接工事費	4,052	16,001	20,053
用地費	226	0	226
技術経費および管理費	514	1,920	2,434
予備費	428	1,600	2,208
小計	5,220	19,521	24,741
パッケージ II			
直接工事費	5,152	20,898	26,050
用地費	233	0	233
技術経費および管理費	643	2,509	3,152
予備費	538	2,089	2,627
小計	6,566	25,496	32,062
パッケージ III			
直接工事費	2,986	11,966	14,952
用地費	176	0	176
技術経費および管理費	380	1,438	1,818
予備費	316	1,197	1,513
小計	3,858	14,601	18,459
合計	15,644	59,618	75,262

LOCATION MAP

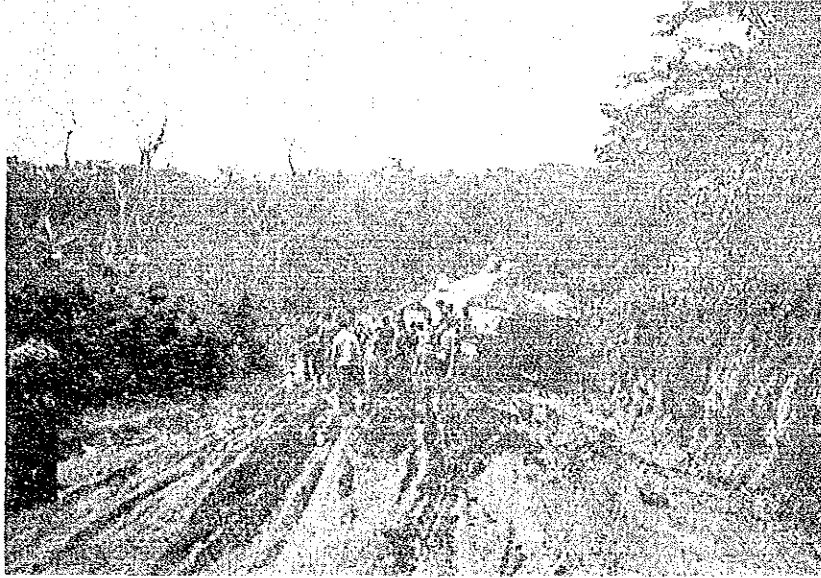




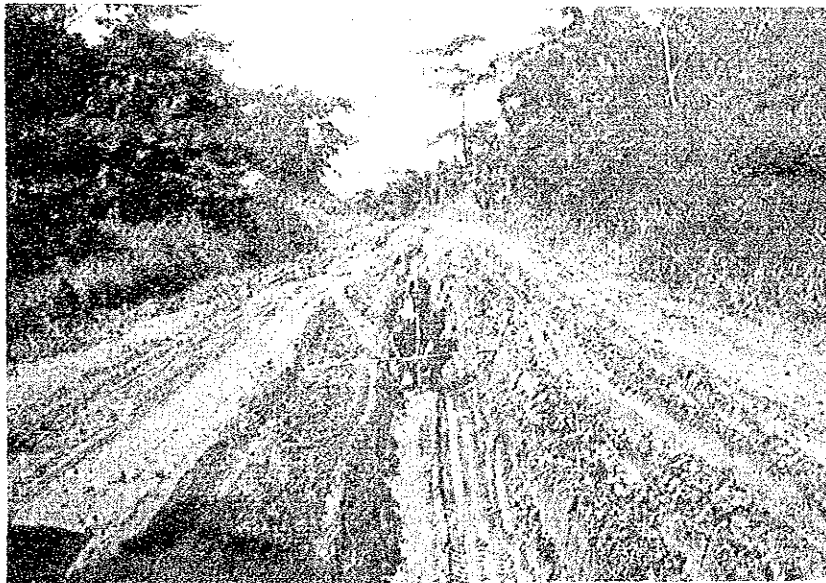
Bumpy Road Surface



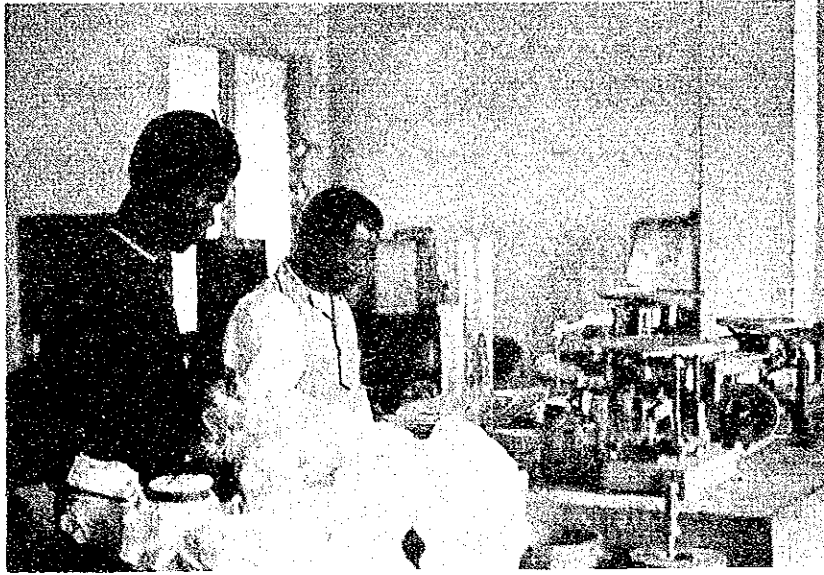
St. Paul River Bridge



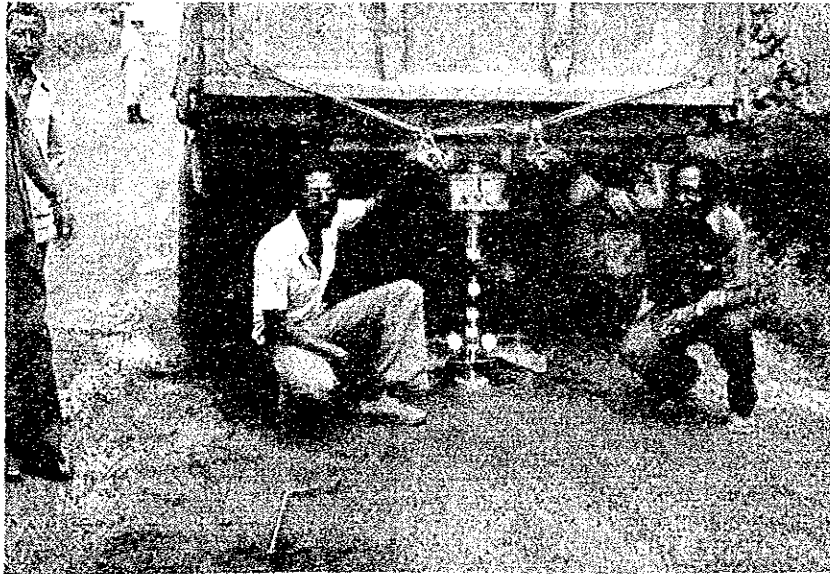
Slippery Road Surface



Rutty Road Surface



Laboratory Test (M.P.W)



Field CBR Test



O-D Survey at Voinjama



O-D Survey at Kolahun

目 次

序 文	ページ
要約および提言	
I 序 論	1-1
1.1 プロジェクトの背景	1-1
1.2 調査目的および範囲	1-2
1.3 調査の手順	1-2
II 一般情勢	2-1
2.1 地勢および経済	2-1
2.2 交通運輸体系	2-2
III 計画道路の影響圏	3-1
3.1 位置および影響圏	3-1
3.2 気 候	3-1
3.3 地 質	3-1
3.4 人 口	3-4
3.5 土 地 利 用	3-7
3.6 農 業	3-7
3.7 林 業	3-13
3.8 鉱 業	3-14
IV 交 通 調 査	4-1
4.1 概 要	4-1
4.2 交 通 量 調 査	4-3
4.3 O - D 調 査	4-5
4.4 交 通 特 性	4-6
V 現在および将来交通量の推定	5-1
5.1 現 在 交 通 量	5-1
5.2 将 来 交 通 量	5-1

	ページ
V 自動車走行費	6- 1
6.1 概 要	6- 1
6.2 車種およびユニットコスト	6- 1
6.3 自動車走行費	6- 3
VI 技術調査および検討	7- 1
7.1 道 路 区 間	7- 1
7.2 道 路 現 況	7- 1
7.3 橋梁および排水構造物	7- 6
7.4 土質および骨材	7- 7
7.5 設 計 基 準	7-11
7.6 概 略 設 計	7-17
7.7 工 事 教 量	7-23
7.8 実施計画と工事工程	7-25
7.9 工事費の積算	7-26
VII プロジェクトの評価	8- 1
8.1 概 要	8- 1
8.2 経 済 評 価	8- 1
8.3 社会環境に対する影響	8- 7
VIII 結 論 お よ び 提 言	9- 1

TABLES

		ページ
2.1	The Highway Network in Liberia	2-2
2.2	Number of Vehicles Registration in Liberia	2-4
2.3	Consumption of Petroleum Products	2-5
3.1	Zonal Division	3-3
3.2	Zone-wise Population	3-4
3.3	Zone-wise Projected Population	3-6
3.4	Planned Population at the Wologisi Site	3-15
4.1	Traffic Survey Schedule	4-3
4.2	Result of Classified Traffic Counts	4-4
4.3	Expansion Factor for ADT	4-4
4.4	Estimated Average Daily Traffic Volumes	4-5
5.1	Present Traffic Volume (ADT in 1979)	5-1
5.2	Future Passenger Traffic Generation by Zone	5-3
5.3	Future Normal Passenger Traffic by Road Link ..	5-4
5.4	Rate of Cargo Composition Carried by Truck	5-5
5.5	Present Cargo Traffic by Commodity Group	5-6
5.6	Growth Rates of Cargo Traffic	5-7
5.7	Future Normal Cargo Traffic	5-7
5.8	Expected Traffic Diversion from the Project Road	5-10
5.9	Total Project Normal Traffic	5-11
5.10	Future Generated Traffic	5-13
5.11	Total Projected Traffic	5-15
6.1	Unit Cost	6-2
6.2	Vehicle Operating Cost	6-4
7.1	Traffic Volume by Road Section	7-3
7.2	Road Gradient	7-5
7.3	Road Curvature	7-5
7.4	Proposed Design Standard	7-14
7.5	Alternative Plans for Pavement Structure	7-20
7.6	Construction Work Quantities	7-22
7.7	Construction Cost of the Proposed Plan	7-29
7.8	Construction Cost of the Proposed Plan	7-30
7.9	Disbursement Schedule for Project Cost (Financial Cost)	7-31
8.1	Economic Cost	8-5
8.2	Saving of Vehicle Operating Cost	8-6

FIGURES

	ページ
3.1 Node and Road Link	3-2
4.1 Location of Traffic Survey Station	4-2
5.1 Present Traffic Volume by Road Section	5-2
5.2 Traffic Diversion Curve	5-9
7.1 Road Section	7-2
7.2 CBR Test Result	7-9
7.3 Speed & Road Friction	7-12
7.4 Minimum Carriageway Width of 2-Lane Road Determined by Operating Experiments	7-13
7.5 Proposed Typical Cross Sections	7-16
7.6 Tentative Implementation Schedule	7-24

ANNEX

		ページ
III-1	Crop Production in the Influence Area (1978/1979)	III-1
III-2	Crop Production in the Influence Area (1988/1989)	III-2
III-3	Crop Production by District	III-3
IV-1	Traffic Counts July 1979	IV-1
IV-2	Origin-Destination Matrix (1979)	IV-9
IV-3	Traffic Characteristics	IV-14
V-1	Origin-Destination Matrix (1984)	V-1
V-2	Origin-Destination Matrix (1994)	V-4
V-3	Origin-Destination Matrix (2004)	V-7
V-4	Present and Future Normal Truck Traffic by Commodity and by Link	V-10
V-5	Composition of Generated Traffic	V-12
VI-1	VOC Calculation, Modified TRRL Method	VI-1
VI-2	Vehicle Operating Costs	VI-5
VII-1	Road Inventory	VII-1
VII-2	Bridge Inventory	VII-7
VII-3	Soil Sampling and Tests	VII-10
VII-4	Consideration of the Chemical Treatment for Soils	VII-13
VII-5	Comparative Study of Different Design Speeds on the Stretch from Konia to Lofa River	VII-14
VII-6	Study on the Pavement Design	VII-15
VII-7	Proposed Pavement Structure	VII-18
VII-8	Cost Comparison of Alternative Pavement	VII-22
VII-9	Detailed Cost Estimats of the Project	VII-24
VII-10	Road Maintenance Cost of Lofa Area	VII-31
VIII-I	Cost and Benefit Statement	VIII-1

I . 序論

I 序 論

1.1 プロジェクトの背景

リベリア政府は、国家経済の発展のため、その基盤を整備しようとする政策を行いつつある。特に運輸政策にたいへんな力を注いでいる。社会経済開発5ヶ年計画によると、道路網の整備のために全投資額の40%にあたる1億4,100万ドルの予算が割りあてられている。道路部門の整備目的の主なものは

1) 道路維持管理の改善, 2) 主要幹線のグレードアップと農業開発地域における準幹線道路の拡張, 3) 地域開発を促進するためのフィーダー道路の早急を整備, 等である。

社会経済開発5ヶ年計画に含まれるものとしては

- Tatota - Ganta Road
- Ganta - Saniquellie and Ganta - Tapita Road
- Paynesville - Robertsfield Road and Tubman Bridge - Bomi Hills Road
- Monrovia By-pass
- New Mesurado Bridge
- U.N. Drive

等があり、これらのほとんどは現在建設中であるが、中には完成したものもある。

(本報告書中の地名はリベリア国道路網図によった。)

地域道路またはフィーダー道路の改善は、地域開発、特に農業開発を推進する。現在、ロフア郡のフィーダー道路およびボン郡のフィーダー道路は部分的に整備されつつあり、これらの地域の農業開発プロジェクトの重要な地位を占めている。

バンガ ~ コラフン ~ メンディコマ道路はボン郡の中心地のバンガとメンディコマ(リベリア国とシエラレオーネ国との国境の町)とを結ぶ主要な道路であり、農業ポテンシャルの高いボン郡およびロフア郡の北部を通過している。また、本道路は、リベリア国北東部の主要幹線道路であるだけでなく、地域内のフィーダー道路を統合する農業生産物の輸送道路でもある。

地域開発を行うには道路整備をすることが重要であると言うことから、本プロジェクトは早くから着目され、1978年世銀融資の第4次Highway Projectに含まれた。1978年6月より公共事業省によって予備調査(交通量調査、O-D調査および経済調査)が行われた。

この予備調査と平行して、日本政府の技術的援助のもとにウォロギン鉄鉱石開発の基盤整備計画調査の一環としてバクタ ~ メンディコマ間を除く本プロジェクト道路の技術的予備調査が1978年にJICAによって行われた。この調査において、道路改良の概算費用が経済効果と

共に算定され、道路改良は実現可能であると述べている。この調査後、リベリア政府は日本政府に対してバンガからフラコンまでの道路改良を行うための技術的援助を要請することを決定した。

この要請に応じて日本政府は、道路整備計画調査実施の為の詳細を決めるため1978年2月に事前調査団を派遣した。ここで作業日程と共に作業項目の草案が検討され、メンディコマまで調査を延長することが決定された。

その後、JICAは建設省近畿地方建設局道路調査官の得丸正哉氏を作業監理委員長とし、日本工営株式会社の川上亨氏を団長とする調査団を1979年6月25日から派遣した。調査団は現地調査を行い、1979年9月初旬に調査を終え、国内において本プロジェクト道路の検討を詳細に行った。

1.2 調査目的および範囲

本調査の目的は技術的検討および経済分析を行って、バンガとメンディコマを結ぶ道路を最も経済的に改良する計画を作成することであり、最適な実施計画を提案することである。本調査は、国内準備作業、現地調査および詳細検討の3段階に分けられる。

国内準備作業では、約半月、事前調査団によって収集された資料の検討をシンセプションレポートの作成を行った。

現地調査では現地踏査、経済調査、交通調査、交通発生源の調査、概略将来交通量推計、代替案の作成およびそれらの概略検討を行い、プログレス・レポートを作成した。また、同時に道路の縦断および横断測量、土質試験、建設材料調査も現地において行った。

現地調査後、ただちに詳細な検討を行い、すべての検討結果を提言と共に本報告書に盛り込んだ。本報告書はメインレポートと別冊とからなり、メインレポートは調査および解析の手順と技術的検討および経済評価の結果を述べた。別冊には道路現況の詳細、土質、材料試験および水文解析の結果、計画道路の縦断図、代表的な横断図を示した。

1.3 調査の手順

技術的調査および社会経済調査、解析を基にして、本プロジェクト道路の最適な改良計画を選択するために考えられる代替案を作成する。ただし、現道の状況および計画対象地域の開発ポテンシャルの観点から路線変更の代替案は考慮を行わず、舗装構造の代替案のみを考慮した。本報告書には、この考えのもとに技術的調査および解析結果を詳細に述べた。

社会、経済調査では、現況を調査して計画対象地域内の人口推計および農業、林業や鉱業と言った主要な経済開発の予測を含む将来の開発ポテンシャルの検討を行った。交通量推計は、社会、経済調査と現在の交通量を基にして旅客と貨物交通と別個に行った。旅客交通は、人口および1

人当り所得の増加を基に、貨物交通は計画対象地域内の生産量の増加を基にして計画を行った。

交通調査と平行して、リベリア国において行われた過去の調査結果を見直したり、最近のコストを基にして自動車の走行費を調査した。また、道路の表面状況、縦断勾配および平面曲線による走行費の変動についても調査した。

詳細な技術的検討は、まず土質および材料試験を含む現地調査結果の解析を行った。次に、設計基準の再検討を行い予備設計を行った。予備設計では、設計速度と舗装設計をともに検討した。建設費は計画案について算定した。建設単価は、最近の同様な建設工事におけるコストを基に決定し、工事量を算定して本プロジェクトの建設費を算定した。

本プロジェクトの便益としては、道路利用車の便益、道路維持費の節約およびほこり防止の効果等を考慮した。本プロジェクト道路の経済評価は便益と道路建設の経済コストとの比較によって行った。内部経済収益率および費用・便益比率を本プロジェクトライフを20年として算定した。また、建設費の上昇、便益の減少およびほこり防止効果を考慮した感度分析も行った。

最後に、経済評価および社会環境インパクトを考慮して、本プロジェクトの実施に関する提案を行った。

II. 一般情勢

Ⅱ 一 般 情 勢

2.1 地勢および経済

リベリア国は、海岸線沿いには広大な湿地が広がり沼やクリークがあり、中央部は台地でギニアとの国境に沿って山岳地帯となっていて総面積は111,400km²である。

人口は1978年においては171万人で年平均3.3%の増加率を示している、平均人口密度は15人/km²である。人口分布は不均衡で国土の30%にあたる中央および南西地域に人口の60%が住んでいる。また、人口の約30%が都市部に住み、年平均7.9%と言う高い増加率を示している。地方から都市部への人口移動も多い。

GDPは1977年においては4億3,100万ドル(1971年価格)である。1964年から1974年にかけての増加率は年平均5.7%であるが、その後0.5%と停滞している。1964年から1977年の増加率は年平均約4.2%である。1人当りのGDPは1964年から1974年においては年平均2.4%の増加率を示しているが、その後は停滞している。1977年の1人当りのGDPは300ドル(1971年価格)となっている。

リベリア国の経済は、生産および消費形態が貨幣セクターと伝統セクターとに分れていると言った二重構造となっている。貨幣セクターはGDPの80%を占め、全人口の60%が住む伝統セクターはGDPの残りの20%を占める。

経済は、鉱業部門によって支配され、特に鉄鉱石は1978年においては1億500万ドルが生産されている。また、GDPの35%、輸出の56%を占めている。鉄鉱石採掘は3つの外国会社によって行われている。

農業は、2番目に大きな部門でGDPの25%、輸出の40%を占めている。農業部門の総生産額は1978年においては1億1,400万ドルである。近代農業の経営は、外国人所有のゴムのプランテーションや材木会社によって行われている。ゴムは、単独の業種としては最も大きく、総農業輸送の約40%を占め、全労働人口の3分の1を雇用している。林業の生産は農業部門の第2の業種で1978年においては全輸送の10%を占めている。

鉱業と農業以外の他の部門の生産額はごくわずかで、工業およびエネルギー部門が1978年において5,900万ドル、建設部門が5,000万ドルでGDPの10%以下である。

1978年の輸出額は4億8,600万ドルである。商品の輸送は1970年から1974年においては年平均14%の高い増加率を示しているが、それ以後は5%以下になっている。

輸送は鉄鉱石やゴムの生産が主で、全体の約70%を占め、輸送額は1978年において4億8,000万ドルである。

過去8年間(1970年~1978年)、輸入は年平均16%で増加している。原油を含む原材料の輸入は全輸入額の50%以上を占め、投資商品は23%、食糧を含む消費物資は約27%であ

る。米は重要な食糧で1977年には約6万トン輸入されている。貿易収支は1976年まで比較的黑字が多かったが、それ以後輸出の伸びの停滞と輸入の伸びの増加によって赤字となっている。

2.2 交通運輸体系

リベリア国の交通需要は、道路網の組合せ、海上交通、航空輸送およびごくわずかながらの陸水路によっている。その他にも鉄道輸送があり、主に鉄鉱石の輸送のため採掘会社によって行われている。

2.2.1 道路網と道路輸送

1) 道路網

リベリア国の道路は、総延長が9,775 Kmで、そのうち主要幹線道路が1,934 Km、準幹線が5,450 Km、私道が2,391 Kmである。表2.1に道路延長を示す。

Table 2.1 The Highway Network in Liberia
(Miles)

Type of Road	1971	1974	1977	1978
I. Public Roads				
1. Primary Roads				
Paved	203	208	230	253
Laterite (all weather)	941	968	946	949
(Total)	(1,144)	(1,176)	(1,176)	(1,202)
2. Secondary & Feeder Roads				
Laterite (all weather)	487	707	823	973
Earth (Dry weather)	1,270	1,265	1,432	2,414
(Total)	(1,757)	(1,972)	(2,255)	(3,387)
Sub-total I	2,901	3,148	3,431	4,589
II. Private Roads				
Paved	86	86	90	98
Laterite & Earth	1,184	1,308	1,359	1,382
Sub-total II	1,270	1,394	1,444	1,486
Total	4,171	4,542	4,875	6,075

Source: Ministry of Public Works, Planning & Programming Div.

道路網には、モンロビアを起点とする3本の幹線がある。第1は、モントセラド郡およびボン郡を通りギニアとの国境の町ヤケパ(ニンバ郡)に至る道路で途中、バンガおよびガンタを通る延長が338 Kmの道路である。バンガ交差点で北方向にポインジャマへ向い、さらにメンディコマに続く本プロジェクト道路と接している。一方、ガンタ交差点では、南方向

にタピタおよびズエドゥ、さらにハーバー（マリーランド郡）に至る道路と接している。ハーバーはアイボリー・コースト国に近い人口が多い経済の中心地である。これらの道路はモンロビアとバンガを除いて未舗装である。（バンガとガンタ間は現在舗装工事中）

第2は、ボミヒルズを通りシエラレオーネ国の国境のマノ川に至る道路である。総延長は139 Kmで、モンロビアからボミヒルズに至る59 Kmで現在舗装を行っている。この道路はLMC-NIOC共同企業体の鉄道に沿って走り、クレイで西へ曲りシエラ・レオーネ国との国境の町ボーに至る。クレイとボー間のメディナ交差点から、新しい道路が海岸に向けて走り、ロバーツポートに至る。ロバーツポートは近くにピソ湖があり、リゾート地域としてのポテンシャルが高い。

第3は、ロバーツフィールドおよびハーベルを通り、グランドバサ郡の郡都ブキャナンに至る道路で延長は150 Kmで舗装されている。

リベリア国は、1960年以来道路延長は増加しているが、西アフリカの中では、まだ道路密度は低い。

道路密度は 0.106 Km/Km^2 でシオラ・レオーネ国の 0.27 Km/Km^2 に比べて低い。また、1,000人当りの道路密度もシオラ・レオーネ国の33 Kmやカメルーン国の38 Kmに比べて4.2 Kmと低い。

リベリア国の道路は延長も短い、質的にも劣る。主要幹線の約20%が舗装され、残りはラテライト道路である。ラテライト道路は、全天候通行可能道路とされているが、雨期の間は通行困難となる。特に、準幹線道路と私道を含むフィーダー道路は舗装がされていない。フィーダー道路のほとんどは、森業やゴム園所有者によって、短期間に低い水準で建設され、十分な排水設備のない道路である。

こうした状況を改善するために、リベリア政府は、規則的な道路の維持管理の強化や主要幹線だけでなく、準幹線やフィーダー道路の整備を行おうとしている。この中に、ベレエラとコラフンを結ぶ新道路の建設計画がある。現在、詳細設計が行われており、1984年に完成予定となっている。また、ウオロギン鉄鉱石開発のためバクタとボボル（モンロビアに至る）間の新道路の調査が行われている。

現在進行中の代表的なフィーダー道路整備事業は、ロファ郡北部およびボン郡北部フィーダー道路整備事業で農業生産の拡大による地域開発を目指している。

2) 道路の維持管理

公共事業省の管理局は、すべての公共道路の維持管理を行っている。最近、公共事業省が再編成され、その維持管理能力が主要幹線と準幹線に対応するように拡張された。フィーダー道路の維持管理もまた、公共事業省が行う。

バンガーマンディコマ道路の維持管理は、ボンおよびロファ郡の地方管理事務所において行われて来た。ボン郡事務所は、バンガからセント・ポール河に至る44.5 Km, ロファ郡事務所は、残りの230.3 Kmを管轄している。ロファ郡は、3つの区間(セント・ポール河～コニア85 Km, コニア～コラフン78.3 Km, コラフン～マンディコマ78.3 Km)に分けられる。

各区間とも、欠陥のチェックや修繕のため巡回が行われている。

本プロジェクト道路の維持管理体系は、機械と労働力の質および量の両面において十分である。しかし、もし、ラテライト道路をアスファルト舗装に改良する場合、アスファルト混合プラント、アスファルト製造プラントおよび砕石プラントと言ったプラントと機械の設立や整備を含む維持管理の再編が必要となる。

3) 道路輸送

自動車交通の伸びと構成は車輛登記資料より判明し、表2.2の通りである。

Table 2.2 Number of Vehicles Registration in Liberia

Year	Passenger Cars	Taxis	Trucks /1	Buses	Total
1970	9,377	4,735	5,234	3,864	23,210
71	8,996	4,103	5,454	2,521	21,074
72	10,607	3,384	4,730	2,575	21,295
73	10,769	3,507	5,384	3,135	22,795
74	9,875	4,576	5,841	1,800	22,092
75	10,375	2,421	5,466	2,497	20,759
76	11,800	1,967	4,770	2,600	21,134
77	11,234	2,981	5,621	N/A	19,836
78	10,695	3,046	6,427	1,049	21,181

/1: Including Pick-ups

Source: Ministry of Finance, and Ministry of Commerce, Industry and Transportation.

1970年までの10年間、車輛登記は年率10%で増加したが、1970年以来使用されなくなった車輛が登記されなくなった。

道路輸送の傾向を見るために利用できるもうひとつの資料は、燃料の消費量であり、表2.3に示すようにわずかな伸びを示している。

Table 2.3 Consumption of Petroleum Products
(1,000 US Gallons)

Year	Gasoline	Kerosene	Gas-Oil
1969	15,519	3,171	23,139
70	N/A	N/A	N/A
71	19,987	3,695	51,181
72	16,098	3,144	48,688
73	21,374	3,823	58,046
74	18,891	3,616	61,614
75	21,078	3,139	54,676
76	23,708	3,251	48,140
77	-	-	-
78	-	-	-

N/A : Not available

Source : Ministry of Finance

2.2.2 他の運輸

1) 鉄道

鉄道は、リベリア国において、また重要なものである。鉱山関係者が所有し運営しており、主に鉄鉱石の輸送に用いられている。1978年に、約2,000万トンの鉄鉱石が運ばれている。鉄鉱石とともに、一般貨物や旅客も鉄道によって運ばれている。1978年においてLAMCOは、10万トンの貨物を運んでいる。その主なものは1万トンのゴム、材木の6,000トンで、旅客は1日150人である。

2) 港湾

リベリア国にはモンロビア、ブキャナン、グリーンビルおよびハーバーと言った4つの港がある。1978年において輸送品の約85%にあたる約2,000万トンがモンロビアおよびブキャナン港で扱われ、グリーンビルとハーバー港では30万トン扱われた。すべての港はNational Port Authority (NPA) によって効率的に管理されているが、ブキャナン港はLAMCOによって管理されている。

港湾の容量はほとんど十分であるが、鉱業や林業開発計画によって施設の拡張や新港の整備が望まれている。

現在、ロバーツポートにおいて、新港建設を含む調査が進行中である。各港の荷物取扱量を次表に示す。

Traffic by Ports
(1,000 Tons)

Port	1979	1976	1977	1978
Monrovia	11,082	11,713	8,795	8,936
Greenville	153	254	216	244
Harper	35	57	45	60
Buchanan	8,957	9,526	8,542	20,012
Total	20,227	21,550	17,598	20,252

Source: Economic Survey of Liberia, 1978

3) 航 空

リベリア国には、ロバーツフィールドに国際空港があり、リベリア航空が12の国際路線で運行している。外国への旅客および貨物輸送はともに、1976年までの過去5年間、年率約8%増加している。国際空港とともに、14の空港が国内旅客および貨物輸送のため定期飛行を行っている。国内路線は地方輸送において重要である。特に、国内の移動を容易にするために重要である。

国内航空は、1976年から1978年にかけては年率28%の増加率を示し、急速に伸びている。国内航空の旅客数を次表に示す。

Domestic Air Traffic

Item	1976	1977	1978
Number of passenger disembarking	14,372	15,774	23,660
Embarking	14,399	15,839	23,759

Source: Ministry of Commerce, Industry & Transportation

Ⅲ. 計画道路の影響圏

Ⅲ 計画道路の影響圏

3.1 位置および影響圏

本プロジェクト道路は、リベリア国の北東部に位置し、ボン郡及びロファ郡の上部を通っている。本道路は、モンロビアとシエラレオーネ国の国境に通じ、また同国の北東地域を結ぶ主要幹線である。

本プロジェクト道路と連結する現況の支線網、行政機関及び本地域と関連のある地域開発計画を検討した上で本プロジェクト道路の影響圏は、域内影響圏と域外影響圏とに分割した。本プロジェクト道路が通り、プロジェクトの影響を直接受ける域内影響圏は、村落単位を基盤にして10個の小ゾーンに分割した。域内影響圏の外側の域外影響圏は、郡を基盤にして8個の大ゾーンに分割した。このゾーン分割及びリンクとノードを図3.1および表3.1に示すが、ゾーン中心は、ゾーン内の大きな市や町とした。

(今後、影響圏と言うことばは、域内影響圏と言う意味を示すものとする。)

3.2 気 候

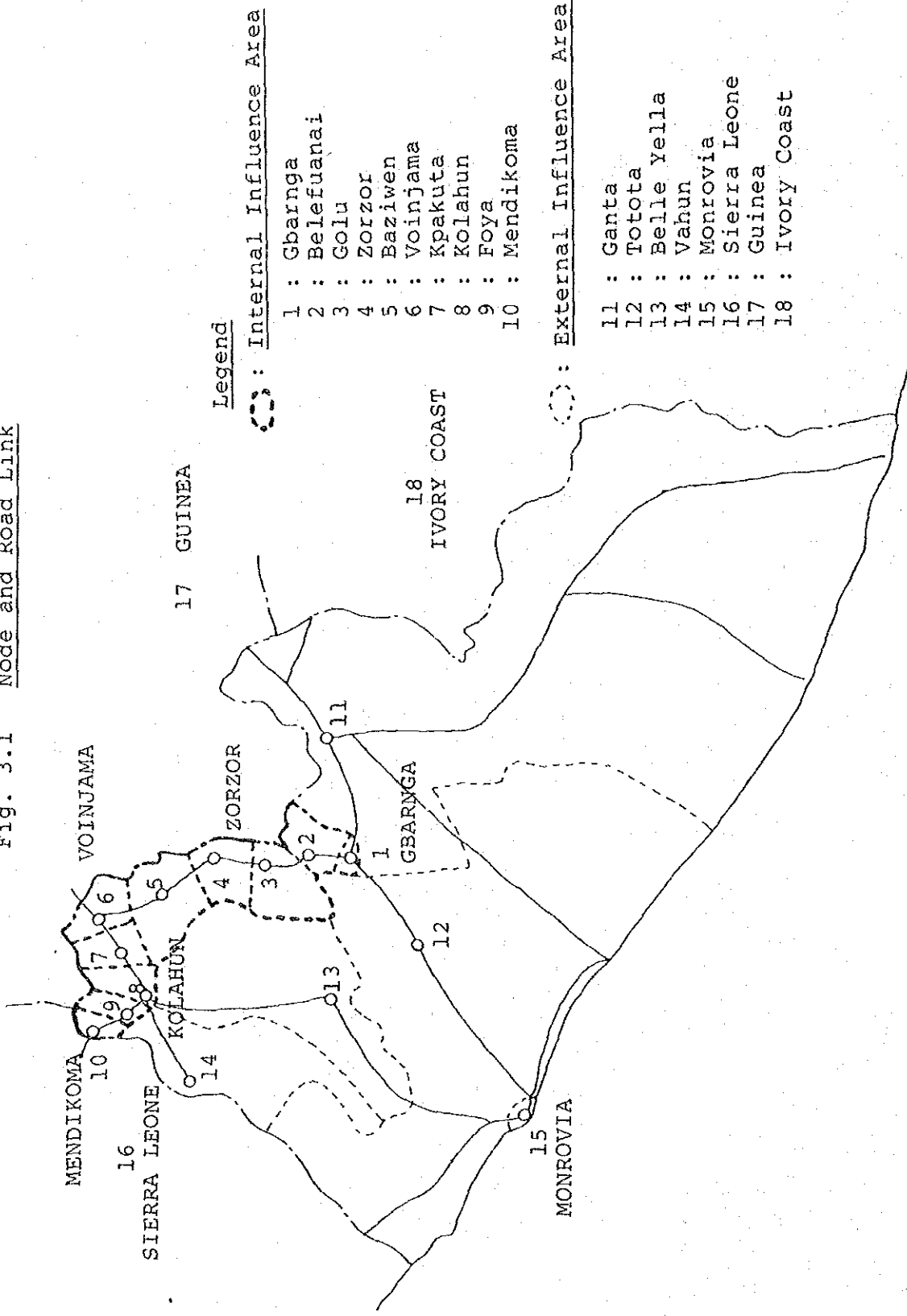
本計画道路は熱帯性気候で雨期(5月~11月)と乾期(12月~4月)とに分れる。年平均降雨量は、海岸地域では4,000~5,000 mm、高地では2,000 mm、本計画対象地域では2,000~2,800 mmである。年平均気温は21~27°Cで季節変動は少ない。

3.3 地 質

リベリア国西部においては、花崗岩、花崗片麻岩、白粒岩、変堆積岩、角閃岩、堆積岩、等の岩石が多い。本プロジェクト対象地域は、塊状花崗岩と角閃岩を含む変堆積岩の変成岩がある。

ほとんどの土はラテライト土と言われる鉄を含む土で、花崗岩、優白岩および花崗変麻岩の上をおおっている。

Fig. 3.1 Node and Road Link



Legend

○ : Internal Influence Area

- 1 : Gbarnga
- 2 : Belefuana
- 3 : Golu
- 4 : Zorzor
- 5 : Baziwen
- 6 : Voinjama
- 7 : Kpakuta
- 8 : Kolahun
- 9 : Foya
- 10 : Mendikoma

○ : External Influence Area

- 11 : Ganta
- 12 : Totota
- 13 : Belle Yella
- 14 : Vahun
- 15 : Monrovia
- 16 : Sierra Leone
- 17 : Guinea
- 18 : Ivory Coast

Table 3.1 Zonal Division

Zone	District	County	Zone	District	County
<u>Internal Influence Area</u>					
1.	Jorquellie	Gbarnga	11.	Waytua	Bong
2.	Jorpool	"		Wolota	"
	Kporyorquellie	"		-	Kokoya
	Zota	"		-	-
	Kpaquellie	"		-	Nimba
	Wruhan	Panta		-	Grand Gedeh
3.	Gbalin	Zorzor		-	Since
4.	Palama	"	12.	Kpatawee	Maryland
	Gizima	"		Suakoko	Bong
	Vavala	"		Zeansue	"
	Ziama	"		Garyea	"
5.	Bondi	Voinjama		Yaidawon	"
	Wy-Wome Gomai	"		-	Sanoyea
6.	Upper Worker	"		-	Salala
	Wy-Wome Gomai	"		-	-
7.	Lower Worker	"		-	Grand Cape
	LISCO Camp	"		-	Mount
8.	Wulukoha	Kolahun	13.	Lucasu	Montserrado
	Tohamba	"		Yarweyahun	Lofa
9.	Rankolle	"		Buluyema	"
	Wuom	"		-	"
10.	Tangai	"		-	"
<u>External Influence Area</u>					
11.	Belleguelli	Gbarnga	14.	Hassala	"
	Gbarnsly	"		Tangai	"
	Shean-Sue	"	15.	-	Guma
	Panta	"	16.	-	Gbama
			17.	-	-
			18.	-	-

3.4 人 口

リベリア国では、過去2回人口調査が行われた。1962年に行われた調査は、3つの地域に分けられており、1974年に行われた2回目の調査は、新しく設立された行政区分によって14の地域に整理されている。

これらの調査による域内影響圏の人口は、1962年には104,551人で、1974年には154,573人であり、この間の年平均増加率は3.3%である。一方、首都モンロビアを除く域外影響圏の人口は、1962年から1974年には年平均2.7%で増加している。モンロビアは、この間に年平均8.0%の高い増加率を示している。なお、これらの調査におけるゾーンごとの人口を表3.2に示す。

Table 3.2 Zone-wise Population

Zone No.	1962	1974
<u>(1) Internal Influence Area</u>		
1	5,039	10,670
2	15,486	27,148
3	2,248	5,148
4	18,969	27,717
5	12,535	21,569
6	12,303	19,235
7	4,388	6,100
8	12,263	14,213
9	18,599	20,045
10	2,721	2,728
Sub-total	104,551	154,573
<u>(2) External Influence Area</u>		
11	379,276	531,801
12	397,111	548,802
13	34,149	37,574
14	20,123	26,408
15	81,233	204,210
Sub-total	911,892	1,348,795
<u>Total</u>	<u>1,016,443</u>	<u>1,503,368</u>

人口の将来推計においては、これらの調査の基盤が異なっているため、すなわち行政区域の違いがあるためトレンドによる推計は困難である。ただ、2つの調査からは、域内および域外影響圏人口の年平均増加率を人口推計の指標とすることができる。

その他には、全国レベルの増加率が指標とすることができる。これらの指標は以下のとおりである。

都市部の人口増加率……………	年平均 6.8 %
地方部の人口増加率……………	年平均 2.4 %
モンロビア市の人口増加率……………	年平均 8.0 %

将来人口は、域内および域外影響圏のゾーンごとに行ったが、まず、推計作業の準備として、現在および将来の土地利用や農業、林業、鉱業その他の将来計画を含む関連資料の検討を行った。特に、調査地域内の農業開発については、その影響を考慮して十分調査を行った。また、他の開発途上国における経験や結果の検討も行った。

以上より、次のような仮定のもとに将来人口の推計を行った。

- 1) 域内および域外における現在のよう高い増加率は1980年まで継続するが、その後は家族計画の進行や社会環境の変化により減少する。
- 2) ロファ郡農業開発プロジェクトおよびボン郡農業開発プロジェクトの行われる地域は、プロジェクトの行われない地域に比べて各々、高い増加率を維持し、今世紀末頃に増加率は減少する。
- 3) モンロビア市においては、現在のよう高い増加率は国の開発が進むにつれて、他地域においても雇用機会が増大するため減少し、今世紀末には5.0～5.5%になる。
- 4) ゾーン7の人口増加率は、ウオロギン鉱山開発の影響で高くなるものと思われ、1980年～1990年には5.5%、2000年には2.9%となる。

各年における人口増加率は、前述のような人口調査資料および仮定より次表のとおりである。

	Total		Rural		Urban		Great Monrobia
	Internal Inf. Area	External Inf. Area	LCADP/BCADP	Others	LCADP/BLADP	Others	
1974-76	3.3	2.7	(2.4)	2.4	(6.8)	6.8	8.0
1976-80	3.3	2.7	2.4	2.0	6.5	6.0	7.5
1880-85	3.3	2.5	2.4	2.0	6.0	5.5	6.0
1985-90	2.9	2.3	2.2	1.8	5.5	5.0	5.5
1990-95	2.7	2.2	2.0	1.6	5.0	4.5	5.5
1995-00	2.6	2.0	1.8	1.4	4.5	4.0	5.0
2000-05	2.5	2.0	1.6	1.4	4.5	4.0	4.5

∕1: Excluding Great Monrovia

人口増加率およびゾーンごとの人口を基にして、域内および域外影響圏の将来人口を求めると表 3.3 のようになる。

Table 3.3 Zone-wise Projected Population

Zone	1974	1976	1980	1985	1990	1995	2000	2005	Average 1974-2005
(10 ³)									
<u>Internal Influence Area</u>									
1	10.7	11.4	12.9	15.0	17.4	20.0	22.6	25.5	2.8%
2	27.2	29.0	33.0	38.5	44.6	51.1	58.0	65.7	2.9
3	5.2	5.5	6.2	7.0	7.9	8.9	9.9	11.0	2.4
4	27.7	29.6	33.7	39.3	45.4	52.1	59.1	66.9	2.9
5	21.6	23.1	26.3	30.7	35.5	40.7	46.2	52.3	2.9
6	19.2	20.5	23.4	27.3	31.5	36.2	41.1	46.6	2.9
7	6.1	6.5	7.4	10.7	12.6	14.5	16.8	19.4	3.8
8	14.2	15.2	17.4	20.3	23.5	26.9	30.5	34.6	2.9
9	20.0	21.3	24.3	28.4	32.8	37.7	42.8	48.5	2.9
10	2.7	2.9	3.3	3.8	4.3	4.9	5.5	6.2	2.7
Sub- total	154.6	165.0	187.9	221.0	255.5	293.0	332.5	376.7	2.9
<u>External Influence Area</u>									
11	531.8	560.9	621.5	700.5	782.8	866.8	950.5	1,044.8	2.2
12	548.8	578.8	646.3	735.8	830.7	929.2	1,029.1	1,143.3	2.4
13	37.6	39.7	43.9	49.4	55.2	61.1	67.0	73.6	2.2
14	26.4	27.8	30.8	34.7	38.8	43.0	47.2	51.8	2.2
Sub- total	1,144.6	1,207.2	1,342.5	1,520.4	1,707.5	1,900.1	2,093.8	2,313.5	2.3
<u>Monrovia</u>									
15	204.2	238.2	318.1	425.7	556.0	726.7	927.5	1,155.8	5.8
Total	1,503.4	1,610.4	1,848.5	2,167.1	2,519.0	2,919.8	3,353.8	3,846.0	3.1

3.5 土地 利 用

調査地域は、ロファ郡北部の大部分およびボン郡北部の一部を含み総面積は7,900 Km²である。
土地利用状況は、自然林地域、二次林^(注1)および穀物栽培地域、果樹およびゴムプランテーション地域と^(注2)その他の地域に分けられる。

自然林地域は、主にロファ郡北部のサラエからロファ川に至る道路沿いに分布する。自然林以外の他地域のほとんどは、5～10年間隔で穀物栽培の焼畑として使用されている。ゴムは、ほとんどボン郡北部およびロファ郡北部の南側で栽培されている。調査地域の土地利用度は他の郡や地域に比べて相対的に高い。特に、ソロソロ、ポインジャマ、コラフン及びホヤのように人口の多い地域では、土地利用度が高い。

調査地域の土地利用状況を次表に示す。

Land Use in the Influence Area

Item	Area (ha)	%
Natural Forest ^{/1}	241,000	30.5
Secondary Forest and Food Crops	494,200	60.6
Tree Crops and Rubber	15,300	1.9
Others	39,500	5.0
Total	790,000	100.0

^{/1}: Includes concession area and unprotected forestry.

3.6 農 業

3.6.1 概 要

農業は、本調査対象地域内においてもっとも重要な分野で、総人口の74%が従事している。農業形態は次のような3つの異なったタイプに分けることができる。

- コッセッション農場およびプランテーション
- リベリア人経営の農場およびプランテーション
- 伝統的農場

コッセッション農場は、規模が大きく主として外国人が所有し、政府から土地を借りて運営している。

(注1) 主として焼畑地域

(注2) 道路、川、住居地域で総面積の約5%

本調査対象地域では、材木会社がこのシステムで運営している。リベリア人経営の農場では主としてゴムを栽培している。また、ココア、コーヒー、オイルパーム、野菜を栽培したり、家畜を飼育したりしていて、農場の大きさは2~500haである。伝統的農場は、一般的に5ha以下の小規模なものが多く、米とかキャッサバと言った食糧やコーヒー、ココアおよびオイルパームと言った金銭作物が栽培されている。

本プロジェクト道路が通るロファ郡およびボン郡はリベリア国においては農業生産が多い地域で国で生産する米、コーヒー、ココアおよびパーム核の約40~60%を占めている。これらの郡には農業開発ポテンシャルが高い土地がまだ十分あり、現在開拓中である。こうした農業ポテンシャルの開拓のため、政府は1976年以来ロファ郡北部およびボン郡北部の地域開発事業を推進している。両プロジェクトはフィーダー道路開発、組合の形成、金融および健康管理と言った物理的および制度的基盤整備を伴った新しい農業技術を導入して農業生産や小農家の収入を増大させることを目的とする。これらのプロジェクトは調査対象地域の農業開発や地域開発に影響を及ぼすだけでなく、地域間交通にも影響を及ぼす。

1) 上部ロファ郡農業開発プロジェクト(LCADP)

LCADPは総面積が3,300Km²で本計画道路の影響圏をすべて含む。約14,000世帯(71,000人)がLCADP地域に住んでいる。LCADPの中には開拓方法の改良、入植、金融、農業組合、市場、銀行、健康管理が含まれる。農業開発を行うためにLCADPは次のような道路改良を行う。

- a) フォヤとゾロゾロを結ぶ幹線道路および現在ある500Kmのフィーダー道路の維持管理のグレードアップ
- b) 100Kmの新しいフィーダー道路の建設

このプロジェクトは1976年に開始され、現在も公共事業省によって道路改良が行われている。LCADPは現在の農業方法を改善し、新しい農地を開拓して農業生産を増大することを目的としている。そして米、コーヒー、およびココアの栽培に力を入れている。

LCADP地域の農業生産は、1978年において米が10,900トン、コーヒーが2,500トン、ココアが1,800トンである。コーヒーとココアのすべては各地域に設置された組合を通してLPMC(Liberian Produce Marketing Company)によって買い取られる。農家で消費される米で余ったものは組合を通してLPMCに買い取られたり、地元の市場やモンロビアを含む他の地域で売られる。

2) 上部ボン郡農業開発プロジェクト(BCADP)

LCADPに続いて、BCADPが1978年より開始され、IDPとUSAIDとに

よって共同融資された。BCADPは総面積が6,500Km²で、約19,000世帯(98,000人)が住んでいる。総面積の4分の1に当たる地域が本プロジェクト道路の影響圏に含まれ、パンガ地区とパンタ地区とから成っている。BCADPの農業開発計画は、農業技術と制度の改良を含むものでLCADPとほとんど同じである。次に示すようなフィーダー道路の改良を行っている。

- a) 170 Kmの新道路の建設
- b) 130 Kmの道路改良
- c) 540 Kmの道路維持管理

BCADPもまた、米、コーヒーおよびココアの栽培に力を入れている。年間生産量は米が8,740トン、ココアが3,000トン、コーヒーが1,500トンである。ココアとコーヒーのすべては組合が設立されていないことや代理商がないため地元商人を通して主としてLPMCに売られ、モンロビアへ運ばれる。米は、ほとんど地元で消費され、残りは地元の市場や他の地域へ運ばれる。

3) 現在の生産量

本プロジェクト道路の影響圏はLCADPの全地域とBCADPの一部を含む。従ってこれらの両地域の主要生産物の現在の生産量はLPMCへ売られる量を参考にして算出した。両地域外で影響圏内の生産量は農家人口や栽培状況を考慮して算出した。影響圏内の生産量は、1978年において米が32,500トン、コーヒーが1,800トン、ココアが1,500トン、オイルパームが3,500トンである。

詳細はAnnex III-1に述べてある。

4) 余剰生産量

影響圏内において、主要生産物の余剰生産量は、次のような仮定のもとに算出した。

- a) 1人当りの米の消費は100kgとする。
- b) コーヒーとココアはすべて市場で売られる。
- c) 1人当りのレッドオイルの消費量は13kgでパーム核は市場で売られる。
- d) キャッサバ、コーンや砂糖キビはほとんど自家消費され市場へは出荷されない。

農業生産物の約4,850トンが地域外へ出荷されている。

5) 将来の生産量

影響圏における主要農産物の将来の生産量は現況とLCADPおよびBCADPによって新しく開拓される地域を考慮して算出した。将来の生産量は両プロジェクトの最盛期の1988年において米が51,850トン、コーヒーが4,220トン、ココアが3,920トン、オイルパー

ムが17,200トンと想定される。詳細はAnnex III-2に述べてある。

Marketable Surplus of Crops in 1978/1979
(tons)

Crops	Marketable Surplus
Clean Rice	650
(Paddy)	(1,080)
Coffee	1,800
Cocoa	1,500
Palm Kernel	900
Total	4,850

Future Crop Production in the Influence Area
(1988/1989)

Crops	Area (ha)	Products (tons)
Upland Rice	29,900	34,460
Swamp Rice	6,000	17,390
(Sub-total)	(35,900)	(51,850)
Coffee	7,900	4,220
Cocoa	7,700	3,920
Oil Palm ^{/1}	1,800	17,200

^{/1} fresh fruits bunch

6) 将来の余剰生産量

将来の余剰生産量は前述の仮定を同様に用い、1人当りの消費量と人口の増加を10%と想定して算出した。1988年における余剰生産量は、米が7,850トン、コーヒーが4,220トン、ココアが3,920トン、パーム核が4,300トンと想定される。

Forecast of Marketable Surplus¹ of Crops in 1988/89

Crops	Marketable Surplus (tons)
Clean Rice	2,060
(Paddy)	(3,430)
Coffee	4,220
Cocoa	3,920
Palm Kernel	4,300
Total	14,500

¹: Includes possible exports to the neighboring borders

1978年の余剰生産量を基にして、影響圏外へ出荷可能量は、年率11.5%で増加し、1989年以降は、両プロジェクトとも生産に限界があり減少傾向になると思われ増加率は8%ぐらいになると思われる。

その他にも農業生産を維持するためにはいろいろなことを考慮する必要がある。LCADPおよびBCADPによると1989年頃尿素や混合肥料が約2,700トン年間に必要としている。

3.62 ゴム

影響圏内には、バンガ〜ゾロロ区間に栽培されている。ゴムを栽培している地域は、以前行われた調査やLiberian Rubber Development Unit (LRDU)の資料によると約2,650 haある。すべてのゴム栽培地はリベリア人が所有していて規模は200 ha以上を所有している2農家を除いてほとんど小さい。

農家の継続した生産量の記録がないため、影響圏内の年間の生産量は農家でのインタビューや、LRDUからの情報を基に次のような仮定をして算出した。

- 1) 約32%の農家が現在開拓中である。
- 2) 生産量はプランテーションで0.8 t/ha, 小農家で0.3 t/haである。

以上より、ゴムの生産量は次表の通りである。

生産されたもののほとんどが、液状またはかたまりの形でバンガにある加工会社に売られる。大きな農家はラテックスの形でファイアーストンへ売っている。

リベリア人所有のゴム工業を強化するために、IBRDの融資を受けたゴム開発プロジェクト

Production of Rubber in 1978/79

Farm	Tapping Area (ha)	Yield ^{/1} (t/ha)	Production (tons)
Larger Farms	230	0.8	184
Small Holder	620	0.3	186
Total	850		370

^{/1} Coagulum

トが実施されつつあり、マーシャルおよびボミ地域やモントセラド、グランド・バサ、ボンおよびニンバ郡がこのプロジェクトに含まれる。ゴム開発プロジェクトは、中小規模の農家の収入を増やし福利厚生を改善し、また16,000haを植え変え、9,500haを再生させたりして輸出を増加しようとしている。影響圏内のゴム農家の約3分の2がIBRDプロジェクトに含まれている。

ゴム生産の将来推計は、国際価格の変動に敏感に左右されるため、困難である。しかし、将来交通の算定のために、IBRDプロジェクトを考慮し、次のような仮定を設けてゴム生産の将来推計を行った。

- 1) 現在栽培されている地域は、将来も変更がない。
- 2) 現在の農家の約13%が5年間に再植する。

結果は、次表に示すように1994年において約1,060トンになるものと思われる。年平均増加率は1984年~1994年が11.0%、1994年以降は8%となる。

Future Rubber Production in 1994

Farm	Tapping Area (ha)	Yield ^{/1} (t/ha)	Production (tons)
Farms Tapping at Present	700	0.3 ^{/2}	210
Re-plant Farms	340	2.5 ^{/3}	850
Total	1,040		1,060

^{/1} Coagulum

^{/2} Productivity on the farms tapping at present will reduce to 0.3.

^{/3} This high yield will be attained at 15th year after replanting the trees.

3.7 林 業

第I章で述べたように、国家経済における林業および材木工業の役割は1960年代の後半から急速に大きくなっている。1970年から1978年まで、林業の総生産は年平均17.0%増加し、1978年には774,600 m³となっている。総面積は約25,000 Km²でその内16,000 Km²が自然林である。現在、33の外国人利権者が伐採契約をして材木を切り出している。

影響圏内には、2つの自然林（バンガとゾロゾロ間およびゾロゾロとポインジャマ間）があり、総面積は2,400 Km²である。ALTCO、DLCおよびVLCの3つの材木会社が伐採権を持っており、そのうちALTCOとVLCが現在伐採を行っている。

影響圏内の林業生産は約15,000 m³で、その内ロフア郡のルヤマにあるALTCO製材所で10,000 m³生産され、残りの5,000 m³が丸太で出荷されている。影響圏内で生産された材木のほとんどは、本プロジェクト道路を通して、ニンバ郡のタビタへ運ばれ、LAMCO鉄道によってブキャナン港へ運ばれている。ごくわずかの製材木がトラックでモンロビアへ運ばれて、国内で使用されている。影響圏内の2つの会社の材木生産量は次表の通りである。

Logs and Timber Production

Year	ALTCO ^{/1}	VLC ^{/2}	Total (m ³)
1975	-	-	-
1976	4,813	N/A	4,813
1977	12,606	574	13,176
1978	14,413	344	14,757

/1 Associated Liberian Timber Corporation

/2 Varjam Logging Corporation

ALTCOでインタビューした情報や自然林調査書によると、もっとも重要な森林地域は影響圏の南東にある。伐採可能な地域は北東にあるが直径が短く輸出用の材木は少ない。さらに、地形的にも荒地があつて良くなく、現道からも離れている。

もし、上述の条件が緩和されなければ、将来の林業生産はそれほど明るくはない。しかし、次のようなことを将来の林業生産の算定に考慮する。

- a) ウオロギン鉱山の開発によって国内消費が増加する。
- b) 現在、詳細設計が行われているベレ・エラーコラフン道路が整備されれば森林へのアクセスが短くなり森林開発も容易になる。
- c) 本プロジェクト道路が改良されれば輸送コストが減少し、現在、採算の合わない森林で

も採算が合うようになる。

上述の要素を考慮すれば、国内消費により生産量は比較的多くなるものと思われる。一方、輸送向けの生産は世界市場が好況にならなければほとんど増加するとは思われない。このことは経過の実績にもよく現われている。すなわち、全生産量の内占める国内向けの材木の割合が、1976年の10%から1978年の70%と急速に増加しているのに輸送向けの材木は沈滞している。

影響圏内の森林資源の開発ポテンシャルを調査して、将来の材木の生産量は1989年には31,000トン、1999年には56,000トンと算定した。年平均増加率は輸出は無視出来るほど少なく国内消費のみを考慮して1979年から1989年の間が10%、1989年から1999年の間が7%と想定した。

Future Production of logs and Timber

	(m ³)	
	1989	1999
for Export	4,600	4,600
for Local Cons.	26,200	51,500
Total	30,800	56,100

3.8 鉱 業

影響圏内にウオロギン鉄鉱石があり、現在フィージビリティースタディーが行われている。開発計画によると、最終段階において年産約700万トンを産出予定である。鉄鉱石生産額のGDPに占める割合が多いことから、地域経済と国家経済の両方に大きな影響を与えるものと思われる。また、ウオロギン地区と港湾建設地区との両方において最盛期に約2,500人の地域住民と1,500人の移住者が雇用されることも無視できない。

鉄鉱石開発が建設から操業段階までの間、本プロジェクト道路の交通に影響を与えることも考えられる。計画によると、開発準備が1981年から開始され、1984年から採掘予定となっている。準備段階において、10万トンの建設材料がモンロビアからプロジェクトサイトへ運び込まれる。今のところ、これらを運ぶのは本プロジェクト道路による陸かきはない。

鉄鉱石採掘は段階ごとに異なり、1984年から始まる5年間の第1段階では、主に風化した鉄鉱石を年間400万トン産出する。1989年から1998年の間の第2段階では、風化した鉄鉱石と原石との混合物を年間700万トン産出する。第3段階ではその後15年間原石を年間700

トン産出する。しかし、鉄鉱石の輸送は、ウオロギンとモンロビア港との間に備えつけられるパイプラインによって行われる計画である。従って本プロジェクト道路の交通は、鉄鉱石輸送そのものによる影響は受けないであろう。

鉱山開発に伴って、鉱山町がウオロギン地区に建設され、そこに外国人技術者や管理者が地元労働者と共に住むことになるであろう。町に住むと予想される人口は表3.4に示すように、第1段階では2,100人、第2段階では2,600人、第3段階では2,700人となっている。従って、ウオロギン地区の人口増加は本プロジェクト道路の交通に影響を与えるものと思われる。

Table 3.4 Planned Population at the Wologisi Site

	1st ^{/1} Phase	2nd ^{/2} Phase	3rd ^{/3} Phase
Foreign Engineer and Administrator			
Married	4	4	4
Unmarried	17	15	15
Planned population	33	31	31
Foreign Technician			
Married	153	166	171
Unmarried	78	68	71
Planned population	843	898	926
Local Staff			
Married	195	279	285
Unmarried	61	65	67
Planned population	1,231	1,739	1,777
Total Planned Population	2,107	2,668	2,734

Source: Wologisi Iron Ore Project Technical Study, 1979

/1 1984 - 1988

/2 1989 - 1998

/3 1999 - 2013

IV. 交通調査

IV. 交 通 調 査

4.1 概 要

本プロジェクト道路における交通調査を行う前に、過去に行われた調査について利用可能な資料の検討を行った。特に、1978年6月に公共事業省によって行われた交通調査の結果について、ゾーン分割や調査期間等を含む調査方法についても同様に詳細な検討を行った。

交通調査は、道路における自動車の量及びその使用目的を把握するために行われるものである。車種別交通量の観測及びO-D調査を表4.1及び図4.1に示すような8地点で行った。

調査地点及びO-D調査項目は、域内と域内及び域外のゾーン間の移動特性を捉えることができるように選定した。調査期間は、交通の週変動を把握するため7日間とした。

調査期間は、すでに雨期に入っていたが、雨は、時々降るシャワーのような雨以外はたいしたことはなく、比較的天候には恵まれた。

Fig.4.1 Location of Traffic Survey Station

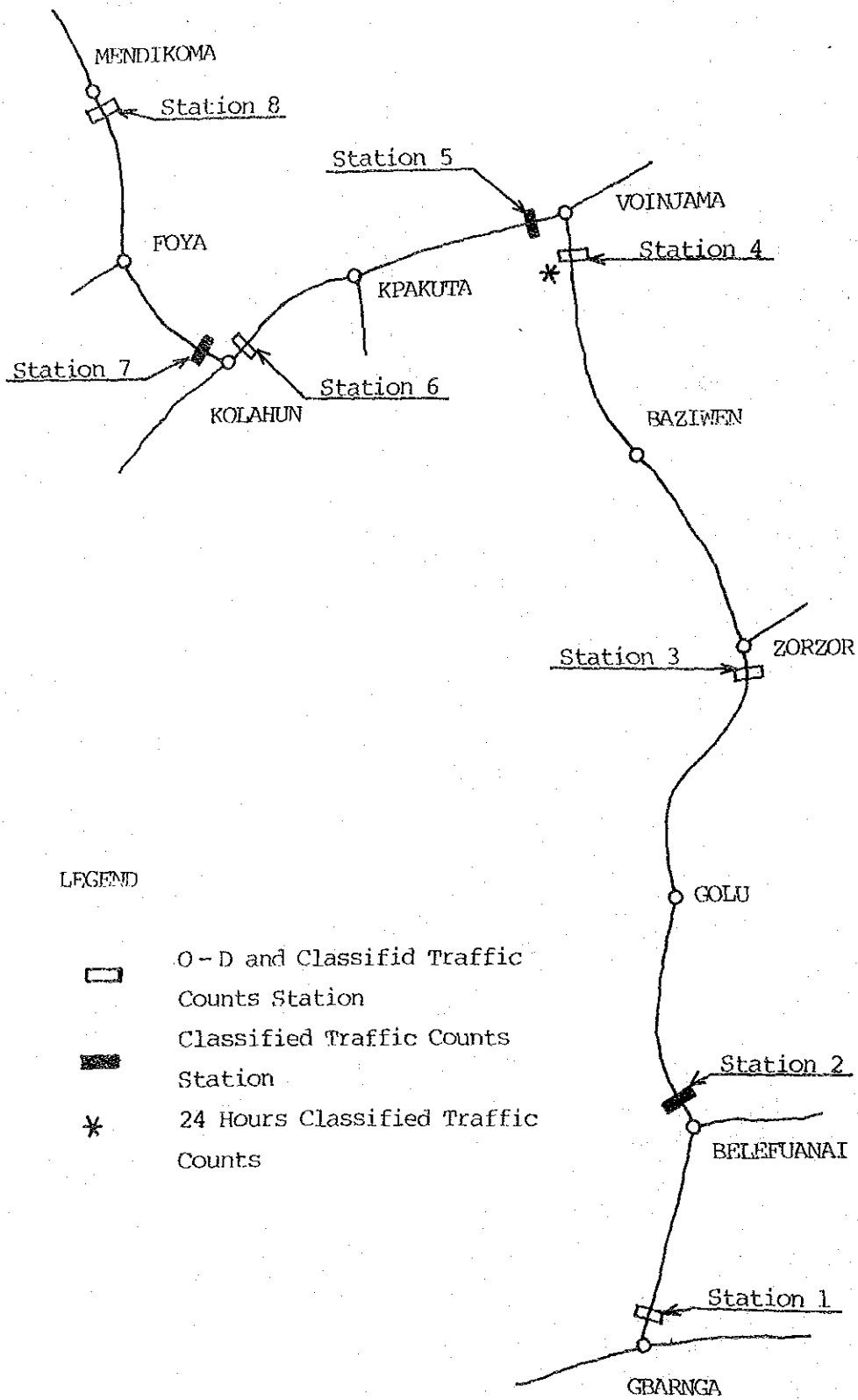


Table 4.1 Traffic Survey Schedule

Station No. and Location	July (7:00 a.m. to 7:00 p.m.)						
	9 MON	10 TUE	11 WED	12 THU	13 FRI	14 SAT	15 SUN
1. Gbarnga	TC	TC	TC	OD	TC	TC	TC
2. Belefuanai	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
3. Zorzor	TC	TC	TC	OD	TC	TC	TC
4. Voinjama 1	TC	TC*	TC	OD	TC	TC	TC
5. Voinjama 2	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
6. Kolahun 1	TC	TC	TC	OD	TC	TC	TC
7. Kolahun 2	TC	TC	TC	TC	TC	TC	TC
8. Mendikoma	TC	TC	TC	OD	TC	TC	TC

TC = 交通量調査

OD = O-D調査

* = 24時間交通量調査

- Station 1: Gbarnga (バンガ交差点からボインジャマへ向って約100mの地点)
- Station 2: Belefuanai (ベレファナイからゾロゾロへ向って約300mの地点)
- Station 3: Zorzor (ゾロゾロからベレファナイに向って約1Kmの地点)
- Station 4: Voinjama (ボインジャマ入口)
- Station 5: Voinjama (ボインジャマからコラフンに向って約300mの地点)
- Station 6: Kolahun (コラフンからボインジャマに向って約500mの地点)
- Station 7: Kolahun (コラフンからメンディコマに向って約200mの地点)
- Station 8: Mendikoma (メンディコマ入口)

4.2 交通量調査

車種別交通量観測は、8地点において、7月9日から1週間午前7時から午後7時までの12時間行った。車種は、乗用車、タクシー、ピックアップ、バス、軽トラック、大型トラック及びトレーラーの7種類に分類した。調査の集計表を表4.2に示すが、詳細な観測結果(地点別、曜日別、時間別、方向別交通量)は、Annex N-1に示す。

Table 4.2 Result of Classified Traffic Counts

(vehicles / 12 hours)

Station	Car	Taxi	Pick-up	Truck	Total
1. Gbarnga	42	26	162	36	267
2. Belefuanai	32	14	82	19	146
3. Zorzor	27	23	97	30	177
4. Voinjamal	59	77	247	80	463
5. Voinjama 2	76	29	209	46	360
6. Kolahun 1	47	59	228	43	377
7. Kolahun 2	33	43	223	25	324
8. Mendikoma	14	38	114	17	183

12時間交通量を24時間交通量に伸ばすために、調査地点4のボインジャマにおいて24時間の車種別交通量の観測を行った。24時間観測を行ったのは1日だけであったので、1978年に公共事業省で行った調査結果を補足的に使用した。

日交通量換算係数は、表4.3に示すように、今回の調査と公共事業省の調査との平均値とした。

Table 4.3 Expansion Factor for ADT

Survey	P-Car	Taxi	Pick-up	Truck
1979 Survey	1.13	1.12	1.19	1.25
1978 Survey /1	1.39	1.28	1.26	1.44
Average	1.26	1.20	1.23	1.35

日交通量換算係数は、午前7時から午後7時までの交通量が、日交通量に対して乗用車類においては80~83%、トラックについては74%を占めると言うことを表わしている。

この日交通量換算係数を用いて調査地点別、車種別日平均交通量の算定を行った。結果を表4.4に示す。

調査期間中、小型バスが極めて小数であるが観測されたが、軸重及び用途がピックアップとほぼ同じと思われるので、小型バスはピックアップの集計の中へ入れた。

季節変動を知るため農業生産及びガソリン消費の季節変動を調査したが、これらの資料と交通量の季節変動との関連は明らかでなかった。従って、季節変動を年平均交通量の調整には入れていない。

Table 4.4 Estimated Average Daily Traffic Volumes
(Vehicles / day)

	Station	Car	Taxi	Pick-up	Truck	Total
1.	Gbarnga	53	31	199	49	332
2.	Belefunai	40	17	101	26	184
3.	Zorzor	34	28	119	41	222
4.	Voinjama 1	74	92	304	108	578
5.	Voinjama 2	96	35	257	62	450
6.	Kolahun 1	59	71	280	58	468
7.	Kolahun 2	42	52	274	34	402
8.	Mendikoma	18	46	140	23	227

4.3 O-D 調査

O-D 調査は、次のような資料を収集する目的で行われた。

- 1) 車種別 O-D パターン
- 2) 貨物の積載品目的 O-D パターン
- 3) 使用燃料、運行目的、乗者人数等の交通特性

4.3.1 調査方法とデータ集計

図 4.1 及び表 4.1 に示すように、O-D 調査地点は 8 地点の交通量調査地点のうち 5 地点を選定した。調査方法は、対象車を路側に一時停止させ、調査員が直接運転手から調査事項を聞きとるインタビュー形式を採用した。調査は、午前 7 時から午後 7 時までの 12 時間行い、全調査地点で全数調査を行った。

なお、O-D 表を作成するにあたって、二重集計を避けるため、1 カ所の地点で調査を行った車は他の地点で調査を行なわなかった。収集したデータは、次のような表に集計を行った。

- 1) 乗用車の O-D 表
- 2) タクシーの O-D 表
- 3) ピックアップの O-D 表
- 4) トラックの O-D 表

O-D 調査は、午前 7 時から午後 7 時までの調査であるため交通量観測地点での日交通量を基にして、12 時間のデータを 24 時間に修正した。

集計した車種別の O-D 表を Annex IV-2 に示す。

4.4 交通特性

O-D調査データより、交通特性の解析を行った。解析結果の概要を以下に述べるが、詳細データはAnnex M-3に示す。

4.4.1 使用燃料

乗用車、タクシー及びピックアップのほとんどはスーパー及びレギュラーガソリンを使用している。特に、スーパーガソリンが多く、この車種では70~75%使用している。また、1~3%の車がディーゼルを使用している。しかし、ディーゼルの使用は主にトラックである。86%のトラックがディーゼルで残りがスーパー及びレギュラーガソリンを使用している。

4.4.2 保有者

Annex M-3に示すように、乗用車を除く他の車種の80%以上が個人の車である。乗用車においては、66%が個人のもので、34%が政府所有と言う結果がでている。

4.4.3 運行目的

大部分の車の運行目的は、業務と買物である。レクリエーション及び社交・娯楽目的の交通は極めて少ない。O-D調査は、アフリカ首脳会議の期間中に行われたけれど、本プロジェクト道路の交通に対して特に影響がなかった。

乗用車においては、業務が70%、買物が14%、農業が8%、社交・娯楽が8%であった。ピックアップにおいては、業務が77%、農業が10%、買物が9%、社交・娯楽が2%であった。トラックにおいては、業務が75%、農業が17%、買物が5%であった。

4.4.4 平均乗車人数

調査地点別の乗用車の1台当りの乗車人数は、2.3~4.3人で平均値は3.8人である。一方、タクシーの乗車人数は5.2~6.3人で平均値は5.8人である。ピックアップの平均乗車人数は10.9人と非常に高い。トラックの平均乗車人数は2.8人である。全トラックの30%が助手を乗せているが、乗用車、タクシー、ピックアップについては助手を乗せていないと言う結果を得た。

4.4.5 トラックの積載品目

トラックの積載品目は、農産物が25%、消費物資が17%、木材が5%、燃料が9%、建設資材及び多種混載が8%であった。そして、約38%のトラックが空車で走行していた。

4.4.6 トラックの平均積載量

トラックの運転手に対して行ったインタビューから、トラックの積載量は、満載が38%、 $\frac{3}{4}$ が10%、 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ が10%、空車は38%と判明した。

4.4.7 運行回数

車種別の運行回数の調査も同時に行った。1日1回以上走る乗用車は58%でタクシーは50%であった。ピックアップが一番運行回数が多く、68%が1日1回以上走っていた。これに比べてトラックは32%であった。

V. 現在および将来交通量の推定

V. 現在および将来交通量の推定

5.1 現在交通量

将来交通量の推計を行う準備として、まず本プロジェクト道路を9つのリンクに分割した。これらは、交通パターン及び道路状況においてほぼ同様の性質を有する。

各リンクの現在交通量はAnnex N-2に示されているO-D表を本プロジェクト道路に配分して求めた。計算において、ゾーン内交通は除外した。求められた各リンクの現在交通量を表5.1及び図5.1に示す。

Table 5.1 Present Traffic Volume (ADT in 1979)

Link	P-car	Taxi	Pick-up	Truck	Total
1. Gbarnga-Belefuanai	52	29	196	57	334
2. Belefuanai-Golu	40	20	97	53	210
3. Golu-Zorzor	35	26	116	54	231
4. Zorzor-Baziwen	53	56	183	71	363
5. Baziwen-Voinjama	74	91	302	109	576
6. Voinjama-Kpakuta	96	34	255	61	446
7. Kpakuta-Kolahun	59	71	280	56	466
8. Kolahun-Foya	41	51	273	32	397
9. Foya-Mendikoma	17	45	140	23	225

5.2 将来交通量

本プロジェクト道路の将来交通量は、通常交通量、誘発交通量及び転換交通量の3つに分け、第Ⅲ章において推計を行った将来人口、土地利用及び経済要因を基に推計を行った。

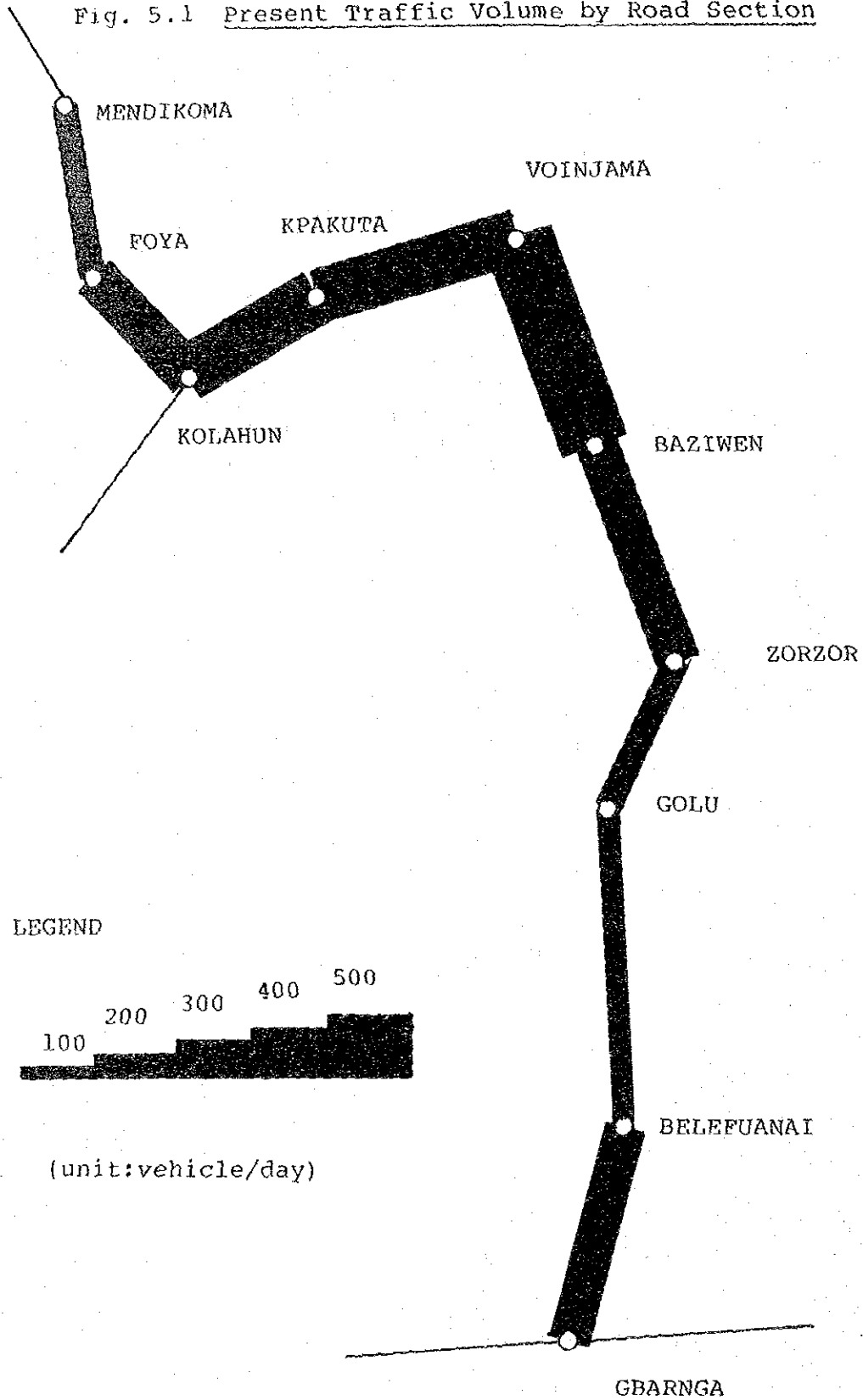
5.2.1 通常交通量

通常交通量は、本プロジェクトの有無に関係なく増加するであろう自然交通量である。推計は、旅客交通量と貨物交通量とに分けて別々に行った。また、本プロジェクト道路からベレ・エラーコラフン道路へ転換が予想される交通量は、通常交通量に含めて推計を行った。

1) 旅客交通量

旅客交通量と称する乗用車、タクシー及びピックアップの将来交通量の推計は、プロジェクト期間中現在の交通パターンが続くと言う仮定で、人口増加率と所得増加率及び交通需要

Fig. 5.1 Present Traffic Volume by Road Section



の弾性係数を基にして行った。

通常交通量の将来推計に用いた増加率は次のようなことを考慮して求めた。

a) $T_{fi} = T_{pi} \times G_i$

- ここに、
- T_{fi} : ゾーン i の将来発生交通量
 - T_{pi} : ゾーン i の現在発生交通量
 - G_i : ゾーン i の発生交通量の増加率
 - $G_i = (1 + P_i)(1 + \epsilon Y_i)$
 - P_i : ゾーン i の人口増加率
 - Y_i : ゾーン i の所得増加率
 - ϵ : 交通発生の弾性係数

b) 人口増加率は、第3章の推計値を用いる。

c) 所得増加率は、1979年から1989までは年率3.0%、1989年から2004年までは2.0%とする。

d) 交通発生の弾性係数は1.5とする。

上述のような条件より、各ゾーンごとの将来発生交通量の推計を行うと表5.2のようになる。推計された各ゾーンごとの将来発生交通量をプレゼントパターン法(フレーター法)を用いて将来O-D表(Annex V-1参照)を作成し、このO-D表を配分して各リンクの交通量を求めると表5.3のようになる。

Table 5.2 Future Passenger Traffic Generation by Zone
(Vehicle/day)

Zone No.	1984			1994			2004		
	Car	Taxi	Pick-up	Car	Taxi	Pick-up	Car	Taxi	Pick-up
1	47	26	138	93	33	274	165	93	487
2	32	13	142	62	25	276	109	44	489
3	7	8	28	11	13	47	18	22	76
4	32	85	172	64	169	341	114	300	606
5	30	56	182	59	109	355	104	193	628
6	217	178	689	432	353	1,368	767	627	2,429
7	157	83	463	307	162	907	518	274	1,531
8	91	132	630	181	263	1,252	321	466	2,222
9	82	126	383	163	251	762	290	445	1,352
10	15	20	92	26	36	163	45	61	278
11	0	0	1	0	0	2	0	0	4
12	6	3	50	11	5	95	18	9	161
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	20	0	0	38	0	0	64	0	0
15	26	15	109	62	35	254	120	68	496
16	8	41	98	14	72	173	25	123	295
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	770	786	3,177	1,523	1,546	6,269	2,678	2,725	11,054

Table 5.3 Future Normal Passenger Traffic
by Road Link

		(Vehicle/day)		
Link	Type of Vehicle	1984	1994	2004
1. Gbarnga-Belefuanai	Car	75	160	295
	Taxi	40	87	166
	Pick-up	288	610	1,132
	Total	403	857	1,593
2. Belefuanai-Golu	Car	55	118	219
	Taxi	27	62	122
	Pick-up	143	329	637
	Total	225	509	978
3. Golu-Zorzor	Car	49	108	202
	Taxi	34	74	143
	Pick-up	169	374	711
	Total	252	556	1,056
4. Zorzor-Baziwen	Car	75	160	289
	Taxi	80	165	295
	Pick-up	273	591	1,104
	Total	428	916	1,688
5. Baziwen-Voinjama	Car	104	217	391
	Taxi	132	263	465
	Pick-up	446	924	1,687
	Total	682	1,404	2,543
6. Voinjama-Kpakuta	Car	140	277	497
	Taxi	47	100	182
	Pick-up	373	760	1,356
	Total	560	1,137	2,332
7. Kpakuta-Kolahun	Car	79	160	290
	Taxi	113	314	393
	Pick-up	428	885	1,572
	Total	620	1,359	2,255
8. Kolahun-Foya	Car	59	125	224
	Taxi	65	146	271
	Pick-up	380	761	1,360
	Total	504	1,032	1,855
9. Foya-Mendikoma	Car	23	40	70
	Taxi	59	106	183
	Pick-up	188	333	570
	Total	270	479	823

2) 貨物交通量

貨物交通量の将来予測は、各ゾーンにおける生活必需品の生産や消費等の将来の経済活動を推計することである。しかし、各ゾーンごとの生活必需品の生産の詳細な予想を行うことは、資料や情報が不十分で事実上困難なため、農業生産物やゴム及び木材等の余剰生産物の調査対象地域外への搬出は、ゾーン間ではなく大きな地域間の移動と言う仮定のもとで、今回の貨物交通の将来予測を行った。貨物交通の将来予測の手順は次のとおりである。

- a) 現貨物交通をリンク別積載品目別に分ける。
- b) 各品目別の生産量の将来推計を行う。
- c) 品目別生産量を交通量に換算し、貨物交通の増加率を推計する。
- d) 推計した貨物交通の増加率を用いて現貨物交通量より将来交通量を推計する。

O-D調査によるリンク別の貨物車の輸送品目は、次のような比率である。

Table 5.4 Rate of Cargo Composition Carried by Truck

Commodity Group	Link No.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Agricultural Crops	14	14	14	14	14	18	18	18	18
Rubber	2	2	2	0	0	0	0	0	0
Logs and Sawn Timber	18	18	18	19	19	0	0	0	0
Fuel	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Consumer Goods	16	16	16	16	16	20	20	20	20
Construction Materials	6	6	6	6	6	7	7	7	7
Mix	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Empty	32	32	32	33	33	40	40	40	40
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

上述の比率を用いて、輸送品目別の貨物交通量を算定すると次のとおりである。

Table 5.5 Present Cargo Traffic by Commodity Group
(Vehicle/day)

Link	Commodity								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Gbarnga-Belefuanai	8	1	10	6	9	4	1	18	57
2. Belefuanai-Golu	7	1	10	5	9	3	1	17	53
3. Golu-Zorzor	8	1	10	5	9	3	1	17	54
4. Zorzor-Baziwen	10	0	14	7	11	4	1	24	71
5. Baziwen-Voinjama	15	0	21	11	17	7	2	36	109
6. Voinjama-Kpahuta	11	0	0	8	12	4	1	25	61
7. Kpahuta-Kolahun	10	0	0	7	11	4	1	23	56
8. Kolahun-Foya	6	0	0	4	6	2	1	13	32
9. Foya-Mendikoma	4	0	0	3	5	1	1	9	23

Note: Commodity Group:

1. Agricultural Crop
2. Rubber
3. Logs and Sawn Timber
4. Fuel
5. Consumer Goods
6. Construction Materials
7. Mix
8. Empty

第Ⅲ章で述べた品目別の将来生産量の推計結果を貨物交通量の増加率の推計作業に十分反映させた。本プロジェクト道路における貨物交通量を推計するために、次のような仮定を設けた。

- a) 農業生産物及びゴムは、4トントラックで運搬し、丸太及び製材木は7トン及び11トントラックで運搬するものとする。
- b) 燃料消費は、推計した交通量と同様に増加する。
- c) 消費物資や建設資材及び多くの物資を混載した貨物交通は、対象地域のGDPと同様に増加する。

以上より、貨物交通の増加率は表5.6のとおりである。

表5.5の各リンクにおける品目別交通量を表5.6の増加率により貨物交通の将来推計をリンク別、品目別に行くとAnnex V-4のようになり、その概要を表5.7に示す。

Table 5.6 Growth Rates of Cargo Traffic

Commodity Groups	1979-1988	1989-2004
Agricultural Crops	11.5%	8.0%
Rubber	0 /1	11.0 /2
Logs and Sawn Timber	5.0	6.0
Fuel	8.0	6.5
Consumer Goods	7.5	5.5
Construction Materials	7.5	5.5
Mix	7.5	5.5
Empty	7.5	5.5

/1 : 1979 - 1984

/2 : 1984 - 1994, and 8% from 1994 to 2004

Table 5.7 Future Normal Cargo Traffic

Link	(Vehicle/day)		
	1984	1994	2004
1. Gbarnga-Belefuanai	83	159	285
2. Belefuanai-Golu	75	148	262
3. Golu-Zorzor	77	152	272
4. Zorzor-Baziwen	102	200	353
5. Baziwen-Voinjama	158	306	542
6. Voinjama-Kpakuta	91	184	325
7. Kpakuta-Kolahun	83	168	298
8. Kolahun-Foya	48	93	173
9. Foya-Mendikoma	33	70	119

3) 通常交通量の総数

ベレ・エラとコラフンを結ぶ新しい道路が1981年から建設予定である。もし、この道路が建設されると、ロファ郡の北部とモンロビアとの間は距離及び走行時間が短縮されるので、本プロジェクト道路の交通に影響を及ぼすものと考えられる。現在、詳細設計が行わ

れており、1984年頃完成予定である。

また、ウオロギン鉄鉱石開発プロジェクトのパイプライン建設に伴い、バクタとボボルを經由してモンロビアに至る新しい道路の建設計画もある。この道路も、ロファ郡の北部とモンロビアとの距離の短縮により交通に影響を及ぼすであろう。しかし、この道路は大部分ベレ・エラーコラフン道路と同じ地域を通ることから、この道路が本プロジェクト道路の交通に及ぼす影響はベレ・エラーコラフン道路と同様と考えられる。

ベレ・エラーコラフン道路は時間及び走行費を減少させるので、本プロジェクト道路の交通の何台かが、この新しい道路に転換するであろう。この転換交通の推計は、まず、次表に示すような本プロジェクト道路とベレ・エラーコラフン道路との走行時間を車種別に計算する。

Estimated Travel Time from Upper Lofa
to Monrovia

	(hrs)	
	Project Road	Belle Yella-Kolahun Road
P-Car	5.39	5.01
Taxi	5.39	5.01
Pick-up	6.04	5.76
Truck	6.79	6.82

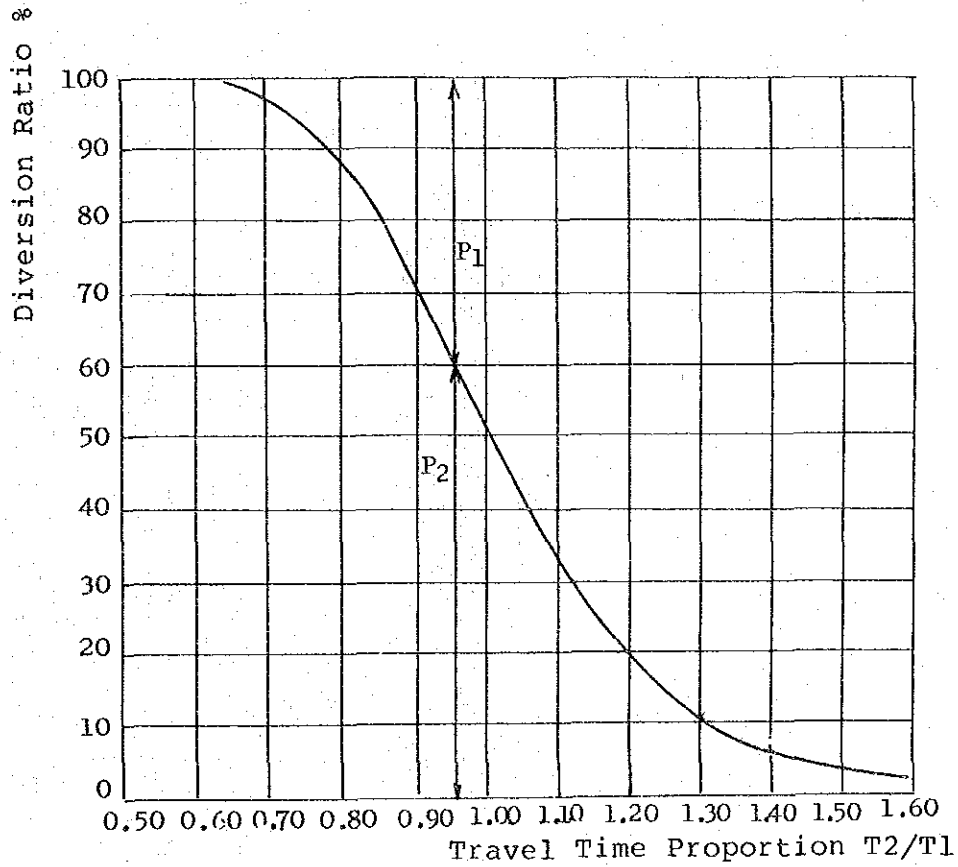
	(Km/h)	
	Project Road	Belle Yella - Kolahun Road
Car	80	56
Taxi	80	56
Pick-up	72	48
Truck	64	40

次に、走行時間の差より図5.2のような転換曲線を用いて本プロジェクト道路からベレ・エラーコラフン道路への転換率を車種別に算定する。この転換率とモンロビアへの通過交通から各リンクごとの転換交通量を算定すると表5.8のようになる。これらの転換交通量は本

プロジェクトの実施に関係なく発生するものであるから、通常交通として扱う。

従って、旅客及び貨物の通常交通量は、先に求めた交通量から転換交通量を差し引いたものとなる。計算結果は、表 5.9 のとおりである。

Fig. 5.2 Traffic Diversion Curve



T_1 : Travel Time on Route 1

T_2 : Travel Time on Route 2

P_1 : Percentage of Traffic Assignment to Route 1

P_2 : Percentage of Traffic Assignment to Route 2

Source : The Economic Benefits of Road Construction and Improvements by Lionel Odier.

Table 5.8 Expected Traffic Diversion
from the Project Road

Link	Type of Vehicle	(Vehicle/day)		
		1984	1994	2004
1. Gbarnga-Belefuanai	P-Car	9	19	35
	Taxi	1	3	5
	Pick-up	46	98	181
	Truck	25	48	85
	Total	81	168	306
2. Belefuanai-Golu	P-Car	8	18	33
	Taxi	1	3	6
	Pick-up	46	105	204
	Truck	24	47	84
	Total	79	173	327
3. Golu-Zorzor	P-Car	7	18	34
	Taxi	1	3	6
	Pick-up	46	101	192
	Truck	24	47	84
	Total	78	169	316
4. Zorzor-Baziwen	P-Car	8	18	32
	Taxi	2	3	6
	Pick-up	46	101	192
	Truck	24	47	84
	Total	80	169	314
5. Baziwen-Voinjama	P-Car	8	17	31
	Taxi	1	3	5
	Pick-up	45	92	169
	Truck	25	49	187
	Total	79	161	392
6. Voinjama-Kpakuta	P-Car	7	14	25
	Taxi	1	3	4
	Pick-up	22	46	81
	Truck	6	13	23
	Total	36	76	133
7. Kpakuta-Kolahun	P-Car	6	13	23
	Taxi	1	3	4
	Pick-up	26	53	94
	Truck	6	12	21
	Total	39	81	142

Note : Projection of the traffic diversion is based on the volume of the through traffic to Monrovia.

Table 5.9 Total Projected Normal Traffic

Link	Type of Vehicle	(Vehicle/day)		
		1984	1994	2004
1. Gbarnga-Belefuanai	Car	66	141	260
	Taxi	39	84	161
	Pick-up	242	512	951
	Truck	58	111	200
	Total	405	848	1,572
2. Belefuanai-Golu	Car	47	100	186
	Taxi	26	59	116
	Pick-up	97	224	433
	Truck	51	101	178
	Total	221	484	913
3. Golu-Zorzor	Car	41	90	168
	Taxi	33	71	137
	Pick-up	123	273	519
	Truck	53	105	188
	Total	250	539	1,012
4. Zorzor-Baziwen	Car	67	142	257
	Taxi	78	162	289
	Pick-up	227	491	916
	Truck	76	152	268
	Total	448	947	1,730
5. Baziwen-Voinjama	Car	96	200	360
	Taxi	131	260	460
	Pick-up	401	832	1,518
	Truck	133	257	455
	Total	761	1,549	2,793
6. Voinjama-Kpakuta	Car	147	291	522
	Taxi	48	103	187
	Pick-up	395	806	1,437
	Truck	97	197	348
	Total	687	1,397	2,494
7. Kpakuta-Kolahun	Car	85	173	313
	Taxi	114	317	397
	Pick-up	454	938	1,666
	Truck	89	180	319
	Total	742	1,608	2,695
8. Kolahun-Foya	Car	59	125	224
	Taxi	65	146	271
	Pick-up	380	761	1,360
	Truck	48	93	173
	Total	552	1,125	2,028
9. Foya-Mendikoma	Car	23	40	70
	Taxi	59	106	183
	Pick-up	188	333	570
	Truck	33	70	119
	Total	303	549	942

5.2.2 誘発交通量

本プロジェクト道路の改良によって走行費及び走行時間が短縮され、そのため旅客及び貨物交通の両方において誘発交通の発生が期待される。貨物の誘発交通は、調査対象地域内の生産物の価格競争の増加から発生したり、生産物の生産量の増大により発生したりする。旅客の誘発交通は、主として走行費の減少によるが、本プロジェクトの実施により生じる人口増加によって発生することもある。しかし、本プロジェクトの場合、道路もすでに存在し、しかもよく維持されているため、そして農業開発のほうが、地域の人口増加により大きな影響を与えると言うことから、人口増加の影響による誘発交通の影響は少ないと考える。

誘発交通の推計は、次式に示すように、主として交通の価格弾性係数を考慮した走行費の減少により通常交通に付加して交通が発生するものとして行った。

$$G.T. = AADT \times \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times \epsilon$$

ここに、 G.T. = 誘発交通量

AAADT = 年平均日交通量

C_1 = プロジェクト実施前の走行費

C_2 = プロジェクト実施後の走行費

ϵ = 交通需要の価格弾性係数

この誘発率および将来の通常交通量を基に、誘発交通の推計を行うと表5.10のようになる。なお、誘発交通は、本プロジェクト道路の供用開始年の1984年から発生し、1984年から1989年の間は年率7.5%で増加し、その後2004年までは年率5.5%で増加するものとした。

Table 5.10 Future Generated Traffic

Link	Type of Vehicle	(Vehicle/day)		
		1984	1994	2004
1. Gbarnga-Belefuanai	Car	14	29	47
	Taxi	8	16	26
	Pick-up	46	95	155
	Truck	17	35	57
	Total	85	175	285
2. Belefuanai-Golu	Car	10	21	34
	Taxi	5	10	16
	Pick-up	18	37	60
	Truck	15	31	50
	Total	48	99	160
3. Golu-Zorzor	Car	9	19	31
	Taxi	7	14	23
	Pick-up	23	47	77
	Truck	16	33	54
	Total	55	113	185
4. Zorzor-Baziwen	Car	14	29	47
	Taxi	16	33	54
	Pick-up	43	89	145
	Truck	23	47	77
	Total	96	198	323
5. Baziwen-Voinjama	Car	20	41	67
	Taxi	28	58	94
	Pick-up	76	157	256
	Truck	40	82	134
	Total	164	338	551
6. Voinjama-Kpakuta	Car	31	64	104
	Taxi	10	21	34
	Pick-up	75	155	252
	Truck	29	60	98
	Total	145	300	488
7. Kpakuta-Kolahun	Car	18	37	60
	Taxi	24	49	80
	Pick-up	86	177	288
	Truck	27	56	91
	Total	155	319	519
8. Kolahun-Foya	Car	12	25	41
	Taxi	14	29	47
	Pick-up	72	148	241
	Truck	14	29	47
	Total	112	231	376
9. Foya-Mendikoma	Car	5	10	16
	Taxi	12	25	41
	Pick-up	36	74	121
	Truck	10	21	34
	Total	63	130	212

5.2.3 転換交通量

5.2.1で述べたようにロファ郡北部とモンロビアを結ぶ新道路の建設が計画されている。本プロジェクト道路から、この新しく建設される道路への転換交通量は、すでに計算を行い、通常交通の推計として処理した。

本調査対象地域内において、他に競合路線が存在しないので、他の道路から本プロジェクト道路へ転換する交通はないものと思われる。

この他に、飛行機からの転換も考慮したが、無視できるほど少ない。次表に示すように、モンロビアとボインジャマ間の現在の飛行機の旅客は、たいへん少ない。さらに、航空輸送と陸上輸送との大きな時間差を考慮したとしても、飛行機から本プロジェクト道路への転換の可能性は無視できるくらい少ない。

Regular Flights - Lofa County (1978)

Direction	No. of passengers	No. of Flight	Persons/day
Monrovia-Wologisi	83	48	0.23
Monrovia-Voinjama	1,410	48	3.86
Monrovia-Foya	949	48	2.60

Source: Air Liberia

5.2.4 将来交通量の総数

本プロジェクト道路における、通常交通量に誘発交通量を加えた総数は表5.11の通りである。

Table 5.11 Total Projected Traffic

Link	Type of Vehicle	(Vehicle/day)		
		1984	1994	2004
1. Gbarnga-Belefuanai	Car	80	170	307
	Taxi	47	100	187
	Pick-up	288	607	1,106
	Truck	75	146	257
	Total	490	1,023	1,857
2. Belefuanai-Golu	Car	57	121	220
	Taxi	31	69	132
	Pick-up	115	261	493
	Truck	66	132	228
	Total	216	583	1,073
3. Golu-Zorzor	Car	50	109	199
	Taxi	40	90	168
	Pick-up	146	320	596
	Truck	68	138	242
	Total	305	657	1,205
4. Zorzor-Baziwen	Car	81	171	304
	Taxi	94	195	343
	Pick-up	270	580	1,061
	Truck	99	199	345
	Total	544	1,145	2,053
5. Baziwen-Voinjama	Car	116	241	427
	Taxi	159	318	554
	Pick-up	477	989	1,774
	Truck	173	339	589
	Total	925	1,887	3,344
6. Voinjama-Kpakuta	Car	178	355	626
	Taxi	58	124	221
	Pick-up	470	961	1,689
	Truck	126	257	446
	Total	832	1,697	2,982
7. Kpakuta-Kolahun	Car	103	210	373
	Taxi	138	366	477
	Pick-up	540	1,115	1,954
	Truck	116	236	410
	Total	897	1,927	3,214
8. Kolahun-Foya	Car	71	150	265
	Taxi	78	1175	318
	Pick-up	452	909	1,601
	Truck	62	122	220
	Total	664	1,356	2,404
9. Foya-Mendikoma	Car	28	50	86
	Taxi	71	131	224
	Pick-up	224	407	691
	Truck	43	91	153
	Total	366	679	1,154

VI. 自動車走行費

VI 自動車走行費

6.1 概要

本プロジェクト道路の自動車走行費の計算は、TRRL (Transport and Road Research Laboratory) で開発された方法と通常の方法とを比較検討した。

検討の結果、TRRLの方法の場合通常の方法より道路の現況状態をよく反映すると言ふ観点からTRRLの方法を用いた。

TRRL法は、走行速度と走行費を平面線形、縦断線形および表面状態別に、車種、価格、車輛の使用年数および積載量等を考慮して求めている。

道路の走行性に関する要素としては、次の8つの項目を考慮している。

- (1) 縦断線形
- (2) 平面線形
- (3) 道路巾員
- (4) 道路の状態
- (5) 高度
- (6) 湿度
- (7) わだちの深さ
- (8) 路面の仕上り状態

6.2 車種およびユニットコスト

交通調査結果より、本プロジェクト道路を走行する車輛の代表車種は次のものを選定した。

Passenger Car	: Toyota Corona
Taxi	: Toyota Carolla or Datsun 120Y
Pick-up	: Mazda 1,600 or Toyota Stout
Medium Truck	: Isuzu TX-40 or Toyota 600D6
Heavy Truck	: Mercedes LK2624

各車の諸元は以下の通りである。

Item	Toyota Corona	Toyota Carolla	Mazda Pick-up 1600	Isuzu TX-40	Mercedes LK2624
Pay Load Capacity	-	-	-	12 tons	22 tons
No. of Axles	2	2	2	2	3
Type of Fuel	Gasoline	Gasoline	Gasoline	Diesel	Diesel
Horse Power	113	73	-	125	240
No. of Tyres	4	4	4	6	10
Tyre Size	5.60x13	6.15x13	6.00x14.6	8.25x20	10.00x20
Gross Weight (Vehicle ")	-	-	-	5.0 t	16.0 t

自動車走行費算定のための代表車種の基本データは表 6.1 の通りである。

Table 6.1 Unit Cost

		P-Car	Taxi	Pick-up	M-Truck	H-Truck
Purchase	DF	7,340	5,470	6,000	22,900	70,000
Price (US\$)	DP	9,250	6,890	7,500	28,100	86,000
Tyre & Tube	DF	55	45	67	300	335
Price (US\$)	DP	65	55	90	350	390
Age of Vehicle Year	P	2	1.33	2	2	2
	UNP	2	1.33	2	2	2
Useful Life of Vehicle Year	P	4.5	3.5	3.5	5.0	6.0
	UNP	3.0	2.0	2.0	3.0	4.0
Average Annual Milage (km/year)		30,000	65,000	40,000	55,000	60,000
Wages (US\$/year)		-	1,500	1,800	2,200	4,500
Taxes (US\$/year)		76	309	426	1,182	1,547
Insurance (US\$/year)	P	685	800	840	2,800	9,050
	UNP	856	1,000	1,050	3,500	11,315
Fuel	DF	1.59	1.59	1.59	1.26	1.26
	DP	1.80	1.80	1.80	1.50	1.50

DF : Duty Free
DP : Duty Paid

P : Paved Road
UNP : Unpaved Road

6.3 自動車走行費

自動車走行費はいろいろな道路状態を考慮して算定を行う必要がある。本プロジェクト道路の道路現況調査、土質調査および改良計画を基にして、以下のような道路状態を考慮した。

- (1) 縦断線形 : 10, 50, 70 m/Km
- (2) 平面線形 : 50 度/Km
- (3) 道路巾員 : 10 m
- (4) 道路の状態 : 舗装道路 = 2,500, 3,750, 5,500 mm/Km
未舗装道路 = 4,500, 6,500, 9,000 mm/Km
- (5) 高度 : 500 m
- (6) 湿度 : 15 %
- (7) わだちの深さ : 15 mm
- (8) 路面の仕上り状態 : 25 mm

自動車走行費は、TRRL法を用いて行い、その結果を表6.2に示す。(TRRL法の計算方法をAnnex VI-1に示し、自動車走行費の詳細な計算結果をAnnex VI-2に示す。)本プロジェクト道路の平面線形改良区間は比較的限られた区間であるので平面線形が自動車走行費に与える影響はあまり多くないと思われる。

従って、改良前と改良後の自動車走行費の計算は、縦断線形および道路の状態を考慮して行った。

各道路区間における縦断線形は、現地測量結果と計画高を基にして算定した。道路の状態は、次式に示すようなTRRL法を使って2003年まで各年について各区間ごとに計算を行った。

舗装道路

$$R = R_0 + mN$$

ここに、 N = 各年における累加交通量 (百万台)

R_0 = 初期値

$$m = \frac{1.250}{\text{anti log}_{10} (a^{1/3} - b^{1/3} - 1.3841)}$$

$$a = \sqrt{0.20209 + 23.1318 C^2} - 4.8096 C$$

$$b = \sqrt{0.20209 + 23.1318 C^2} + 4.6096 C$$

$$C = 2.1989 - SN$$

SN = Structure Number

未舗装道路

$$R = 3.250 + 84T - 1.62T^2 + 0.016T^3$$

ここに、 T = 各年の交通量 (千台)

Table 6.2 Vehicle Operating Cost

(USCent/km)

Type of Vehicle	Road Condition	Paved Road Rise and Fall(m/km)			Unpaved Road Rise and Fall(m/km)		
		10	50	70	10	50	70
Passenger Car	G	13.80	14.33	14.65	20.14	20.78	21.15
	F	15.91	16.44	16.76	23.57	24.27	24.62
	P	18.90	19.43	19.75	29.10	29.79	30.18
Taxi	G	11.30	11.83	12.15	15.10	16.44	16.11
	F	12.38	12.91	13.23	17.03	17.70	18.08
	P	13.98	14.51	14.83	23.63	24.32	24.71
Pick-up	G	19.92	21.11	21.98	26.99	28.52	29.59
	F	22.05	23.44	24.31	30.88	32.55	33.54
	P	25.36	26.75	27.62	38.24	39.97	40.99
M-Truck	G	35.92	40.05	42.70	47.15	49.80	51.56
	F	39.10	43.23	45.88	52.94	55.64	57.49
	P	44.51	48.64	51.29	63.42	66.21	68.17
H-Truck	G	72.04	74.86	76.65	95.30	98.12	99.79
	F	79.35	82.17	83.96	107.79	110.67	112.35
	P	90.20	93.02	94.81	126.98	129.87	131.67

Paved Road : G = Good (Roughness = 2,500 mm/km)
 F = Fair (R = 3,750 mm/km)
 P = Poor (R = 5,500 mm/km)

Unpaved Road : G = Good (R = 4,500 mm/km)
 F = Fair (R = 6,500 mm/km)
 P = Poor (R = 9,000 mm/km)

Ⅶ. 技術調査および検討

VII 技術調査および検討

7.1 道路区間

工事実施計画立案および比較案の検討のために、図7-1に示される将来交通量の特色を考慮して全体を5つのセクションに区分した。

各セクション別の交通量は5章にのべた交通量予想の結果にもとづいて加重平均され、表7.1に計算結果を示す。

7.2 道路現況

7.2.1 総論

現在の道路は、1954年にまず、バンガ～セントポール河間が建設され、1958年にそれよりフォヤまで完成された。その後残りのメンディコマまでが建設されたものと考えられる。

以来、このラテライト舗装道路はボン郡とロファ郡にあるそれぞれの公共事業省の道路維持事務所により、かなりよく補修されてきた。

公共事業省の技術者たちによって二十数年前に設計された道路設計図によれば、その設計基準は舗装巾が6m、最急勾配が10%、設計速度は50Km/hと判断された。

現在、バンガ～メンディコマ間約275Kmは6時間をいし8時間で走破されている。

現道に関する特色は、主として熱帯地域にのみ分布しているラテライトで建設されている点にある。

道路の改良計画を立案するにあたり、次のラテライト土の一般的性格を充分配慮されるべきである。

- 1) ラテライト路面は乾期においては非常にかたいものとなり、雨期ですらかなり安定したものである。
- 2) ラテライト道路の走行性はその路面を構成するラテライトの中に含まれる他の土質が、粘土か、シルトか、砂利かによって大いに性格を異にする。

今回の道路現況調査は1979年の6月末から約2ヶ月にわたって実施され、その結果は本報告書の巻末にAnnex VII-1としてまとめられ、更に詳細にはAppendixに写真図と共に記述されている。

7.2.2 路面状況

現道に関する路面概要は以下のとおり。

セクションI：バンガ～セントポール河

Fig.7.1 Road Section

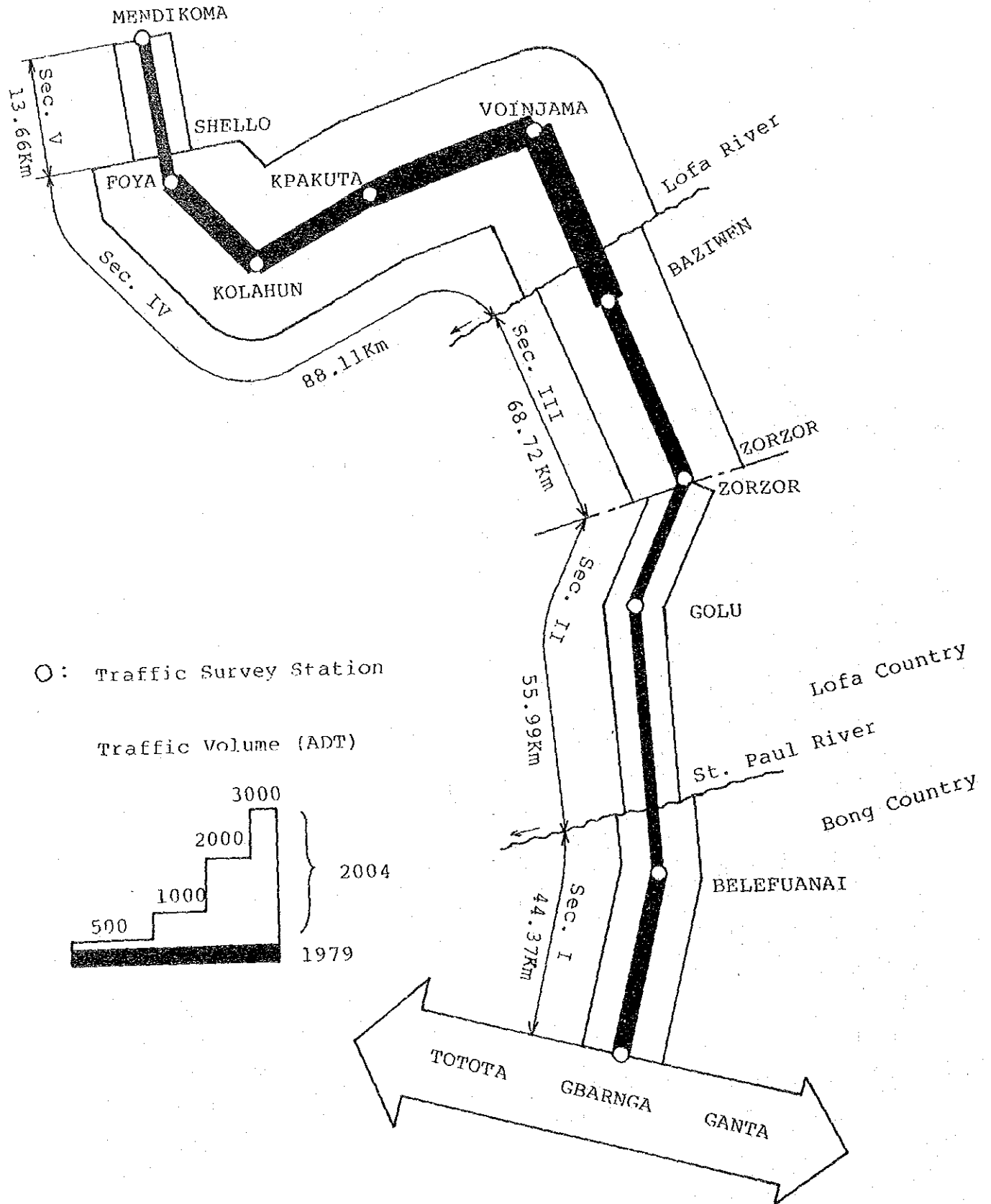


Table 7.1 Traffic Volume by Road Section

(vehicle/day)

Road Section	Normal Future				Generated				Total Traffic Volume			
	Traffic Volume		Traffic Volume		Traffic Volume		Traffic Volume		1979		2004	
	1979	1984	1994	2004	1984	1994	2004	2004	1979	1984	1994	2004
I. Gbarnga - St. Paul River	Car	48	60	128	237	13	26	43	48	73	154	280
	Taxi	26	35	76	147	7	14	23	26	42	90	170
	Pick-up	165	196	421	787	37	77	125	165	233	498	912
	Truck	56	56	108	193	16	34	55	56	72	142	248
	Total	295	347	733	1364	73	151	246	295	420	884	1610
II. St. Paul River - Zorzor	Car	37	43	94	175	9	20	32	37	52	114	207
	Taxi	24	30	66	129	6	12	20	24	36	78	149
	Pick-up	109	113	254	486	21	43	70	109	134	297	556
	Truck	54	52	103	184	16	32	52	54	68	135	236
Total	224	238	517	974	52	107	174	224	290	624	1148	
III. Zorzor - Lofa River	Car	57	73	153	277	15	31	51	57	88	184	328
	Taxi	63	88	181	322	11	22	36	63	99	203	358
	Pick-up	206	261	557	1033	49	102	167	206	310	659	1200
	Truck	78	87	173	305	26	54	88	78	113	227	393
	Total	404	509	1064	1937	101	209	342	404	610	1283	2279
IV. Lofa River - Shello	Car	67	96	195	352	20	41	68	67	116	236	420
	Taxi	63	91	209	332	19	40	65	63	110	249	397
	Pick-up	275	403	824	1476	76	157	256	275	479	981	1732
	Truck	66	93	184	328	28	58	94	66	121	242	422
	Total	471	683	1412	2488	143	296	483	471	826	1708	2971
V. Shello -Mendikoma	Car	17	23	40	70	5	10	16	17	28	50	86
	Taxi	45	59	106	183	12	25	41	45	71	131	224
	Pick-up	140	188	333	570	36	74	121	140	224	407	691
	Truck	23	33	70	119	10	21	34	23	43	91	153
	Total	225	303	549	942	63	130	212	225	366	679	1154

Note : Traffic by road section was estimated by calculating weighed average of the distance.

この区間の路面は調査初期の乾期においてはかなり良好であったが、雨期には全面がどこほこになり水溜りが作られ、特に路肩部分は土質のえいきょうで、ひじょうにすべりやすいものとなった。

セクションⅡ：セントポール河～ゾロゾロ

この区間の路面は比較的砂利分が多くラテライト路面に混入されているえいきょうで、雨期においてもかなり安定した状態であった。

セクションⅢ：ゾロゾロ～ロファ河

粘土分の混入が各所にみられた関係から道路線形があまり良くない上に、路面が泥ねい化し、しばらく降雨がつづいた後は必ず大型トラック等が立往生するありさまであった。一方この路面が少しでも乾燥すると、雨期ですら大変な砂ぼこりをまきあげるようになるので、利用者にはかなりな苦痛を与えているといえる。

セクションⅣ：ロファ河～セロ

ロファ河からポインジャマ間の路面の現状は交通量が多い割りには良く道路補修がゆきとどいている。ポインジャマよりコラフンまでは路面状態は良好であるが、次のコラフンよりセロまではラテライトに粘土分が比較的多いためか、降雨後の水溜り穴が多くみられた。それにしては交通が不可能という状態には至らなかった。

セクションⅤ：モロ～メンディコマ

最後のセロ～メンディコマ間は道路巾は狭くなっているが、交通量の少いせい路面はそれほどひどくはなかった。

なお、Annex VII-1には1978年の乾期における調査(ウォロギン関連インフラ調査時のもの)も併記した。

7.2.2 道路の平面線形と縦断

現道を測量した調査結果から、まず平面線形よりも縦断線形の改良が急がれるといえる。すなわち、5%以上の急勾配の区間が本プロジェクト道路全体で251箇所もあった。

その中で21箇所は9%以上の勾配であった。これらの勾配別の箇所数は下表7.2のとうりである。

縦断勾配に比較すれば、平面線形はかなり良好である。しかし全道路を通じて半径250 m以下の曲線区間は122箇所であった。

その中、150 m以下の半径の箇所数は28であった。これらの半径別の箇所数は次表7.3のとうりである。

Table 7.2 Road Gradient (Points)

Section	$5\% < G \leq 7\%$	$7\% < G \leq 9\%$	$9\% < G$
Section I	22	2	0
Section II	49	21	4
Section III	43	27	8
Section IV	35	27	9
Section V	3	1	0
T o t a l	152	78	21

Table 7.3 Road Curvature (Points)

Section	$R \leq 150$	$150 < R \leq 250$	$250 < R < 400$
Section I	0	9	38
Section II	6	21	66
Section III	18	38	80
Section IV	4	26	74
Section V	0	0	7
Total	28	94	265

7.2.3 道路横断

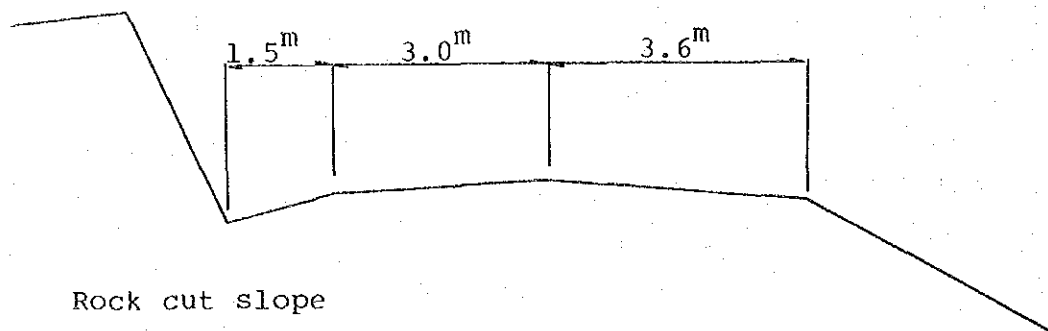
道路横断測量結果による標準的な現況道路横断は下図のとおり。

有効車道巾員は、パンガ～コラフン間は7～12mであった。一般に盛土区間では拡巾され切土区間では、より狭くなっているようである。

コラフンから終点までは道路巾は狭くなり、とくにフォヤ～メンディコマ間は5.5～6.5m程度となっている。

道路横断の状況に関しては、本報告書巻末の Annex VII-1 にまとめられているので参照。

Typical Cross Section
of Existing Road



7.3 橋梁および排水構造物

リベリアでは、ほとんどの橋がコンクリート構造となっている。その理由は

- 1) 鋼材が輸入品であり高価なつくこと
- 2) コンクリート骨材は一応入手可能であること
- 3) 地震がない事と、比較的深い谷がないため長大スパンの橋梁形式は必要でない、等があげられる。

また、コンクリート橋の上部工の形式は

- 9 m 以下は スラブ橋
- 12 m ~ 21 m は T 型 橋
- 24 m ~ 30 m は 箱桁型式

となっている。

シュミットハンマーによる橋梁構造物の強度調査結果は下表のとうりであり、コンクリート表面の観察結果からは、ぜい弱化現象はほとんどみられなかった。これは年毎に高温多湿のえいき

Concrete Structure	Compression Strength (kg/cm ²)
Slab	380 - 460
Beam	400 - 560
Deck	320 - 360
Pier	260 - 280
Abutment	380 - 600
Wing	300 - 360

よりから、むしろコンクリートの強度が大きくなってきたのではないかと考えられる。各橋梁の形式および寸法等の調査結果は Annex VII-2 に示されているが、排水構造物も含めた現況概要は以下のとおりであった。

バンガ～ゾロゾロ間

バンガからゾロゾロまでの間に12の橋があり、Mem Creek 橋と St. Paul 橋の2橋だけが鋼橋で他はコンクリート桁構造である。構造的にも排水構造物としての機能面からも特に問題のある橋はない。

ただ、最初の Mem Creek 橋は、橋面の摩り層のコンクリートがこわれているので補修が必要と思われる他は、函渠やパイプカルバート等も含めていずれも良く補修されているといえる。

ゾロゾロ～ボインジャマ間

本区間には合計14のコンクリート橋があり、その中5橋は45m以上であった。

すなわち、

Lofa 河橋	93.2 m
Loma 河橋	68.4 m
Lueah 河橋	49.9 m
Zear 河橋	49.1 m
Via 河橋	47.6 m

であった。これらの橋を含めて、どの橋も構造的にも洪水時の機能面からも問題点はないといえる。

しかし、パイプカルバートの多くは機能上の問題はないにしても、地中に沈下しているものがかなりあった。

ボインジャマ～メンディコマ間

この区間には4橋あり、その橋長の大きいものはメンディコマ近くの Maiya 河橋の43.9mであった。他の排水構造物も含めて、いずれも良く補修されているのでその機能は充分であるといえる。

以上のべたとおり、これらの橋は今後とも20年間は架替の必要性はないと判断される。

7.4 土質および骨材

7.4.1 試料の採取と室内試験

土質試験のための試料は、現道路沿いから最少限9Kmに1箇所は採取するというので、合計

30地点から採取した。

土質試験の主目的は、路体材料としてのラテライト土の信頼性を確認することであった。

集められた試料は、密閉され、モンロピアの公共事業省の土質試験室に持込まれ、Annex VII-3に示すように8項目に関するテストがAASHTO規格を中心にして実施された。

ただし、路体上部の路床部のCBRテストはJISA 1211の方法により実施された。このCBRが4~11であったことから路床材料としては十分なものであると確認された。

7.4.2 ラテライト路面強度テスト

ラテライト舗装の現場における強度を理解するために次の項目のテストが実施された。

- | | |
|-------------|------|
| 1) 現場CBRテスト | 16箇所 |
| 2) 路面たわみテスト | 16箇所 |
| 3) 土研式貫入テスト | 16箇所 |

1)と2)の試験はラテライト土を満載したトラックが使用され、輪重5.2トン、空気圧 60kg/cm^2 という荷重が確認された。これらの試験結果もAnnex VII-3に示されている。

注目すべき点は現場CBRが15.4~108.0と記録され算術平均でも47.0という高い値を雨期の調査期間に得たということであり、かつ、たわみテストの結果をみてもバンガ~ポインジャマ間の最大たわみは2.5mm、ポインジャマ~メンディコマ間のものは4.5mmという値を得た。

さらに、土研式の貫入テストの結果からは、支持層ラテライトの厚さがほぼ20cmであることが確認された。

これらの試験結果から、ラテライト土は盛土材料としては充分良好であり路盤材として使うこともありうる判断された。

7.4.3 粗骨材

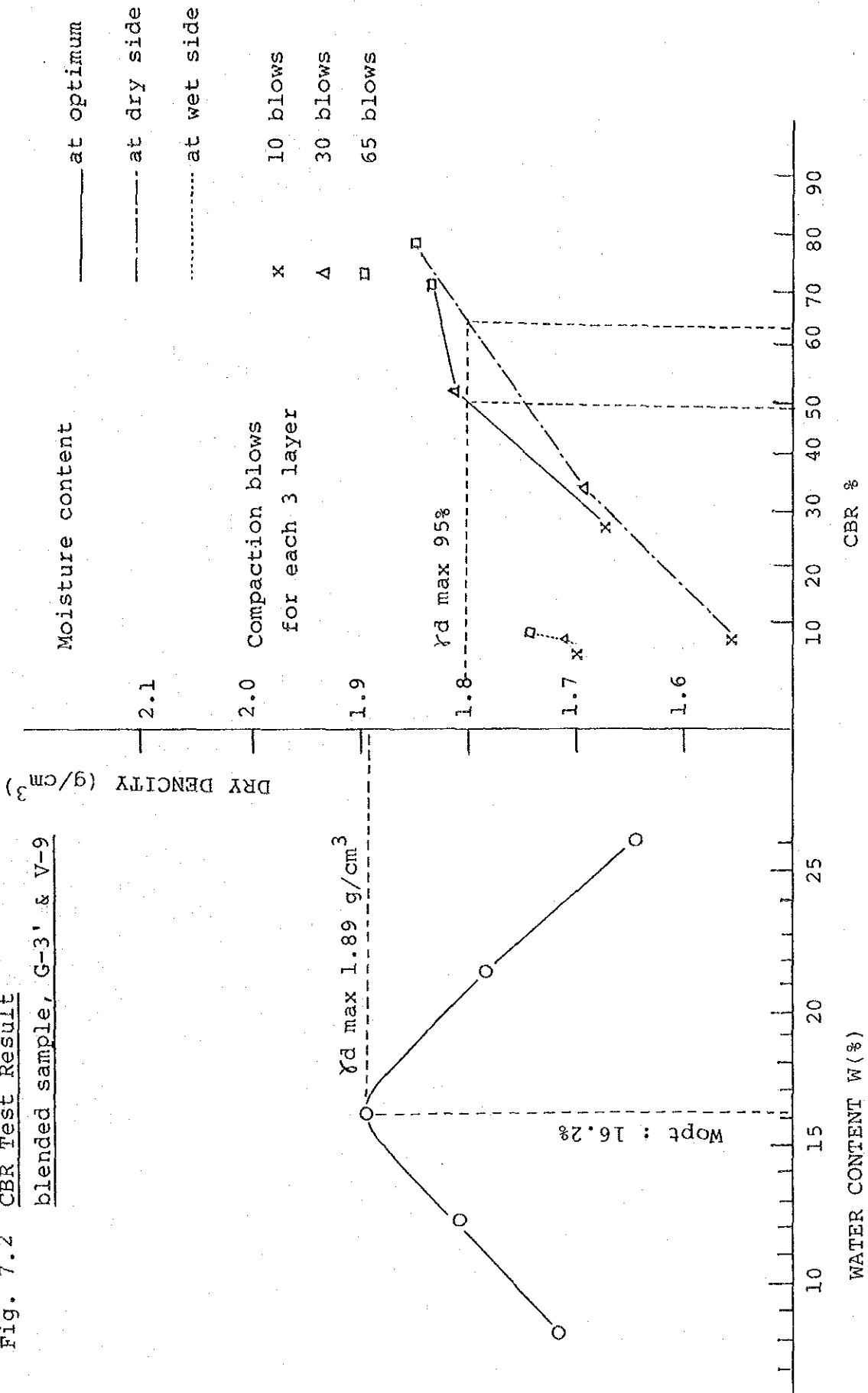
アスファルト混合物やコンクリート用骨材としての粗骨材については全線で10ヶ所の碎石用の岩石山が調査され、その埋蔵量もそれぞれ充分なものである事が確認された。

その分布位置と埋蔵量等は別冊Appendixに示されている。

現地調査の結果、岩石の構成には石英と長石が含まれており、花崗岩質かセン長石質と判断され、他の文献によれば花崗片麻岩と称されている。これらの岩石はアスファルトとの混合材料としてはあまり好ましくはないが充分使用出来ると判断される。

岩石に関する試験としては、比重試験と含水比試験を公共事業省の試験室で行い、2.64~2.66という比重値と0.41%と0.92%という含水率を得た。比重についてはウォロギン鉱山の近くのせいやや高目の値を示している。その他、摩耗テストについては岩石山全体の観察より判断しかなり硬度の高い品質のため問題はないと判断し省略した。

Fig. 7.2 CBR Test Result
 blended sample, G-3' & V-9



一方、砂利混りラテライト土のCBR試験は試験モールドの数が少いので、試料G-3とV-9を混合して1試料として平均的な強度を得ようと試みた。

その結果は図7.2に示すとうりて、最適含水比ではCBRが50、乾燥側含水比ではCBRは60を示し、湿潤側含水比では10以下であった。

砂利混りラテライトのCBRが室内試験の最適含水比で30以上を示したことから、乾期における施工を考えるなら下層路盤材として充分良好なものであると判断される。

しかしながら、AASHTO規格によれば路盤材には下記の条件が求められている。

コンステンシー

液性限界値 25以下

塑性指数 6以下

粒度分類

A. B. C. D. E. F. タイプであること。

(ただし表層用骨材としては、AとBは除かれる)

これらの条件と比較してみると、路体材料としての試料の中G-4以外は路盤材としては不相当であることになる。ただし、試料のほぼ3分の1は粒度範囲のみには合格している。

これらの結果から、道路沿いのラテライトは碎石との混合による機械的安定処理か、化学的なセメント、石灰等による安定処理が必要のようである。セメントと石灰による安定処理とラテライト土の性格に関しては、Annex VII-4に資料を添付した。

上記の考察より舗装材料に関する評価は以下のように結論が別れる。

- 1) 砂利混りラテライトは粘土分等の混入をさけるよう注意すれば、充分下層路盤材には使える。
- 2) 砂利混りラテライトは一般には、舗装材料としては適当でない。しかし、機械的または、化学的に安定処理すれば路盤材料として十分使用できる。
- 3) 碎石は表層用、摩耗層用骨材として当然使用されるが、路盤材としても最も安定した材料である。

舗装構造に関する比較案は、上記の評価をふまえて検討を行った。

7.5 設計基準

7.5.1 設計基準の決め方

リベリアには独自の設計基準はない。すべての道路は AASHTO の基準を基本にして修正設計されたものである。

とくにアスファルト道路に関する従来の基準は公共事業省としては、以下のように決めていた。

設計速度	72 Km/h (45 mph)
最少曲線半径	360 m
最急勾配	7.0 %
最少視距	90 m
橋梁荷重	HT-20
舗装構造	アスファルト舗装 3.75~7.0 cm ラテライト路盤 40 ~50 cm

本道路の設計基準を決めるに際し、多くの要因を考慮した。なかでも AASHTO 基準を中心に検討を加えた。

7.5.2 設計速度

本道路の性格が国際間の交通をも受け持つ一級国道である点を考慮して、比較的急しゅんなコニア〜ロファ河間の40 Kmを60 Km/hとする他は、すべて80 Km/hが適当であると考えた。

これに関する建設費および走行費等も考慮した比較検討結果を Annex VII-5 に示した。

7.5.3 視距

設計速度別の最少制動視距を下記の公式より、

$$80 \text{ Km/h} \quad 110 \text{ m}$$

$$60 \text{ Km/h} \quad 75 \text{ m}$$

と計算した。

$$D = \frac{V}{3.6} t + \frac{V^2}{2gf \times (3.6)^2}$$

ここで、

D : 停止視距 (m)

V : 走行速度 (Km/h)

f : tyre と road way の間の縦摩擦係数

t : ブレーキをかける運転者の反応時間

g : 引力による加速度

7.5.4 最小曲線半径

最小曲線半径は設計速度により設計され下の公式により決定する。

$$R = \frac{V^2}{127(f' + i)}$$

- where, R : 最小曲線半径
 V : 設計速度
 f' : タイヤと路面間の水平すべり摩擦係数
 i : 路面の片勾配

アスファルト舗装道路の場合 f'の値は乾いた路面で0.4~0.8, 湿った路面で0.2~0.3。

設計速度と f'の関係は A A S H T O の国際基準に確定している。R A Lと J R Cは Fig.

7.3に示される。この場合は, f'の値は

- 設計速度 80 Km/h の時 0.12
 設計速度 60 Km/h の時 0.13 を呈する。

iの値はアスファルト舗装の場合8%を呈し, 最大 joint slopeは10%を呈す。

公式上で f'と iの値を代用するもの, つまり R値は下のように計算される。

設計速度 80 Km/h の時

$$R = \frac{80^2}{127(0.12+0.08)} = 252m$$

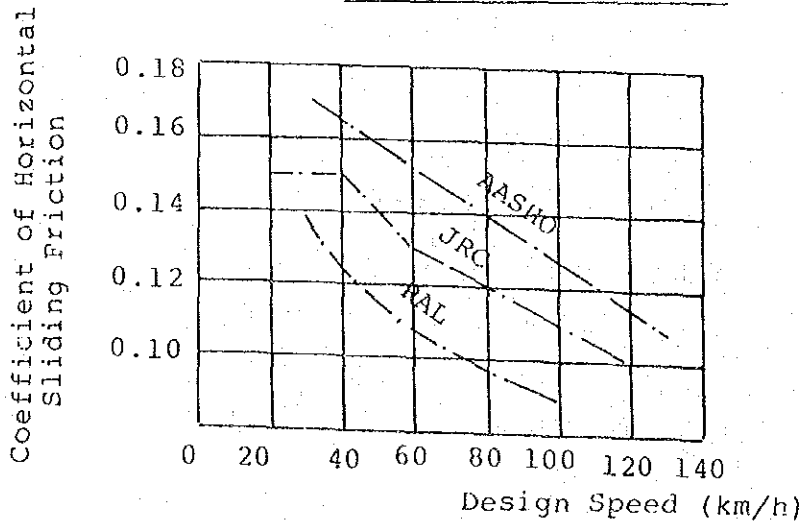
設計速度 60 Km/h の時

$$R = \frac{60^2}{127(0.13+0.10)} = 135m$$

上の結果から最小曲線半径 (R) 値は

- 設計速度 80 Km/h の時 250 m
 設計速度 60 Km/h の時 140 m を呈する。

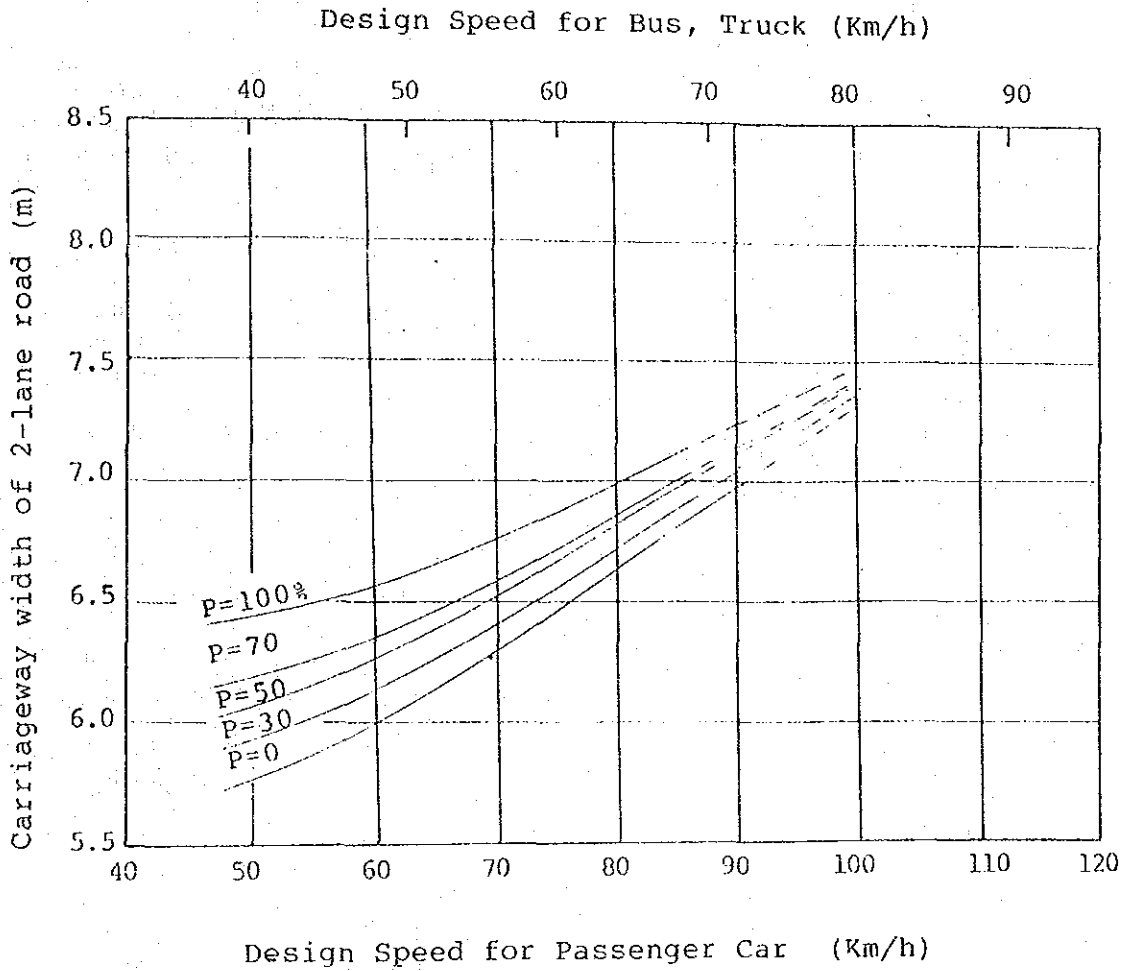
Fig. 7.3 Speed & Road Friction



7.5.5 道路巾員

リベリア国で適用されている設計基準によれば、アスファルト舗装の巾員は1.5～2.0mの路肩巾員を含めた7.8mである。

Fig. 7.4 Minimum Carriageway Width of 2-Lane Road Determined by Operating Experiments



出典：日本道路設計基準

P : ADT (%) 一年平均日交通量のバスとトラックの混入率

AASHTOの基準では標準的の道路巾員は60Km/hと80Km/hの速度は、それぞれ6.0～6.5mと6.5～7.0mになる。

Table 7.4 Proposed Design Standard

Design Feature	Hilly Region	Mountainous Region
1. Design speed (km/h)	80	60
2. Pavement width (m)	7.00	6.50
3. Shoulder width (m)	2.00-1.50	1.75
4. Right-of-way (m)	50.00	50.00
5. Stopping sight distance (m)	110.00	75.00
6. Minimum radius of horizontal curves (m)	250.00	140.00
7. Minimum radius of vertical curves (m)	75.00	50.00
8. Maximum vertical grade	7%	8%
9. Minimum coefficient of vertical curves:		
K (crest)	2,900 m	1,400 m
K (sag)	2,400 m	1,000 m
10. Minimum coefficient of horizontal curves:		
K (crest)	2,900 m	1,400 m
K (sag)	2,400 m	1,000 m
11. Combined grade	10.5%	10.5%
12. Road drainage grade	3.0%	3.0%
13. Shoulder horizontal grade	4.0%	4.0%

このAASHTOの基準およびFig. 7.4に紹介した日本での経験を参考にして、プロジェクトロードの道路巾員を次のように計画した。

a) 80 Km/h の速度区間 7.0 m

b) 60 Km/h の速度区間 6.5 m

現在のそして予想されるプロジェクトロードの交通量は表7.1に示される。それぞれのセクションの1時間の将来交通量は、140-500 DHVに見積られる。(2004年の1時間の量の将来計画)

二方向二車線道路の為の基本交通容量を考慮すると2500 DHVで、道路巾員の為の上記基準は十分と考慮される。

7.5.6 横断勾配

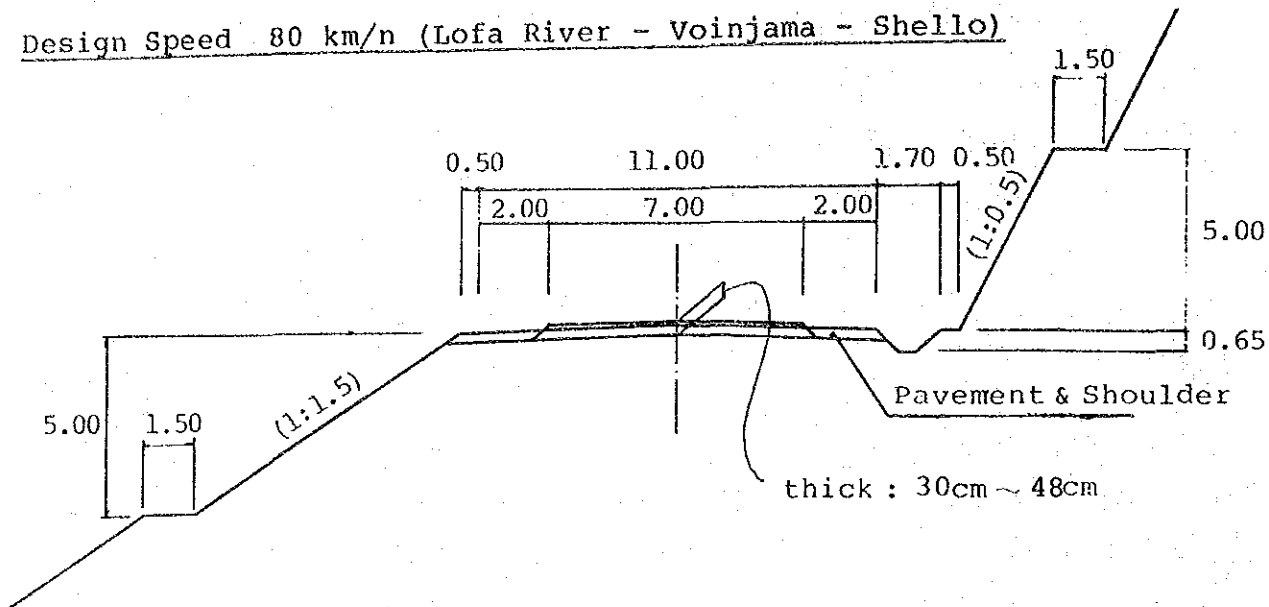
一般に道路の横断路面勾配は直線区間で1.5~2.0%である。本道路については特に排水をすみやかにするため3%とし、切土部側溝の縦断勾配は逆に5%以下になるようにして浸食作用を防ぐことを提案する。

上記の検討にもとづく設計基準は表7.4にまとめ、標準横断図は図7.5に示す。

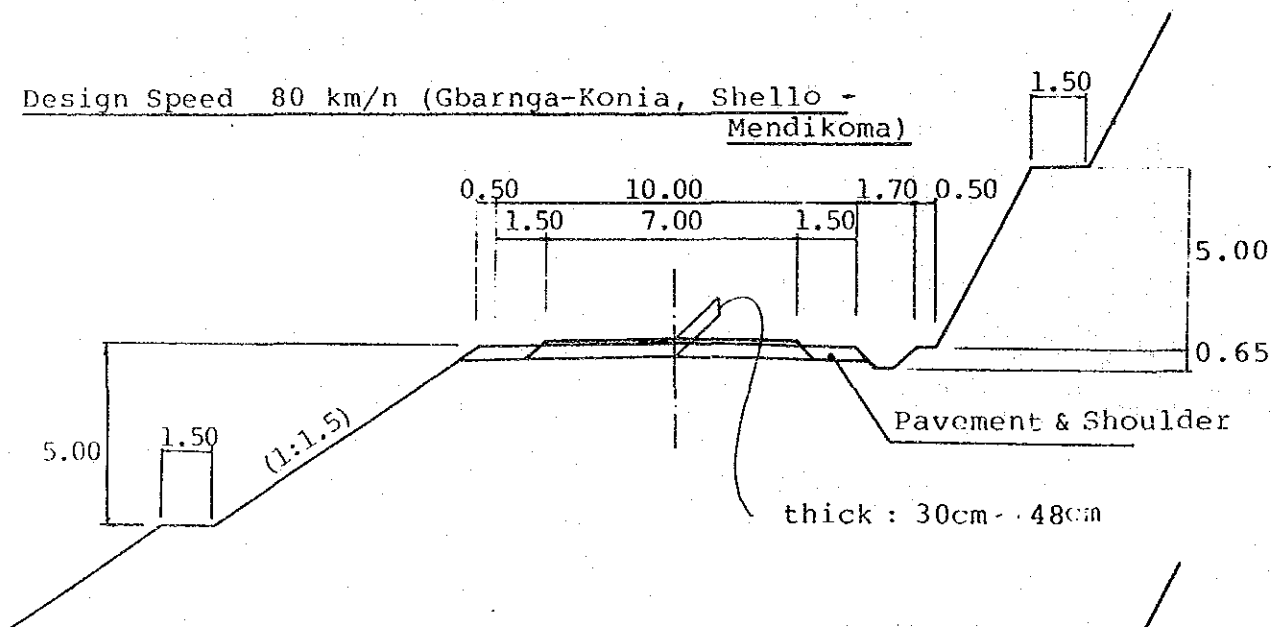
Fig. 7.5

Proposed Typical Cross Sections

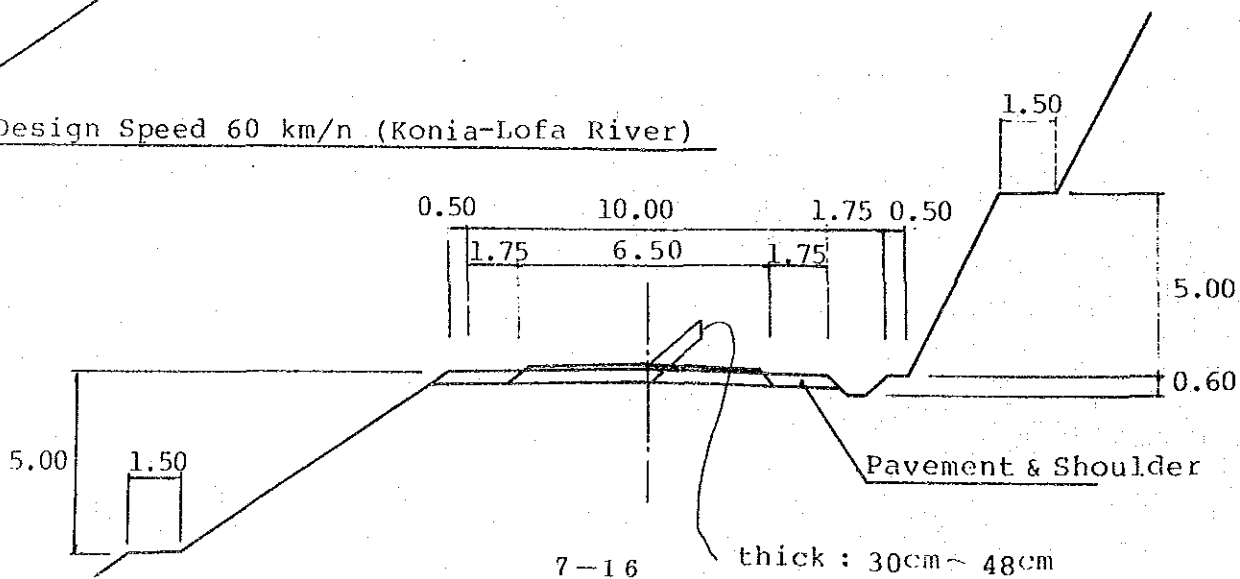
Design Speed 80 km/n (Lofa River - Voinjama - Shello)



Design Speed 80 km/n (Gbarnga-Konia, Shello - Mendikoma)



Design Speed 60 km/n (Konia-Lofa River)



7.6 概略設計

先にのべた設計基準にもとづいて、本道路の概略設計を実施した。

7.6.1 平面線形および縦断

平面線形の改良内容は下表のとおり。

Section	No. of Portions to be Improved
Section I	7
Section II	26
Section III	51
Section IV	24
Section V	(No change.)
Total	108 portions

Section Ⅴの一部である60 Km/h 区間以外ではすべての曲線半径は250 m以上に改良する。

また、縦断に関しては、80 Km/h 区間では7%以下に、60 Km/h 区間では8%以下に改良されている。改良後の道路延長の変化は以下のとおり。

Section	Road Length (Km)	
	Improved	Present
I	44.4	44.5
II	56.0	56.5
III	68.7	69.0
IV	88.1	91.1
V	13.7	13.7
Total	270.9	274.8

7.6.2 土工設計

設計盛土高は地形条件、洪水と排水構造物の排水能力等を配慮して、最高盛土高を10mとし、降雨による浸食にも対応出来るものとした。

そして5mを越す盛土には法面に小段を設け、その巾を1.5mとした。そしてその法面勾配を1.5:1.0とした。

これは比較的ラテライト土が盛土材料として安定したものである点を考慮したものである。

切土断面は、縦断勾配を改良するために盤下げ工事を行うためのものが大部分であるが、ラテライト独自の岩掘削勾配に近い0.5:1.0という値で設計した。切土法面にも切土高が5mを越す場合は小段を設けて、その安定をはかった。

7.6.3 舗装設計

本プロジェクト道路の最も適当な舗装構造を選定するため、現地の気候、入手可能な材料等について十分な考慮を払い比較検討を加えた。

設計手法に関しても、リベリアの国情がアメリカの影響を強く受けている点を配慮して、

1) AASHTO, 「舗装設計のための中間報告」

2) アメリカ道路協会, 「道路および街路のアスファルト構造の厚さ設計」

3) UNESCO, 「ローコスト道路としての舗装設計」

を参考に、さらに日本道路協会の舗装設計基準をも、比較検討の対称とした。

結論としては、サービス指数とか地域係数により低格の道路に対する設計基準を別に設けているAASHTO規格が適当と判断し、設計に適用した。

まず比較案を立案するにあたり、現場の舗装材料に対する考え方(7.4.3で述べたもの)を生かし、表7.5の如く策定した。

比較案Aは技術的に安全を第一と考え碎石中心の舗装構造とし、表層も5cmのアスファルトコンクリート構造とした。比較案B、Cは現地発生材を有効利用しようとし、設計対称期間も10年と考えたもの。比較案Dは初期投資額を低くするため表層もシーラコート程度と考え、設計対称期間も5年としたものである。ただD案の場合は表層がとくに薄くなる点を配慮し、セメント安定路盤との併用をさせた。

比較設計の経過は以下のとおり。

1) 総軸重の計算

この道路を通過するトラックの平均軸重を計算するために、現地におけるトラックの積荷頻度調査結果をもとに計算し、標準軸重8.2トンに対し1台当り0.8という係数を得た。

(Annex VII-6 参照)

これをもとに、一車線当りの日当りトラック台数を求め、設計対照期間年の総通過平均トラック台数より総軸重を計算した。

総軸重の計算後の舗装設計の作業は次のように行なわれた。

a) 路床の支持力係数(S)

路床の支持力係数(S)は 室内4日水浸CBRを各セクション毎に統計平均して得た設計CBRを換算して求める。(Annex VII-6)

b) 構造指数(SN)

舗装厚全体の要求される強度を構造指数(SN)で表現しているが、これは先に求めた総軸重と路床の支持力を用いてモノグラム(Annex VII-6のFig. VII.4)を用いて求めた。それらの結果はやはりAnnex VII-6のTable VII.3に示されている。

c) 舗装厚

各比較案の舗装厚の計算は上記のSNを満たす、各舗装材料の層係数を用いて計算される。標準的な各案の舗装構成はAnnex VII-7に示す。

2) 最適舗装構造の選定

各セクション毎の舗装構造を比較選定するために、各構造毎の費用比較を行った。

費用としては舗装工事費、維持費、車輛走行費をそれぞれ経済コストで積算した。

その結果、下表のとおりB案が全セクションを通じて最少の費用であることが判明した。

Cost Comparison of Alternative
Pavement Structure (Present Value³)

	Section I	Section II	Section III	Section IV	Section V
Alternative A	19,639	20,846	40,133	66,832	4,970
Alternative B	16,854	17,514	35,814	57,567	4,199
Alternative C	17,570	17,517	37,419	60,434	4,369
Alternative D	17,641	17,987	38,319	61,825	4,361

Table 7.5 Alternative Plans for Pavement Structure

Surface & Wearing Courses	Base Courses	Sub-Base Courses
A. Hotmix asphalt concrete for 20 years design period	Bituminous treated crushed aggregate Or Crushed aggregate	Crushed aggregate
B. Hotmix asphalt concrete for 10 years design period, overlaid every 10 year	Cement treated gravelly laterite with gradation adjustment	Gravelly laterite
C. Roadmix asphalt treatment for 10 years design period overlaid every 10 year	Cement treated gravelly laterite with gradation adjustment Or Mechanically treated gravelly laterite	Mechanically treated gravelly laterite
D. Roadmix asphalt treatment for 5 years design period, overlaid every 5 year	Mechanically treated gravelly laterite Or Cement treated gravelly laterite with gradation adjustment	Mechanically treated common laterite Or Gravelly laterite

7.6.4 排水構造物の設計

排水構造物は全天候道路の機能を果たすためには重要な要因の一つである。現存の排水構造物の検討のため、河川および水文解析を行った。解析結果の詳細は別冊Appendix に述べられている。

現況橋梁の架設されている河川の各流域からの100年確率洪水に対する桁下空間は、全橋安全であると判定された。

しかし、カルバートボックスやパイプカルバートの中には、概略検討ではあるが流下能力に不足をきたしているものがあつた。この場合の確率雨量はカルバートボックスには50年を、パイプカルバートには25年をそれぞれ適用した。流下能力が不足するカルバートの数は下表のとおり。

	Section	No. of Portions
Sec. I	Gbarnga — St. Paul River	6
Sec. II	St. Paul River — Zorzor	4
Sec. III	Zorzor — Lofa River	12
Sec. IV	Lofa River — Shello	6
Sec. V	Shello — Mendikoma	4
	Total	32

これらの排水構造物の流下能力を改善するために下表の新設構造物を考慮し、さらに道路線形が大きく変る区間に新設する場合にも同じ基準適用した。

Type of Drainage structure	Cross Section (m)	Max. Discharge (m ³ /sec)
Corrugate pipe	∅ 1.00	1.40
do	∅ 1.50	3.80
do	∅ 1.50 x 2	7.60
Box culvert	3.00 x 3.00	21.47
do	(3.00x3.00)x2	42.94
do	4.00 x 4.00	46.22

上記の他に、0.8 x 0.8のカルバートも小断面のパイプカルバートに代えて設計した。

Table 7.6 Construction Work Quantities

	Unit	Section I (44.4 km)		Section II (56.0 km)		Section III (68.7 km)		Section IV (83.1 km)			Section V (13.7 km)		Total
		A	B	A	B	A	B	C	Sub-total	A	B	C	
1. Site Clearance													
Clearing & Grubbing	ha.	38	54	30	42	72	22	42	19	83	12	259	
2. Earth Works													
Common Rd. Excavation	m ³	490,000	600,000	220,000	320,000	540,000	150,000	730,000	400,000	1,280,000	100,000	3,010,000	
Rock Rd. Excavation	m ³	0	9,000	0	20,000	20,000	0	0	0	0	0	29,000	
Borrow Excavation	m ³	120,000	50,000	50,000	0	50,000	0	130,000	130,000	130,000	0	350,000	
Waste Excavation	m ³	200,000	550,000	360,000	320,000	680,000	200,000	100,000	0	300,000	110,000	1,840,000	
3. Pavement Structure													
Surface	m ²	311,000	392,000	197,000	264,000	461,000	165,000	312,000	140,000	617,000	96,000	1,877,000	
Base	m ²	311,000	392,000	197,000	264,000	461,000	165,000	312,000	140,000	617,000	96,000	1,877,000	
Sub-Base	m ²	233,000	294,000	148,000	198,000	346,000	124,000	234,000	105,000	463,000	72,000	1,408,000	
Shoulder	m ³	47,000	59,000	36,000	61,000	97,000	43,000	82,000	37,000	162,000	13,000	378,000	
4. Drainage Structure													
Corrugated Pipe φ1.0	m	295	170	130	150	280	45	125	45	215	35	1,195	
Corrugated Pipe φ1.5	m	165	200	140	355	475	95	50	60	205	65	1,205	
Corrugated Pipe φ2.0	m	30	25	35	30	65	15	80	10	105	-	300	
Culvert Box 0.8 x 0.8	m	30	40	15	45	60	15	20	15	50	-	180	
Culvert Box 3.0 x 3.0	m	50	40	20	35	55	25	110	5	40	-	200	
Side Ditch	m	21,300	54,300	24,000	36,000	60,000	12,600	24,500	11,600	48,700	8,200	192,500	
5. Miscellaneous													
Traffic Sign	No.	180	230	190	270	460	100	180	80	360	50	1,280	
Road Marking	m	44,400	56,000	28,100	40,600	68,700	23,500	44,600	20,000	88,100	13,700	270,900	
KM Post	No.	44	56	28	40	68	23	45	20	88	14	270	
Guard Rail	m	4,400	5,100	2,000	2,800	4,800	2,200	4,100	1,800	8,100	1,100	23,500	

Note: 1) Section III is divided into sub-section A(28.1 km) and B(40.6 km)
 2) Section IV is divided into sub-section A(23.5 km), B(44.6 km) and C(20.0 km)

7.7 工 事 数 量

工事数量の計算は、道路現況調査の結果と前節にのべた道路の概略設計の結果にもとづいて行
った。

工事数量はセクション別に下記の項目毎に計算され、表7.6にまとめた。

工 事 項 目

伐 開 除 根

土 工

- 1) 道 路 掘 削 (普 通 工)
- 2) 道 路 掘 削 (岩)
- 3) 客 土 掘 削
- 4) 捨 土 掘 削

舗 装 工 事

- 1) 表 層 工
- 2) 上 層 路 盤 工
- 3) 下 層 路 盤 工
- 4) 路 肩 工

排 水 工

- 1) コルゲートパイプ
- 2) ボックスカルバート
- 3) 側 溝

雑 工

Fig. 7.6 Tentative Implementation Schedule

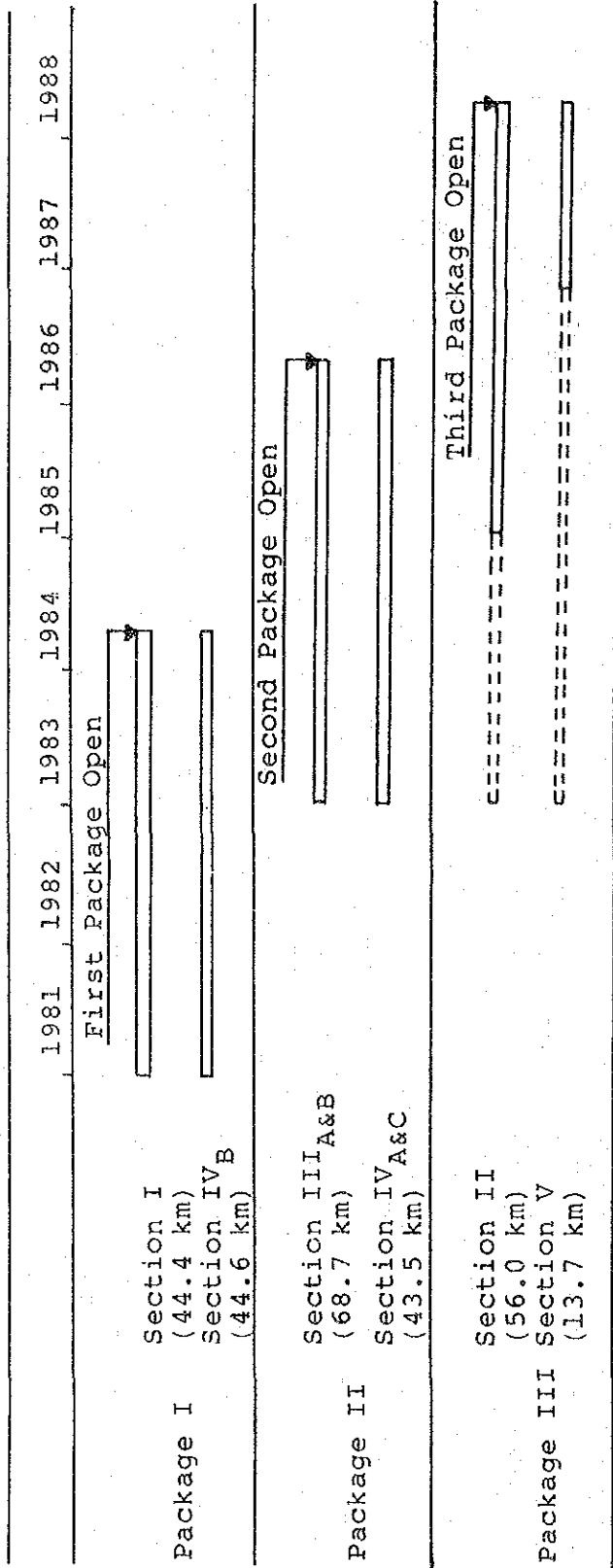
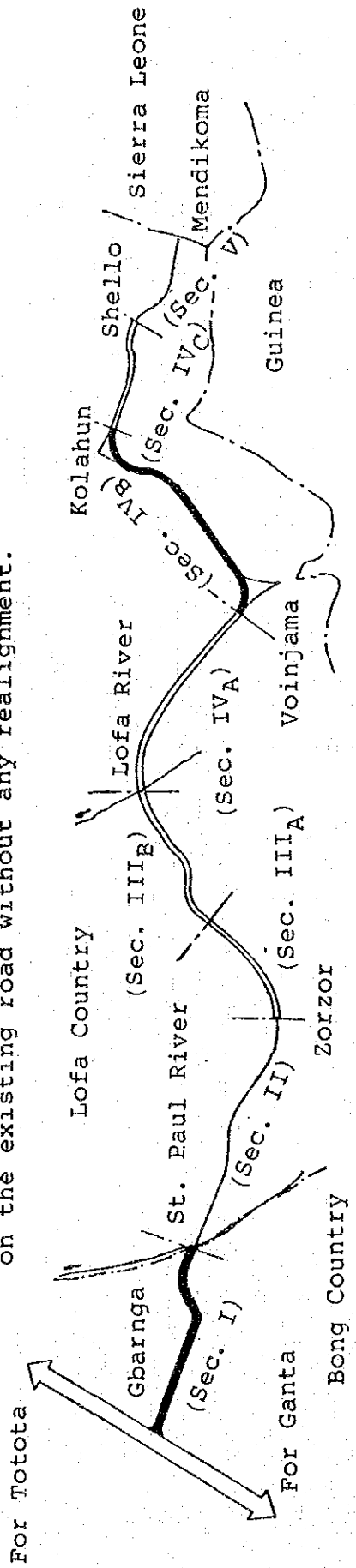


Fig. 7.7

Note: During the period with dotted line, only seal coat will be provided on the existing road without any realignment.



7.8 実施計画と工事工程

7.8.1 実施計画

実施しうる工事計画を立案するにあたり、下記の点を配慮した。

- 1) 工事は毎年乾期(11月～6月)の8ヶ月間のみ行なう。
- 2) 全工事区間の同時施工は規模が大きすぎるので3段階に分けて着手する。
- 3) 工事中といえども交通開放をしながらの工事とする。

各工事項目ごとの工事概要は以下のように考えられる。

1) 土 工

土質試験結果からも判明しているとおり、ラテライト土の盛土はとくに最適含水比近くでの施工が望まれる。このため、乾期の中でも12月～5月の6ヶ月間のみ土工を実施するよう計画する。

現道の交通を遮断しないで工事をすすめるために片側車線ごとの施工を余儀なくされる。したがって、比較的交通量の少ない夜間工事も考慮した。

盛土工事には約3百万 m^3 のラテライト土が使用されるので、これらの路床部でのCBRや切土部路床の強度が工事段階で、さらによくわしく調査され、安全な工事がなされるよう十分な工事監理体制が必要であろう。

2) 舗 装 工 事

下層路盤工や路盤工を十分に転圧しながら実施するためには含水比を増加させる強雨をさけねばならず、舗装工事も乾期の間に実施されなければならない。

各段階の舗装工事を実施するためには、60 t/h程度のアスファルトプラントを全体で2台、また、セメント安定処理路盤工の工事のためにはロードスタビライザーを2台用意する必要がある。

3段階に着工をずらしたために、セクションⅡとⅤの比較的交通量の伸びが低いと予想される区間にはシーラコートを現道ラテライト上に施工して、利用者の便をはかることを提案する。

7.8.2 工事工程

全体工事はそれぞれ2つの工事セクションを含む3段階工事に区分される。これらの工事セクションは、施工可能な工事規模から決定されたものであり、セクションⅤ以外は約3年の工期で完成出来る程度のもとなっている。図7.6には一案としての工事工程を各段階工事ごと示す。

7.9 工事費の積算

7.9.1 総論

先に見積られた工事数量と現地調査で入手した基本単価を資料として、さらに下記の仮定と条件のもとに工事費積算作業がなされた。

- 1) 工事は国際競争入札により選ばれる業者が行う。
- 2) 基本的な材料および労務単価は下表のとおりであり、これが各工事単価の計算に使用された。

Material Cost	Rate (US\$/l)	Labour Cost	Rate (US\$/h)
Bitumen	0.35	Engineer	6.25
Fuel	0.35	Foreman	1.10
Lubricant	1.36	Operator	0.78
Cement	70.00/t	Driver	0.66
		Labourer	0.47

- 3) 単価にしめる外貨分は以上のものを考慮した。
 - a) 工事材料：アスファルト、燃料、オイル、セメント、鋼材、コルゲートパイプ等の費用の90%は外貨として計算された。
 - b) 機械および器具：機械および器具の全額は外貨とされるが、修理費の5%は現地貨と考えた。
 - c) 労務費：舗装工事のフィニッシャーとか、プラントの管理等の一部の機械およびプラントの運転は外人によって行なわれ、この分は外貨に計上する。
 - d) 技術経費：対称道路の詳細設計および工事監理費は外国コンサルタントが主となるので外貨に含める。
- 4) (3)に見積られた以外のものは現地貨として計上する。
- 5) 機械の輸送費用のうち土工機械は国内輸送費のみ、舗装機械は国内の他に片道の国際輸送費を準備工事費として積算した。
- 6) プラント等の組立て解体の費用、および諸経費等はそれぞれの工事単価に含めた。
- 7) 工事用予備費は技術経費を除く全体工事費の10%を計上した。
- 8) 技術調査費および事業主体である公共事業省の費用は全体工事費の約10%を計上した。
- 9) すべての工事費は1979年末頃の価格水準で見積った。

7.9.2 工事費の計算

上記の前提にもとづいて工事費単価が各セクション毎に見積られ、その結果は表 7.7 に示す。また各工事段階毎の工事費も表 7.8 に示した。

見積られた全体工事費は 75.2 百万ドルとなり、そのうち外貨分は 59.6 百万ドル、現地貨分は 15.6 百万ドルとなっている。

先に実施工事計画で計画した工程どりに推進するものとすれば、資金の調達計画は表 7.9 のようになる。

7.9.3 道路維持費

道路維持費の計算は下式によるが、ロファ郡の 1978 年度の実際の費用と比較検討の後、一部修正を加えて使用した。

$$K = K_b \left(1 + \frac{T - T_b}{2T_b} \right)$$

ここに

K : 年間道路維持費 (US\$/Km/year)

K_b : 年間固定維持費 (US\$/Km/year)

T : 現在日交通量 (ADT)

T_b : 基本日交通量 (ADT)

この公式を適用するにあたり、年間固定維持費は最近の物価上昇のえいきょうで修正されるべきもので、各要素費用を分析して調整した。

それぞれの道路の表層の性格により、次のように年間固定費が算定された。

ラテライト舗装道路 : 950 US\$/Km/year

路上混合アスファルト道路 : 2,800 US\$/Km/year

プラント加熱混合アスファルト道路 : 3,600 US\$/Km/year

これらの固定費は交通量が一定になるまでは交通量に関係なくかかる費用で、その日交通量の限界は次のとおり。

ラテライト舗装道路 100 ADT

路上混合アスファルト道路 600 ADT

プラント加熱混合アスファルト道路 1,000 ADT

本プロジェクト道路の維持費は以上の条件のもとに計算され、10年毎の年間維持費は次表のとおり。

Annual Maintenance Cost of Hotmix Pavement Road

($T_b=1,000$, $K_b=3,600$)

(US\$)

Year	Sec. I	Sec. II	Sec. III	Sec. IV	Sec. V
1984	160,200	203,400	248,400	327,960	49,320
1994	160,200	203,400	284,294	444,058	49,320
2003	201,532	211,638	394,335	625,092	51,613

Annual Maintenance Cost of Roadmix Pavement Road

($T_b=600$, $K_b=2,800$)

(US\$)

Year	Sec. I	Sec. II	Sec. III	Sec. IV	Sec. V
1984	124,600	158,200	194,810	303,120	38,360
1994	154,089	160,364	304,129	490,604	40,885
2003	219,711	221,612	446,775	725,277	54,120

Table 7.7 Construction Cost of the Proposed Plan

(Unit: 10³ US\$)

WORK ITEMS	I		II		III		IV		V		GRAND TOTAL							
	F.	L.	F.	L.	F.	L.	F.	L.	F.	L.	F.	L.						
1. Site Clearance	122	30	152	199	49	248	328	82	410	246	61	307	33	8	41	928	220	1,158
2. Earth Works																		
1) Common road excavation	2,058	637	2,695	2,640	780	3,420	2,214	648	2,862	5,632	1,664	7,296	450	130	580	12,994	3,859	16,853
2) Rock road excavation	0	0	0	59	17	76	126	38	164	0	0	0	0	0	0	185	55	240
3) Borrow excavation	708	204	912	270	80	350	275	85	360	819	247	1,066	0	0	0	2,072	616	2,688
4) Waste excavation	500	140	640	1,375	385	1,760	1,700	476	2,176	750	210	960	275	88	363	4,600	1,299	5,899
3. Pavement Structure																		
1) Surface course	1,524	342	1,866	1,832	392	2,274	2,213	461	2,674	2,900	617	3,517	490	105	595	9,009	1,917	10,926
2) Base course	1,057	249	1,306	1,529	313	1,842	1,798	369	2,167	2,838	617	3,455	555	77	432	7,577	1,625	9,202
3) Sub-Base course	536	116	652	764	177	941	1,280	277	1,557	1,528	324	1,852	137	29	166	4,245	923	5,168
4) Shoulder work	334	70	404	472	106	578	1,096	243	1,339	1,474	324	1,798	95	21	116	3,471	764	4,235
4. Drainage																		
1) Corrugated pipe	142	26	168	126	22	148	284	54	338	207	38	245	33	6	39	792	146	938
2) Culvert box	61	49	110	52	42	94	74	60	134	56	45	101	0	0	0	243	196	439
3) Side ditch	72	30	102	185	76	261	204	90	294	175	78	253	33	14	47	669	288	957
5. Miscellaneous Works	182	36	218	227	44	271	254	61	415	385	72	457	59	12	71	1,207	225	1,432
6. Mobilization	142	8	150	180	10	190	209	11	220	295	15	310	47	3	50	873	47	920
7. Right of Way	0	111	111	0	142	142	0	121	121	0	227	227	0	34	34	0	635	635
8. Contingency																		
1) Physical contingency	744	205	949	995	264	1,259	1,216	307	1,523	1,730	454	2,184	201	52	253	4,886	1,282	6,168
9. Engineering Service & Administrative Cost	893	245	1,138	1,195	316	1,511	1,459	369	1,828	2,077	544	2,621	243	63	306	5,867	1,537	7,404
10. Total	9,075	2,498	11,573	12,150	3,215	15,365	14,830	3,752	18,582	21,112	5,537	26,649	2,451	642	3,093	59,618	15,644	75,262

Note: P = Foreign currency portion
L = Local currency portion

Table 7.8 Construction Cost of the Proposed Plan

(Unit: 10³ US\$)

WORK ITEMS	Package I (I, IV-B)			Package II (III, IV-A, C)			Package III (II, V)		
	F.	L.	TOTAL	F.	L.	TOTAL	F.	L.	TOTAL
1. <u>Site Clearance</u>	246	61	307	451	111	562	231	58	289
2. <u>Earth Works</u>									
1) Common road excavation	5,270	1,586	6,856	4,634	1,363	5,997	3,090	910	4,000
2) Rock road excavation	0	0	0	126	38	164	59	17	76
3) Borrow excavation	708	204	912	1,094	332	1,426	270	80	350
4) Waste excavation	750	210	960	2,200	616	2,816	1,650	473	2,123
3. <u>Pavement Structure</u>									
1) Surface course	2,990	654	3,644	3,648	765	4,413	2,371	498	2,869
2) Base course	2,493	560	3,053	3,200	675	3,875	1,884	390	2,274
3) Sub-Base course	1,308	280	1,588	2,036	438	2,474	901	205	1,106
4) Shoulder work	1,080	234	1,314	1,824	403	2,227	567	127	694
4. <u>Drainage</u>									
1) Corrugated pipe	251	45	296	381	73	454	160	28	188
2) Culvert box	76	62	138	115	92	207	52	42	94
3) Side ditch	161	69	230	291	129	420	217	90	307
5. <u>Miscellaneous Works</u>	376	72	448	545	97	642	286	56	342
6. <u>Mobilization</u>	292	15	307	353	20	373	228	12	240
7. <u>Right of Way</u>	0	226	226	0	233	233	0	176	176
8. <u>Contingency</u>	1,600	428	2,028	2,069	538	2,627	1,197	316	1,513
9. <u>Engineering Service & Administrative Cost</u>	1,920	514	2,434	2,509	643	3,152	1,438	380	1,818
10. Total	19,521	5,220	24,741	25,496	6,566	32,062	14,601	3,858	18,459

Note: F = Foreign currency portion
L = Local currency portion

Table 7.9 Disbursement Schedule for the Project Cost (Financial Cost)

Year	(US\$1,000)											Ground Total
	Package I			Package II			Package III			Sub- Total		
	Section	Sub-	Section	Section	Sub-	Section	Section	Sub-				
	I	IVB	III	IV&C	Total	II	V	Total				
1981	2,315	2,634	4,949									4,949
			(3,904)									(3,904)
1982	3,472	3,951	7,423									7,423
			(5,856)									(5,856)
1983	4,630	5,268	9,898	3,716	2,696	6,412						16,310
			(7,808)			(5,099)						(12,907)
1984	1,157	1,317	2,474	5,574	4,044	9,618						12,042
			(1,952)			(7,649)						(9,601)
1985				7,432	5,393	12,825	3,073					15,898
						(10,198)						(12,628)
1986				1,858	1,348	3,206	4,610	309				8,125
						(2,550)						(6,440)
1987							6,146	2,475				8,621
												(6,821)
1988							1,537	309				1,846
												(1,460)

Parentheses show foreign currency portion.

Ⅷ. プロジェクトの評価

VIII プロジェクトの評価

8.1 概 要

本プロジェクトの経済評価を内部収益率（EIRR）の計算によって行うため、まず、その基となる工事の経済的コストおよび計量可能な便益の計算を行った。建設費が増加した場合や交通量の伸びが低い場合等の仮定を設けて本プロジェクトが経済的に可能かどうかを見る感度分析も行った。

経済分析に加えて、本プロジェクトの実施が計画対象地域に与える経済開発、健康や教育の改善等の社会環境に及ぼす影響についても検討を行った。

8.2 経済評価

8.2.1 コ ス ト

経済コストは第7章で算定した建設費に基づき、シャドープライス（労働者の人件費は現価格の $\frac{1}{2}$ とした）を考慮して算定し、結果を表8.1に示す。

第7章で算定した維持管理費は、そのまま経済コストとした。

8.2.2 経済便益

EIRRの計算を行うために、次のような便益を考慮した。

- (1) 道路利用者の便益
- (2) 道路の維持管理費の節約
- (3) ほこり防止による便益

上述の便益に加えて、本プロジェクトの実施に伴って計画対象地域における農業生産の増加が期待される。しかし、この開発便益は、現道がよく維持管理されていたり、本プロジェクトにおいては原則的には線形の大巾な改良を行わないことや、大規模な農業開発がフィーダー道路開発とともにすでに行われている現状を考慮し、直接的には算定しないこととする。そのかわり、農業開発による便益は、貨物車の誘発交通となって現われるものとする。

事故の減少もまた、本プロジェクトの実施によりもたらされる便益と考えられるが、有効な資料が足りないことや便益の算定が困難なことから本報告書では便益として取り扱わなかった。

1) 道路利用者の便益

道路利用者の便益は、自動車の走行費の節約および時間節約によるものであり、本プロジェクトの大部分の便益を占める。これらの便益は、本プロジェクト実施前と実施後の走行費や走行時間の差より計算される。ただし、誘発交通の便益単価は通常交通（normal traffic）の便益の半分とした。

a) 自動車走行費の節約

第M章において算定した自動車走行費を基に、本プロジェクト実施前と実施後における自動車走行費を車種別、セクション別に算定する。

算定されたセクション別の自動車走行費の節約を表8.2に示す。

b) 走行時間節約

走行時間の節約も道路利用者の便益として考慮する。時間価値は、1979年の1人当りのGDP (US\$480) を基にして US\$0.24/hour とし、年平均労働時間を 2,000 時間として求めた。

車種別の乗車人員を考慮して車種別の1台当りの時間価値を求めると次のとおりである。計算において、乗用車以外は、すでに自動車走行費の中に運転手の給料を含めたので、運転手の時間価値は乗用車のみを考慮した。

Type of Vehicle	Time Cost (US\$/h)
P-Car	0.96
Taxi	1.20
Pick-up	2.40
M-Truck	0.48
H-Truck	0.48

時間価値を基に、本プロジェクト実施前および実施後の平均走行速度、距離より走行時間短縮による便益が次表のように計算される。

Savings of Time Cost

Road Section.	Year (US\$)		
	1984	1994	2003
I	43,174	91,681	159,000
II	36,665	80,290	141,263
III	93,004	195,962	335,501
IV	183,886	378,471	630,241
V	12,121	22,024	35,611
Total	368,850	758,428	1,301,616

2) 道路の維持管理費の節約

現況のラテライト道路を改良すれば、舗装された道路には新しい維持管理体系が施される。従って今までのラテライト道路の維持管理が不必要となるため、この費用が本プロジェクトの便益となる。各セッションごとのラテライト道路の維持管理費は以下の通りである。

<u>Savings of Road Maintenance Cost</u>			(US\$)
Road Section	Year		
	1984	1994	2003
I	94,484	176,075	292,120
II	90,711	165,587	272,132
III	199,600	381,501	630,591
IV	338,824	654,280	1,060,609
V	26,225	42,234	64,554
Total	749,844	1,419,677	2,320,006

3) ほこり防止

道路改良による重要な効果としてほこり防止が考えられる。ほこり防止の効果は道路利用者だけでなく道路沿線に住む人々に対しても大である。

ほこり防止による便益は、本プロジェクトが実施されない場合、道路にプライムコートを施工するものとして、このプライムコートの費用を便益と考える。プライムコートは、最小巾員6mを行い、雨期後に年1回行きものとする、次表のような結果となる。

ただし、ほこり防止の便益は本プロジェクトの経済評価においては、主分析よりは除外し感度分析で取り扱うこととする。

Section	Cost (US\$/year)
I	152,000
II	191,000
III	235,000
IV	301,000
V	47,000
Total	926,000

Note : プライムコート……0.57 US\$/m²

8.2.3 経済評価

建設費と便益より、プロジェクトライフを20年としたEIRRおよびB/Cの計算を行うと次の通りである。(詳細はAnnex VII-1 参照)

Section	EIRR	B/C/ <u>l</u>	First Year Rate of Return
I	15.4	1.3	11.9%
II	13.5	1.1	10.0
III	18.9	1.7	12.6
IV	21.8	2.1	14.6
V	12.1	1.0	10.7
Whole Project	18.9	1.6	10.0

l: at the discount rate of 12%

また、パッケージ I, II, III の EIRR は、それぞれ 18.8%, 20.6%, 13.3% である。計算結果より、本プロジェクトは経済的に実現可能であると判断される。

また、感度分析を次のような4ケースについて行った。

- ケース I : 建設費の上昇を15%考慮する。
- ケース II : 便益が15%減少する。
- ケース III : ケース I とケース II をともに考慮する。
- ケース IV : ほこり防止の便益を含む。

結果は次表の通りである。

Section	Sensitivity Analysis (EIRR)			
	Case I	Case II	Case III	Case IV (%)
I	13.7	13.2	11.6	16.3
II	11.3	10.6	8.7	14.5
III	17.1	16.6	14.9	19.7
IV	19.8	19.4	17.6	22.4
V	9.7	8.9	6.9	13.7
Whole	17.0	16.5	14.7	19.7

計算結果より、建設費が15%上昇し、便益が15%減少したとしてもEIRRは14.7%となり、本プロジェクトは経済的に実施可能であると判断される。また、ほこり防止の便益を含むとEIRRは19.7%となる。

Table 8.1 Economic Cost

(US\$1,000)

Cost Item	Section						Total
	I	II	III	IV-B	IVA,C	V	
1. Site Clearance	144.4	236.0	390.2	147.6	144.1	38.8	1,101.1
2. Earth Works	4,093.0	5,412.9	5,367.0	4,325.0	4,672.0	922.0	24,791.9
3. Pavement	4,129.2	5,503.6	7,551.1	5,253.2	5,134.6	1,177.4	28,749.1
4. Drainage	351.0	571.1	707.6	262.8	290.3	79.5	2,262.3
5. Miscellaneous	215.4	267.1	409.0	226.9	223.6	70.2	1,412.2
6. Mobilization	142.5	180.5	209.0	149.0	145.5	47.5	827.0
7. Right of Way	111.0	142.0	121.0	114.9	112.1	34.0	635.0
8. Contingency	918.6	1,231.3	1,475.2	1,048.0	1,072.2	236.9	5,982.2
9. Engineering Service	1,102.4	1,477.6	1,770.3	1,257.6	1,286.7	286.7	7,181.3
Total	11,207.5	15,022.1	17,997.4	12,785.0	13,079.1	2,893.0	72,984.1

Table 8.2 Savings of Vehicle Operating Cost

(US\$ 1,000)

Section	Year	VOC				Savings of VOC
		With Project		Without Project		
		N.T.	G.T.	N.T.	G.T.	
I	1984	1,205	268	2,413	532	1,340
	1994	2,516	573	5,009	1,125	2,769
	2003	4,438	891	8,711	1,722	4,688
II	1984	1,119	266	2,213	521	1,221
	1994	2,394	554	4,706	1,074	2,572
	2003	4,245	872	8,237	1,662	4,387
III	1984	2,737	611	4,634	1,026	2,105
	1994	5,730	1,285	9,615	2,133	4,309
	2003	9,948	2,041	16,425	3,333	7,123
IV	1984	4,553	1,037	8,055	1,821	3,894
	1994	9,465	2,154	16,466	3,715	7,782
	2003	16,315	3,446	27,580	5,785	12,435
V	1984	300	66	512	113	236
	1994	564	140	951	233	433
	2003	919	220	1,534	364	687
Total	1984	9,914	2,248	17,827	4,013	8,796
	1994	20,669	4,706	36,747	8,280	17,865
	2003	35,865	7,470	62,487	12,866	29,320

Note: N.T. is normal traffic

G.T. is generated traffic

For the calculation of the savings for truck, the following composition ratio estimated on the basis of O-D Survey was applied.

Medium truck: 72%

Heavy truck : 28%

8.3 社会環境に対する影響

前節で述べた計量化できる便益に加えてさまざまな影響が、本プロジェクトの実施によりもたらされるであろう。

最も重要なものは、計画対象地域の経済開発に及ぼす効果である。その主なものは、農業生産物や材木の生産の増大効果であろう。特にロファ郡農業開発計画(LCADP)とボン郡農業開発計画(BCADP)と言った農業開発プロジェクトの進行を促進させ、農家の収入を増加させるとともに経済活動を活発にさせるであろう。

現在、雨期において通行を困難にしている道路を年中通行を可能にすることは、当地域の経済活動だけでなく社会行政活動にも大きな影響を及ぼすことになる。

また、道路改良は学校や病院へ向うのを容易にして、当地域の教育および医療機関の改善に寄与する。

本プロジェクトの実施期間中、当地域から多くの労働者が仕事に携わることによって失業対策になるだけでなく、当地域の経済活動の開発にも貢献する。

これらの影響によって、当地域住民の生活水準が向上するであろう。

また、国の内外へ与える影響も考慮される。本プロジェクト道路は、パンガにおいて Trans-West Africa Coastal Eighway に連絡し、国際道路網の重要な分岐点となっている。よって本プロジェクト道路の改良は、広域的にも社会経済活動を活発にさせるであろう。

また、中央政府と地方政府との間の社会経済交流を円滑にして国家発展にも寄与するであろう。

一方、上述のような好影響に反して、以下の如くマイナスの影響も生じる恐れがある。本プロジェクトに対する莫大な投資によって建設資材、人件費や他の関連物の価格の上昇をもたらす可能性がある。また、労働力不足も問題となり、特に熟練者の不足は起る可能性がある。

従って、本プロジェクトの実施を完遂させるためには、これらの影響を十分考慮して最小限にするよう努力する必要がある。

IX. 結論および提言

Ⅸ 結論および提言

本プロジェクトは技術的にも経済的にも実現可能であり、社会的にも望まれる。従って、本プロジェクトの早期実施に当って以下のような行動を取ることが望まれる。

- (1) 詳細設計を含む関連作業を早期に開始する。
- (2) 同時に全区間を一斉に改良するには莫大な費用を要することや、交通量が各区间によって異なること等から工区別段階施工が望ましい。
- (3) 資金面においては、外部の財源の調達を考慮する必要があるので、早急に資金調達の準備を開始することが望ましい。
- (4) 本報告書において、本プロジェクト道路の路盤としては、セメント安定路盤を提案したが、詳細なセメント配合を決定するためには、詳細設計を行う前に次のような土質試験を公共事業省の試験所において行うことが望ましい。

ー転圧したソイルセメント混合物の乾湿繰り返し試験(AASHTO T135-70)

ーソイル・セメント混合物のセメント量比較試験(AASHTO T144-74)

