

タンザニア共和国

南部沿岸道路建設計画調査報告書

Dar es Salaam ~ Lindi

昭和46年7月

海外技術協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 28	416
登録No. 02519	61.4
	KE

JICA LIBRARY



1063566[2]

は し が き

日本政府はタンザニア共和国政府の要請に応じて、同国Dar es Salaam/Lindi沿岸道路建設計画調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

事業団は日本道路公団企画調査部長 栗田武英氏を団長として、9名の専門家よりなる調査団を編成し、昭和45年10月、11月の40日間現地に派遣した。同国の南部地域は雨期における道路交通の杜絶のために、経済開発が遅れ、民生の安定さえおびやかされている現状である。この打開のため全天候道路の建設の技術的、経済的可能性について概略調査を行ったものである。幸いにも、タンザニア共和国政府関係各位の絶大なる協力により、調査は円滑に行なわれ、ここに報告書提出の運びとなった。

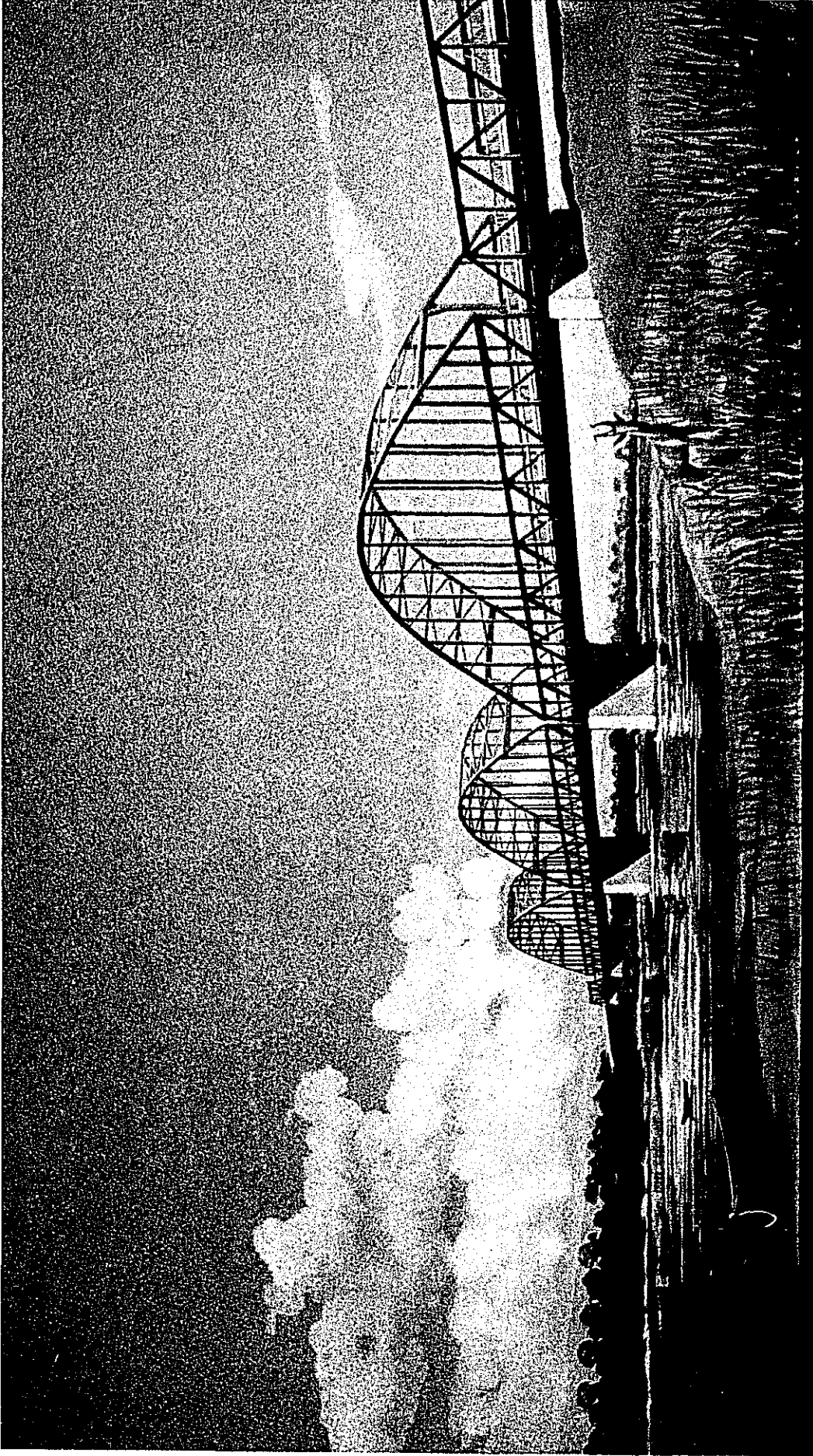
今回の調査の結果が、同国南部地域の開発に寄与するとともに日本・タンザニア両国の友好親善に役立つならば、これにまさる喜びはない。

終りに本調査団の派遣および報告書の作成に御協力いただいた外務省、在タンザニア日本大使館、建設省、日本道路公団、水資源開発公団、日本海外コンサルタント株式会社、三井共同建設コンサルタント株式会社、その他関係団体にたいして深甚な謝意を表するものである。

昭和46年6月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一



PROPOSED DESIGN OF RUFJI RIVER BRIDGE

総 括 と 勧 告

今回の調査の対象となった南部沿岸には、タンザニア随一の大河川である Rufiji 河をはじめいくつかの中小河川があり、一般に西から東へ印度洋に向って流れ、南北に走る現道を随所で寸断している。いずれの河川も未改修のため、雨季には広範囲に亘って長期の洪水氾濫を招き、毎年2～6ヶ月間も交通杜絶を生じ、Mtwaraを中心とする南部沿岸地域は、あたかも別国の如き孤立状態に陥ってしまうのが現状である。

北部及び西部地域にはかなり開発された道路網を有するタンザニア連合共和国における道路行政上の目下の急務の1つは、全人口の約10%が住む南部沿岸地域と主都 Dar es Salaam を連結する全天候道路を建設し、雨季における孤立化を防いで、地区住民の年来の熱望に応えることである。

日本調査団は、タンザニア政府の依頼に応じて、主として海岸沿いの現道を最大限活用する方針のもとに約40日間の現地調査を実施したが、帰国後の諸資料の解析検討、設計積算作業を終え、報告書を作成した。

ここでは現地調査と日本国内での作業の経緯を簡単にとりまとめ、報告書内容の骨子を総括して理解の便を図るとともに、工事実施前に必要な調査、測量ならびに工事実施の具体策に関する勧告を順序立てて列挙した。

総 括

現地調査

1. タンザニア政府から提案された3路線の全線踏査。

Route 1. Kibiti-Utete-Nyamwage-Mohoro-Nangurukuru-Lindi

Route 2. Kibiti-Ndundu-Nyamwage-Mohoro-Nangurukuru-Lindi

Route 3. Kibiti-Utete-Njinjo-Mbata-Kiranjerange-Lindi

2. 3路線沿線の土質、地質調査とRufiji河の基礎地盤調査。

採取した試料の大部分についてはタンザニア政府のMaterial Laboratoryに試験を依頼したが、代表的な土質としてLateriteとBlack cotton Soilの試料を日本に持帰って試験研究を行なった。

3. Rufiji, Matandu, Mavuji, Mbwemkuru各河川の流域踏査と洪水痕跡調査。

4. Rufiji, Matandu, Mavuji, Mbwemkuru各流域とその他の雨季水没区間について主としてRoute 2沿いに地上高低測量を実施して、道路設計と橋梁計画に必要な資料を得た。Rufiji河については深淺測量も行なった。

5. 諸資料の収集と討議。

- a. 交通量調査を含む経済調査資料
- b. 水文資料
- c. 土質，地質資料
- d. 道路及び橋梁の設計基準
- e. 積算資料

日本国内作業

1. 水文解析を行なって各河川の計画高水流量を求め，所要通水断面に基づいて各河川の橋梁延長，避溢橋延長，取付道路の高さを決定した。
2. 持帰った代表的な土質試料について必要な補足試験を実施した。又，Material Labo. の試験結果を取りまとめた。
3. 水文解析と3路線の工費積算の結果を総合比較して，最も優利な路線として最終的にRoute 2 を選んだ。
4. Route 2 について全線2車線で道路概略設計と橋梁架設計画を作成し，建設費を積算した。
5. 全線2車線同時施工を前提としてRoute 2 について経済効果を検討し，費用便益比を算定した。

報告書内容の骨子

1. 推定交通量

タンザニア政府によるOD調査データを基準としてGravity Model法により，供用開始予定年度および償還予定年度における推定交通量を求めた。計算には，自動車保有台数の伸び，車種構成の変化，人口増加，道路新設による誘発効果を適切に考慮した。

Table - 1 推定交通量(台/日)

年度	区間	Dares Salaam - Ndundu	Ndundu - Nangurukuru	Nangurukuru - Lindi	Lindi - Mtwara
改良道供用開始予定	1977	265	180	169	250
舗装道供用開始予定	1979	342	286	269	300
改良道償還予定	2006	1446	987	973	1492
舗装道償還予定	2008	1771	1413	1413	1656

2. 水文解析

水文解析によって求められた各河川の計画高水流量，本流部主橋延長，避溢橋延長はTable

- 2 に示すとおりである。

異状洪水に対する桁下余裕はいずれについても 1.5 m とする。

Table- 2 各河川の計画高水流量と橋梁, 避溢橋

河川名	Rufiji R.	Matandu R.	Mavuji R.	Mbwemkuru R.
計画高水流量 (m ³ /sec)	6700	2000	1000	2000
主橋延長 (m)	330	80+120	50	80
避溢橋延長 (m)	5000	1500	350	950

3. 土質, 地質

土工で問題になるのは Black Cotton Soil を中心とする塑性の高い粘性土である。Kibiti ~ Lindi 間の現在道路沿線の浅い土質調査の結果によれば, 全延長の約 1/6 に相当する 50 km 程度は Black Cotton Soil である。この外にも塑性指数 PI が 20 を超える粘性土の区間が約 50 km 見受けられる。

Black Cotton Soil は乾燥しているときは問題ないが, 吸水による強度程下が著しいので盛土材料として使用しない方がよい。低地帯に堆積した Black Cotton Soil は盛土の基礎としても適当でないし, また, 深さもそう大きくないと思われるので除去して捨土する方がよい。

他の土質は, 塑性の高い粘性土を除き, 一般にそのまま土工材料として十分使用できる。また広く分布する良質のラテライトは路床材料にも使用できる。ポルトランドセメントあるいはアスファルト乳剤による適切な安定処理を行えば路盤材料としても不足はないと思われる。路線沿線の一部, 結晶状石灰岩などコンクリートあるいは舗装用骨材として使用できそうな岩石の露頭が散見されたが, 更に本格的な骨材調査が必要である。

Rufiji 河の基礎地盤概略調査では地表面から 11 ~ 13 m の深さに N 値の大きい支持層が見出されており, 洗掘に対する予防策さえ講ずれば, 橋梁基礎にはそれ程難かしい問題はなさそうである。また避溢橋も浅い杭基礎で十分であろうと予想される。

4. 路線の撰定

調査の対象となった 3 つの路線について

- Rufiji 河をどこでどのように渡るか。
- 工事費はどの路線が最も廉いが。
- 道路延長はどの路線が最も短かいか。
- 沿道の人口分布, 経済効果などからみてどの路線が有利か。

などを検討した結果、最終的に Route 2 を最も有利な路線として撰定した。直接工事費と道路延長の比較は Table - 3 に示すとおりである。

Table - 3 路線比較

路線名	Route 1	Route 2	Route 3
直接工事費 (shs.)	223,870,000	192,630,000	266,060,000
道路延長 (km)	348.5	319.5	378.9

5. 道路設計

Route 2 について、全線 2 車線舗装で道路概略設計を行なった。設計にはタンザニア政府の基準を準用した。

主な設計基準は下記のとおりである。

設計速度	80 km/hr	
最急縦断勾配	平地	5%
	丘陵	6%
	山地	8%
道路巾	全巾	9.6 ~ 8.4 m
	車道	6.0 m
		路肩

現道を最大限活用することを前提としているので、平面線形と縦断線形の改良はできるだけ局部的なものにとどめ、車輛走行上極めて不適切な区間、比較的低位位置にあって雨季に洪水氾濫の影響が大きいと思われる区間、および不必要に迂回している区間についてのみ線形改良を行なった。

また、土工計画は、工事費の節減のため、必要最少限にとどめたが、全天候道路を確保するため、排水計画には万全を期した配慮を払った。

盛土区間のうち、雨季の洪水が長期に亘って湛水すると予想されるものについては、ノリ面の洗掘、侵蝕を防止するため石張工またはブロック張工を用いたが、その他の区間は植生ノリ面工によって計画した。更に詳細な道路設計を得るためには、新たに全線の航空写真測量と局部的な地上測量が必要である。

6. 橋梁計画

道路設計と同じく、Route 2 について全線 2 車線で橋梁計画を樹てた。設計の基準は下記のとおりである。

設計示方書

British Standard

有効巾

7.0 m

橋梁の材料費，製作費，輸送費，架設費の節減を図り，しかも不時の災害による橋梁架け替えの便を考慮して，主橋梁および避溢橋の設計にはできるだけ規格化された標準設計を用いることとした。

また下部工については，井筒基礎を用いる Rufiji 河本橋を除き，全般に輸送費や打設費の低廉な H 型鋼杭を用いた杭基礎を採用した。

更に詳細な基礎地盤調査を実施することによって基礎の根入れ深さなどに変更が生ずることは十分予想されるが，特に洪水時の流速が大で，水深も深くしかも河道が大きく屈曲している Mbwe mkuru 河を除きスパン割を含めた上部工計画には今後あまり大きい計画変更はないと考えてよい。

Table-4 主要橋梁と避溢橋

河川名	本流部主橋		避溢部標準桁橋		
	スパン割	延長(m)	スパン割	延長(m)	
Rufiji R.	ランガートラス 84m×3	252	20m×250	5000	
	ポニートラス 40m×2	80			
Matandu R.	本流	ポニートラス 40m×2	80	20m×46	920
	支流	ポニートラス 40m×1	40	20m×30	600
Mavuji R.		ポニートラス 40m×1	40	20m×18	360
Mbwe mkuru R.		ポニートラス 40m×2	80	20m×48	960
その他小橋梁群		-	-	20m, 15m, 10m	1300
小計		ランガートラス 84m×3	252	20m×392	7840
		ポニートラス 40m×8	320	20m, 15m, 10m	1300
合計		トラス橋	572	標準桁橋	9140

7. 建設費と工期

Route 2 に関する建設費と工期は下記のとおりと推定される。

総建設費	約 261,447,000 shs.
舗装を除く総建設費(ただし Ndundu の南 3 km までは舗装)	約 197,077,000 shs.
(Rufiji 架橋と取付道路総建設費	約 67,142,000 shs.)

全工期	約	8年
調査期間（航測，測量，詳細設計等）	約	2年
（工事期間（段階施工全線工期）	約	6年

8. 経済効果

Dar es Salaam～Mtwara間が全天候道路によって連結されることによって生ずる経済効果について、通常国際的に用いられている手法によって定量的な便益を算定した。

算定にあたっては、

- 本工事着手前に必要な諸調査，諸設計作業をすべて1973年までに仕上げること。
- 工事は全線同時施工とし，改良道の場合工期4年で1977年までに，また舗装道の場合工期6年で1979年までに全工事を完了すること。
- 償還期間は30年とすること。

を基本条件とした。

Dar es Salaam～Mtwara間全天候道路によって生ずる便益は、

- 走行便益 ・土道から改良道または舗装道に改良されることによる走行費の節減
- 時間便益 ・Rufiji FerryがRufiji橋に変わることによる人と車の時間便益
 - ・雨季の海運から転換される人と貨物の時間便益
 - ・道路改良による車の時間便益
 - ・道路改良による乾季の貨物の時間便益
- 料金の節約 ・雨季の海運による人の料金の節約
 - ・Rufiji Ferryの人と車の料金の節約

などであるが、これらのうち走行便益が最も大きく、全体の便益の約70%を占めている。費用便益比の算定結果は表-5に示すとおりである。利率を10%とした場合の費用便益比は、舗装道の場合で $B/C=1.30$ ，また改良道の場合で $B/C=1.02$ となる。

Dar es Salaam～Mtwara間全天候道路によって直接生ずると予想される経済効果のみを考慮しても、以上のように十分な採算性が確保されると推定されるのであるが、この外にも南部沿岸地域の孤立化開放に伴って生ずる所得や文化の水準の向上，総合開発の促進，人心の安定，住民の福祉の向上など計り知れない種々の間接効果が予想される。

表 - 5 費用便益比 (単位 shs.)

改良道の場合	記号	利率 $r = 2\%$	利率 $r = 6\%$	利率 $r = 10\%$
供用開始年(1977)から償還完了年(2036)までの総便益の累計	B	837,379,200	458,231,400	281,700,000
総建設費と償還完了年(2006)までの維持補修費の累計との総和	C	243,700,000	255,959,000	276,857,000
費用便益比	B/C	3.44	1.79	1.02
舗装道の場合	記号	利率 $r = 2\%$	利率 $r = 6\%$	利率 $r = 10\%$
供用開始年(1979)から償還完了年(2008)までの総便益の累計	B	1,505,998,100	829,447,500	513,478,200
総建設費と償還完了年(2008)までの維持補修費の累計との総和	C	314,965,000	349,701,000	396,243,000
費用便益比	B/C	4.78	2.37	1.30

勸告

工事着手前の諸作業

最終的に撰定された Route 2 について、以下に示すような調査、測量、設計等の諸作業を実施する必要がある。

1. 1/2500 ~ 1/5000 の縮尺による図化を目標として全線の航空写真測量を実施する。
 2. 道路概略設計をもとにして更に詳細に路線沿いの土質調査、土質試験を実施する。
 3. 路線近傍の土取場、骨材採取地について更に詳細に調査する。(品質、数量、運搬距離など)
 4. Rufiji, Matandu, Mavudji, Mbwemkuru の4つの主要河川について深い基礎地盤調査を実施する。工事着工順位に応じて順次地上詳細測量を実施する。
 5. 上述の調査、測量の結果に基づいて、道路詳細設計、橋梁上下部工の実施設計を行なう。
- これらの作業は2~3度の短期調査団によってすべて実施できるわけではないので、特に2及び3の項目についてはタンザニア政府の Material Laboratory の全面的な協力が要望される。作業完了にはほぼ2年を要すると思われるので、できるだけ早い時期に着手し、工事実施に遅れを生じないように気をつけなければならない。

工事の実施

工事実施の計画にあたっては、雨季における交通杜絶の最大の原因となっている Rufiji 渡河

を先ず第一に着手することを考えなければならない。Rufiji本橋と避溢橋の架設ならびに取付盛土が完了すれば雨季における長期の交通杜絶の大半が解決されるもの考えられる。工事はRufiji区間の完了に次いで南に向って進めることとすれば、建設資材や建設機械の運搬にも便利である。前述の調査、測量、設計の作業も航空写真の撮影は別として、工事の進捗計画に常に先行するように段階的に実施することができる。

Route 2は、道路設計の便宜上以下のように4つの工区に分けたが、工事実施は必ずしもこの工区割に沿う必要はなく、資金計画に順応して行なえばよい。

1. Kibiti- Ndundu - Nyamwage (Rufiji 橋を含む)	48.5 km
2. Nyamwage - Mohoro - Nangurukuru	103.5 km
3. Nangurukuru - Kiranjerange	87.5 km
4. Kiranjerange - Lindi	80.0 km
	計 319.5 km

Kibiti ~ Lindi間 319.5 km全線の総建設費のうち舗装費の占める比率は約 32%に及ぶので、初期投資をできるだけ節減し、しかも十分の経済便益の確保できる改良道 (Engineered Gravel Surface)の採用が当初計画としては賢明な策であろうと考えられる。

工事を適宜区間に分けて実施する場合、橋梁、避溢橋を常に先行着手するように計画すれば、工事期間の短縮にも役立つし、また、降雨による影響も少なくすることができる。

全体工期は改良道による場合約 4年、舗装道による場合約 6年と推定されるが、この工期は潤沢な資金計画を基礎としたものである。

大規模工事における年度別資金計画の参考例として日本における供用中の 2, 3 の高速道路の年度別建設費を Fig. 1 に示す。これらは 4車線分離の完全出入制限の (Four lane divided, Fully access controlled) 場合であるから、金額的には参考にならないが、いずれも 8年計画のものであるから、資金の年度割比率を求めるには参考になると思われる。

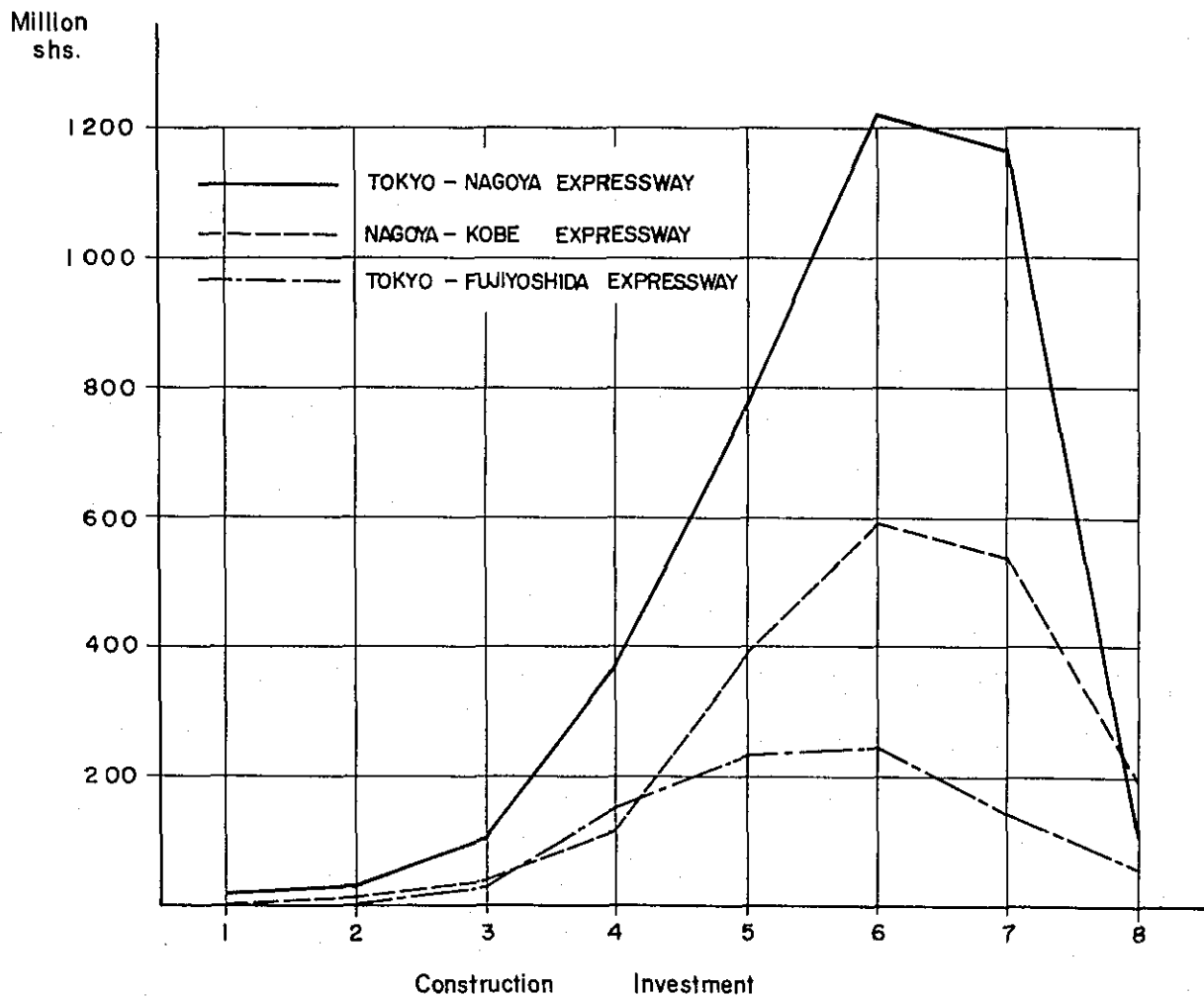
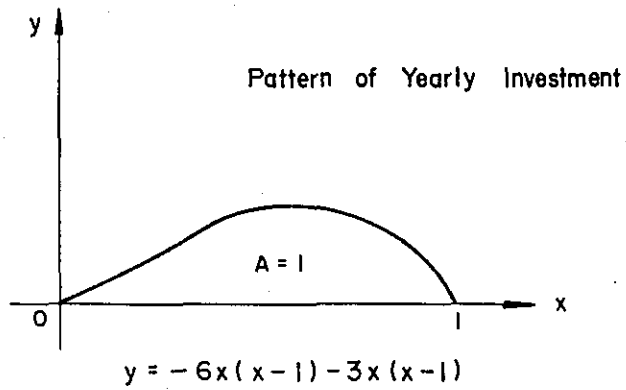


Fig.-1 Example of Yearly Investment for Expressway Construction in Japan

謝 辞

ダレスサラーム・リンディ間沿岸道路建設計画現地調査が順調に完了したことは、タンザニア共和国政府運輸通信省の御協力に負うところ大である。同省次官 Kadoma, チーフ・エンジニア H. Singh, 道路空港局長 Singh Channe の諸氏に深甚の謝意を表す。わけでも同局の Assistant Executive Engineer, Kirti S. Joshi, Technical Assistant, G. Gulamali, Material Laboratory の Technician, Msangi, Mosha, Halahala の 5 氏には現地調査に終始御同行をいたゞき、格別のお世話をいたゞいたことを付記したい。

調査に当って運輸通信省はもとより大蔵省、国家水資源審議会、農林省水資源開発、灌漑局の方々から多くの助言や資料をいたゞき、現地調査に当って幾多の便宜をいたゞいた。次に主要な方々の氏名を記して謝意を表す。

Ministry of Finance

Mr. C. D. Msuya	Principal Secretary
Mr. F. A. Byabato	Deputy Secretary
Mr. Chahali	Assistant Secretary

Ministry of Communications, Transport and Labour

Dr. H. L. Uppal	Chief, Material Laboratory
Mr. D. V. Sikka	Soil Analyst, "
Mr. Msangi	Material Laboratory
Mr. Mosha	"
Mr. Halahala	"
Mr. Lloyo R. McGinnis	Planning Section
Mr. R. Kramer	Executive Engineer, R. E. Coast
Mr. K. Ramadhani	Officer in Charge of Utete Rufiji
Mr. J. Z. Kagali	Officer in Charge of Kilwa Masoko
Mr. Said	Officer in Charge of Lindi

National Water Resources Council

Mr. Hiroshi Hori	Planning Director
Mr. Junji Inoue	Senior Irrigation and Drainage Engineer Planning Division
Mr. Masao Yoshida	Senior Agricultural Economist, Planning Div.
Mr. Hideo Yasui	Senior Hydrologist and Planning Engineer, Planning Division
Mr. Akihiko Togo	Hydrologist, Planning Division

Ministry of Agriculture, Food and Cooperatives

Mr. Hagen	Senior Hydrologist, Water Development and Irrigation Division -UBUNGO
Mr. Wingard	Hydrologist, "

East African Meteorological Department

Dr. H. T. Möth

目 次

第 1 章	序 論	1
1-1	調査の目的	1
1-2	調査の範囲	1
1-3	調査団の編成	1
1-4	現地調査の概要	2
第 2 章	総 論	5
2-1	地域概要	5
2-2	人 口	11
2-3	行政区画	14
2-4	農 業	17
2-5	林 業	23
2-6	交通機関	25
2-6-1	人の移動	25
2-6-2	貨物の流動	26
2-6-3	沿岸道路関連地域の建設	29
第 3 章	交通量の推定	31
3-1	現在交通量	31
3-2	自動車保有台数の推移	35
3-3	沿岸地域の車種構成	37
3-4	Utete および Ndundu フェリー	38
3-5	将来交通量の推計	43
3-5-1	概 要	43
3-5-2	交通量推計年度	44
3-5-3	ゾーニング	45
3-5-4	現在 O・D 表の作成	47
3-5-5	Gravity Model 法の計算式	47
3-5-6	パラメーター α, τ の計算	48
3-5-7	自動車の保有率による α の修正	49
3-5-8	各車種の全保有台数に対して占める将来の比率	51
3-5-9	α' の計算	52

3-5-10	将来交通量推計に用いた各 District の将来人口	53
3-5-11	将来交通量の推計	53
3-6	Utete および Ndundu フェリーの渡河人員の推定	65
第 4 章	水 文	67
4-1	タンザニア南部の降雨特性	67
4-2	Dar es Salaam ~ Lindi 間の各河川の現況	69
4-3	Rufiji 河の検討	69
4-3-1	渡河地点の現況	69
4-3-2	洪水の規模	69
4-3-3	計画高水流量	72
4-3-4	避溢橋の必要延長	72
4-3-5	異状洪水に対する検討	74
4-4	その他の河川の検討	74
4-4-1	洪水の規模	74
4-4-2	計画高水流量	75
4-4-3	避溢橋の必要延長	77
4-4-4	異状洪水に対する検討	78
4-5	あとがき	78
第 5 章	土質調査	79
5-1	既在道路の土質調査	79
5-1-1	緒 論	79
5-1-2	Kibiti - Ndundu 間の調査	79
5-1-3	Ndundu から Nyamwage 接続点地域の調査	81
5-1-4	Utete 経由 Kibiti より Nyamwage 接続点に到る地域について	81
5-1-5	Nyamwage , Mohoro 間地域について	84
5-1-6	Mohoro から Kilwa 接続点に至る地域について	84
5-1-7	Kilwa 接続点から Lindi 地域について	87
5-2	Rufiji 河沿線調査について	88
5-2-1	概 要	88
5-2-2	ボーリング結果について	89
5-3	土質試験	90
5-3-1	試料の判定の分類	90

	5-3-2	Laterite Sand についての調査	91
	5-3-3	Black Cotton Clay の調査	93
第 6 章		路線選定	127
6-1		路線延長及び主要経過地	127
6-2		選定路線の概要	129
6-3		路線別概算工費	133
6-4		路線決定	139
第 7 章		道路設計	141
7-1		設計基準	141
7-2		平面計画	141
7-3		縦断計画	142
7-4		横断面	142
7-5		土工計画	143
7-6		排水計画	144
第 8 章		架橋計画	145
8-1		概要	145
8-2		河川の状況	145
8-3		架橋計画の基本方針	145
8-4		主要橋梁の架橋計画	146
	8-4-1	Rufiji 川架橋	146
	8-4-1-1	架橋条件	146
	8-4-1-2	架橋計画	147
	8-4-2	Mavudyi 川架橋	147
	8-4-2-1	架橋条件	147
	8-4-2-2	架橋計画	147
	8-4-3	Mbwemkuru 川架橋	148
	8-4-3-1	架橋条件	148
	8-4-3-2	架橋計画	148
	8-4-4	Mbwemkuru 川架橋	148
	8-4-4-1	架橋条件	148
	8-4-4-2	架橋計画	148
	8-4-5	其他の中橋梁	148

8 - 4 - 6	小橋梁群	149
8 - 5	設計条件	149
第 9 章	建設費	151
9 - 1	総建設費	152
9 - 2	施工順位	153
第 10 章	計画の評価	157
10 - 1	概 要	157
10 - 2	走行便益	157
10 - 2 - 1	走行単価	157
10 - 3	時間便益	158
10 - 3 - 1	Rufiji フェリーからの時間便益	158
10 - 3 - 1 - 1	車について	158
10 - 3 - 1 - 2	人について	158
10 - 3 - 2	雨期の海運利用から転換される人についての時間便益	158
10 - 3 - 3	雨期の海運利用から転換される貨物の時間便益	159
10 - 3 - 4	道路改良による乾期の貨物の時間便益	160
10 - 3 - 5	道路改良による車の時間便益	160
10 - 4	料金の節約	161
10 - 4 - 1	雨期の海運利用から転換される人の料金の節約	161
10 - 4 - 2	Rufiji フェリーにおける人の料金の節約	161
10 - 4 - 3	Rufiji フェリーにおける車の料金の節約	161
10 - 5	時間単価	161
10 - 6	海運による旅行時間	162
10 - 7	船と車による人の料金	162
10 - 8	便益計算	163
10 - 8 - 1	便 益	163
10 - 8 - 2	費 用	165
10 - 8 - 3	費用便益比	166
10 - 8 - 4	結 論	168

第1章 序 論

第 1 章 序 論

1-1 調査の目的

Dar es Salaam/Lindiは首都 Dar es Salaam 市から、人口密度の比較的高い海岸地域を通過して南部の Lindi 市にいたる約 480km の道路である。

しかし、Rufiji河をはじめとする数本の河川の雨期における氾濫によって毎年約半年間にわたって交通不能となり、全国民の約 1 割におよぶ住民のいる南部地方は陸の孤島と化す、これを解決するためには河川の影響の少ない山地部に全く新しい道路を建設する計画があるが、今回の調査は海岸沿いの現道を有効に利用した路線の計画を目的としたものである。

1-2 調査の範囲

本道路建設の持つ Feasibility を概略把握するために現地調査は経済的な道路々線選定、Rufiji河他の架橋計画、本道路の地域におよぼす経済、民生上の効果を把握すること等に重点を置いて実施された。帰国后現地で得られた資料をもとに、日本国内において解析、検討がなされたが、特に本道路の将来交通量の推定、便益、Rufiji河の予想流出量の検討に努力が払われた。その他の技術的側面については、例えば橋梁の設計については測量、地盤調査、道路設計については航空写真による大縮尺地図の作製等の基本資料の今後の充実によって、さらに精度を上げうるが、今回の報告書では現地調査の結果得られた資料から最大の精度を得ようとしたものである。

1-3 調査団の編成

Dar es Salaam / Lindi 沿岸道路建設計画日本調査団々員

団長	栗田武英	総括	日本道路公団企画調査部長
団員	寺師英雄	橋梁計画 (河川)	水資源開発公団開西支社建設部長
"	住友栄吉	道路計画	建設省道路局高速国道課建設専門官
"	杉田美昭	道路計画	道路公団企画調査部企画課々長代理
"	永嶋国村	道路設計 および測量	三井共同建設コンサルタント株式会社取締役
"	森 博	地質・材料	日本海外コンサルタント株式会社々長
"	西野満男	橋梁計画 (構造)	日本海外コンサルタント株式会社取締役
"	朝日 輝	経済調査	日本海外コンサルタント株式会社技師
"	得丸正哉	業務調整	海外技術協力事業団

現地参加在タンザニア日本人道路専門家

杉浦英雄 Ministry of Communications, Transport (現在, 建設省中部地建)

住吉幸彦 & Labour, Roads and Aerodrome Division (現在, 建設省近畿地建)

路線踏査参加タンザニア政府 Liaison Officer

Mr. Kiriti S. Joshi Ministry of Communications, Transport
& Labour, Roads and Aerodrome Division

Mr. G. Gulamali

3 Technicians of Material Laboratory

1-4 現地調査の概要

1-4-1 日程

今回の調査では現地における宿泊施設の関係上, 調査団を2班に分割し, 調査を行った。

(A 班)

道路計画	（ 栗 田 武 英 住 友 栄 吉 西 野 満 男 杉 田 美 昭 杉 浦 英 雄 Gulamali	} 調査団員
橋梁計画		
土質, 地質調査		
在タンザニア日本人道路専門家		
タンザニア政府 Liaison Officer		

(B 班)

地形測量	（ 永 島 国 村 得 丸 正 哉 朝 日 輝 森 博 寺 師 英 雄 住 吉 幸 彦 Joshi Msangi Harahara Moshi	} 調査団員
土質, 地質調査		
洪水痕跡調査		
在タンザニア日本人道路専門家		
タンザニア政府 Liaison Officer		

Material Laboratory Technician

調査は最初全線の概略踏査（10月15日～10月17日）を行い、引続き現地調査（10月22日～11月7日）を行った。その日程は下表のとおりである。

Base Camp	A 班	B 班
Kilwa Masoko	10月22日～10月30日	11月1日～11月7日
Kibiti	10月31日～11月7日	10月22日～10月31日

1-4-2 現地調査の項目と概要

(A) 路線調査

Route 1（Kibiti—Utete—Nyamwage）及びRoute 2（Kibiti—Ndundu—Nyamwage—Mohoro—Kilwa—Lindi）を中心として、現道の道路改良計画、橋梁改良計画、橋梁新設計画に必要な路線調査を行なった。

Route 3（Utete—Njinjo—Mbata—Mtandawala—Makangaga）については簡単な踏査のみを実施した。

(B) 土質、地質調査

(1) Rufiji川架橋予定地点の基礎地盤調査

現在フェリーの運行されているUtete及びNdunduにおいて機械ボーリングによる試料採取ならびに標準貫入試験による支持力値測定を実施した。いずれもRufiji川左岸を利用した。採取した試料についての諸試験はタンザニア政府のMaterial Laboratoryに依頼した。

(2) 路線沿線の土質、地質調査

Route 1及びRoute 2について、5～10 km間隔で代表的な土質試料を採取し、タンザニア政府のMaterial LaboratoryにConsistency試験を依頼した。試料の総数は72個である。そのうち代表的な試料11個については、突固め試験及びCBR試験をも実施することとした。

また、代表的な土質としてラテライト、ブラックコットンソイルを日本に持帰って必要な補足試験を実施した。

Route 3については6ヶのConsistency試験用試料を採取したに止まった。

(C) 地形測量

Rufiji川ならびにMatandu, Mavudyi, Mbwemkuru等の主要河川近傍の縦断地形測量及び主要点における横断地形測量を実施した。(D)の洪水痕跡調査との共同によって縦断図上に既往最大水位を記入し、橋梁計画ならびに道路盛土計画に必要な資料を作成した。

(D) 洪水痕跡調査

主としてRufiji川流域について、既往洪水痕跡の調査を行ない、洪水の規模、範囲を確認し、本橋計画、避溢橋計画及び盛土保護工に必要な資料を作成した。洪水痕跡調査では、沿線住民に対する聞き込み調査も併せて行なった。

第2章 総論

第 2 章 総 論

2-1 地域概要

Dar es Salaam/Lindi 沿岸道路の通過する地域はタンザニア南東部に位置し、インド洋沿いに首府 Dar es Salaam より Mtwara に至る延長約 470km、巾が海岸より内陸へ約 100km の南北方向に細長い地域である。

人口は直接影響を受ける Mtwara 地域だけでも $1,033 \times 10^3$ 人(1967年)に達し、その周辺地域を含めるとタンザニア全人口の約 10%にあたる。通過する地域には、Mtwara, Lindi の主要都市を始め、Kilwa 東アフリカで最も大きな game reserve の一つである Selous Game Reserve などがあり、特色ある地域である。

この地域と首府 Dar es Salaam との陸上交通にとって大きな障害は、この南北に細長い地域を東西に横切る大河川の存在である。すなわちタンザニア第一の河川 Rufiji 河を始め、Matandu, Mavudyi, Mbemkuru などの河川であり、雨期には下流一帯に出水し、長い期間にわたって陸上交通を不能にする。

特に Rufiji 河は Table 2-1 に示すように毎年 3~6 ヶ月間、自動車などの渡河は不能となる。したがって、雨期におけるこの地域住民の孤立感は大きく、行政、運輸通信、文化福祉、産業開発の面から完全な全天候道路建設が強く要望されている。

現在まで下記のような調査が実施された。

- | | |
|---------------------------------|--------|
| 1) BATTELLE FEASIBILITY REPORT | 1964 年 |
| 2) VOLKERT RECONNAISSANCE STUDY | 1965 年 |
| 3) TAMS FEASIBILITY REPORT | 1969 年 |

今回の調査は特に、人口の集中している現道沿いのルートについて調査を実施したものである。Fig. 2-1 に示すようにタンザニアには 6 本の幹線道路があるが、この沿岸道路は Eastern Trunk Road の失なわれた区間にあたるものである。なおタンザニアの道路別、路面別内訳を Table 2-2 に示す。

Tab. 2-1 Records of Suspension of Ndundu and Utete Ferries
Due to Flood

Year	Ndundu Ferry			Utete Ferry		
	Date of suspension	Date of open	Days of service suspended	Date of suspension	Date of open	Days of service suspended
1965	28/ 3/65	20/ 8/65	145	28/ 3/65	24/ 7/65	118
	4/ 8/65	0/ 9/65	5			
1966	19/ 4/66	20/ 6/66	62	23/ 4/66	18/ 6/66	56
1967	10/ 4/67	4/ 7/67	85	19/ 4/67	10/ 6/67	52
1968	4/ 4/68	10/ 7/68	97	20/ 4/68	14/ 7/68	85
1969	8/12/68	14/ 1/69	37	6/12/68	3/ 1/69	28
	10/ 2/69	12/ 8/69	185			
	10/ 2/69	12/ 8/69	185	10/ 2/69	17/ 6/69	129

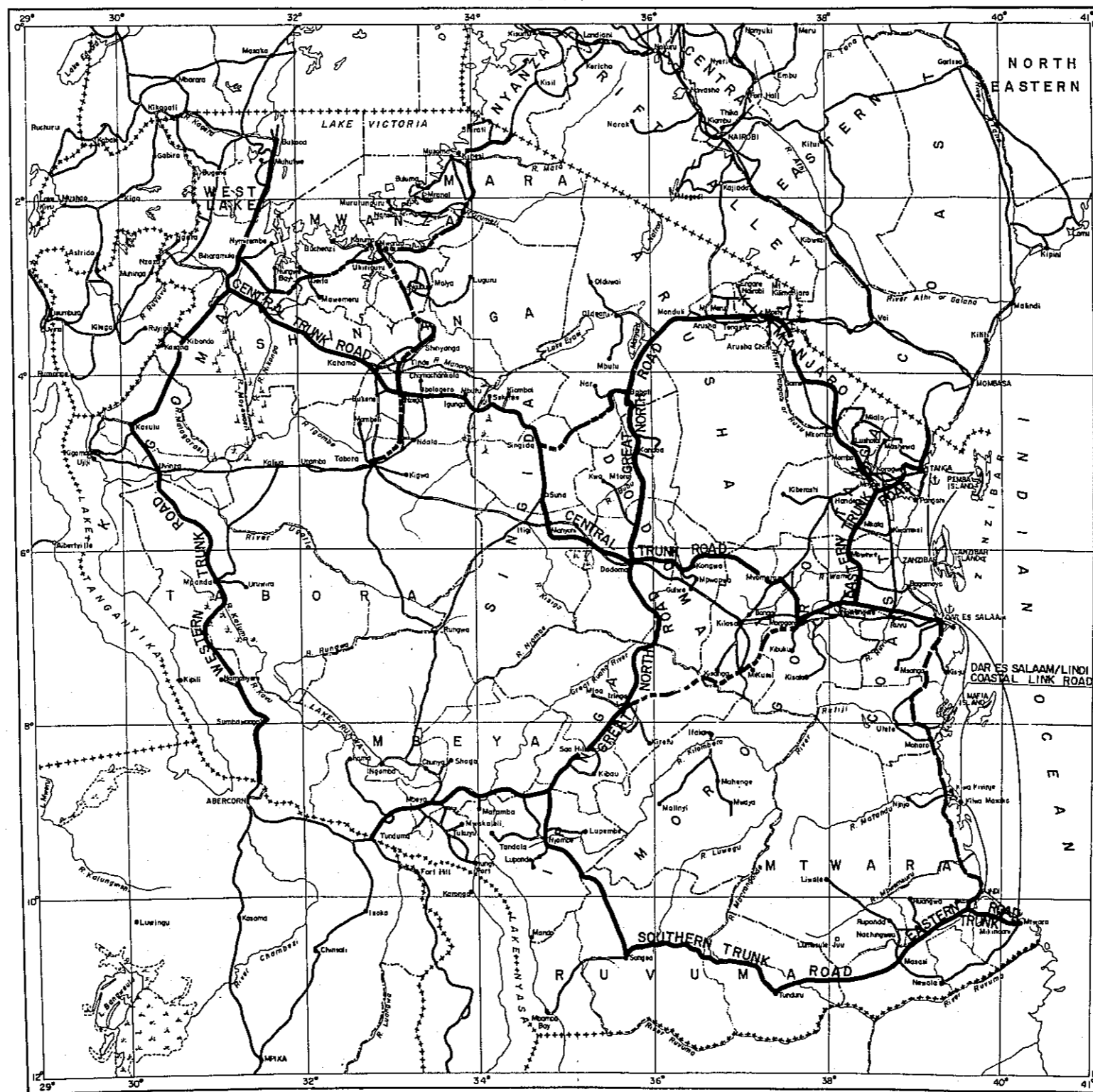
Note: Average days of ferry service suspended
- 110 days (for 1965 - 1969)

source: Office of R. E. Coast

Tab. 2-2 Tanzania Roads - Classification, July, 1970

	(in km)			
	Trunk roads	Territorial main roads	Local main roads	Total
Bitumen	1397	293	544	2234
Engineered Gravel	317	488	308	1113
Earth	3703	678	9153	13634
Total	5417	1439	10005	16881

FIG. 2-1
 TANZANIA
 TRUNK AND TERRITORIAL
 MAIN ROADS
 1967



Kilometres 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300
 Miles 0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

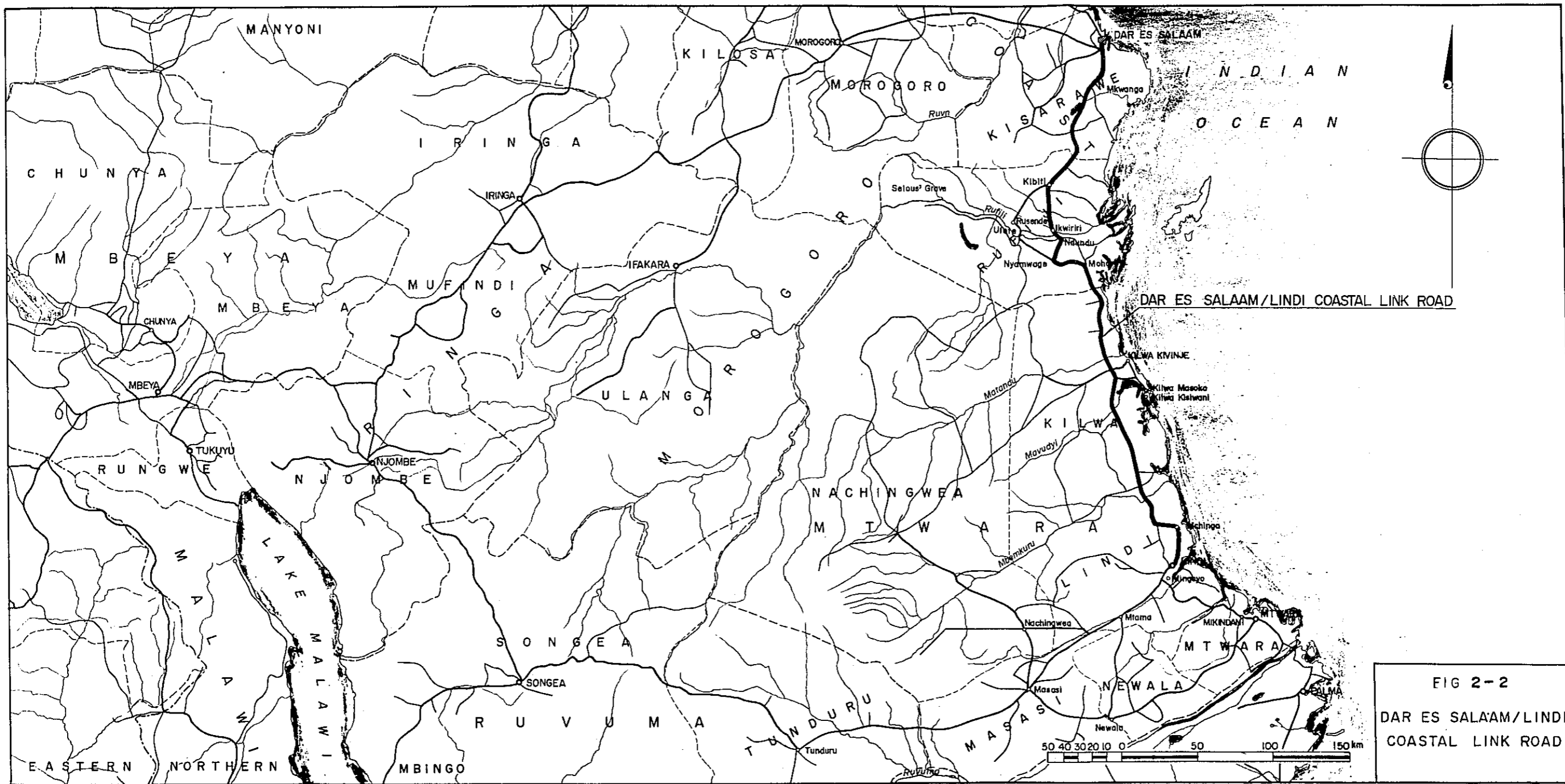


FIG 2-2
DAR ES SALAAM/LINDI
COASTAL LINK ROAD

2-2 人 口

タンザニアの人口は年々増加の一途をたどり、1957年から1967年の10年間で35.1%の伸び率を示し、年平均伸び率は表2-3のように1948年~1957年で1.8%、1957年~1967年で3.1%である。 Table 2-3

その増加の原因としては死亡率、特に乳児の死亡率の減少および調査技術の向上があげられる。計画道路沿道上でみると、Dar es Salaam および南部地域の人口増加が比較的大きく、特にDar es Salaam の人口の伸び率は1957年~1967年で年間伸び率7.8%と著しく、都市の人口集中化の傾向が見られる。一方道路網の未整備、通信連絡施設の未発達、主要産業の欠除によってRufiji およびKilwa地区の人口の伸び率は鈍化している。

Mtwara地域の総人口は1967年で1,033,000人で全国の8.7%近くを占め、伸び率は38.2%で全国の平均伸び率35.1%を若干上まわっている。

Mtwara 地域の人口密度は、12.5人/km²で全国の平均13.4人/km²を若干下まわるが、Mtwara, Newara の各地区はTable 2-5に示されているように人口密度が非常に高くなっている。

定着条件の欠除によるNachningwea地区の低い人口密度がMtwara 地域の平均人口密度を低下させている。

Lindi近くのサイザルの生産地域は合成繊維の進出による生産減少の影響を受けて人口の伸び率が停滞している。

Table 2-3 Population of Mainland Tanzania

Item	Population (x 10 ³)			Increase in population (x 10 ³)			Annual growth rate (x 10 ³)		Density (persons/km ²)	Area (km ²)
	1948	1957	1967	1948-57	1957-67	1948-57	1957-67	1967	1967	
Mainland Tanzania	7,500	8,800	11,900	1,300	3,100	1.8	3.1	113.4	918,182	

Source: Regional Economic Atlas Mainland Tanzania, Research Paper No. 1, Bureau of Resource Assessment and Land Use Planning

Table 2-4 Population and Population Density by Regions

Regions (including towns)	Population (x 10 ³)	Percentage of the total (%)	Density (persons/km ²)	Regions (including towns)	Population (x 10 ³)	Percentage of the total (%)	Density (persons/km ²)
Arusha	602	5.1	7.3	Mtwara	1,033	8.7	12.5
Coast	781	6.6	23.1	Mwanza	1,058	8.9	53.7
Dodoma	708	6.0	17.1	Ruvuma	393	3.3	6.4
Iringa	684	5.8	12.1	Shinyango	888	7.5	17.5
Kigoma	471	4.0	12.6	Singida	455	3.8	9.2
Kilimanjaro	651	5.5	49.3	Tabara	552	4.7	4.5
Mara	536	4.5	24.6	Tanga	769	6.5	28.7
Mheya	956	8.0	11.4	West Lake	658	5.5	22.9
Morogoro	683	5.8	9.3	Total	11,877	100	

Source: Regional Economic Atlas, Mainland Tanzania, Research Paper No. 1, Bureau of Resource Assessment and Land Use Planning

Table 2-5 Population of the Area to be Affected by the Projected Road

Towns, districts or regions	Population (persons)			Increase in population		Annual growth rate (%)		Density (persons/km ²)	Area (km ²)
	1948	1957	1967	1948-57	1957-67	1948-57	1957-67	1967	
Bagamoyo	77,700	88,800	116,300	9,100	27,500	1.2	2.8	11.8	9,840
Dar es Salaam Town	69,200	128,700	272,500	59,500	143,300	7.1	7.8	3,507.4	80
Mzizima	38,500	38,300	75,300	-200	37,000	0.0	7.1	108.7	780
Kisarawe	150,300	150,100	179,000	-200	28,900	0.0	1.8	19.2	9,320
Mafia	12,200	12,200	16,700	0	4,500	0.0	3.2	32.3	520
Fufiji	105,300	118,900	121,400	13,600	2,500	1.4	0.2	9.1	13,200
Coast Region	455,200	537,000	781,200	81,800	244,200	1.8	4.1	23.1	33,750
Kilwa	96,900	88,600	98,900	-8,300	10,300	-0.9	1.1	7.1	13,980
Lindi	178,700	178,200	237,200	-500	59,000	0.0	2.9	25.1	9,320
Masasi	122,600	150,900	213,600	28,300	62,700	2.3	3.5	23.8	8,810
Mtwara	88,700	96,000	134,700	7,300	38,700	0.9	3.4	35.8	3,880
Nachingwea	39,200	56,200	80,600	17,000	24,400	4.1	3.7	1.9	42,730
Newala	154,300	177,400	267,900	23,100	90,500	1.6	4.2	66.7	4,140
Mtwara Region	680,400	747,300	1,032,900	66,900	285,600	1.0	3.3	12.5	82,860

Source: District Data, 1967, Ministry of Economic Affairs and Development Planning

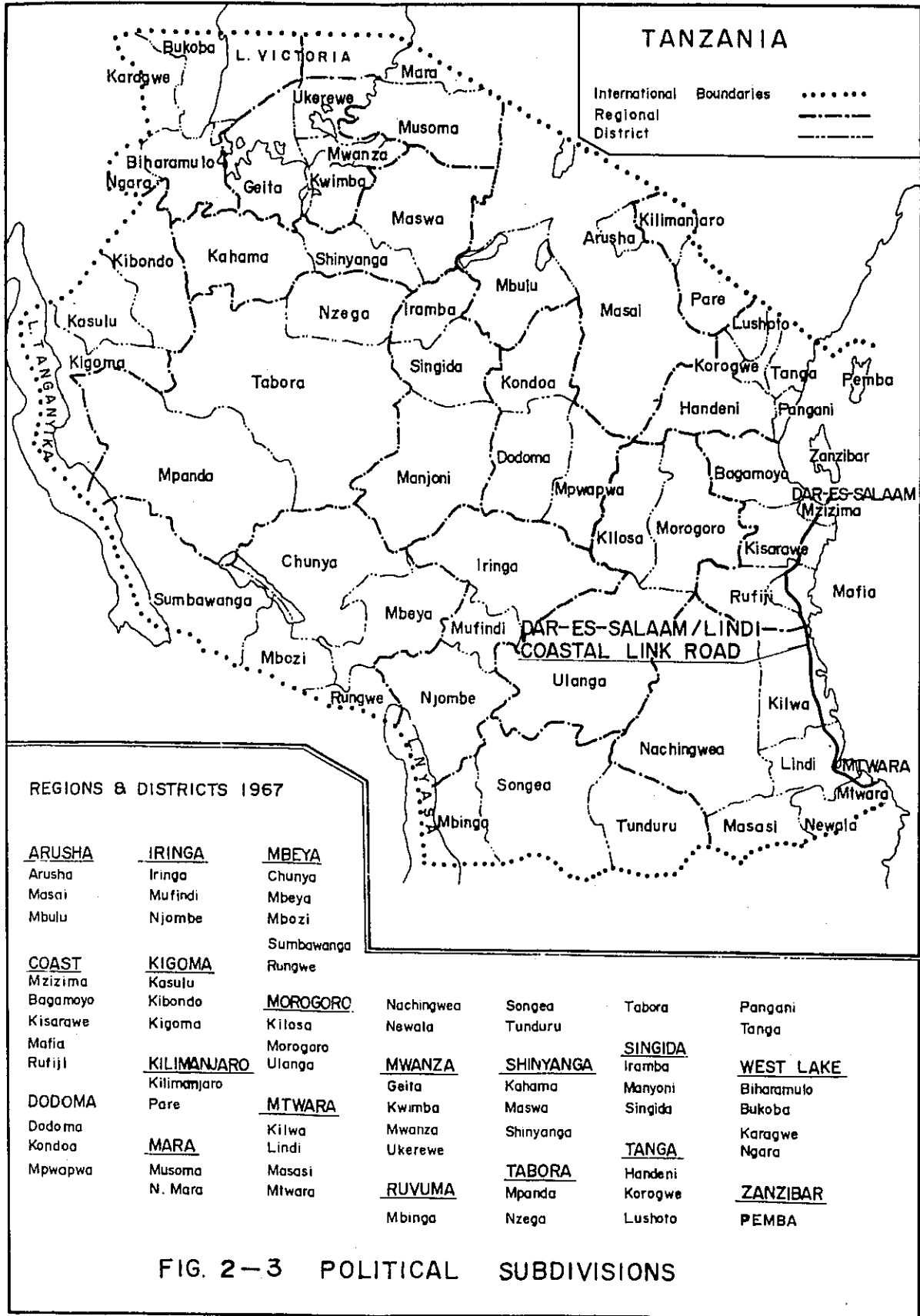
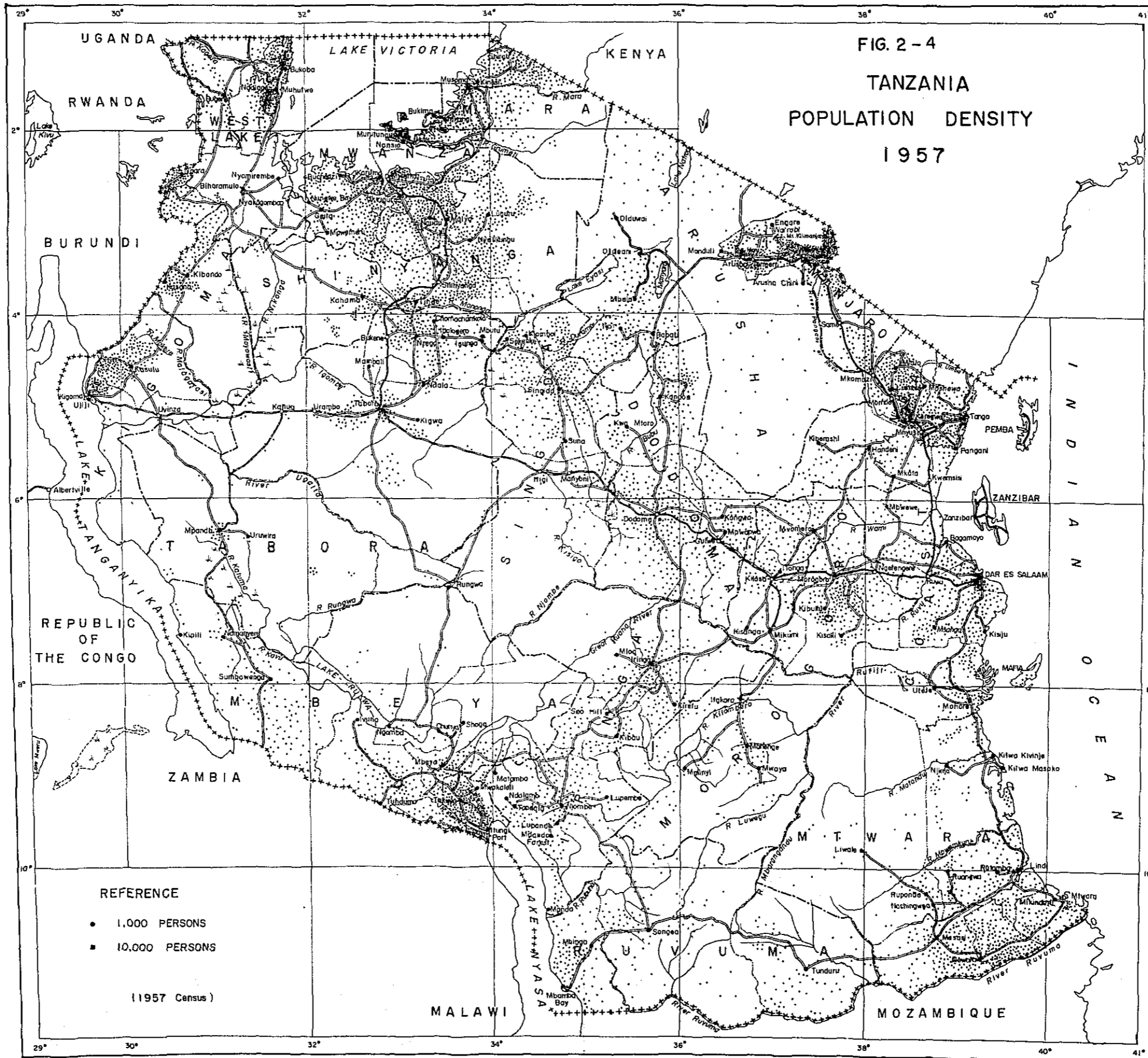


FIG. 2-3 POLITICAL SUBDIVISIONS

2-3 行政区画

行政的にタンザニアは 19 の地域 (Region) に分割され、さらに 19 の地域が 62 の地区に分けられる。

計画道路は海岸地域の Kisarawe, Rufiji の各地区および Mtwara 地域の Kilwa, Lindi, Mtwara の各地区を通過している。さらにそれらの地区に Morogoro, Nachingwea, Masasi, Newala の各地区が隣接している。



2-4 農 業

農業はタンザニア経済を支える一大要因であり、その重要性は自給あるいは収入源のために人口の96%近くが農業活動に直接的あるいは間接的に依存している事実によってもうなづける。国内総生産に占める農業のウエイトはTable 2-6に示されているように1963年の61%をピークに下降の傾向にあるが、1968年においてもなお50%を占めている。

Table 2-6 農業生産の国内総生産に対する割合

年	1963	1964	1965	1966	1967	1968
%	61	57	54	53	52	50

資料：中央統計局

農業就業人口は全就業人口の38%（1966年）を占め、計画道路関連地域の農業就業人口の全国比は1966年で海岸地域 3.8% Mtwara 地域 3.7%である。特にカシューナッツ、カッサバ、サイザル、ごま、木林などの輸出が将来のMtwara地域の経済活動の水準、収入の程度、間接的には交通量を左右する指標となっている。

Mtwara地域の主な食用農業生産物は米、きび、とうもろこし、大豆、さとうきび、グランドナッツ、カッサバであり、主要輸出農産物はカシューナッツ、サイザル、ごま、大豆、コブラ、タバコ、コーヒーなどである。特にカシューナッツの量および換金高の経年成長率が著しい。

1967年におけるカシューナッツの生産量はTable 2-7に示されているように海岸地域21,500トン（全国の25.3%）、Mtwara地域60,000トン（全国の70.6%）であり、全国生産量の96%近くを海岸地域で生産している。

Mtwara地域の最も重要な輸出用作物はカシューナッツであり、Newara, Lindi, Masasiの各地区で生産され11月から2月にかけて集荷され、Mtwara港から輸出されるので、その間のMtwara - Mingoyo - Masasi道路、Mtwara - Newara道路などの利用度が高まる。

第二の重要な輸出用作物はカッサバである。輸出用カッサバはNewara, Mtwara, Masasiの各地区で生産され、Newaraは重要な生産地域で1966年の輸出量においてMtwara地域の75%以上を占めている。沿岸道路関連地域でみると1967年の生産量は海岸地域3,400トン Mtwara地域19,500トンであった。

カッサバは年の始めに植付けられ、次の年の8月から11月の間に収穫されるので輸送のピークは9月～11月となる。価格の低下によって、生産量が頭打ちになる傾向があり将来の市場の見通しから、生産量の増加はそれほど期待できない。

主な輸出先はハンブルク、ブレーメンであり、そこで、でんぷんに加工される。

Table 2-7 Agricultural Production in the Area to be Influenced by Coastal Link Road (1966-1967)

Crop	District				Kisarawe				Mafia				Mzizima				Rufiji				Coast - Region				Kilwa					
	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 000 Shs.	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 000 Shs.	1967 000 Shs.	% of Region	Present of Tanzania	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	
Cotton Lint	500	500	1,400		200	0	0						100	0	0		400	300	800		1,200	3,500	800	2,300	1.2	0	0	0		
Sisal	3,000	2,700	2,400		4,000	3,700	3,300							1,600	1,400		1,400	1,200	1,100		8,600	8,600	9,200	8,200	4.2					
Cashew	3,100	5,000	3,900		12,000	11,000	8,600		1,200	900	700		4,100	3,500	2,700		3,000	1,100	900		23,400	18,300	21,500	16,800	25.3	2,700	3,000	2,300		
Copra	800	700	600		2,700	2,200	1,900		2,800	1,900	1,600		100	0	0		2,100	900	800		8,400	6,900	5,700	4,900	55.2	300	200	100		
Coir	0	0	0																		0	0	0	0	0					
Kapok		0	0						300	500	400										300	300	500	400	57.0					
Jaggery		3,000	3,800																		0	0	3,000	3,800	41.7					
Total Export Crops	7,200	11,900	12,100	33.2	18,900	16,900	13,800	37.9	4,400	3,300	2,700	7.4	5,500	5,100	4,100	11.3	6,900	3,500	3,700	10.2	42,900	37,600	40,700	36,400	3.9	3,000	3,200	2,400	4.4	
Maize	100	100	0			100	0		0	0	0						400				500	100	200	0	0.1					
Banana	200	500	100		100	200	0		0	0	0		0	0	0		0	100	0		300	100	800	100	0.6	0				
Cassava	100	500	100		1,500	2,500	500						100	200			100	200	100		1,800	400	3,400	700	2.7					
Bean & Pulses	0	100	0		100	100	0		0	0	0						400				500	200	200	0	0.1		0	0		
Paddy	500	500	200		100	100	0		0	0	0		100	400	200		4,500	3,000	1,300		5,200	2,400	4,000	1,700	11.8	300	100	0		
Oil Seed	300	200	200		200	200	200						100	100	100		500	500	400		1,100	1,000	1,000	900	3.9					
Millet & Sorghum		100	0														100				100	0	100	0	0.3	0				
Groundnuts																											1,100	1,000	900	
Vegetables					200	200	100						100	700	300						300	200	900	400	6.0					
Onion																	0	0	0		0	0	0	0	0.0					
Sweet Potatoes	100	100	0		100	0	0		0	100	0		100	200							300	0	400	0	0.8	0	0	0		
Irish Potatoes									100	200	100										100	0	200	100	2.3					
Citrus Fruits	300	400	100		500	500	200		0	0	0		0	0	0		1,000	800	300		1,800	800	1,800	600	8.1	200	200	0		
Coconut	100	200	300																		100	100	200	300	13.2					
Total all crops	8,900	14,600	13,100	31.4	21,700	20,800	14,800	35.7	4,500	3,600	2,800	0.7	6,000	6,700	4,700	11.3	13,900	8,200	5,800	13.9	55,000	42,700	53,900	41,200	3.7	4,600	4,500	3,300	4.7	

Crop	Lindi				Masasi				Mtwara				Nachingwea				Newala				Mtwara - Region				
	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 tons	1967 000 Shs.	% of Region	1966 tons	1967 000 Shs.	1967 000 Shs.	% of Tanzania	
																					0	0	0	0	0.0
	7,700	5,400	4,900						3,200	2,200	2,200										10,900	9,800	7,600	7,100	3.4
	9,400	12,000	8,400		7,500	10,000	7,800		6,900	8,000	6,100		2,000	3,000	2,300		21,500	24,000	18,800		50,000	39,100	60,000	46,700	70.6
	300	400	300						0	0	0										600	500	800	400	6.7
Total	17,400	17,800	14,600	26.9	7,500	10,000	7,800	14.4	10,100	10,200	8,300	15.3	2,000	3,000	2,300	4.2	21,500	24,000	18,800	34.6	61,500	49,400	68,200	54,200	5.9
	100	100	0							100	0						100	0			100	0	300	0	0.2
					0	100	0		200	200	0		100	100	0		100	100	0		400	0	500	0	0.3
	500	1,000	200		1,100	2,000	400		3,500	3,000	600						17,500	13,500	2,900		22,600	4,800	19,500	4,100	15.7
	200	400	200			300	100		0	0	0							100	100		200	200	800	400	2.7
		100	100			0	0			100	0							0	0		300	100	300	100	0.9
	2,200	2,300	2,000		300	400	400		100	200	100		1,100	1,500	1,300		200	100	100		3,900	3,400	4,500	3,900	16.1
	700	1,000	300		200	300	100		100	100	0		100	100	0						1,100	300	1,500	400	4.0
		100	0		1,400	2,500	2,200						0	500	400		0	100	0		2,500	2,300	4,200	3,500	41.0
					100	100	0		100	100	0		0	0	0		0	0	0		200	100	200	0	1.6
	0	0	0		0	0	0		100	0	0		100	0	0						100	100	0	0	0.5
					0	0	0		0	0	0		0	0	0						0	0	0	0	0
					600	800	300		4,000	8,000	2,400		200	100	0		300	300	100		5,300	1,800	9,400	2,800	40.7
Total	21,100	22,800	17,400	24.9	11,200	16,500	11,300	16.3	18,100	22,000	11,400	16.3	3,600	5,300	4,000	5.7	39,400	38,300	22,000	31.5	98,200	62,300	109,400	69,400	6.2

サイザルは Lindi , Mtwara 地区の大きなプランテーションおよび Kisarawe , Bagamayo , Rufiji の各地区で生産されているが、合成繊維の進出による国際価格の低下、ブラジルなどの競合生産国との競争などにより生産量は減少している。

Table 2-8 沿岸道路勢力圏のサイザル生産量

Region	年 度	生産量(トン)	減少量 前年度比(%)
Coast	(年平均)		
	1962~64	11,500	
	1965	9,400	- 18.3
	1966	9,600	+ 2.1
	1967	9,200	- 4.2
Mtwara	(年平均)		
	1962~64	12,300	
	1965	11,600	- 5.7
	1966	10,900	- 6.0
	1967	7,600	- 30.3

出典； District Data 1967

Lindi の町の北にある 35,000 エーカーの Kikwetu のエステートではその作付面積の半分をカシューナッツに代替し始めている。

サイザルは本質的には農園作物であり、“Shambas”における小規模な栽培は品質の低下、価格の上昇を招き不成功に終わっている。Rufiji 川左岸側では Ujamma Villages の開発計画があり、1974 年までに 81,519 エーカーの作付面積を予定している。

Table 2-9 Ujamma Villages 開発計画
(1970/71~ 73/74)

* 計画作付面積(エーカー)				
種目 \ 年度	1970/71	71/72	72/73	73/74
米	6,757	8,040	9,681	12,992
カシューナッツ	n.d	9,764	16,109	44,995
ココナッツ	1,835	3,582	5,738	n.d
ゴマ	9,164	n.d	n.d	n.d
グランドナッツ	1,713	n.d	n.d	n.d
合 計	22,542	34,938	53,582	81,519

資料； Ministry of Regional Administration and Rural Development

第二次五ヶ年計画では海岸およびMtwara地域の各地区に対して農業生産物の開発優先順位がTable 2-10のようにならされている。

Table 2-10 農業生産物の開発優先順位 (1969-1974)

順位	KISARAWE	MZIZIMA	RUFIJJ	KILWA/LINDI MTWARA	MASASI	NEWARA	NACHINGWEA
1	カシユナーナツツ	ココナツツ	米	カシユナーナツツ	カシユナーナツツ	カシユナーナツツ	カシユナーナツツ
2	ココナツツ	野菜	カシユナーナツツ	米	油種	米	油種/豆
3	米	カシユナーナツツ	綿	油種/豆	米	油種/豆	米
4	ゴマ	カッサバ	ココナツツ	ココナツツ	かんきつ果実	かんきつ果実	かんきつ果実
5	バナナ	米	カッサバ	とりもろこし/ カッサバ	とりもろこし/ カッサバ	とりもろこし/ カッサバ	とりもろこし/さとり きび/カッサバ
6	カッサバ	玉ねぎ	ゴマ	かんきつ果実	ココナツツ	ココナツツ	ココナツツ
7	野菜	かんきつ果実	バナナ	野菜	野菜	野菜	野菜
8	果実	バナナ	野菜	玉ねぎ	玉ねぎ	玉ねぎ	玉ねぎ
9	玉ねぎ	さつまいも	果実	あぶらやし	あぶらやし	あぶらやし	あぶらやし
10	綿	ゴマ	とりもろこし	バナナ	バナナ	バナナ	バナナ

出典：Tanzania Second Five-Year Plan for Economic and Social Development Volume

■ ; Regional Perspectives

Kisarawe, Mjijima, Rufiji の各地区は Dar es Salaam に近いので、その影響を受け易く、将来の発展の可能性が強い地区でもある。

Bagamoyo, Kisarawe, Mafia, Mjijima の海岸ベルト地帯で重みをなくすのはカシューナッツ、ココナッツ、米であり、特に野菜、果実は Dar es Salaam の近郊地帯で大きな比重を占めている。Rufiji では米、綿が主な作物であり、特に米はその作付面積を増やして、生産量の増大を計っている。Rufiji けい谷の外側はカシューナッツ、ココナッツの最適な増産地帯である。

Bagamoyo の内陸部や Kisarawe の一部では綿が重要な換金作物として残りそうであり、ゴマの増産に最適な地域である。

2-5 林業

タンザニアはもともと多種の有用な森林資源を有する国で、全国面積 887,000 km² の約半分にあたる 442,300 km² が森林地帯である。自然林の木材の生産および植林計画の強化によるプランテーションの木材産出量の大きな伸びが工業発展に寄与するところが大きいものと思われる。Table 2-11 は森林地帯の区分を示している。

Table 2-11 森林地帯の区分

区 分	km ²	タンザニア全国との面積比率 (%)	森林地帯との面積比率 (%)
タンザニア全国	887,000	100	—
森 林 地 帯	442,300	50	100
※常置保安林	112,100	13	25
地方の常置保安林	16,700	2	4
個人の森林	600	—	—
国有地における放置林	312,900	35	71

※ この内 300 km² はプランテーションである。

資料 ; Forest sub-division 1970 年

さらに Table 2-11 の森林区分を細分すれば Table 2-12 のようになる。

Table2-12 森林区分の細分

区分	放置林		保安林		合計	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
閉鎖林	3,550	1	9,750	2	13,300	3
森林	261,400	59	114,400	26	375,800	85
マングローブ	-	-	800	-	800	-
開放地および牧草地	48,550	11	3,550	1	52,100	12
プランテーション	-	-	300	-	300	-
合計	313,500	71	128,800	29	442,300	100

資料：Forest Sub-division 1970

木材の産出高は近年順調に増加しつつあり、1969年には4,542,000 feet³の丸太が切り出されている。紙の生産のための材木消費は驚異的に増加し1968年には量、価格において1963年のそれぞれ3.2倍近くの20,196トンおよび45,824,000 シリングとなっている。

ベニヤ板および板の消費もまた1963年の6,645,000ft²から1968年には21,841,000ft²と3.3倍近くにふえ1970～71年における燃料用木材の消費も3億6,000万ft³～4億ft³と推定されている。

タンザニアにおいて多くの木材は許可なく伐採されているので正確な消費量はわからないが1968年～1969年の軟材の推定産出額は2,855,000ft³であった。

1968年～1969年の硬材の植林はユーカリ樹(Eucalyptus)が63.5km²で他は燃料用木材の43.1km²と十分に成育していない硬材の20.4km²で占められている。

タンザニアの森林資源の供給源は大きく次の4つに分類される。

- 1) 森林地域は雨の多い標高の高い地域に分布し、単位面積あたりの産出量も多い。これらの森林地域はそれほど広くはないが、治山、治水に重要な役割をはたし、輸出および国内消費に対して有効な供給源となっている。主な種類はPodo, Camphor, Ceder, Loliondo, Mtambara Pillarwoodなどである。
- 2) Woodlandsはタンザニアにおける支配的な森林形態で丘陵地のふもとやサバンナ地帯の海岸に沿って見受けられる。主な種類はMvule, Arican Mahogany, 海岸や丘陵地におけるMuhuhu, BackwoodそれにMuninga Mtundu, Abjelinaなどである。
- 3) Mangrovesは海岸、特に河口に沿って見受けられるその主な用途は地方の建築用丸太である。
- 4) 植林は現在のところわずかな植林面積しか占めていないが、将来工業用木林の主生産地と

なるであろう。植樹されている種類は主として軟材 (Pine Cypress) であるが少数の地域では Teak や Mvule とともに育成されている。軟材のプランテーションの急速な生育により生産体制に入りつつある。

計画道路沿の Mtwara 地域は過去において硬材の主な産出地であったが、近接した地域は伐採しつくされたので再び植林が始められているが、これらはその地方の建設や、あるいは燃料として使用されるような軟材に限られている。

輸出用材木は主として aljelia pterowpus (地方では mninga として知られている) と darliergia (mpinga) の二種類に大別される。hardwood の mninga はその大部分が日本へ輸出されている。black mninga は Mtwara の民芸品である彫刻品に使用され、村では重要な産業である。

Lindi 地区の Rondo には Forest Division の軟材の開発区域がある。海岸地域のココナッツや、やぶから Ruuema 地域の丘陵地 Mtwara 地域の高地、西部にはバオバオの木や雑木林に至るまで森林地帯が分布している。

現在の森林資源の活用は材木の市場拡大や開発のための十分な下部機構が欠除しているために妨げられている。海岸地域の保安林の約 1/5 はマングローブであり最も重要な地域は Bagamoyo の Bana softwood の植林である。

2-6 交通機関

2-6-1 人の移動

現在、D・S・M (Dar es Salaam) と南部の Mtwara 地域との人の移動は乾期に沿岸道路を利用して、バスあるいは自家用車で行く方法、高価な航空機を利用する方法 "Jamhuri" の不定期航行などの種々な方法がある。

沿岸道路が通行可能な乾期には Tanganyika Transport Company が毎日バスを運行していて乗客は D・S・M と Mtwara 間の往復交通を合計して 1,000 人/月程度で、約 12 時間を要する。D・S・M と Mtwara 間では毎日航空機が就行しており、首府と南の Kilwa, Lindi, Nachingwea における三つの空港間では週 2~5 回である。East African Airways から 1968 年の乗客について次のような報告 (往復乗客数) が出されている。

Table 2-13 航空機の乗客 (1968年)

D・S・M - Mtwara	5,225 人
- Lindi	4,959
- Kilwa	701
- Mafia	2,769
- Zanzibar	29,506
- Tanga	8,916

資料; East African Airways

D・S・MとMtwaraの乗客は雨期(12月～6月)に月平均1,078人となり乾期(7月～11月)の月平均668人に比べて明らかに増加しているため、雨期の沿岸道路通行不能による転換と考えられる。なお雨期においてD・S・M～Mtwara間の交通に必然性を有する車はMtwara-Songea-Iringa-Morogoroの1,600kmもの迂回路を通してD・S・Mに到着している。

D・S・Mと南部地域との“Janhuri”による通行客については特定のパターンはなく、ある期間には、この船は1月、2往復の周期性をもつが、他の期間にはZanjibarとPemba、本土間の地方交通に対してのみ使用される。

D・S・M～Mtwara間の各交通機関別運賃を表にするとTable 2-14のようになる。

Table 2-14 交通機関別運賃

交通機関	等級	運賃(シル)	バスを1とした時の比	備考
バス	1	50	1.4	
	3	35	1	
航空機		270	7.7	
		213	6.1	6日間有効の往復キップによる割引料金
船 (Steamer)	1	315	9.0	
	2	190	5.4	
	3	64	1.8	
※自動車	1	86	2.5	※D・S・MとMtwara間は実際に汽車は通っていないが同じような距離間の運賃を比較のためとりあげた。
	2	57	1.6	
	3	17	0.5	

出典：COASTAL SHIPPING SERVICE DAR ES SALAAM-MTWARA A
Feasibility Report by Bjørn Foss and Otto Chr Hiorth

2-6-2 貨物の流動

1968年に行われたTAMSの調査によれば1967年のD・S・M～Mtwara間の全貨物輸送量について不確実な仮定に基づいているが下記のような結果がでてきた。

Table 2-15 D・S・M～南部地域間の貨物流動(1967年)

交通機関	区間	貨物流動(トン)	(%)	交通機関	区間	貨物流動(トン)	(%)
海運	D・S・M～ Kilwa	2,219	3.1	道路		9,000	12.5
	"～ Lindi	22,846	31.7	航空		288	0.4
	"～ Mtwara	37,725	52.3		合計	72,078	100
		62,790	87.1	資料：TAMS			

これらの貨物の動きに加えて、Kilwa, Lindi, Mtwara の地域相互間、および Mafia 島と D・S・M 間との貨物の動きがある。ある資料によれば南部の3港 (Kilwa, Lindi, Mtwara) 間の海運量は1967年に3,702トンであった。このようにして、今日、沿岸航路によって便益を受ける地域間の貨物総量は年間80,000トンになりつつある。

D・S・M と南部の3港の沿岸輸送について、詳細に見れば北行きと南行きの取引の関係、季節変動、貨物構成、輸送船 coasters schooners and dhows (沿岸貿易船, スクーター, 帆船) の分布などの要因によるパターンの変動が考えられる。

D・S・M と Mtwara 間の取引は 92% が南方行きで 8% のみが北方行きである。Lindi では 89% が南方行きで 11% が北方行きである。

このことは D・S・M と南部との往復輸送が一方に片寄っているため、輸送容量が少量しか利用されず、輸送費を比較的割高なものとしている。D・S・M から南方行きの全貨物の 40% (20,000トン) はセメント bulkoil である。

他の貨物は約半分が小麦粉, 砂糖, 米, 豆, ミルク, 肉などの食料品でそのうち約 2,000 トンがビール, ソフトドリンクなどの種々な工場製品である。北方行きの貨物の大部分は空びん, ドラムかん, それに農業生産物である。

1967年, 一年のみの沿岸取引の状況からみると, 南方行きの貨物量は月によって比較的大きいばらつきがある。これらのばらつきの大部分はセメントおよび bulkoil の不定期輸送による。他の貨物について, 海運による輸送量は輸送量が月 5,000 トンの水準まで増加する 12 月と 1 月を除いて 1 月約 2,500 トンの水準近くまで達している。

9,000 トンの貨物が道路によって D・S・M と Mtwara 地区間を流動していると推定される。この輸送は Rufiji 川, その他の中小河川の渡河可能な 6 月, 7 月から 4, 5 ヶ月間にわたる乾期に行われる。

1968年~1969年1月に行われた Comworks の沿岸道路上の観測点における3日間にわたる OD 調査データより大体の貨物の動きをとらえる。主な貨物の動きを品目別に表にすると Table 2-16 のようになる。

Table 2-16 沿岸道路の貨物流動 (トン/日)

品 目	発 地	着 地	貨物流動 (トン/日)	データ収集年月
建 設 用 材	D・S・M	KISARAWE	4	1969年11月
		RUFIFI	7	"
		LINDI	1.7	"
	KISARAWE	D・S・M	1.8	"

	RUFIJI	D・S・M	5.7	1969年11月
	KILWA	"	2.3	"
小計			90.0	
農業生産物	D・S・M	RUFIJI	2.3	"
	KISARAWA	D・S・M	5.5	"
	RUFIJI	"	18.3	"
	KILWA	"	2.3	"
小計			77.9	
雑貨	D・S・M	KISARAWA	2.3	"
	"	RUFIJI	15.3	"
	"	KILWA	2.3	"
	"	LINDI	5.3	"
	"	MTWARA	14.7	"
	KISARAWA	D・S・M	4.7	"
	RUFIJI	"	2.0	"
小計			46.6	
工場製品	D・S・M	RUFIJI	9.3	"
	MTWARA	D・S・M	2.3	"
小計			11.6	
燃料, 油, ガソリン	D・S・M	RUFIJI	2	"
	"	MTWARA	2.7	"
小計			4.7	
魚	D・S・M	LINDI	1.7	"
	TANGA	"	2	"
小計			3.7	
綿	RUFIJI	D・S・M	3.3	1969年1月
小計			3.3	
サイザル	KISARAWA	D・S・M	2.3	1969年11月
	RUFIJI	"	2.7	"
小計			5.0	
合計			242.8	

資料：COMWORKSのOD調査データ

注) 貨物流動量は3日間の合計を3で割って1日あたりになおしたものである。

建設用材のうち、地方からD・S・Mに運送されるものは材木や丸太などで、D・S・Mから地方へ運送されるものは製材や合板などと考えられる。農業生産物ではD・S・Mが人口272,500人(1967年)の消費都市であるため周辺からの農産物を集荷している状況がうかがえる。

2-6-3 沿岸道路関連地域の建設

i) Tanzam Highway

Tanzam HighwayはD・S・Mからザンビアとの国境にあるTundumaに至る延長940km(583mile)の雄大な国際道路で総工費は494,775,000シリングである。非常に大きなプロジェクトであるため他の道路計画は陰にかくれてしまった感がある。設計速度は平地120km/hr平地へ丘陵地80km/hr～96km/hr,丘陵地64km/hrである。

全線は4つの工区に分けられ世銀、米国およびスウェーデンの援助のもとにそれぞれの区間で建設が進行中である。

Table 2-17 Tanzam Highwayの建設(1970年8月現在)

工 区	距離 (km)	建設期間	既に使用された 建設費 (シリング)	工 費 (シリング)
1) TVNDUMA ～ IYAYI	235	1966年11月 ～70年10月	66,571,000	136,181,000
2) IYAYI ～ MAHENGE	270	1966年11月 ～71年12月	60,729,000	113,507,000
3) MAHENGE ～ MOROGORO	230	1969年4月 ～71年9月	43,748,000	126,307,000
4) MOROGORO ～ DAR ES SALAAM	181	1968年6月 ～73年7月	3,035,000	98,780,000
5) BY DASSES AT D・S・M and MOROGORO	24	1970年7月 ～73年7月	—	20,000,000
合 計	940		174,083,000	494,775,000

ii) Tanzania/Zambia Railway

この1,900kmにおよぶDar es SalaamとザンビアのKapiri Mposhiを結ぶ鉄道はザンビアが港をもたないことによる輸出入港の必要性からザンビアと友好的な関係にあるタンザニアの首府Dar es Salaamを国際輸出入港として、ザンビアの銅鉱を海外輸送するとともに南部

タンザニアの農業開発を促進する必要性から建設されるものである。

この建設の第一段階の調査測量は中共の援助のもとに既に完了している。第二段階の設計も既に終了し、第三段階の建設が始められている。総工費は約 29 億 300 万シルでそのうち約 1 億 370 万シルは中共製品の輸入代金で賄われている。

第3章 交通量の推定

第3章 交通量の推定

3-1 現在交通量

Dar es Salaamから Mtwaraに至る沿岸道路の現在交通量データは、1968年から1970年にかけて COMWORKS おいて観測された Mkwanga, Ikiwiriri, NangurukuruにおけるO・Dデータがあり、Mtwara 地域については UNITED RESEARCH INCORPORATED(U・R・I) および COMWORKS で観測されたO・Dデータがあるが、これらのデータは各観測地点に対応する観測年と月がまちまちである。

これらのデータによると現在交通量は Dar es Salaam Kiluti 道路間の181台/日(1969年11月)、Lindi～Mtwara間の145台/日(1970年)が沿岸道路の他の区間に比べて相対的に大きく、他の区間では19台/日～39台/日と非常に少ない

タンザニアにおける交通のパターンは気候特性による乾期、雨期の自然条件によって経年変化よりも季節変動要素の影響を受け易く、特に本計画最大の問題点である Rufiji 川は雨期の11月～5月にかけて氾濫するので、殆んど通行不能の状態となる。若干の渡河交通量が Rufiji 川のフェリー実績から観測されるが、かりに Rufiji 川を渡河できても、他の Matanch, Mavud-yi, Mbemkuru の中小河川と数十ヶ所の小河川があるので雨期における Dar es Salaam～Mtwara間の交通は不可能である。したがって、雨期に Rufiji 川を渡河する交通は Rufiji 地区の域内交通と考えられる。

全国の気候的差異による農業生産物の品目分布のパターンと収穫時期の各作物における相違から各地域の農産物輸送のパターンが特性づけられる。

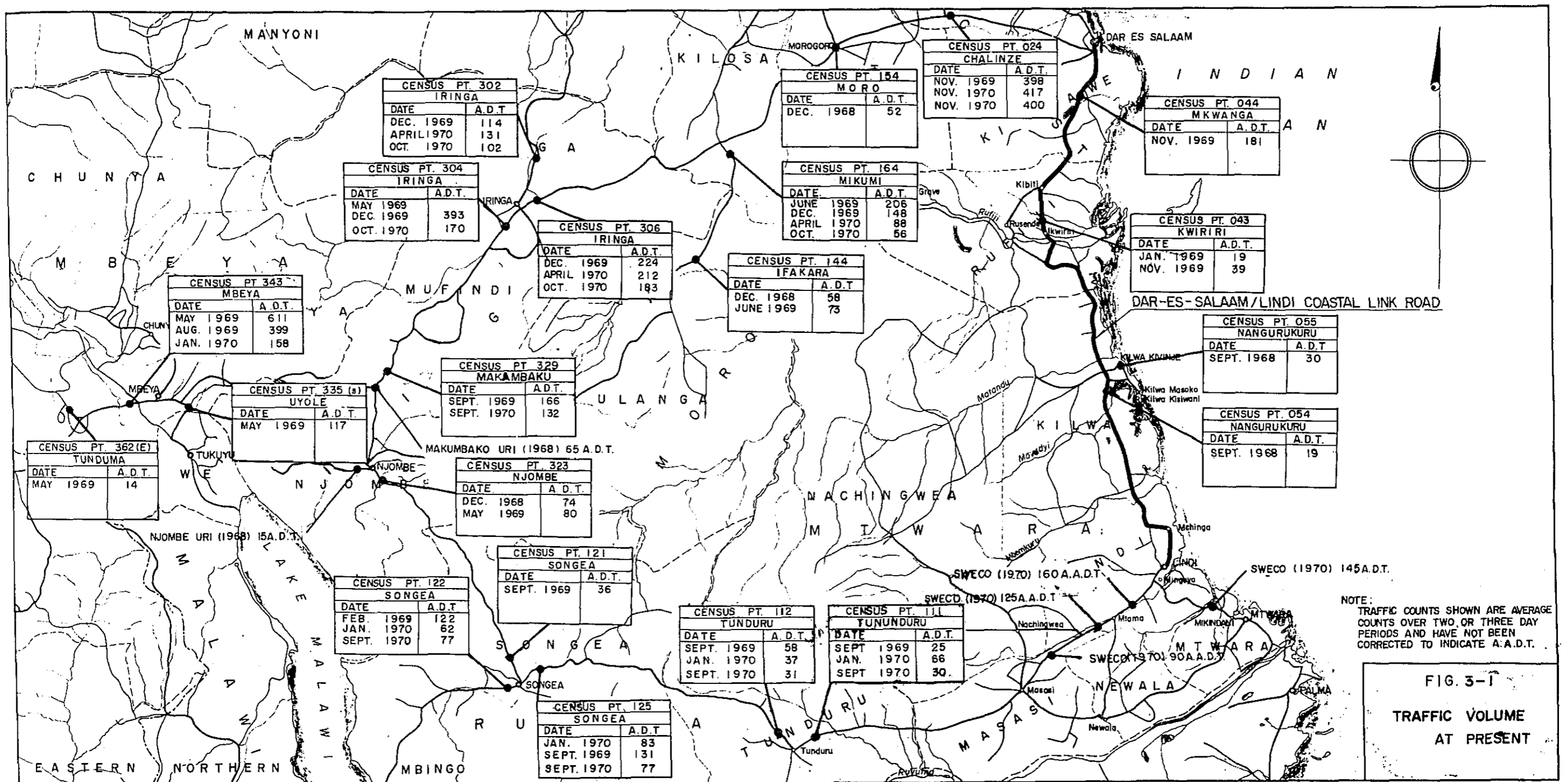


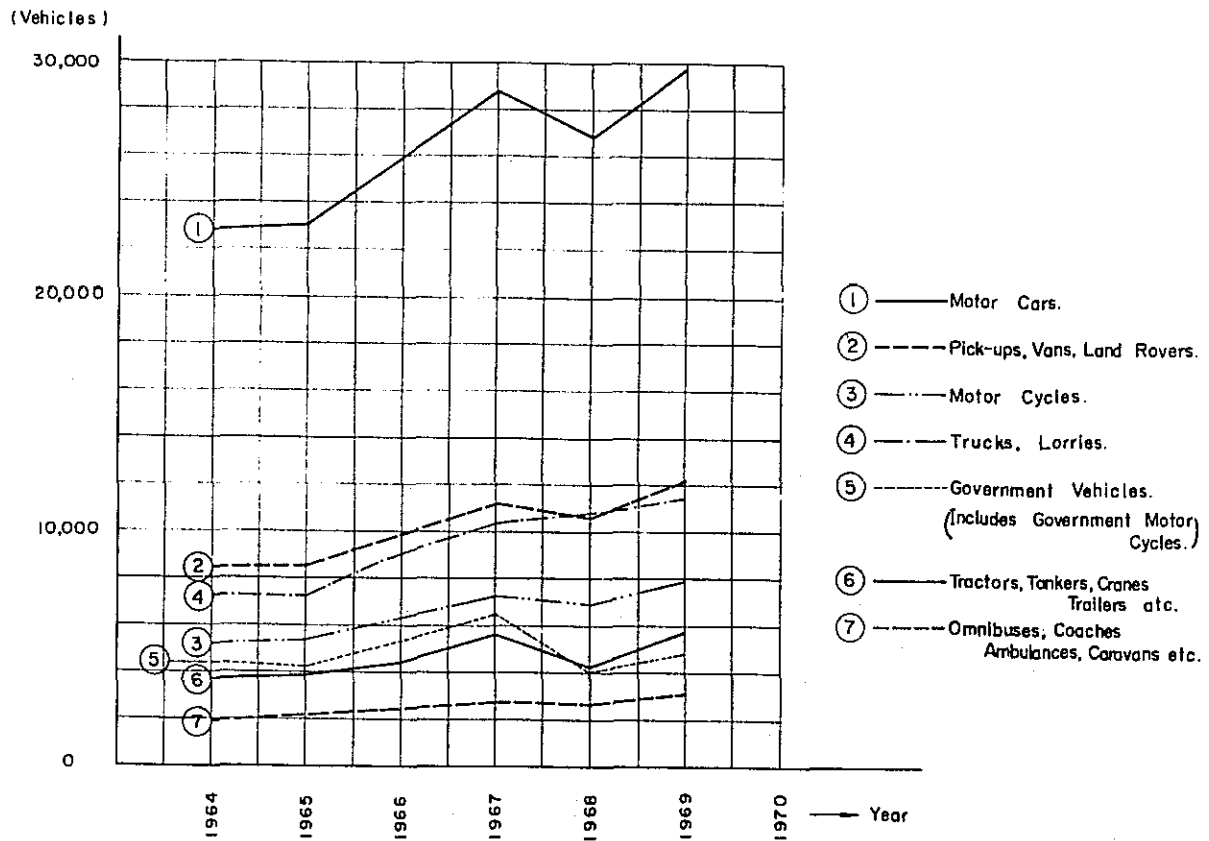
FIG. 3-1
TRAFFIC VOLUME
AT PRESENT

3-2 自動車保有台数の推移

車の登録台数は Fig.3-2 に示されているように年々増加の一途をたどり、(1960~62年)から1969年に至る年間伸び率は10.8%で、1957年から1967年の10年間における人口の伸び率3.1%を7.7%も上回っているので、年々、車の保有率は増加している。

車種別にみると、トラクター、トレーラー、クレーンなどの農業および建設用車輛の伸びが著しく、(1960~62年)から1969年にいたる年間伸び率は21.1%を占め、タンザニアが農業開発、建設方面に力を注いでいる様子がうかがえる。

Fig 3-2 MOTOR VEHICLES-TOTAL LICENSED (1964-1969)



Growth Rate (%)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	Total
1968/1969	+11.1	+14.6	+14.8	+7.7	+21.7	+35.3	+18.0 (%)	+14.0 %
1960-62/1969	+7.9	+10.7	+9.2	+9.2	+5.7	+21.1	+7.4	+10.8 %

Source ; The Economic Survey and ANNUAL PLAN 1970-71.

Table 3-1 Growth in Vehicle Registrations (1960 - 1969)

Types	Passenger car	Pickup, Van, Land rover	Motorcycle	Truck, Lorry	Govern't-owned vehicle (including motorcycle)	Taactor, Trailer, Crane truck, Tank lorry	Large-size bus, Ambulance-car, etc.	Total
Year								
1960 62	17,461	7,771	4,302	6,206	3,303	1,520	1,896	42,459
1964	22,854	8,454	5,221	7,301	4,391	3,712	1,978	53,911
1965	22,985	8,557	5,415	7,215	4,238	3,859	2,153	54,422
1966	25,877	9,884	6,449	9,004	5,320	4,439	2,472	63,445
1967	28,748	11,213	7,292	10,461	6,534	5,644	2,761	72,653
1968	26,809	10,648	6,959	10,750	4,003	4,274	2,650	66,093
1969	29,784	12,205	7,989	11,578	4,872	5,781	3,126	75,335
1969 / 1968	+11.1	+14.6	+14.8	+7.7	+21.7	+35.3	+18.0	+14.0
Percentage fluctuation %								
(1960-62) / 69 %	+7.9	+10.7	+9.2	+9.2	+5.7	+21.1	+7.4	+10.8
Annual growth rate								

Source: The Economic Survey and Annual Plan, 1970-71

Table 3-1 を乗用車、ローリー、バン、バスの4つの範ちゆうに集約すると Table 3-2 のようになる。

たゞし Table 3-1 に対して次のような操作を行なった。

- 1) オートバイは除外した。
- 2) ピックアップ、ランドローバー、バンに政府の車を加えてバンの範ちゆうとした。
- 3) トラック、ローリーにトラックター、トレーラー、クレーン車、タンカーを加えてローリーの範ちゆうとした。

Table 3-2 車種別保有台数(台) 1964~1969

年度	乗用車	ローリー	バン	バス	計
1964	22,854	11,013	12,845	1,978	48,690
1965	22,985	11,074	12,795	2,153	49,007
1966	25,877	13,443	15,204	2,472	56,996
1967	28,748	16,105	17,747	2,761	65,361
1968	26,809	15,024	14,651	2,650	59,134
1969	29,784	17,359	17,077	3,126	67,346

出典；The Economic Suruey and ANNUAL PLAN (1970~71)

3-3 沿岸地域の車種構成

車種構成は各 District ごとの車種別保有台数がわかれば、直ちに求められるが、このようなデータがないので若干問題はあるが、沿岸地域における COMWORKS および U・R・I の O D 調査データの Dar es Salaam~Mtwara 沿岸道路に関連あるものを選定し、1967年と1968年の平均値を求めると乗用車 11.4%、ローリー 45.0%、バン 29.3%、バス 14.3% 計 100% となる。全国の子種構成は Table 3-3 にあげられているように乗用車が 46% の半分近くを占め、沿岸地域の 11.4% よりはるかに高い占有率となっている。

この理由としては、乗用車は Dar es Salaam などの都市に集中する傾向があり、現在の O D 調査からは都市内交通は把握できないこと、道路事情が悪く、長距離旅行に乗用車は不適當であり、地方交通では、乗用車の利用度がローリー、バンなどに轉換されているものと思われる。

Table 3-3 全国の車種構成(%)

年度	車種	乗用車	ローリー	バン	バス	合計
1960 ~ 62		46	20	29	5	100
1964		47	23	26	4	"
1965		47	23	26	4	"
1966		45	24	27	4	"
1967		44	25	27	4	"
1968		45	25	25	5	"
1969		44	26	25	5	"
平均		45.4	23.7	26.4	4.5	100

出典：The Economic Survey and ANNUAL PLAN, 1970-1971

注) i) オートバイは除外した。

ii) ピックアップ、ランドローバー、バンに政府の車を加えてバンの範ちゅうとした。

iii) トラック、ローリーにトラクター、トレーラー、クレーン車、タンカーを加えてローリーの範ちゅうとした。

3-4 UteteおよびNdundu Ferry

現在、乾期の7月～11月の間Rufiji川のUteteおよびNdunduにおいてフェリーポートが就航しており、積載能力は乗用車なら1回に3台、バスなら1台+乗用車2台といった小規模なもので長さ5m程度の発動機船でポートを曳航してピストン運転している。

UteteおよびNdunduの交通量はRufiji渡河の通行料が車1台あたり5シル、1人あたり5セントであるので月別の徴収料金より逆算して、通過車輛の台数および通行客の人員を割り出したものである。

このようにして割り出されたRufijiフェリーの渡河実績はTable 3-4の通りである。

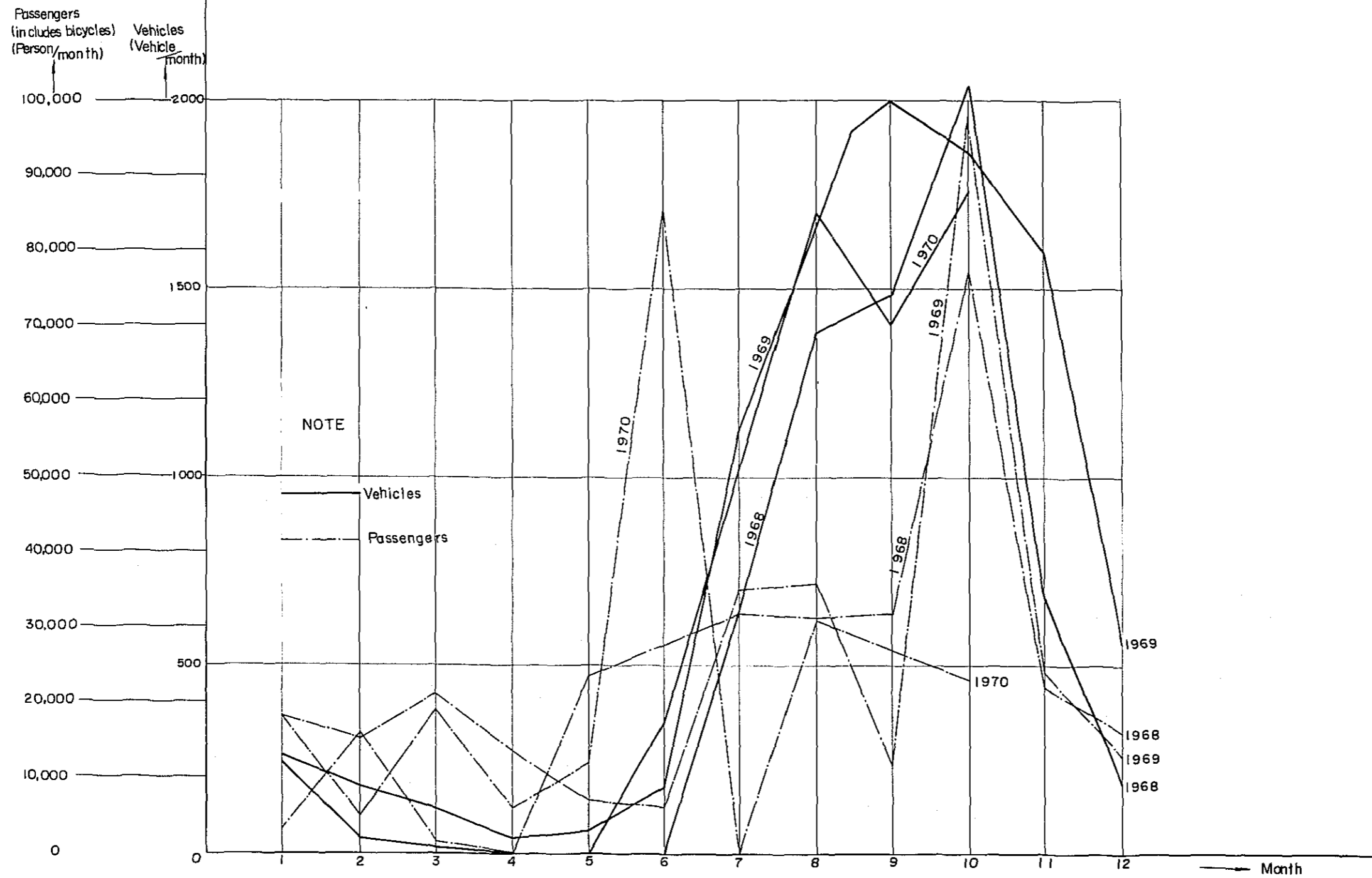
Table 3-4 Ferry Service Crossing the River at Utete and Ndundu

Year	Month	Vehicles		Passengers	
		units/day	units/day	persons/day	persons/day
1968	1	-	-	1,500	50
	2	-	-	16,200	540
	3	-	-	3,400	113
	4	- No datum available -			
	5	-	-	23,500	783
	6	-	-	27,900	930
	7	640	21	32,000	1,067
	8	1,380	46	31,400	1,047
	9	1,480	49	31,900	1,063
	10	2,040	68	77,250	2,575
	11	680	23	22,300	743
	12	180	6	16,000	533
1969	1	260	9	18,100	603
	2	80	3	20,000	667
	3	120	4	21,300	710
	4	40	1	13,700	457
	5	60	2	7,000	233
	6	180	6	6,000	200
	7	1,120	37	35,000	1,167
	8	1,920	64	36,000	1,200
	9	2,000	67	24,000	800
	10	1,860	62	95,000	3,167 (meeting of TANU etc.)
	11	1,600	53	24,000	800
	12	560	19	13,000	433
1970	1	240	8	18,000	600
	2	40	1	10,000	33
	3	15	1	19,000	633
	4	-	-	6,000	200
	5	-	-	12,000	400
	6	345	12	85,000	2,833
	7	- No datum available -			
	8	1,700	57	31,000	1,033
	9	1,400	47	27,000	900
	10	1,760	59	23,000	767

Note: Daily traffic volume (vehicles/day) and daily number of passengers (persons/day) were converted from monthly traffic volume (vehicles/month) and monthly number of passengers (persons/month) by dividing them by 30, with any fraction rounded.

Source: Office of R. E. Coast

Fig 3-3 Number of Motor Vehicles and Passengers at Utete Ferry, Ndundu Ferry.



3-5 将来交通量の推計

3-5-1 概要

Dar es Salaam ~ Mtwara 沿岸道路地域についてゾーニングを行い、沿岸道路における1968年~1970年のCOMWORKSによるO・D調査データからゾーンペア交通量を求めた。

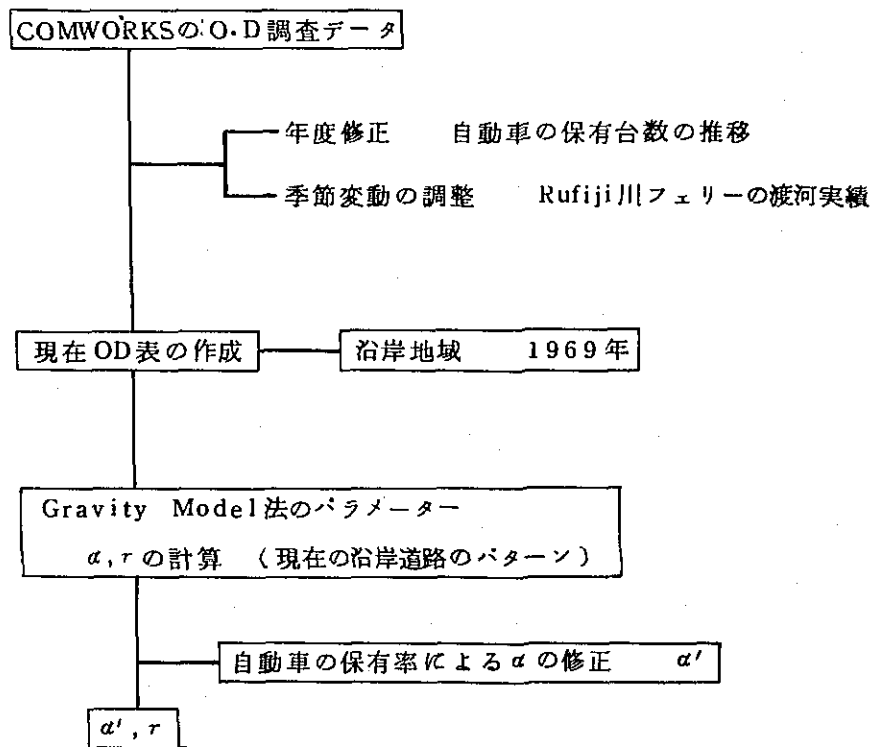
沿岸道路についてはRufijiフェリーの希節変動の実績より若干の修正を行なった。観測年月が全体としてまちまちなので、実際のデータとして使用できるように一年未満の年の接近しているものについては、自動車保有台数の推移を同一年に統一するための修正要素とした。

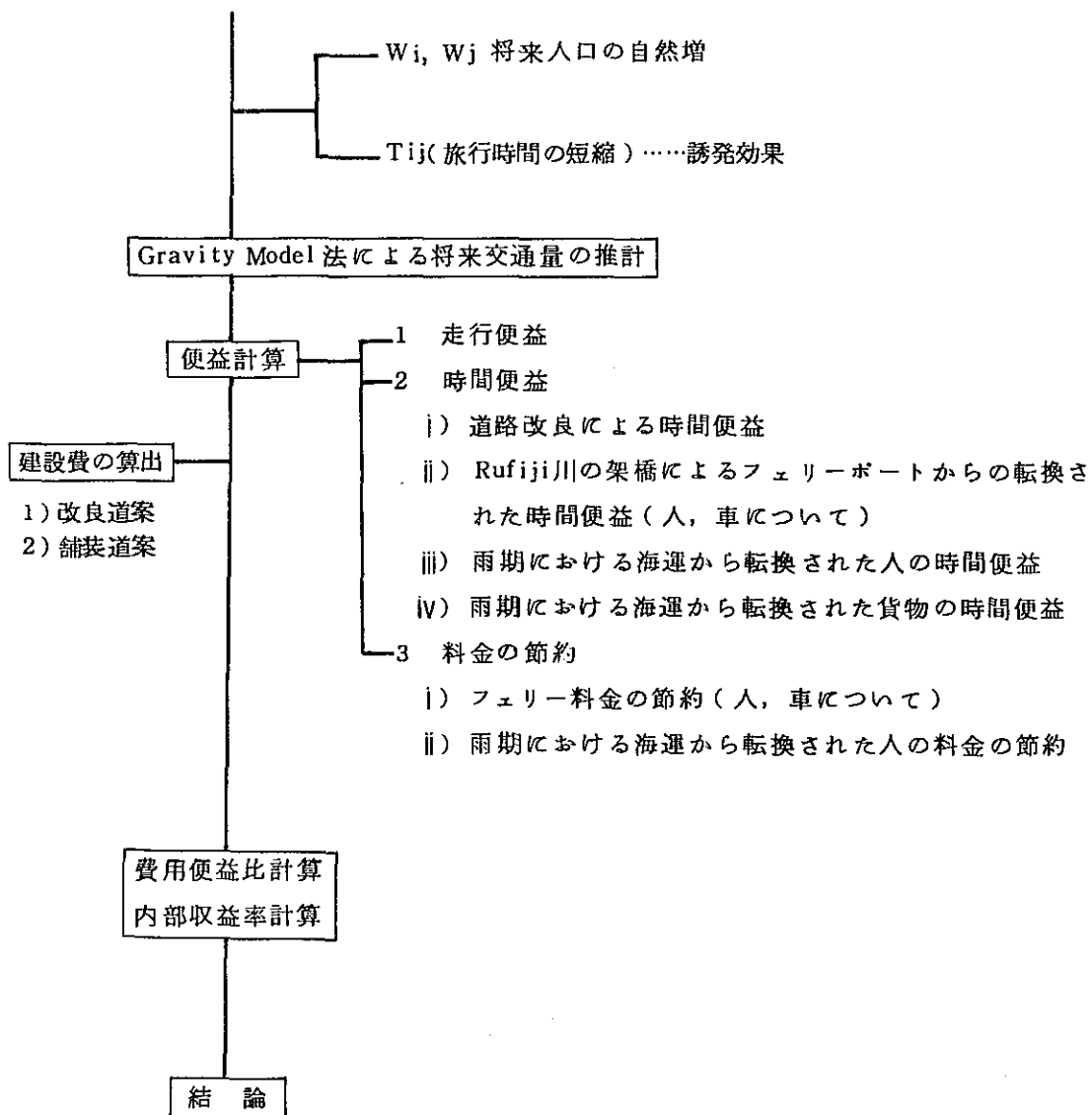
このようにして、求められた1969年のゾーンペア交通量より、各ゾーンの総人口を経済指標として沿岸地域におけるGravity Model法のパラメーター α, τ を計算する。

次に人口に関する過去の年間伸び率から、各地区の将来人口の自然増を推定し、沿岸道路供用開始後の旅行時間 t_{ij} の短縮を誘発効果としてGravity Model法により、沿岸地域の将来交通量を推計しようとするものである。

将来交通量の推計から経済評価までの一連の調査、解析の流れを図化するとFig. 3-4のようになる。

Fig.3-4 経済評価に至るまでの調査、解析の流れ





3-5-2 交通量推計年度

Dar es Salaam～Lindi の約480 km について橋梁架設とともに現道を Engineered Gravel (改良道) に改良した場合と Bitumen (舗装道) に改良した場合の二つに分けて、その各々について供用開始年度と償還計画年度に対応する交通量を推計する。

1) 全線一時施工 (Engineered Gravel 案)

Rufiji川渡河地点より3 km 南下した地点まで完全舗装、他は改良道

調査, 設計に要する期間 2年

施工に要する期間 4年

計6年と推定する。

調査、設計の開始を1971年とすれば、供用開始は1977年となる。償還計画年を30年とすれば2006年に償還予定となる。

2) 全線一時施工 (Bitumen案)

調査、設計に要する期間 2年

施工に要する期間 6年

計8年と推定する。

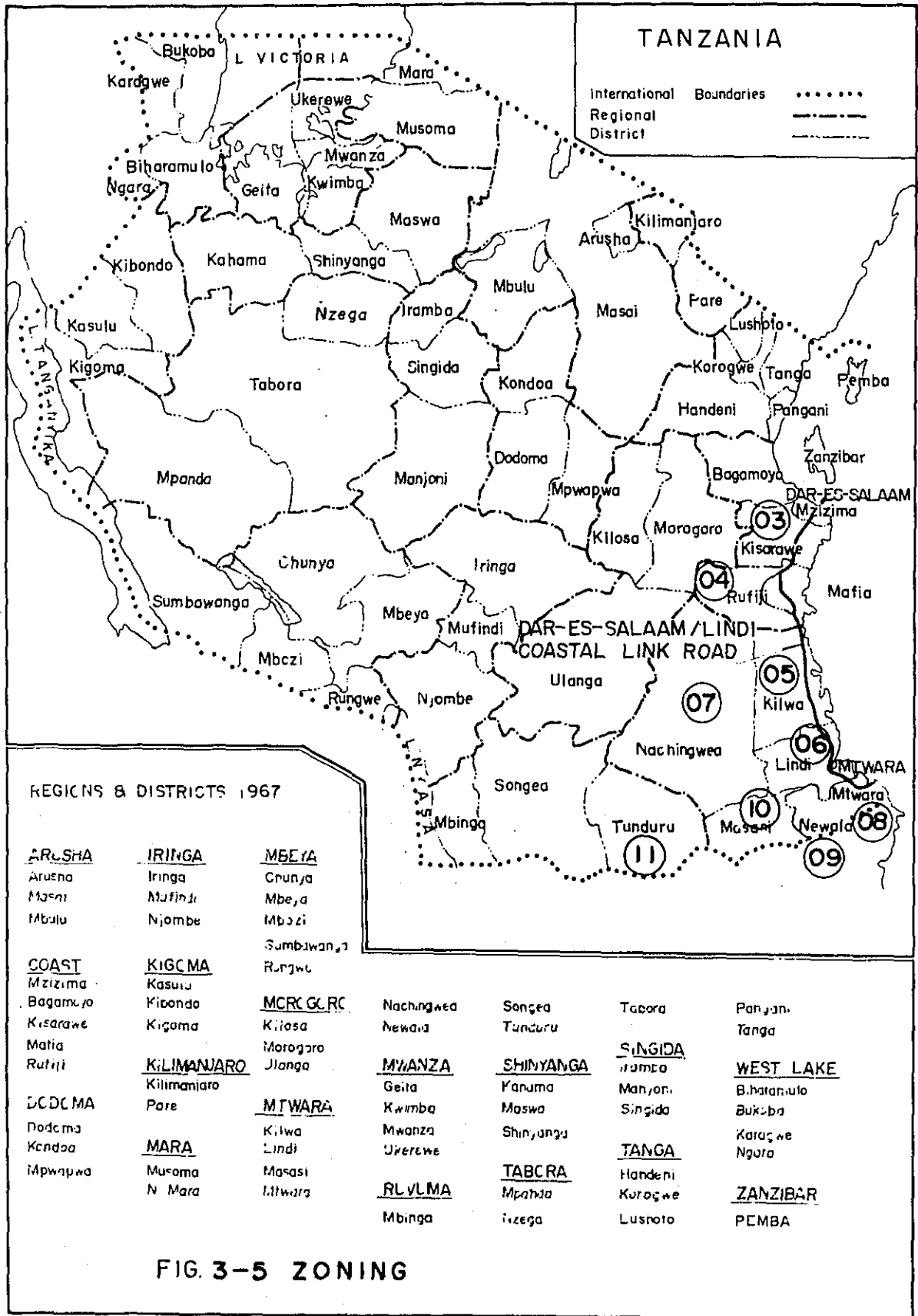
調査、設計の開始を1971年とすれば供用開始は1979年となる。償還計画年を30年とすれば、2008年に償還予定となる。そこで以上の4つの年度1977年、2006年、1979年2008年の各々について将来交通量を求めるものとする。

3-5-3 ゾーニング

ゾーニングは行政区画の各地区 (District) を単位として、沿岸道路勢力圏の地区について行なった。

Table3-5 ゾーン割

ゾーン番号	DISTRICTS (地区)
03	D.S.M MZIZIMA KISARAWA
04	RUFIJI
05	KILWA
06	LINDI
07	NACHINGWEA
08	MTWARA
09	NEWARA
10	MASASI
11	TUNDURU



3-5-4 現在O・D表の作成

現在O・D表作成のために使用した基礎データはTable 3-6の通りである。Table 3-6のデータより求められた現在交通量はTable 3-7の通りである。

Table 3-6 COMWORKS Traffic Census Origin and Destination Survey Data

Date	Census PT	Location
01/69	043	KIBITI~KILWA Rd (IKWIRIRI)
11/69	043	(")
11/69	044	DAR ~ KIBITI Rd (MKWANGA)
09/68	054	(NANGURUKURU)
09/68	055	(")

出所； Planning Unit COMWORKS

Table 3-7 沿岸地域の交通量(台/日) 1969年9月

ゾーン	交通量(台/日)
Kisarawe ~ Rufiji	74
Kisarawe ~ Kilwa	8
Kisarawe ~ Nachingwea	0
Kisarawe ~ Lindi	6
Kisarawe ~ Mtwara	10
Kisarawe ~ Newara-Masasi	1
Kisarawe ~ Tundvru	1

- 注) i) 各ゾーンの発トリップエンド数と着トリップエンド数は等しいと仮定した。
 ii) O・D調査観測の月による変動はRufijiフェリー渡河実績より調整した。
 iii) O・D調査データの観測年の相違は全国の自動車保有台数の経年変化により調整した。

3-5-5 Gravity Model 法の計算式

$$X_{ij} = \alpha W_i \cdot W_j \cdot t_{ij}^{-r} \dots\dots\dots 3.1)$$

ここに X_{ij} ; ゾーン i とゾーン j 間の交通量
 W_i, W_j ; ゾーン i およびゾーン j の総人口
 t_{ij} ; ゾーン i とゾーン j 間との旅行時間
 α, r ; パラメーター

3-5-6 パラメーター α, r の計算

1) 総人口の推定

1967年8月の全国における人口統計資料と1957年～67年の各Districtごとの過去の年間伸び率(%)とにより1969年の各ゾーンの人口を求めると表3-8のようになる。

Table 3-8 沿岸地域の総人口(人)

ゾーン No	ゾーン名	人口の年成長(%) (1959～67)	1967年	1969年
03=	D・S・M City	7.8	272,500	313,400
+032	Kisarawe	1.8	179,000	185,400
+033	Mzizima	7.0	75,300	85,800
04	Rufiji	0.2	121,400	121,900
05	Kilwa	1.1	98,900	101,100
06	Lindi	2.9	237,200	251,000
07	Nachigwea	3.7	80,600	86,600
08	Mtwara	3.4	134,700	143,900
09 + 10	Newara	4.2	267,900	290,400
	Masasi	3.5	213,600	228,600
11	Tunduru	3.3	97,000	103,400

出典：District Data 1967

(Ministry of Economic Affairs and Development Planning
 Dar es Salaam 1968)

2) 旅行時間 t_{ij} の計算

車の走行速度は車種、道路の状態(道路表面の状態、縦断線形、平面線形)などによって異なるが、ここでは平均走行速度を車種ごとに区分しないで、道路表面の状況に応じて、舗装道；50mile/hr(80.5 km/hr) 改良道；40mile/hr(64.4 km/hr)，土道；30mile/hr(48.3 km/hr)と仮定した。

次にゾーン間の距離と平均走行速度からゾーン間の旅行時間 t_{ij} を計算すると表3-9のようにな

る。

Table 3-9 ゾーン間の旅行時間 (hr)

発地 着地	03-031 032 033	04	05	06	07	08	09+10	11
03-031 032 033		3.4	5.8	9.3	11.6	10.6	11.7	15.5
04	3.4		3.1	6.6	8.6	7.9	9.1	12.9
05	5.8	3.1		3.5	5.8	4.8	6.9	9.8
06	9.3	6.6	3.5		2.3	1.3	2.4	6.2
07	11.6	8.6	5.8	2.3		3.0	2.4	5.0
08	10.6	7.9	4.8	1.3	3.0		2.7	7.0
09+10	11.7	9.1	6.9	2.4	2.4	2.7		5.5
11	15.5	12.9	9.8	6.2	5.0	7.0	5.5	

注) i) ゾーン間距離は Road Map of East Africa および COMWORKS の Classification of Roads (Ministerial CIRCULAR NO. 1 of 1969) より求めた。

ii) Rufiji川を渡河する交通については40分=0.7時間を加算した。

以上のようにして、沿岸道路について求められた総人口 W_i, W_j , 旅行時間 t_{ij} をもとにして最小二乗法によりパラメーター α, r を計算すると次のようになる。

Table 3-10 α, r

沿岸道路 8ゾーン	α	r	R
1969年	4.80×10^{-9}	2.15	-0.894

ただし R; 相関係数

3-5-7 自動車の保有率による α の修正

タンザニアの過去の人口の年成長率は1957年~1967年において平均3.1%であり、車の保有台数の伸び率は車種によって異なるが、年10.8%の上昇率を示し、人口の伸び率を7.7%も越えるので車の保有率は年々上昇している。

人口の自然増だけを、ベースにして将来交通量を推定した場合には自動車の保有台数の伸びに伴い、将来交通量の伸びの要因が考慮されていないので、不適當であると考えられる。

そこで各車種について過去の保有率のデータより最小二乗法を用いて保有率の経年変化式

を求めαの修正を行う。

Table 3-11 車種別保有率(台/人) 1964年~1969年

年度 \ 車種	Car	Lorry	Van	Bus	全車種
1964	0.00201	0.00097	0.00113	0.00017	0.00428
1965	0.00197	0.00095	0.00110	0.00018	0.00420
1966	0.00217	0.00113	0.00127	0.00021	0.00478
1967	0.00235	0.00132	0.00145	0.00023	0.00535
1968	0.00214	0.00120	0.00117	0.00021	0.00472
1969	0.00233	0.00136	0.00133	0.00024	0.00526

資料; 1) 1967 Population Census Central Statistical Bureau

2) The Economic Survey and ANNUAL PLAN, 1970~1971

保有率の経年変化式

$$Y = a + b \times \dots\dots\dots 3.2)$$

ここに Y; 保有率 (台/人)

X; 年度 1964年..... X=0
 1965年..... X=1
 1966年..... X=2

i) 乗用車 $Y = 0.00200 + 0.0000654 \times \dots\dots\dots 3.3)$

ii) ローリー $Y = 0.000945 + 0.0000834 \times \dots\dots\dots 3.4)$

iii) バン $Y = 0.001144 + 0.0000397 \times \dots\dots\dots 3.5)$

iv) バス $Y = 0.000168 + 0.0000174 \times \dots\dots\dots 3.6)$

以上の3.3), 3.4), 3.5), 3.6) 式より供用開始年度, 償還年度の保有率および保有率の1969年に対する相対比率を求めると Table 3-12 のようになる。

Table 3-12 保有率の比率

車種	Car	Lorry	Van	Bus
1977年 / 1969年	1.223	1.493	1.248	1.625
1979 / 1969	1.279	1.610	1.291	1.680
2006 / 1969	2.039	3.272	2.113	3.780
2008 / 1969	2.086	3.382	2.134	3.680

3-5-8 各車種の全保有台数に対して占める将来の比率

各車種の全保有台数に対して占める将来の比率は Table 3-2 の各車種の保有台数の経年変化を最小二乗法により数式化した保有台数の一般式から求めた。求められた一般式は次の通りである。

- 1) 乗用車 $Y_i = 22,676 + 1,400 X_i$ 3.7)
- 2) ローリー $Y_i = 10,700 + 1,321 X_i$ 3.8)
- 3) バン $Y_i = 12,963 + 836 X_i$ 3.9)
- 4) バス $Y_i = 1,986 + 215 X_i$ 3.10)

ここに 1964年 $X_i = 0$
 1965年 $X_i = 1$

以上の 3.7), 3.8), 3.9), 3.10) 式より供用開始年度, 償還年度に対応する各車種の保有台数を求めると Table 3-13 のようになる。

Table 3-13 各車種の保有台数(台)

年度	乗用車	ローリー	バン	バス	合計
1969	29,784	17,359	17,077	3,126	67,346
1977	40,876	27,873	23,831	4,781	97,361
1979	43,676	30,515	25,503	5,211	104,905
2006	81,476	66,182	48,075	11,016	206,749
2008	84,276	68,824	49,747	11,446	214,293

将来における乗用車, ローリー, バン, バスの全保有台数に占める比率をそれぞれ P_1, P_2, P_3, P_4 とすれば P_1, P_2, P_3, P_4 はそれぞれ 3.11), 3.12), 3.13), 3.14) のようになる。

$$P_1 = \frac{P_{CC} \times \frac{N_{CF}}{N_{C_0}}}{P_{CC} \times \frac{N_{CF}}{N_{C_0}} + P_{LC} \times \frac{N_{LF}}{N_{L_0}} + P_{VC} \times \frac{N_{VF}}{N_{V_0}} + P_{BC} \times \frac{N_{BF}}{N_{B_0}}} \dots\dots\dots 3.11)$$

$$P_2 = \frac{P_{LC} \times \frac{N_{LF}}{N_{L_0}}}{P_{CC} \times \frac{N_{CF}}{N_{C_0}} + P_{LC} \times \frac{N_{LF}}{N_{L_0}} + P_{VC} \times \frac{N_{VF}}{N_{V_0}} + P_{BC} \times \frac{N_{BF}}{N_{B_0}}} \dots\dots\dots 3.12)$$

$$P_3 = \frac{P_{VC} \times \frac{N_{VF}}{N_{V0}}}{P_{CC} \times \frac{N_{CF}}{N_{C0}} + P_{LC} \times \frac{N_{LF}}{N_{L0}} + P_{VC} \times \frac{N_{VF}}{N_{V0}} + P_{BC} \times \frac{N_{BF}}{N_{B0}}} \dots\dots\dots 3.13)$$

$$P_4 = \frac{P_{BC} \times \frac{N_{BF}}{N_{B0}}}{P_{CC} \times \frac{N_{CF}}{N_{C0}} + P_{LC} \times \frac{N_{LF}}{N_{L0}} + P_{VC} \times \frac{N_{VF}}{N_{V0}} + P_{BC} \times \frac{N_{BF}}{N_{B0}}} \dots\dots\dots 3.14)$$

ただし

- $P_{CC}, P_{LC}, P_{VC}, P_{BC}$; COMWORKS の O・D 調査データをベースにした沿岸地域の乗用車, ローリー, バン, バスの全体に占める比率
- $N_{C0}, N_{L0}, N_{V0}, N_{B0}$; 1969 年の乗用車, ローリー, バン, バスの全国の保有台数
- $N_{CF}, N_{LF}, N_{VF}, N_{BF}$; 将来の乗用車, ローリー, バン, バスの全国の保有台数

3.11), 3.12), 3.13), 3.14) 式により各車種の全保有台数に占める割合(%)を計算すると, Table 3-14 のようになる

Table3-14 各車種の全保有台数に対して占める割合(%)

年度 \ 車種	乗用車	ローリー	バン	バス	合計
1977	10.4	48.0	27.1	14.5	100
1979	10.2	48.4	26.8	14.6	100
2006	9.3	51.2	24.5	15.0	100
2008	9.3	51.2	24.5	15.0	100

3-5-9 a' の計算

Graviv Model 式のパラメーター a は将来において次式の a' におきかえられる。

$$a' = a(P_1 a_1 + P_2 a_2 + P_3 a_3 + P_4 a_4) \dots\dots\dots 3.15)$$

P_1, P_2, P_3, P_4 ; それぞれ乗用車, ローリー, バン, バスの全体の保有台数に対する比率

a_1, a_2, a_3, a_4 ; 1969 年を 1 とした場合の乗用車, ローリー, バン, バスの保有率の比率

α ; 沿岸地域のO・D調査データ(Planing Unit, Comworks)をベースにして
Graviy Model法によって求められたパラメーター

3-5-10 α' 保有率の伸びを考慮した将来のパラメーター

3.15)式によって各年度について α' を求めるとTable 3-15のようになる。

Table 3-15 α を修正した α'

年 度	1977	1979	2006	2008
α'	$6,805 \times 10^9$	$7,205 \times 10^9$	$14,131 \times 10^9$	$14,402 \times 10^9$

3-5-11 将来交通量の推計

今までの計算によって求められた Graviy Model式のパラメーター α' (α を車の保有率によって修正したもの),各地区の将来人口 W_i, W_j (表3-16),ゾーン間の旅行時間 t_{ij} をもとにして, Graviy Model法によりゾーン間交通量,リンク交通量を計算すると表3-17,18,19,20および表3-21のようになる。

Table 3-16 Future Population of Each District for the Estimate of Future Traffic Volume (in persons)

Zone no.		031	032	033	03 = 031 + 032 + 033	04	05	06	07	08	09	10	11
Districts		D.S.L.	Mzizima	Kisarawe		Rufiji	Kilwa	Lindi	Nachigwea	Mtwara	Newara	Masasi	Tunduru
Annual growth rate of population (%)	1948 - 57	7.1	0.0	0.0		1.4	-0.9	0.0	4.1	0.9	1.8	2.3	0.7
	1957 - 67	7.8	7.0	1.8		0.2	1.1	2.9	3.7	3.4	4.2	3.5	3.3
Total Population	1967	272,500	75,300	179,000	526,800	121,400	98,900	237,200	60,600	134,700	267,300	213,800	97,000
	1977	485,100	128,000	211,200	824,300	164,800	109,800	308,600	110,400	180,500	380,400	288,400	129,000
	1979	527,600	138,800	217,700	883,900	185,300	112,000	319,800	116,400	189,700	402,900	303,300	135,400
	2006	1,101,400	280,900	304,700	1,687,000	171,900	141,300	505,500	186,900	313,300	706,700	505,200	221,800
	2008	1,144,000	291,400	311,100	1,746,500	172,400	143,500	519,200	202,900	322,500	729,200	520,100	228,200

- Notes: 1) The population of 1967 was obtained from "District Data, 1967", Ministry of Economic Affairs and Development Planning.
2) The populations of 1977, 1979, 2006 and 2008, respectively, was calculated on the basis of annual growth rate of population from 1957 to 1967 and the population of 1967.
3) The population of 04, Rufiji District was computed by adding 41,000 persons to the figure estimated by the annual growth rate in the past, to take into consideration the fact that this District has closer relations with Dar es Salaam than other Districts and the effect of expected increase in agricultural production due to the development plan of Vjamaa Village in Rufiji.

Table 3-17 OD Table - 1977 (in vehicles/day)

Zone No.	03=031+032+033	04	05	06	07	08	09	10	11
03=031 +032 +033									
04	154								
05	30	35							
06	29	14	27						
07	5	2	3	38					
08	11	5	7	214	13				
09	18	7	9	121	43	55			
10	14	5	7	110	217	33	312		
11	3	1	1	5	3	2	9	13	

Table 3-18 OD Table - 2006 (in vehicles/day)

Zone no.	03=031+032 +033	04	05	06	07	08	09	10	11
03=031 +032 +033									
04	683								
05	162	97							
06	202	51	119						
07	42	8	13	235					
08	85	18	34	1273	82				
09	143	27	42	769	299	370			
10	107	21	33	662	1406	211	2110		
11	21	3	4	31	19	15	57	80	

Table 3-19 OD Table - 1979 (in vehicles/day)

Zone No.	03=031+032+033	04	05	06	07	08	09	10	11
03=031 +032 +033									
04	175								
05	43	65							
06	45	24	53						
07	8	3	4	45					
08	18	8	11	249	14				
09	27	10	12	141	52	65			
10	22	8	10	128	255	39	369		
11	4	1	1	6	4	3	10	15	

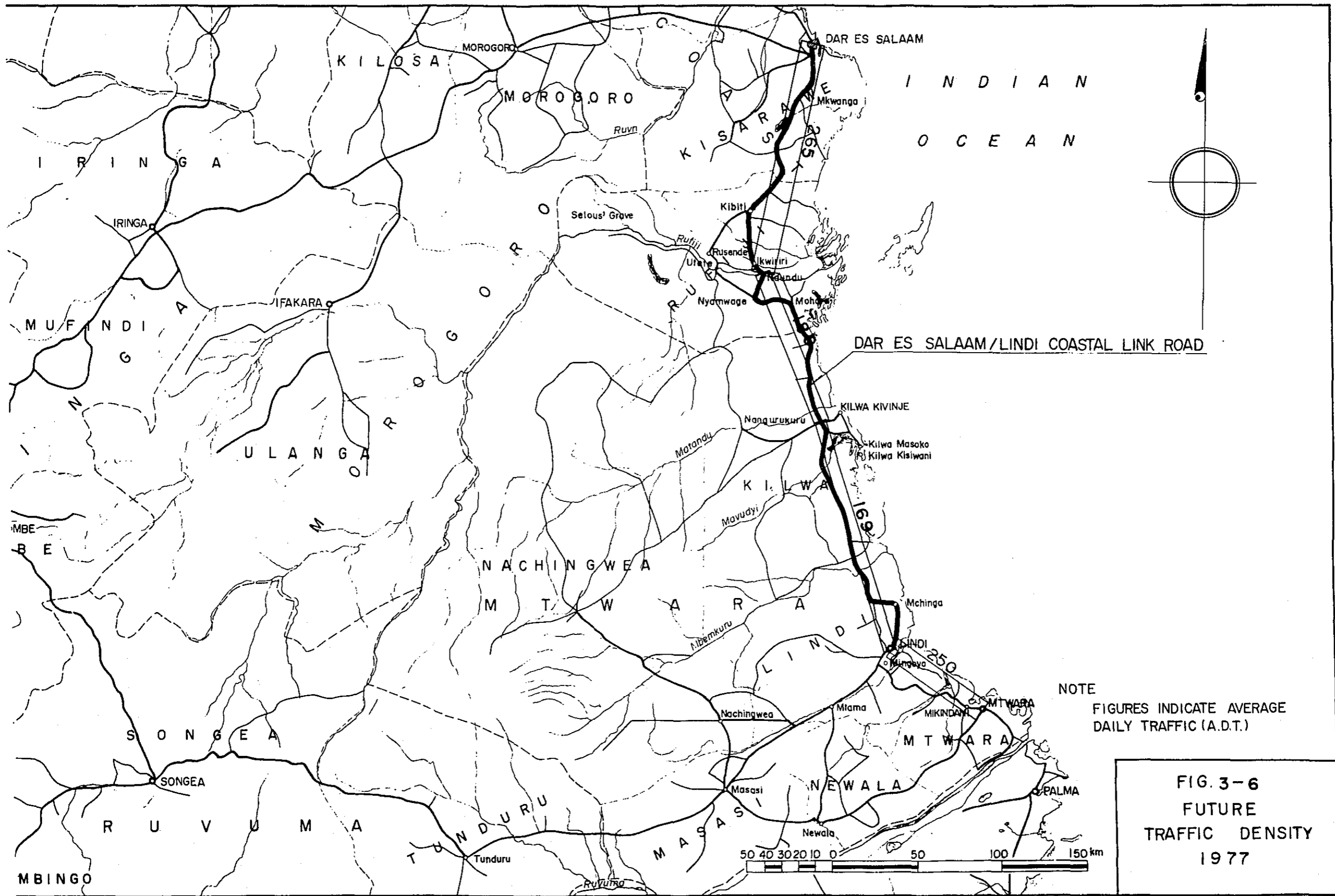
Table 3-20 OD Table-2008 (in vehicles/day)

Zone No.	03=031+032+033	04	05	06	07	08	09	10	11
03=031									
+032									
+033									
04	723								
05	216	172							
06	287	82	218						
07	57	12	17	253					
08	120	28	47	1372	89				
09	194	38	57	830	324	400			
10	145	30	45	714	1520	228	2284		
11	27	4	5	33	21	16	61	87	

Table 3-21 Future Traffic Volume (vehicles/day)

Section	Year	Simultaneous execution of work on the all section (Engineered gravel road plan)		Simultaneous execution of work on the all section (Bitumen road plan)	
		Year when opened for traffic	Year when payout of cost completed	Year when opened for traffic	Year when payout of cost completed
		1977	2006	1979	2008
1	Dar es Salaam Ndundu	265	1446	342	1771
2	Ndundu Nangurukur Nangurukuru	180	987	286	1413
3	Nangurukuru Lindi	169	973	269	1413
4	Lindi Mtwara	250	1492	300	1656

Note: Planned Reimbursement Period 30 years



KILOSA MOROGORO MOROGORO KISARAWA DAR ES SALAAM

IRINGA IRINGA MOROGORO KIBITI Mkwanga

MUFINDI IFAKARA Selous' Grave Ruvu Ruvu Kibiti Rusende Kwiiri

ULANGA Ulanga Nyamwage Mchanga

MBE BE Kilwa KIVINJE Kilwa Masoko Kilwa Kisiwani

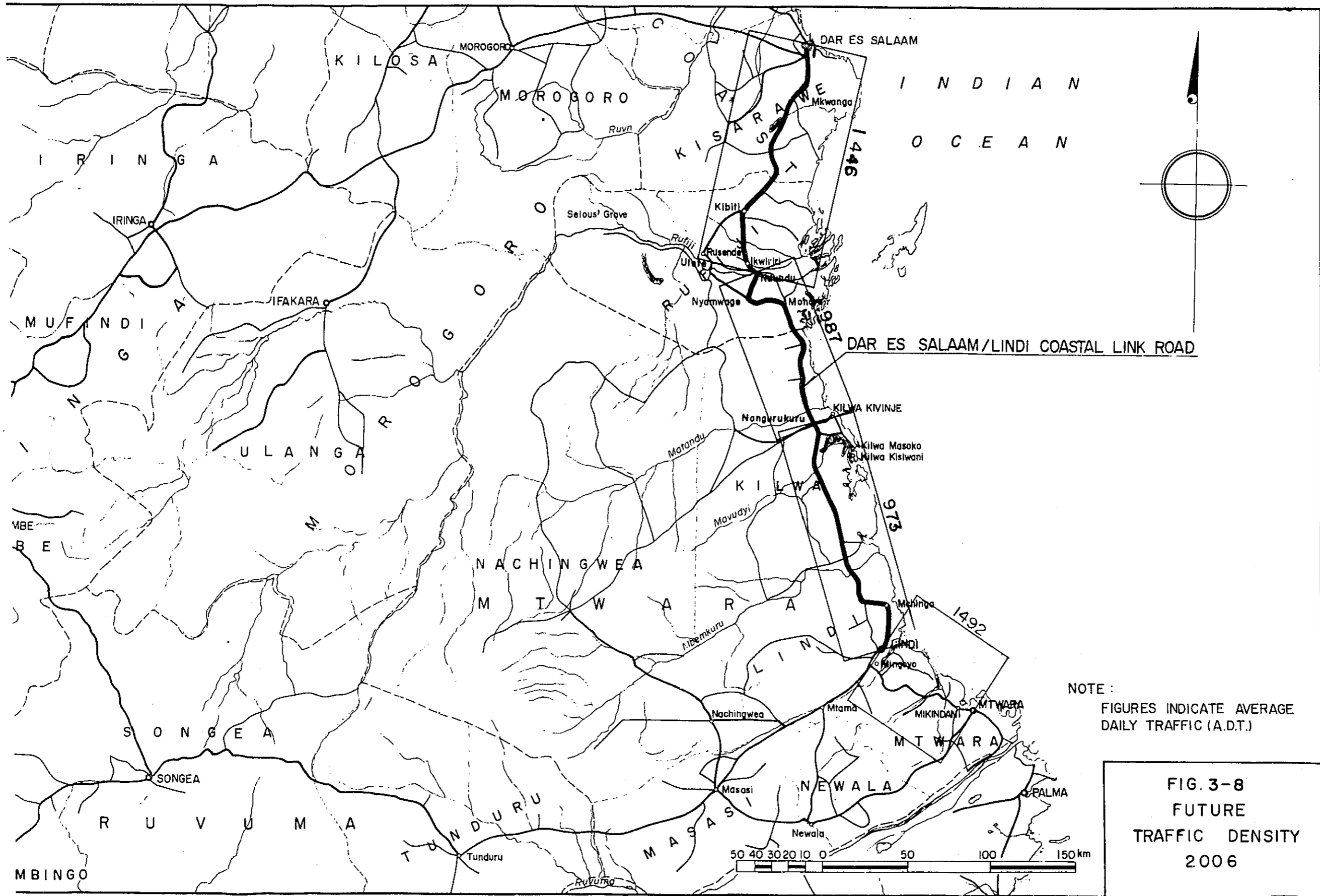
NACHINGWEA MATWARA MATWARA Mchinga

SONGEA SONGEA Mchanga SINDI

RUVUMA TUNDURU Masasi NEWALA Mkwanga

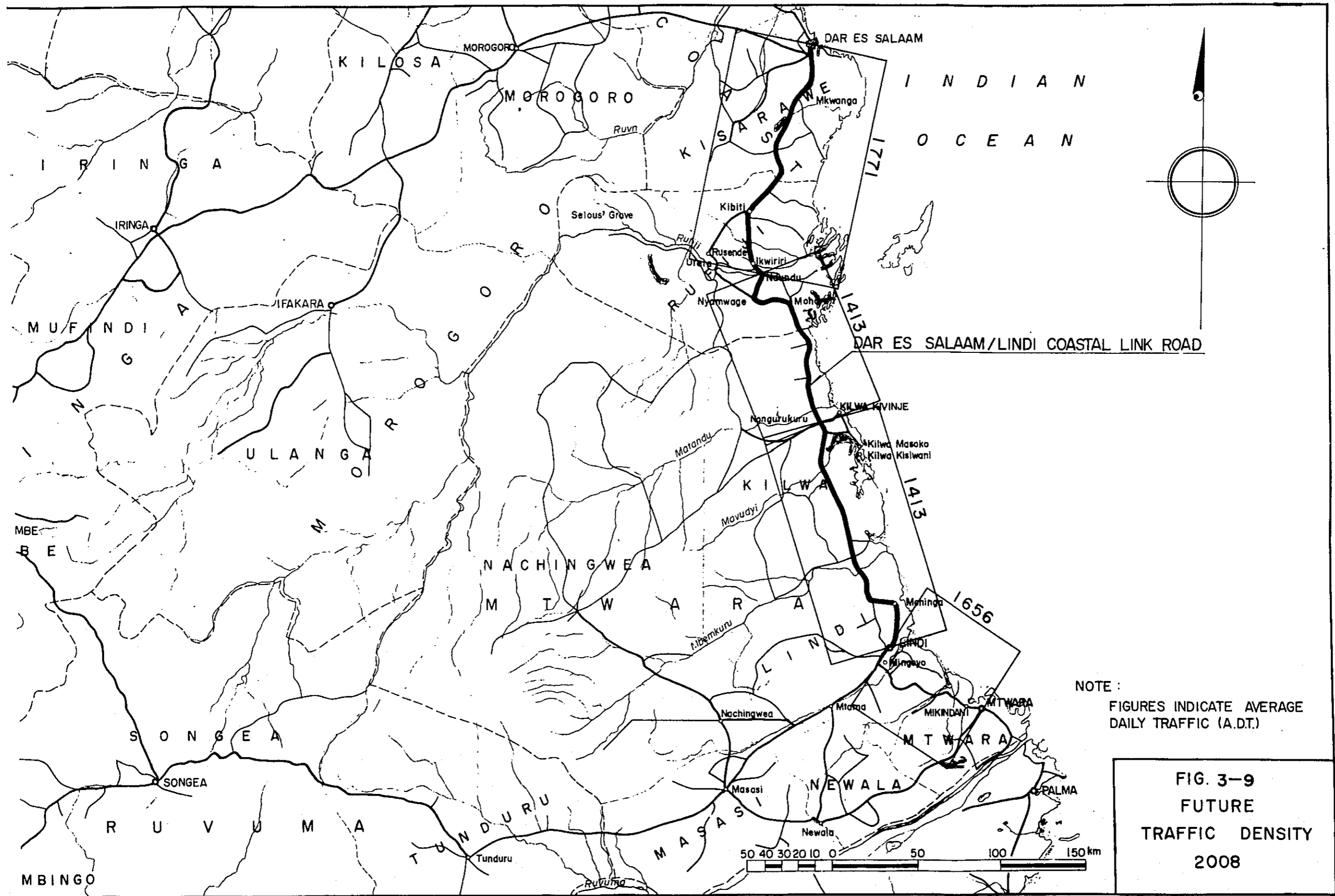
MBINGO TUNDURU Masasi NEWALA Mkwanga

165 169 250



NOTE:
 FIGURES INDICATE AVERAGE
 DAILY TRAFFIC (A.D.T.)

FIG. 3-8
FUTURE
TRAFFIC DENSITY
2006



3-6 Utete および Ndundu フェリーの渡河人員の推定

Rufiji川の架橋が将来、行なわれない場合のRufijiフェリーの利用客数を推定するために次のような計算を行なった。フェリー利用の各年ごとの実績をみると、経年変化に対する明確な特性が見あたらない。

そこで1968年～1970年のピークの月にあたる8,9,10月の月平均利用客を求め、沿岸道路勢力圏の人口の伸びを将来のフェリー利用客数の伸びについての指標としてフェリー利用客数を推定した。

Table 3-22 フェリー利用客数(人/月)…Ndundu Utete

年 \ 月	8月	9月	10月
1968	31,400	31,900	77,250
1969	36,000	12,000	95,000
1970	31,000	27,000	23,000

8,9,10月の3ヶ月の平均利用客数は $364,550 \div 9 \text{ヶ月} = 40,505 \text{人/月}$ である。
Ndundu側で8割渡河すると仮定すると

$$40,505 \text{人/月} \times 0.8 \div 30 = 1,080 \text{人/日}$$

次に沿岸道路勢力圏(D.S.M MZIZIMA Kísarawe RUFIFI Kilwa Lindi Nachingwea Mtwara Masasi Newara TUNDURU)の将来人口を各地区における1957～67年の年間伸び率をもとにして求める。

(Table 3-16のゾーン03から11までの各年度ごとの合計)

Table 3-23 沿岸道路勢力圏の人口(人)

年度	各年の総人口	1969年との人口比率
1969	1,911,500	1.00
1977	2,493,600	1.30
1979	2,628,700	1.38
2006	4,449,600	2.32
2008	4,584,500	2.40

次にフェリー利用客数と同様にフェリー利用車数を表3-4のデータより求める。

Table 3-24 フェリー利用車数(台/月) Ndundu Utete

年 \ 月	8月	9月	10月
1968	1,380	1,480	2,040
1969	1,920	2,000	1,860
1970	1,700	1,400	1,760

8, 9, 10月の平均利用車数は

$$15,540 \div 9ヶ月 = 1,727 \text{台/月} \text{である。}$$

Ndundu 側で8割渡河するものと仮定すると

$$1,727 \text{台/月} \times 0.8 \div 30 = 46 \text{台/日}$$

沿岸道路の車種構成は乗用車11.4%, ローリー45%, バン29.3%, バス14.3%, 計100%であり, 乗用車, ローリー, バンにそれぞれ2人づつ, バスに40人乗っているものと仮定すれば徒歩による将来渡河人員はそれぞれ次のように計算される。

$$1,080 \text{人/日} \left\{ 46 \times 2 \times (0.114 + 0.45 + 0.293) + 46 \times 0.143 \times 40 \right\} = 738 \text{人/日}$$

$$1977 \text{年}; 738 \text{人/日} \times 1.30 = 959 \text{人/日}$$

$$1979 \text{年}; 738 \text{人/日} \times 1.38 = 1,018 \text{人/日}$$

$$2006 \text{年}; 738 \text{人/日} \times 2.32 = 1,712 \text{人/日}$$

$$2008 \text{年}; 738 \text{人/日} \times 2.40 = 1,771 \text{人/日}$$

第4章 水 文

第 4 章 水 文

4-1 タンザニア南部の降雨特性

タンザニアにおける降雨の形態は、大きく2つの型に分けられる。Dar es Salaamから北の海岸地域と北部の高原地帯では、10月から12月まで及び3月から5月までの年2回の雨期、その他のタンザニアの大部分である中央高原から南部一帯にかけては、12月から4月までの年1回の雨期がある。なかでも降雨量の多い時期は、北部では3月から5月まで、南部では1月から3月までである。しかしながら総じてこの国の年平均降雨量は少なく、4分の3以上の地域が1000mm未満である。

Dar es Salaam~Lindi沿岸道路が走っているタンザニア南部には、Rufiji河をはじめいくつかの大きな河川があり、この道路を横切ってインド洋に注いでいる。

Rufiji河流域のなかでもGreat Ruaha河流域の年平均降雨量は比較的少なく400~600mm程度であるが、Kilombero河流域は比較的多く、1000~2000mmにも及ぶ。

その他Matundu河、Mavuji河、Mbwemkuru河等の各河川の流域では、800~1000mm程度の年平均降雨量がある。

各河川流域内の雨量観測所で記録した年降雨量は、Table 4-1、又雨期(11月~5月)の降雨量はTable 4-2のとおりである。

Table 4-1 Annual Rainfall Quantity Recorded at Rainfall Observation Stations for Each River's Drainage Basin

Drainage Basin		Observation Station	Annual Rainfall Quantity (mm)								
			1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
Rufiji River	Great Ruaha R.	Kisigo R.	Ilangali	391.9	712.8	655.9	-	502.7	-	691.7	425.4
		Little Ruaha R.	Nduli	780.5	620.7	494.7	723.6	524.6	1,088.6	733.2	-
			Iringa	-	-	596.7	822.3	932.5	-	-	488.7
	Great Ruaha R.	Kisanga	-	-	1,526.2	1,069.4	1,168.0	982.6	-	746.5	
	Kilombero R.	Ifakara	1,177.0	1,664.1	1,307.8	1,552.6	1,372.7	2,415.6	2,264.0	1,473.0	
		Lupembe	-	2,520.0	1,456.2	1,702.2	-	2,226.8	1,853.6	1,764.0	
		Rufiji R.	Utete	713.5	1,247.1	-	572.8	-	991.2	984.0	617.0
	Matandu R.	Kilwa Kivinje	-	1,495.5	1,032.2	-	-	-	-	1,121.0	
	Mavuji R.	Kilwa Masoko	934.2	1,645.7	-	968.7	707.5	1,201.9	-	934.8	
Mbwemkuru R.	Mkoe	-	1,191.6	867.9	1,171.1	603.4	1,040.6	648.4	-		

Table 4-2 Rainfall Quantity During the Rainy Season

Drainage Basin		Observation Station	Rainfall Quantity (mm) - November/May							
			82 / 83	83 / 84	84 / 85	85 / 86	86 / 87	87 / 88	88 / 89	
Rufiji River	Great Ruaha R.	Kisigo R.	Ilangali	567.3	860.3	-	-	658.5	-	437.2
		Little Ruaha R.	Nduli	593.4	702.9	482.6	563.5	890.3	1,023.4	-
			Iringa	-	-	673.6	640.4	1,204.8	-	-
	Great Ruaha R.	Kisanga	-	1,681.4	891.5	1,045.8	-	-	964.0	
Kilombero R.	Ifakara	1,381.3	1,487.2	1,348.8	1,464.0	1,532.8	2,540.0	1,673.0		
	Lupembe	-	2,030.9	1,191.8	-	-	2,079.8	1,850.6		
	Rufiji R.	Utete	994.6	-	-	-	-	914.9	900.3	
Matandu R.	Kilwa Kivinje	-	1,368.2	-	-	-	-	550.2		
Mavuji R.	Kilwa Masoko	1,206.7	-	-	887.3	793.4	1,188.0	970.0		
Mbwemkuru R.	Mkoe	-	1,071.0	791.2	838.3	609.7	963.0	626.2		

4-2 Dar es Salaam ~ Lindi 間の各河川の現況

Tanzania 南部の河川は、いずれも未改修の天然のままの河川である。流域の大きさに比して河道の幅は非常に狭く、しかも蛇行が甚しい。したがって洪水は、河道をはさんで両岸に広く氾濫して流下し、その期間は、雨期を通じて長いときには半年にもわたる状態である。

Dar es Salaam~Lindi沿岸道路は、これらの河川を渡るのであるが、Rufiji河をNdundu及びその上流約30kmのUtete付近において、フェリー・ボートで渡っているほかはMatandu河、Mavuji河、Mbwemkuru河等の河川では、河床近くまで降り、流水部分に仮橋を架けるなどして渡っている有様で、このような状態のもとでは、洪水期間中交通不能になるのはやむを得ないことである。

4-3 Rufiji 河の検討

4-3-1 渡河地点の現況

Dar es Salaam ~ Lindi 道路は、Dar es Salaam の南約130kmのKibitiにおいて二方向にわかれ、一つのルートは海岸寄りに走り、NdunduにおいてRufiji河を渡りNyamwageに至る。他のルートはNdunduの上流約30kmのUteteにおいてRufiji河を渡り、NyamwageにおいてNdundu 径由のルートと合流して南下する。Utete径由のルートは、Rufiji河左岸のRusendeとUteteとの間で河を渡ることになるが、この間の河道は昔からしばしば変動していたように見受けられる。

Bagamoyoの博物館にある1912年頃の地図によれば、Rufiji河は、この附近で二本の河道にわかれている。一つは現在の河道に近いUtete寄りのものであり、他の一つは、Rusende寄りの河道である。

又、1952年の航空写真によれば、現在の河道は当時のものより約1km程度移動しているように見受けられる。このように、Utete附近の河道は安定しているとはいえないようである。

Ndunduを径由するルートは、渡河地点で洪水の氾濫する幅が約12kmと比較的広いが、河道は昔から移動した形跡は見受けられない。しかし渡河地点のわずか上流には、非常に大きな屈曲部があって、1963年の洪水時には、この屈曲部を直進した洪水流が1962年に完成したばかりの道路の盛土を各所で流失せしめるといふ災害を起している。

渡河地点としての両者を比較すると、橋梁架設等を考える場合河道の変動の可能性が大きいRusende ~ Utete間より、比較的河道が安定しているNdundu地先の方がまさっていると云えよう。

4-3-2 洪水の規模

伝説的には、かなり大きな洪水があったようであるが、1954年にStiegler's Gorgeで

調査が開始されてから以降の観測記録によれば、最大洪水流量としては1956年4月24日の7,100m³/secが最も大きく、1962年1月20日の6,636m³/secがこれに次いで大きい。

しかしながら、今回の現地における洪水痕跡調査では、UteteからNdunduまでの間は、いずれも1968年の洪水時の水位が高く、1962年のそれは1968年の洪水に次ぐものであることを確認した。1968年洪水の最大流量は、Stiegler's Gorge 4月26日5,750m³/secを記録しておりそれほど大きなものではないが、3月から4月にかけての流量が比較的大きく、継続期間が長かったことが洪水の規模を大きくした原因であろう。

Stiegler's Gorgeにおける流域面積は、61,106平方哩（158,000平方料）である。FAO報告書の“Envelope Curve of Extreme Floods for East and Central Africa”によると、61,106平方哩の流域面積をもつ河川の最大洪水流量は、約390,000 Cusecs（11,000m³/sec）である。

一方最大洪水流量を求める公式

$$Q_{\max} = 3 A^{0.71}$$

Q_{\max} : 最大洪水流量 (m³/sec.)

A : 流域面積 (km²)

をつかって158,000平方料の流域面積に対する Q_{\max} を求めると、14,700m³/secとなる。

従って、Rufiji河はStiegler's Gorgeで11,000m³/sec. 場合によっては15,000m³/secもの最大流量が起る可能性のある河川であるということができよう。

1955年～1969年の15年間における各洪水年の最大流量は、Table 4-3のとおりで、この資料にもとづき確率洪水流量を計算すれば、Table 4-4のようになる。

Rufiji河の渡河地点のNdunduにおいては水位、流量等の観測記録は皆無であるが、これより上流約30kmのUtete (1k4)においては、水位の観測がおこなわれている。

今回の現地調査でNdundu附近において行なった洪水痕跡調査によれば、1968年洪水の痕跡は左岸で標高16.71m、右岸で16.79m、又左岸側のIkwiriri部落の下では16.80mであり、この洪水の最高水位は16.80mと見てよいであろう。

この洪水のUtete (1k4)における最高水位は1968年3月31日の18.97ftである。1k4の量水標の零点は56.21ftであるので最高水位は75.18ft (22.91m)となる。従ってUteteとNdunduの水位差は6.11mである。Utete～Ndundu間の距離は1/50,000の地形図で測定すれば、平水時の流路延長は約34kmであるが、洪水時には31km程度になるものと推定される。従って1968年洪水の最大流量が流れた時の水面勾配は、おおよそ1/5,100であったと思われる。

一方、1970年10月26日の現地調査の際に実測した水面勾配は1/6,200であったので、

Table 4-3 Maximum Flood Water Discharge at Stiegler's Gorge during Each Flood Year

Flood Year	Date of Flood	Maximum Discharge (m ³ /sec.)
1954 / 55	8 May 1955	2,200
55 / 56	24 Apr. 1956	7,100
56 / 57	18 Apr. 1957	3,000
57 / 58	2 May 1958	3,400
58 / 59	9 Mar. 1959	1,700
59 / 60	6 Apr. 1960	5,440
60 / 61	24 Apr. 1961	1,765
61 / 62	20 Jan. 1962	6,635
62 / 63	14 Apr. 1963	5,660
63 / 64	24 Mar. 1964	5,711
64 / 65	15 Apr. 1965	3,720
65 / 66	3 Apr. 1966	3,013
66 / 67	16 Apr. 1967	3,100
67 / 68	26 Apr. 1968	5,750
68 / 69	2 May 1969	2,570

Table 4-4 Probable Flood Water Discharge at Stiegler's Gorge

Probable once in the following year	Flood Water Discharge (m ³ /sec)	
	Iwai Formula	Gumbel Formula
500	14,368	13,759
400	13,882	13,382
300	13,322	12,894
200	12,446	12,208
100	11,056	11,032
80	10,620	10,652
60	10,063	10,162
50	9,713	9,851
40	9,290	9,470
30	8,752	8,976
25	8,411	8,662
20	7,999	8,276
15	7,471	7,775
10	6,731	7,059
5	5,462	5,791

洪水時の1/5,100という水面勾配は妥当であろう。

4-3-3 計画高水流量

Dar es Salaam~Lindi 沿岸道路を計画するにあたっての一つの問題は道路、橋梁等の計画に必要な計画高水位、計画高水流量を如何にとるべきかということである。

Rufiji 河には Stieger's Gorge, Mtera 等の灌漑、発電を主目的としたいくつかの大きなダムが建設が考えられている。これらのダムによる洪水調節を期待し、計画に入れることも可能であると思われる。ただ、ダムが完成し洪水調節が可能になるとしても、それはかなり将来のことであろう。

しかしこの際は、異状洪水の場合はダムの洪水調節に依存するものとして計画高水流量を決定するのが妥当である。

Table 4-4 に示すとおり、Stieger's Gorge における 15 年確率洪水流量は約 $7,500\text{m}^3/\text{sec}$ であるが、これは 1956 年の実績の流量 $7,100\text{m}^3/\text{sec}$ に近い値であるし、確率年としてもまず妥当であると思われるので Stieger's Gorge における計画高水流量として $7,500\text{m}^3/\text{sec}$ をとることとする。

Stieger's Gorge から下流約 140 km の Ndundu 地先における流量観測資料は皆無であるので、この地点の計画高水流量は Stieger's Gorge のそれをもととして推定するより方法がない。

Rufiji 河は、Stieger's Gorge を過ぎると平野がひらけ、洪水は氾濫をはじめめる。1968 年の洪水では、Ndundu の附近で氾濫の幅が 12 km にもおよんでおり、この附近の洪水痕跡調査の結果では、部落の中で 0.5 m ないし 1 m、低いところでは 2~3 m にも及ぶ湛水深を記録している。従って Stieger's Gorge で $7,500\text{m}^3/\text{sec}$ の流量は Ndundu 地先ではある程度低減することが推測される。十分な資料がないので正確なことは云えないが、約 10% 程度の低減があるものと考えてもよいであろう。

また、Stieger's Gorge から Ndundu までの残流域については、その洪水流量は本川のそれに比して量は少なく、到達時間から考えて本川の最大流量には影響ないものと思われる。

従って Stieger's Gorge における計画高水流量 $7,500\text{m}^3/\text{sec}$ は Ndundu 地先においては約 10% 低減して $6,700\text{m}^3/\text{sec}$ になるものとし、これを Ndundu 地先での計画高水流量とする。この値は、1962 年洪水の Stieger's Gorge における最大流量に近い値である。

4-3-4 避溢橋の必要延長

Ndundu 地先での計画高水位を 1968 年洪水の実績を考慮して 16.80 m とすると、現状の

河道での疎通能力は、Table 4-5 のとおり約 $2,960 \text{ m}^3/\text{sec}$ と推定される。

Table 4-5 現河道での疎通能力

区 分	A	n	R	v	Q
低水路部	1,301	0.03	9.10	2.03	2,640
高水敷部	353	0.035	3.42	0.91	320
計	1,654				2,960

但し 水面勾配 $I = 1/5,100$

A ; 断面積 (m^2)

n ; 粗度係数

R ; 径 深 (m)

v ; 平均流速 (m/sec)

Q ; 流 量 (m^3/sec)

つまり現河道で流下し得る流量は、計画高水流量 $6,700 \text{ m}^3/\text{sec}$ の半分にもみたない。

このように、現状の河道部分では計画高水流量を十分流下せしめる断面をとることができないし、又 10 数軒にもわたって氾濫して流れる現状を考慮すれば、適当に配置される避溢橋が必要である。現況は 1962 年に完成した道路の盛土が、1963 年の洪水によって各所で欠壊し、そのままの状態になっている。このような位置を選んで避溢橋を計画すれば効果的と思われる。又小スパンのものを分散して設けるよりも、まとまった延長で設置することが望ましい。その必要延長は Table 4-6 のとおりである。

但し、避溢橋部分での平均水深を現況から推定して 1.7 m、水面勾配 $I = 1/5,100$ 、粗度係数 $n = 0.045$ とする。

Table 4-6 避溢橋の必要延長

計 画 高 水 流 量 (m^3/sec)	6,700
河 道 疎 通 能 力 (m^3/sec)	2,960
差し引き必要疎通能力 (m^3/sec)	3,740
平 均 流 速 (m/sec)	0.44
必 要 断 面 積 (m^2)	8,500
避 溢 橋 必 要 延 長 (m)	5,000

1963年の洪水で盛土が流失した区域は、左岸で約2,350 mの区間、右岸で700 mと300 mの2つの区間にまとめられる。

従って、これらの区間をカバーするように5 kmにわたって避溢橋を設けると6,700 m³/secの計画高水流量に対して十分である。

4-3-5 異状洪水に対する検討

異状洪水、つまり確率年の非常に高い洪水の対策としては、将来ダムによる洪水調節に期待するとしても、当分の間は、それを期待することはできないので、ある程度の安全度の低下を容認しなければならない。Stieger's Gorge 地点での100年確率洪水の11,000 m³/sec、あるいは50年確率洪水の9,700 m³/secに相当する洪水が起った場合、架橋地点でどの程度水位が上昇するか検討してみると、次の通りである。

架橋地点での100年確率洪水9,900 m³/sec(11,000 m³/secの90%)及び50年確率洪水8,700 m³/sec(9,700 m³/secの90%)に対して水位上昇は、それぞれ0.7 m及び0.5 m程度である。従って余裕高を1.5 mとすれば、異状洪水に対しても耐えることができるといえよう。

4-4 その他の河川の検討

4-4-1 洪水の規模

Matandu河、Mavuji河、Mbwemkuru河の3河川については、水文資料が殆んど得られないので、それぞれの洪水規模を推定することは困難であるが、Rufiji河についてのFAO ReportのEnvelope curve 最大流量を求める公式及びStieger's Gorgeの流量資料等から最大洪水流量と1968年洪水の最大流量を推定してみると、表4-7のとおりである。ここで懸案地点とは、Rufiji河以外は、Dar es Salaam~Lindi沿岸道路が各河川を渡河する地点である。

現地調査の結果では、いずれの地点においても、ここ数年来最も洪水水位が高かったのは1968年洪水である。

Table 4-7 懸案地点における最大洪水流量

河川名		Rufiji R.	Matandu R.	Mavuiji R.	Mbwemkuru R.	
懸案地点		Stieger's Gorge	Matandu	Kizinbani	Kitumbini	
流域面積 A		Km ²	158,000	15,210	3,030	16,460
①	Q ₁	ft ³ /sec	390,000	160,000	70,000	170,000
		m ³ /sec	11,000	4,530	1,980	4,810
	q ₁		0.070	0.298	0.654	0.292
②	Q ₂	m ³ /sec	14,700	2,800	890	2,960
			0.093	0.183	0.293	0.179
	1968年洪水の最大流量 Q 1968	m ³ /sec	5,750	-	-	-
	Q 1968 / Q ₁		0.52	-	-	-
	0.52 Q ₁	m ³ /sec		2,360	1,030	2,500

註 ①はFAO報告書の“Envelope Curve of Extreme Floods for East and Central Africa”から求めた値

②は $Q = 3A^{0.71}$ から求めたもの

Q_{1,2} は最大洪水流量 (m³/sec)

q_{1,2} は比流量 (m³/sec/km²)

Table 4-7に示すように、1968年洪水のStieger's Gorgeにおける最大流量5,750 m³/secは、FAO報告書のEnvelope Curveから求めた最大流量11,000 m³/secの約52%にあたる。

そこでMatandu河等の3河川についても1968年洪水の最大流量を上記のEnvelope Curveから求めたものの52%とすると、Table 4-7のとおりMatandu河2,360 m³/sec、Mavuiji河1,030 m³/sec、Mbwemkuru河2,500 m³/secとなる。

4-4-2 計画高水流量

1968年洪水の最高水位は痕跡調査から推定できるが、河川の縦断方向についての資料が得られないので、どの程度の水面勾配で流れたものであるか不明である。

Matandu河の河床勾配は1/50,000の地形図で見るとは、非常に緩勾配であるように思われる。今仮りに水面勾配を1/5,000とし、1968年洪水の痕跡を最高水位として流

量を求めると $430\text{m}^3/\text{sec}$ 程度と予想した流量とは著しく異なる値となり、 $1/1,000$ の水面勾配を採ってもその流量は $1,000\text{m}^3/\text{sec}$ にもみえない。従って1968年にはMatandu河には大きな洪水が起らなかったとしか思われぬ。それでMatandu河の計画高水流量は流域面積から推して $2,000\text{m}^3/\text{sec}$ とし、計画高水位は1968年洪水の最高水位では妥当でないので、これより1.0 m高くとり15.80 m、水面勾配は $1/2,000$ とする。

しかるときは、Table 4-8のとおり現状の断面で $2,674\text{m}^3/\text{sec}$ の疎通能力を有することになる。この場合、断面積としては左支川まで一面に氾濫して流れると推定されるので、左支川の断面積を含めて考えるものとする。

Mavuji 河の河床勾配は $1/50,000$ の地形図によって推定すると約 $1/500$ である。河積は極めて小さく出水時には、すぐ氾濫して流れるものと思われる。洪水時の水面勾配は、全く資料がないので推定が困難であるが $1/1,000$ 程度の水面勾配を採ると、1968年洪水の最大流量はTable 4-8のとおりとなる。この場合4-4-1で検討した最大流量とほぼ同じ値である。そこで、この河川の渡河地点での計画高水位を1968年洪水の最高水位 34.60m 、水面勾配 $I = 1/1,000$ 、計画高水流量を $1,000\text{m}^3/\text{sec}$ とする。

Mbwemkuru河の河床勾配は、 $1/50,000$ の地形図から推定すると約 $1/1,000$ である。1968年洪水の最大流量を水面勾配 $1/1,000$ として計算すると、Table 4-8のとおりとなる。この場合、4-4-1で検討した流量より小さいが、この河川の渡河地点での計画高水流量をMatandu河と同じく $2,000\text{m}^3/\text{sec}$ とし、計画高水位を1968年洪水の最高水位の 27.0m 、水面勾配 $I = 1/1,000$ とする。

Table 4-8 現状の断面での疎通能力

河川名	I	区分	A	n	R	v	Q
Matandu R.	$1/2,000$	本川	237	0.03	2.85	1.49	353
		氾濫部	2,822	0.045	1.47	0.64	1,806
		支川	339	0.03	2.92	1.52	515
		計	3,398				2,674
Mavuji R.	$1/1,000$	本川	110	0.03	4.34	2.80	308
		左岸氾濫部	272	0.045	1.47	0.91	247
		右岸氾濫部	432	0.045	1.92	1.09	467
		計	814				1,024
Mbwemkuru R.	$1/1,000$	本川	411	0.03	5.25	3.16	1,299
		氾濫部 ①	984	0.045	1.42	0.89	876
		氾濫部 ②	134	0.045	0.37	0.36	48
		計	1,529				2,223

- I ; 水面勾配
 A ; 断面積 (m²)
 n ; 粗度係数
 R ; 径 深 (m)
 v ; 平均流速 (m/sec)
 Q ; 流 量 (m³/sec)

4-4-3 避溢橋の必要延長

河道部分を渡る橋梁の延長は、現地を測量した結果からそれぞれ次のようになる。

Matandu 河 本川 80m 支川120 m
 Mavuji 河 50m
 Mbwekuru 河 80m

この橋梁部分での疎通能力は、それぞれ Matandu 河 868m³/sec, Mavuji 河 392m³/sec, Mbwekuru 河 1,299 m³/secであるので、必要な避溢橋の延長は Table 4-9 のとおりである。

Table 4-9 各河川の避溢橋の必要延長

河 川 名	Matandu R.	Mavuji R.	Mbwekuru R.
計 画 高 水 流 量 (m ³ /sec)	2,000	1,000	2,000
河 道 疎 通 能 力 (m ³ /sec)	868	392	1,299
差し引き必要疎通能力 (m ³ /sec)	1,132	608	701
平 均 流 速 (m/sec)	0.64	1.01	0.83
必 要 断 面 積 (m ²)	1,770	602	845
平 均 水 深 (m)	1.47	1.90	1.06
避 溢 橋 必 要 延 長 (m)	1,204	317	797

従って現地の地形を考慮して計画の避溢橋総延長を次のとおりとする。

Matandu 河 1,500 m
 Mavuji 河 350 m
 Mbwekuru 河 950 m

4-4-4 異状洪水に対する検討

Matandu河等3河川の橋梁及び避溢橋の延長を4-4-3のように決定したが、異状洪水に対しての水位上昇を検討すると、次のとおりになる。即ち

Matandu 河 の最大洪水流量 4,530 m³/sec の場合 約 0.9 m

Mavuji 河 の最大洪水流量 1,980 m³/sec の場合 約 1.0 m

Mbwemkuru 河 の最大洪水流量 4,810 m³/sec の場合 約 1.15 m

の水位上昇が起る。但し、この場合の水面勾配は、計画の水面勾配と同じであると仮定する。

従って余裕高を1.5 mとすれば、異状洪水に対してもどうか耐え得るといえよう。

4-5 あとがき

各河川の流域の状態は、森林あり、平原あり、あるいは湿地帯ありで、洪水流出の機構は誠に複雑なものがあると思われる。今回の検討では、この解明に必要な資料が得られないために、検討の過程においていろいろな仮定を設けざるを得なかった。

Rufiji河については、いろいろな面での必要性から比較的調査がなされているようであるが、その他の河川については、Stieger's Gorgeのように比較的流量をつかみやすい地点での調査資料もない。又渡河地点附近の地形測量をなされたものもないので、現地調査の際、概略実施したものを除き1/50,000の地形図に頼らざるを得なかった。

従って、この計画を実施に移すまでの間には、可能な限り調査をして道路計画に必要な洪水疎通計画の精度をあげていく必要がある。

第5章 土質調査

第 5 章 土 質 調 査

5-1 既存道路の土質調査

5-1-1 緒 論

今回の土質調査は Kibiti - Linbi 間の現在道路を対象に行った。土質の状態は露出している土や井戸の壁面、或は掘削面の観察によって地層を判別した。

土質試料の採取は5キロ間隔毎にハンド・オーガー及携行シャベルの双方を使用して行った。或る種の土は乾燥し非常に堅く、ハンド・オーガーでは50 cmから1 m程度しか掘れなかった。そこで今后はマシン・オーガーを使用して、より深い深度の土質調査を実施することを考慮すべきであると考えた。

本章には踏査に依って観察された土質状態を説明した。後節に出て来る測点番号は Kibiti ルートの北端起点からの距離に一致する。例えば測点 10 は起点の Kibiti ターミナル以南 10 km を意味する。

オーガーを使用して得た代表的な試料は、プラステイック袋に入れて Dar es Salaam にあるタンザニア政府の土質試験所に送附した。又他の土質試料は突き固め試験用としてブリキ缶につめた。

5-1-2 Kibiti - Ndundu 間の調査

測点 5.

測点 5 の南約 2 マイル以内の丘陵は、ラテライト状の砂で形成されている。試料は深度 1 メートルの所で採取した。突き固め試験用の試料も此の地点で採取した。此の地点での適度のバインダーを含んで粒度の良いラテライト風の砂は、適当に締め固めれば路盤材と路床材に使用出来ると考える。

測点 10.

測点 5 より 2 マイルを超した地点の丘陵は軽い茶色の砂で覆われており、その成層状態は次の通りである。

0 から 25 cm	明るい茶色の砂
25 から 60 cm	ゆるい細粒砂
60 から 85 cm	茶色の細砂

ハンド・オーガーを使用した場合は、掘進孔に細砂が陥没するので 85 cm 以上の深い掘進は不可能であった。この地点の地質は粒径の揃った細砂で成っており、安定性の高いものでないように見受けられた。また乾燥しきった時は、ほこり状の粉末状態になる。細砂で覆はれた地

域は測点 10 の南数百メートル行った所迄続き、それを過ぎると再びラテライトとなるが、このラテライト地域は小範囲である。道路は測点 10 の南約 2 マイル地点で砂に覆はれた低地に向って下り坂となる。

測点 15.

測点 30 の北 2 マイル程迄続く低地は茶色の砂質土で覆われていた。洪水位より多少高くなっているこの地域は果樹園として広く利用されている。

測点 15 地点の成層状態は次の通りである。

- 0 から 30 cm 茶色のシルト砂
- 30 から 90 cm ややシルト質の茶色の砂で粒度良好
- 90 から 190 cm 茶色の砂質粘土、粗砂を含んだ高塑性粘土

地下水位は粘土が飽和状態から地表面下約 1.90メートル程度と推定される。

測点 25.

地形は測点 25 附近に於ては低くなっており、道路は Tingatinga 橋で河川を横断している。この Tingatinga 橋近辺の成層状態は 0 から 10 cm が暗い茶色の粗砂である。地表面下 1メートルの所で白い砂が現れるが、地表面下 1メートルに地下水位が有って 1メートルより深い掘削は出来なかった。此の Tingatinga 橋の基礎状態に関しては別に問題は無いと思われるが念のため地下土質を明白にするため深度の深いボーリング調査を実施する様おすめする。

測点 30.

測点 30 の北約 2 マイルの地表は Black Cotton Clay で覆われており、ハンド・オーガリングは Ikwiriri 村附近に於て実施した。洪水で破壊を受けなかった堤防より約 30メートル離れた農耕地で掘進を行った。その成層状態は次の通りである。

- 0 から 60 cm Black Cotton
- 60 から 100 cm Brouin Sandy Clay
- 100 から 200 cm Brown Silty Fine Sand

測点 35.

ボーリングは崩壊された堤防の近くで行った。その結果、この地点の地表は下記の様な Black Cotton Clay の堆積土で覆われている。

- 0 から 50 cm Black Cotton
- 50 から 200 cm 茶色の砂或はシルト質の粗砂
- G. W. L. 200 cm

測点 30 及 35 で見受けられた如く、洪水敷の沖積砂質土は厚さ約 50センチのブラック・コットンを取り除けば盛り土材として利用出来るがブラックコットンは盛り土材としては利用出来な

いものであり、又盛土下のブラックコットンも除去すべきである。ブラックコットンは乾燥している時は非常に堅いが、一旦水が加わると泥土化する、そして吸水後膨張し著しいせん断強度の減少がある。

ブラックコットンを除去した後の地層は高さ5 m以内の盛土に対しては十分な支持力を有するものと思われるが、その盛土に関する沈下と安定についての完全な解析を行うには深いボーリングと土質試験が必要と考える。

盛土の法面補護と長潤問題については十分に注意して解析すべきであると考え。これは上流面に於ける迂り破壊と下流面に於けるパイピング現象による破損が考えられるからである。

洪水敷内に於ける小規模橋梁やその他の構造物の基礎に関しては、別に問題点は無い様に思われた。砂質土層上の直接基礎或は短い杭基礎は洗掘に対して十分な深さに床付けされている限り小規模橋梁は充分支持し得る。然しながら此等の構造物の安全性を確認する為により深い地質調査を行う事を提案する。

5-1-3 Ndundu から Nya Mwage 接続点地域の調査

測点 40.

Rufiji川の右岸堤防にはブラックコットンが認められたが、Rufiji川の洪水敷内の測点40地点では粒度配分の良い褐色の砂で覆われている。この褐色の砂は非常に良く締っていてハンド・オーガーに依って僅か50 cmしか掘進しなかった。この土はRufiji川の左岸側に於ける砂とあまり変わらず、僅か乍らシルティな褐色の砂である。

測点40の南2マイルより始まる地域の地表はブラックコットンで覆われていた。測点45を経てこの地域よりNya Mwage 接続点に到る間は非常に粘性の強いPure Clayのブラックコットンに覆われている。ブラックコットンが乾燥期で非常に堅かったので我々は1.10メートルより深く掘る事が出来なかった。

5-1-4 Utete 経由 Kibiti より Nya Mwage 接続点に到る地域について

測点 10 U

Kibitiから測点5+1キロに到る間の丘陵はラテライト状の赤い砂から成っており、更に測点5U+1キロから測点10U+1キロまでの間の地層は褐色の砂で覆われている。測点10U+1キロから測点10U+4キロまでの区間の地層はラテライト状の赤い砂と判断した。ラテライト状砂の風化した表面の色は黄色或は茶色に変化する。

測点 15 U

測点10U+4キロ地点附近には、道路表層材を採取した窪みがある。ここで締固め試験のた

めに2 缶の試料を採取した。ラテライト状の赤い砂が、細かな砂もしくはブラックコットンで覆われている地表の沖積平地に於ける道路表面に散布されていた。ラテライト状の赤い砂はセン断強さが大きく、排水性も良いので路盤材として適していると思われる。

測点 20 U

測点 10 U + 4 キロから測点 20 U 迄の地表は褐色の砂で覆われている。ハンド・オーガーリングは測点 20 U 地点で実施した。

0 から 1.60 m 褐色の砂

1.60 から 2.00 m 白又は明るい茶色の砂

G. W. L. = - 2.00 m

測点 15 U と 20 U の区間は、洪水により洗掘された窪地が見られた。この上は砂とブラックコットンとの混合土である。

測点 25 U

およそ 25 U + 3 キロの地点で小規模な木橋によって道路は河を横断している。ここでハンド・オーガーリングを実施した。この土は、地表より深度 1.90m までは茶色いシルト質の砂である。深度 1.90m 以浅の土は大体同一土質であったが、深くなるに従って多少砂が増すように思われた。

測点 30 U

測点 25 U + 4 キロ迄の地表は茶色いシルト質砂もしくは砂質シルトで覆われているが、この点からの道路は洪水堆積土上に向かって下っている。測点 30 U の地表近くの地質はハンド・オーガーで掘進するにはあまりにも堅い茶色の細かい粘土質の砂であった。

測点 35 U

測点 30 U と同様、茶色い砂質粘土が露出してみたが掘削するにはあまり堅かった。試料は地表より 50 cm の深さの所で採取した。

測点 40 U

測点 35 U を通過すると道路はまもなく湿地を横断する。手掘り井戸の側壁をみるとこの地層は深さ 1.5 m までは均一な茶色い細砂であった。

測点 40 U を過ぎると道路は Rufiji 河の堤防左岸の水田地帯を通る。此の地域で見られるブラックコットン クレイ は厚さ 60 cm から 100 cm ある。Rufiji 河近辺の地層はレンズ状にブラックコットンを含んだ褐色のシルト質砂であった。

測点 45 U

Utete 地域の Rufiji 河右側は河床より数メートル高くなっていた。Utete フェリー近辺でハンレイ岩塊が沢山みられた。このハンレイ岩が充分に有るなら砕石源となるかも知れない。

Utete村近くにある温泉周辺の火山凝灰岩は地表に露出しており、道路材として利用出来るかも知れない。

測点 50U

測点 45 U+ 2.5 キロ地点の道路は木橋で湿地帯を渡っている。此処の土層は主として白い砂であり、柔くなく又高圧縮性のものではないが地表はブラックコットンで覆われている。

測点 50U 周辺は洪水で洗掘されて出来た谷間に堆積した柔かい圧縮性の土である。

0 から 30 cm 褐色のシルト質砂

30 から 200 cm 青い砂質粘土

此の地点に架橋が計画される場合、十分な調査を深いボーリングで実施する事が必要となる。

測点 55U

測点 50U から 65U迄の区間の地質は一般的に茶色い粘土質の砂か砂質粘土であり、この土質は粘土でしっかり固められており乾燥期では非常に堅くなる。ハンド・オーガーでは此の堅い土を掘進することは出来なかった。この粘土質の砂は幾つかの部分に清浄されており、又最近の洪水で滞積されたものである。これらの地表はブラックコットンで覆われている。

調査地点 55Uの附近では手掘り井戸があり、この井戸の壁面を観測したが、ここの地質は厚さ 20 cmから 30 cmのレンズ状粘土をはさんで薄茶色の砂である事が判明した。

測点 60U

調査地点 60U近辺に於ては洪水流によってコルグイト管暗きよが破壊されていた。この暗きよ近辺の手掘り井戸壁面を観測したが、地表より深さ 3メートルまでは同種類の茶色いシルト砂であった。

測点 65U

此処の地点は乾燥力が高いのでハンド・オーガーを使用する事は出来なかったが、地表面の切取り部分に関しては茶色い砂質粘土であるように見受けられた。

測点 70U

調査地点 70U地域の地質は乾期では柔かい岩の様な非常に堅いブラックコットンで覆われている。また最近の洪水滞積物の表面上にかたつむりの様な形をしている貝殻が散在していた。

測点 75U

地表下 20 cmの所ではブラックコットンで覆われているが、其れ以深では十分に締固められた茶色いシルト質の砂であった。ここでは 50 cm程掘進出来たので、40 cmの所で試料を採取した。

5-1-5 Nya Mwage Mohoro 間地域について

測点 50

Nya Mwage 接続点から調査地点 50 に到る地表は深さ 2 メートル迄同一形状のゆるい茶色の砂で覆われている。地下水位は約 2 m 程度と考えられ、この深度に於ける砂は殆んど飽和されていた。

測点 55

この砂は測点 50 と同質であり、密で乾燥している。此処ではハンド・オーガーによる掘進は僅か 50 cm 程度であった。

測点 60

路線に沿って地表が切り取られている部分を観測すると、ここでの地質は茶色の細砂であった。この砂は灰状の非常に細かいものである。

測点 65

此処の地質は調査地点 60 と同様で、砂は乾燥しきっており、非常に細かくてほこり状である。ハンド・オーガーリングを行った結果、深さ 2 m までの土質は同一形状の非常に細かい茶色砂であることが解かった。この細砂層は調査地点 65 から 3 キロ離れた所で終わっている。道路は草地を通り抜けており Mohoro まで砂質粘土で覆われていた。

測点 70

Mohoro 村で行ったハンド・オーガーリングの結果は次の通りである。

0 から 40 cm 茶色砂質粘土

40 から 50 cm 茶色細砂で非常に密なもの

5-1-6 Mohoro から Kilwa 接続点に至る地域について

測点 75 及測点 80

Mohoro から調査地点 80 に至る道路は、洪水敷を走っており、暗茶砂質粘土で覆われている。この道路表面はすべりやすく、不安定な状態であるので、より高い標高へ路線を変えるか、或いは現道路盤を砂質に変える事が必要である。この地域を覆っている茶色砂質粘土はあまりにも堅く、ハンド・オーガースは掘進出来ないのでマシン・オーガーによる地質調査を行うことを提案する。

測点 85

調査測点 80 から 95 までの道路は、主として茶色シルト細砂の沖積土と最近洪水によって滞積された主として ブラックコットンクレイ 若しくは茶色砂質粘土の 2 つの異った地質を通り抜けている。沖積土の表面は新しい洪水滞積物の上に 5 m 程高くなっていた。沖積砂の最も代表的

かつ典型的性質を有すると思われる試料を踏査地点 85 で採取した。

0 から 60 cm 茶色シルト質細砂

測点 90 + 1 km

踏査地点 90 から 1 キロ行った地点で新しい洪水滞積物の典型的なものをハンド・オーガーで採取した。

0 から 20 cm Black Cotton

20 から 50 cm 茶色粘土質砂

50 から 100 cm 灰色粘土質砂

この地点での掘進深度については制限を受けたが一般的に新しい洪水滞積砂である。ブラックコットンクレイは地表に近い 20 cm 程度を覆う Original Earth Mantle で清浄している。缶に入れたブラックコットンの試料はここで採取した。

測点 95

新しい洪水滞積土は測点 95 から 1 キロ行った所で終わっているが、測点 100 から 1 キロ以北までの地質は茶色粘土質砂で覆われている。

測点 100

測点 100 から 1 キロ以北の地質は乾燥しきった非常に堅い茶色砂質粘土に変化している。

測点 105 及 110

測点 105 より 110 迄の地質は茶色粘土質砂で覆われているが、測点 105 より 2 キロ至った所から測点 105 より 3 キロ迄の間の地質は新しい洪水滞積土と思われる。茶色細砂試料はハンド・オーガーが使用出来ないので此処の地表より採取したものである。

測点 115 及 120

測点 115 から 120 迄の間の地質は一般的に茶色細砂であったが、測点 115 から北に 1 キロ行った地点の地質は、地表近くに有るものは新しい洪水滞積土でブラックコットン から成っていた。この地域の排水はあまり良い状態でないので、雨期に道路の通行を保つのは困難であろう。

試料は測点 120 で深さ 60 cm の所で採取した。この土は地表から深さ 70 cm 迄茶色の細砂であった。

測点 125

測点 120 から 125 に至る地質は茶色の細砂から成っていて、道路表面の状態を良好に保つ一因となっている。然し道路は幾多の河川を横断して走っているが、此等河川の殆んどは乾き上っている。此等の河川に沿って高度の塑性粘土が観察された。測点 125 の北約 500 m 地点に於て深さ 30 cm の所の試料を採取した。ハンド・オーガーを使用する事に依り、60 cm 迄掘進する事が出来た。その結果、この地質は茶色の高塑性粘土であると確認した。

測点 130

測点 130 から 135 迄の間の道路は起伏した地勢状態の丘と侵食された溪谷を走っている。この丘は大体茶色の細砂で覆われているが、塑性粘土或はブラックコットンで覆われた部分もある。特に粘土は丘の端で多く見られた。例えば測点 130 の北約 3 キロの丘はブラックコットンで覆われていた。測点 130 の周辺の丘は Black Cotton を含んだ茶色の砂質粘土から成っているが、道路表面はその地質がかなり砂質なのでやゝ安定している。

測点 135

測点 135 周辺の丘陵と測点 135 から Matundu 河迄の間は Matundu 河によって運積された河岸段上状の滞積土であった。丘陵は大体茶色のシルト質砂で覆われているが塑性粘土で覆われている部分もある。又或る部分ではかなりの円形礫又は玉石が露出していた。測点 135 から 2 キロの区間の道路は全んど砂質土より成る段上を走り抜けているが、ブラックコットン又は段丘レキが局部的に散布している。測点 135 から 2 キロを超えて、地質は大體 Rolling Stone 或は玉石を含んだ粘性土であった。測点 140 の北 1.5 キロの地点では段丘レキが集結された巾約 300m のベルト・ゾーンがあった。このレキは堅い砂岩或は Chart から出来ていて、骨材として適当と考えられる。

測点 140

段丘礫地帯以後は、丘陵は殆んど茶色の砂質土に覆われているが、ブラックコットンと塑性粘土を含有する幾つかの侵食された谷によって分かれている。測点 140 に於て、ハンド・オーガーで試料を採取した。

0 から 150 cm 茶色シルト質細砂

測点 145—2 km (Matundu 河)

Matundu 河の右岸で、ハンド・オーガーで試料を採取した。

0 から 150 cm 暗褐色高塑性粘土

150 から 180 cm 褐色砂質粘土

地下水の浸出に依り、180 cm 以深は掘進出来なかった。橋梁基礎の設計をする為にはより深いボーリングによる完全な地質調査が必要である。

河の左岸には多量の褐色細砂が堆積している。其れは均一の細砂であるが、ブラックコットン或は塑性粘土を置変する材料として利用出来よう。

この地点で缶に入れた試料は締固め試験用に採取した。

測点 150

Matundu 河を超えると道路は再び丘陵に向って上り、その丘陵は基盤上の残積土で覆われていると考えられる。道路端の Rolling Stone によれば、基盤は堅い凝灰質流紋岩或いは硅岩

の様な火成岩であろう。此の地域に於ける地質の生成及分布を明白にする為に更に詳細な地質調査を必要とする。

測点 150 から北約 2 キロの地点に於て、道路は谷を横切っている。この地点で深度 30 cm の暗褐色粘土の試料を採取した。

測点 150 から Kilwa 接続点に至る丘陵の残積土はおよそ褐色の粘性土であった。丘陵はなだらかに起伏している。Kilwa 接続点の北 3 キロ地点では Rolling Stone を含有しないブラックコットンクレイが見受けられた。

5-1-7 Kilwa 接続点から Lindi 地域について

調査記録は出発点の Lindi から Kilwa 接続点までの区間についての記述である。

Lindi 空港の附近でラテライトの試料を採取し袋と缶に入れた。ラテライトの様な地質は測点 300 で終り、其れよりはシルト質のレキの混った砂が分布されている。袋に入れた試料は砂利取場で採取した。

測点 295 でラテライトが再び見受けられた。袋に入れたラテライト試料は測点 290 から 3 キロの地点の深さ 30 cm の所で採取した。ラテライトは測点 290 で終っており、それより約 2 キロをシルト質砂が覆っている。それ以後は、堅い石灰岩が露頭しており、この石灰岩は堅く、浸食作用によって多くの小さなくぼみ、丁度ハチの巣の様な外観を呈している。堅い岩の露頭は、主として測点 288 及び 282 周辺で露出されている。

測点 288 から 281 地点の区間の地表は堅い岩より風化された砂で覆われており、Mbyni 付近の測点 281 以降は、黄色ラテライトになっている。このラテライトは測点 277 で終わり、それ以降は有機褐色粘土に変化している。袋に入れた試料は、深度 1 m まで粘土が続いている測点 272.4 に於いて採取した。

測点 269 以降の地表は、茶色細シルト質砂で覆われ、測点 262 では再び黄色ラテライトが表われる。袋に入れた試料は、測点 260.8 地点で採取した。この黄色ラテライトは測点 252 まで続き、それ以降は赤いラテライト質砂に変っている。袋と缶に入れた試料は、測点 250.6 地点で採取した。

測点 250.6 以降の地質は、Mbenkul 河を横切って、測点 245.2 に至ると、ブラックコットンに変わっている。測点 245.2 から 241 の区間は、赤味を帯びた黄色ラテライトであり、測点 241 から 234 にいたる区間は高地でブラックコットンが分布していた。測点 234 以降の地質は、褐色シルトとなるが、袋に入れた試料を採取した測点 223 以降では礫を含んでくる。この粘性土は測点 212 まで続いている。

道路表面には岩が露頭しており、この地域周辺では砂石、泥岩、珪岩と云った様な種々の

岩が散在していたが、風化現象がひどかったので、充分に分類することが出来なかった。

測点 209.5 には砂利取場があり、ここで直径約 10cm 程の砂利を試料として採取した。測点 208 までの地表は、シルトによって覆われ、測点 208 で岩が再び露出していた。

測点 208 より 206 までの区間の地表は、測点 208 周辺に露出しているシルトの突起岩で覆われていた。シルトの試料は深度 1 m 測点 207.6 に於いて採取した。地質は測点 206 に於いてラテライトに変わり、測点 205 まで続いている。測点 205 以降は暗褐色粘土となり、測点 201 まで続いている。測点 201 以降、測点 200 までは、茶色シルトとなりここで試料を採取した。

測点 200 から 195 までの区間の地質は、黄色シルトであり、測点 195 周辺で岩が露出していたが、地表は黄色シルトで覆われている。

測点 188 の道路側に砂利取場があり、砂に細かい礫を含んだ試料を採取した。測点 185 からブラックコットンとなり、測点 184.9 で袋と缶に入れた試料を採取した。このブラックコットンは測点 185 まで続いている。ここには、ブラックコットンの下から砂利を取る砂利取場があった。袋と缶に入れた試料は同地点で採取した。測点 175 の地質はシルトとなり、測点 170.2 に砂利取場があり、この砂利は黄色味を帯びた白砂が混っている。同地点で試料を採取し袋に入れた。その他の袋に入れた試料は、測点 165 で深度 70 cm のところで採取した。

5-2 Rufiji 河沿線調査について

5-2-1 概要

出発点で考えられた最も重要な問題は、道路が Rufiji 河及び河の両岸の洪水敷と交差する地点に関してであった。

Ndundu の交差ヶ所の両岸は、大方、茶色の良質な砂でおおわれていた。この洪水敷の表面は、ブラックコットンクレイ でおおわれており、ハンド・オーガーで掘進してみると、地表下 50 ~ 60 cm 地点では、茶色砂であった。

従って、Ndundu の交差点周辺は、おそらく砂の滞積層であると思われる。Utete で Rufiji 河と交差する代案ルートについても調査する必要がある。

Utete 交差点に沿った洪水敷の右岸に、幾つかの沼地の様な滞積上が見られただけで、地質学的な見地からすると、Utete 交差点付近と Ndundu 付近の地質とは大差は見られなかった。

Utete 近辺で、Rufiji 河の本流水路が変わっていて、流路が変わった跡には幾つかの沼地が残っており、この沼地は、ゆるい砂とやわらかい粘土とで埋まっていた。

今回の地質調査は、時間的に制限を受けたため橋梁基礎設計に関する十分な調査が出来なかったため、今後、本調査団によってこの基礎設計に関する完全な調査を行うべきである。

今回の調査は、本調査を行うことを前提として、この地域の一般的な概査を行った。そこで、

Ndundu及びUteteの架橋地点に各々1地点深度約20m程度のボーリングを利根ボーリング機械を使用して実施することにした。

ボーリングの途中で、利根ボーリング機械をDando製のボーリング機械に変向したが、このDandoボーリング機械の掘進能力は、深度15m程であった。一方、利根ボーリング機は、機械の不整備が原因で作動しなかったが、整備工具と機械の付属部品を十分に備えてやり、機械整備を充分に行えばその能力を発揮出来ると思う。

この地域の周辺ではベントナイトが無いので、Rotary Drill Rigを使用することも非常に困難である。

Ndundu、Utete両地点共に、地表面下15m以内の地質は非常に高い支持力を持っていることが認められ、これで頭初の調査目的を達成することが出来たが、基礎形式を決める前に、もっと詳細な地質調査を行うことを提案する。

5-2-2 ボーリング結果について

深 度 (m)	地 質	N 値
0 - 0.6	茶色細砂	
0.6 - 1.60	茶色粗砂	11
1.60 - 4.00	灰色シルトの粘りけの少ないレンズ状の茶色粗砂	
4.00 - 5.00	茶色シルト質砂	12
5.00 - 5.60	"	14
5.60 - 7.70	"	
7.70 - 9.60	青い粘土質砂	26
9.60 - 11.80	"	27
11.80 - 12.20	茶色粗砂	50
12.20 - 12.30	青いハードパン	

上記に示したデータに依れば、地表面下約5mまでは、ゆるい不安定な地質であるけれども、一般的に砂質であることを立証している。

深度5m以下の地質は、締まったそして安定したものであり深度11.80m以下の茶色粗砂及び粗砂の下の青いハードパンは、橋梁基礎の支持層として適していると思われる。橋脚の根入れを深度13mにすれば、青いハードパンによって安全に支持されるであろうが、然し乍ら橋梁基礎の形式を最終的に決定するには、より多くのボーリング調査を実施して、その結果に基づいて決定することを提案する。

損傷をまぬがれた橋梁基礎によれば、ウェル及びオープンケーソン型式の基礎が適している

ように思われる。

もう1つのボーリングは、Uteteフェリーボートの発着地、Rufiji河の左岸で行ったが、その結果は、Ndundu地点の地質と大差ないことを示してくれた。

次にUteteフェリーボート発着場の調査結果の概要を記載する。

深 度 (m)	N 値
1.7	9
3.0	10
4.5	12
6.0	
7.5) 砂のふくれ上りによって標準貫入試験出来ず
9	14
11.4	34
12.0	44
13.5	39

試 料

5 - 6	茶色粗砂
10 - 0	"
15 - 0	"
30 - 0	"
38 - 0	密な茶色粘土質砂
40 - 0	密な灰茶色の粘土質砂
45 - 0	茶色ハードパン

5-3 土質試験

5-3-1 試料の判定と分類

5-1-1に述べたように、約5 km 間隔に土の試料を採取し、これをビニール袋に入れてシールしタンザニア政府の実験室へ送付した。Table 5-1にKibiti-Ndundu-Kilwa-Lindiの現存道路から採取して実験室へ送った試料を示した。この表には代案ルートから採取した試料も含めてある。これらの試料は例えば20UのようにStation No.にUを付けて示した。St. No. の欄にある(T)は缶に詰めた試料を指し、(B&T)は缶及びビニール袋に詰めた試料を意味する。

56袋の試料と10ヶの缶入り試料に対して判定試験が行われ、その試験結果をタンザニア政

府の担当部署がまとめたものを、このレポートの Appendix としています。

それらの試験データと現地調査の記録とを総合して、現存の Kibiti-Liudi 道路に沿う土の分布を明かにした。

地盤は各種の土層から成っているが、計画道路の安定に及ぼす影響を考慮して、深さ 1 m 以内にある主要な土質を取り上げてその地区の代表的な土質とした。調査当時は乾期であって、往々にして土が硬くハンド・オーガーで掘るのが極めて困難であった。従って 1 m 以内の深さの土しか採取できないことが屢々あった。場合によっては地表附近から試料を持ちねばならないこともあった。このような場合、それらの地表部附近の試料をもってそのあたりの代表的土質とせねばならなかった。このような部分での分類判定は、将来マシンオーガーによる深い土質調査を行って訂正又は修正する必要がある。

現存道路に沿っての土質分布を一括して Table 5-2 に示した。Appendix の資料を検討して、各地区の代表的な土を統一分類法及び AASHO 分類法(改訂 PR 分類法と同じ)によって分類した。Table 5-2 の右の 2 欄に前記 2 方法による分類結果をその記号で示してある。

この表でわかるように、大部分の土は砂質土で路床土として用いるものである。しかし、AASHO 法の A-3 及び A-4 群に属するものは、排水を充分良好に行うことを考慮することが塗まれる。統一分類法の CL, CH 又は AASHO 法の A-7 群に属するブラックコットンクレイその他の粘性土が掩っている地区では、それらの土を砂で置換するか又は充分な厚さの盛土を行うべきである。Table 5-2 の資料によれば、上述のような改良を行う必要のある総距離は Alternative Route での 3 km も含めて約 108 km に及ぶ。

5-3-2 Lateritic Sand についての Study

Utete 経由のルート沿いの Rufiji River の右岸で Lateritic Sand の試料を 2 缶、ブラックコットンクレイの試料 1 缶採取した。これらの試料は東京に送られ Soil and Foundation Consultant Co. (Kisojiban Consultants K. K.) の実験室において土質試験が行われた。

試験に供した Lateritic Sand は、Fig. 5-6 に示すように、シルト・粘土を 27% 含む中砂で若干の塑性を有する、Unified Classification および AASHO 分類によれば SC および A-2-6 に該当し、路床材として使用し得る可能性を示しているが、その反面締め固めを充分に行い、かつ排水に留意せねば使用目的に反する結果となることも示している。

試料の実験室到着時の含水比は約 2% であった。JIS A 1210 の第 1 突固め法による突固め試験の結果は Fig. 5-4-2 に示す如くで、最適含水比 11.1% において最大乾燥密度 1.97 g/cm^3 を得る。第 1 突固め法の諸元は次の如くで、その試験法は標準締め固め試験と同じである。

モールド内径	10 cm
突固め層数	3 層
1層当り突固め数	25 回
ランマー重量	2.5 kg
ランマー落下高	30 cm
締固め仕事量	5.6 cm·kg/cm ³

Fig.5-5 に JIS A 1211 による CBR 試験の結果を示した。この試験の一部を構成する突固め試験はアスファルト舗装要綱によって行っている。その諸元は以下の如くであるが、その締固め仕事量は修正締固め試験のそれに該当する。

モールド内径	15 cm
突固め層数	3 層
1層当り突固め数	92 回
ランマー重量	4.5 kg
ランマー落下高	45 cm
締固め仕事量	26.5 cm·kg/cm ³

供試体の水浸時における膨張量は殆ど 0 に近い値であった。Fig. 5-5 の右側に最適含水比に調整して試料を 3 層に分け各層を 17 回、42 回、92 回突固めた供試体の水浸 CBR を、乾燥密度と対応させて示してある。この図によれば、例えば現場での締固め度を修正締固め試験の締固めの仕事量に対応する最大乾燥密度の 95% 以上と規定すれば、それに対応する設計 CBR は約 44% であることを示している。

この土の締固め曲線は巾の狭いシャープを上凸曲線となっている。つまり現場締固め時に含水量のコントロールに綿密な注意を払わないと期待する締固め度とならないことを示している。

この土をセメントで安定処理した場合の挙動を実験した。まづこの土に 5% の普通ポルトランドセメントを混合したものについて突固め試験を行った。突固めの方法は JIS A 1210 の第 1 方法によっている。この結果は Fig.5-8-1 に示されるように、元の Laleritic Sand に対する結果と大差ない。次にセメントを 3%、5%、7% および 9% 配合した混合物に水を加えて、前述の突固め試験で得られた最適含水比 11.3% になるように調整し、これを JIS A 12 の方法で締固めた。突固め直後に試料をモールドから抽出し、これを 4 等分割してその各々から径 35mm、高さ 88mm の円筒供試体を作製した。つまり 1 種のセメント配合比について 4 個の円筒供試体を作られたことになる。各供試体は直ちにその表面をパラヒンを繰く塗ってシールし、供試体から水が蒸発するのを防いだ。各々のセメント配合比の 4 供試体について、1 供試体は 7 日間恒湿室で養生の後、パラフィンを剥して一軸圧縮試験を行った。他の 3 供試体

は6日間恒湿室で養生の後、上下面のパラフィンを削して1日水浸させその後残部のパラフィンを削して一軸圧縮試験を行った。これらの試験の結果はFig. 5-8-2に示されている。この図によればこの土に対するセメント安定処理の特性として次のような事項が指摘される。

- i) 非水浸供試体はセメント配合量3%~9%に対応して、その一軸圧縮強さが24kg/cm²~41kg/cm²に増加する。
- ii) 水浸供試体も同様の傾向を示し、14kg/cm²~24kg/cm²に増加する。
- iii) 水浸供試体の一軸圧縮強さは非水浸供試体のそれより低い。セメント配合比3%~7%の範囲では水浸供試体の一軸圧縮強さは非水浸供試体のその60%~74%である。

セメント配合比9%の水浸供試体の一軸圧縮強さの平均値は異常に低い。これは恐らく突固め後の試料をモールドから抽出して供試体を成型するまでの過程で、供試体内にHair Crackが潜在的に生じたのではないかと推察される。従って正しい挙動としては図の破線のようになるのではないかと考えられる。

5-3-3 ブラックコットンクレイ についての Study

試料は細粒土を95%(シルト42%,粘土53%)を含む。アッターベルグテストの結果によれば高塑性の粘土と判定される。灼熱減量は9.95%であった。東京の実験室へ送られてきた時の含水量は30.6%であった。この試料を気乾したものに対してJIS A 1210の第1方法による締固め試験の結果はFig. 5-4-2に示す如くである。

この試料を突固めてそれから径60mm,高さ20mmの円筒供試体を作製して圧密試験器にセットし、その状態で供試体の吸れ膨張量を測定した。この結果は締固め試験の結果と対比してFig. 5-11に示した。この結果からわかるように、最適含水比で突固められた供試体の吸水膨張率は10,000分後で4.2%であった。H. B. Secd は土の吸水膨張能力を次式によって計算することを提案している。

$$S = (k) \left(\frac{P.I.}{C-5} \right)^{2.44} (C)^{3.44}$$

ここに S = 吸水膨張能力 (Swelling Potential)

k = 実験常数 = 3.6×10^{-5}

P.I. = 塑性指数 = この試料では39

C = 0.002 mmより細かい粒子の百分率 = 42.2%

上記の値を式の中に入れると

$$S = (3.6 \times 10^{-5}) \left(\frac{39}{42.4-5} \right)^{2.44} (42.4)^{3.44} = 13.2\%$$

従って試験されたブラックコットンクレイの吸水膨張特性は、極めて大きいという程ではない。ブラックコットンクレイを突固めてそれから円筒供試体を作製し、それらに対して三軸圧縮試験と一軸圧縮試験を行った。三軸圧縮試験の結果はMohrの円によって Fig. 5-9-1 ~ Fig. 5-9-8 に示した。内部摩擦角および粘着力を突固め時の含水比に対応させて示したのが Fig. 5-6 である。この図において、内部摩擦角は水浸されたものとされないものとで大差はないが、粘着力は水浸によってかなり低下することがわかる。又、一軸圧縮試験の結果を見ても、水浸供試体の一軸圧縮強さは非水浸のその約 $1/2$ である。

Table 5-1 List of Samples

Station No.	Depth	Soil Type
5 (B & T)	1.5	laterite
10	0.5	grey sand
15	1.0	sandy clay
25	0.9	dark brown sand
	1.5	white sand
30	0.9	sandy clay
35	0.5	black cotton
35	0.7	brown sand
40 (B & T)	0.5	sandy clay
45	0.5	black cotton
50	0.5	sand
50	1.9	brown sand
10 U	G S	lateritic sand
20 U	0.6	brown sand
20 U	1.7	sand
25 U	0.6	sand
25 U	1.8	sand
30 U	0.6	sandy clay
35 U	0.5	sandy clay
45 U	G S	Sand
50 U	0.5	sandy clay
50 U	0.7	black cotton
50 U	2.0	sandy clay
55	0.5	brown sand
55	1.2	brown sand
60	0.6	brown sand
65	0.6	brown sand
65	1.8	brown sandy silt
70	0.3	brown sand
75	0.4	silty sand
80	G S	brown sandy clay
85	0.5	brown silty sand
90 + 1 km(T)	G S	black cotton
90 + 1 km	0.4	clayey sand

90 + 1 km	1.0	clayey sand
100	G S	sandy silt
100 + 2 km	G S	brown sand
110	G S	brown silty sand
115	G S	dark brown silt
120	0.6	fine sand
125	0.3	brown clay
135	G S	silty sand
140	0.5	sand
145	0.3	clayey sand
145 + 2 km(T)	G S	silty sand
145 + 2 km	0.3	sandy silt
150	G S	black cotton
165	0.7	silty sand
170	0.5	clayey sand
176 (T)	0.7	clayey sand
185 (T)	0.4	clayey sand
188	0.4	silty sand
189	3.0	clay
200	1.5	silty sand
208	1.0	sand
210	0.3	sand
223	1.0	black cotton
248 (T)	0.5	black cotton
251	1.0	black cotton
252 (T)	0.7	laterite
261 (T)	0.4	laterite
272	1.0	organic clayey sand
293	0.3	laterite
296	0.5	sandy clay
302 (2 miles East) (T)	G S	silty clay

Table 5-2 Distribution of Soils Along the Existing Road

Station No.	Distance (km)	Soil Type	Unified Classification	AASHO Classification
0 - 8	8	laterite	SC	A-2-7
8 - 11	3	brown sand	SP	A-1-b
11 - 13	2	laterite	SC	A-2-7
13 - 27	14	brown sand	SP-SM or SC	A-1-b A-2-6
27 - 40	13	black cotton (50 to 60 cm thick)	CL	A-7-6
40 - 43	3	clayey sand	SC	A-2-6
43 - 48	5	black cotton	CH	A-7-6
----- (Alternative Route via Utete)				
0 - 6	6	laterite	SM	A-1-6
6 - 11	5	brown sand	SP	A-1-6
11 - 14	3	laterite	SM	A-1-b
14 - 20	6	brown sand	SP	A-3
20 - 29	9	silty sand or sa sandy clay	SP-SM	A-3
29 - 35	6	clayey sand	SC	A-2-6
35 - 40	5	fine sand	-	---
40 - 43	3	black cotton	CH	A-7-6
43 - 65	22	brown clayey sand	SC	A-2-6 or A-2-7

48 - 50	2	brown sand	SM	---
50 - 68	8	fine sand	SM	---
68 - 80	12	brown sandy clay	SM-SC	A-4
80 - 94	14	clayey sand	SP-SM	A-3
94 - 99	5	silty sand	SP-SC	A-2-6
99 - 105	6	sandy clay	SC	A-4
105 - 110	5	silty sand	SM	---
110 - 120	10	silty sand	SM	
120 - 130	10	fine sand or brown clay	SM CL	A-7-6

130 - 135	5	silty sand or black cotton	SM	
135 - 143	8	silty sand with gravel	SP-SM	A-3
143 - 152	9	residual clay or black cotton	CH	A-7-6
152 - 175	23	silt with gravel	GC	A-2-7
175 - 185	10	black cotton	CH	A-7-6
185 - 201	15	yellow clay with rock	CH and SM-SC	A-7-6 A-4
201 - 205	4	dark brown clay	--	---
205 - 206	1	laterite	--	---
206 - 212	6	silt with rock	SM-SC	A-6
212 - 234	22	silt with gravel	CL	A-7-6
234 - 241	7	black cotton	CL	A-7-6
241 - 245	4	weathered laterite	--	---
245 - 251	6	black cotton	SC	A-7-6
251 - 252	1	lateritic sand	SM	---
252 - 262	10	yellow laterite	--	---
262 - 269	7	fine silty sand		
269 - 277	8	organic clay	CL	A-7-6
277 - 281	4	yellow laterite	--	---
281 - 288	7	sand; rock	--	---
288 - 290	2	silt	--	---
290 - 295	5	laterite	GC	A-6
295 - 300	5	silty sand	(CL)	(A-6)
300 - 310	10	laterite	SC	A-2-4

Table 5-3 Summary of Routine Soil Testing

Sample	Black Cotton Clay	Lateritic Sand	
Water Content *1 (%)	30.6	2.06	
Specific Gravity of Soil Particles	2.61	2.63	
Grading Analysis	Gravel (%)	0	
	Sand (%)	5	
	Silt (%)	42	
	Clay (%)	53	
	D ₆₀ *2 (mm)	0.074	
	D ₃₀ *3 (mm)	Smaller than 0.001 mm	
	D ₁₀ *4 (mm)	Ditto	
Consistency	Liquid Limit (%)	66	
	Plastic Limit (%)	27	
	Plasticity Index	39	
Ignition Loss (%)	9.95		
Classification	Unified Classification	CH	
	AASHO Classification	A-7-6	
Compaction Test *5	Optimum Moisture Content (%)	25.5	
	Max. Dry Density (g/cm ³)	1.461	
CBR Test *6	Optimum Moisture Content (%)	8.80	
	Max. Dry Density (g/cm ³)	2.098	
	17 Blows for Each Layer *7	Dry Density (g/cm ³)	1.875
		Soaked CBR (%)	16.5
	42 Blows for Each Layer	Dry Density (g/cm ³)	2.007
		Soaked CBR (%)	46.0
	92 Blows for Each Layer	Dry Density (g/cm ³)	2.070
		Soaked CBR (%)	56.2
CBR Corresponding to 95 Max. Density (%)	44.5		

Notes: *1 The water content at the time when the samples reached our laboratory

*2 The grain size corresponding to 50% on the grain size distribution curve

*3 " " 30% "

*4 " " 10% "

*5 This test was conducted in accord with the first method of JIS (Japan Industrial Standard) A 1210.

*6 The Compaction Test was run in accord with JIS A 1211.

*7 The specimen for CBR tests was compacted in three layers as specified in Japan Asphalt Pavement Manual.

Table 5-4 Summary of Special Soil Testing

Sample		Black Cotton Clay		Lateritic Sand		
Unconfined Compression		Condition on Soaking		Unsoaked	Soaked	
Test and Triaxial Compression Test *1	Water Content at which the Sample was compacted 18.6 (%)	Unconfined Com- pressive Strength qu (kg/cm ²)		1.63	0.48	
	Ditto 24.6 (%)	Ditto qu (kg/cm ²)		2.57	1.20	
	Ditto 29.3 (%)	Ditto qu (kg/cm ²)		1.36	0.78	
	Ditto 35.0 (%)	Ditto qu (kg/cm ²)		0.82	0.57	
	Approximate Water Con- tent at which the Sample was compacted 20 (%)	φ *2		29°30'	4°00'	
		C *3 (kg/cm ²)		0.47	0.16	
	Ditto	φ		19°30'	18°30'	
	25 (%)	C (kg/cm ²)		0.90	0.10	
	Ditto	φ		6°30'	8°30'	
	30 (%)	C (kg/cm ²)		0.61	0.33	
Ditto	φ		3°30'	1°30'		
35 (%)	C (kg/cm ²)		0.35	0.29		
Swelling Test	Amount and Ratio of Swell		Amount (mm)	Ratio*4 (%)		
	Water Content at which the Sample was compacted 21.6 (%)		0.308	1.54		
	Ditto 24.8 (%)		0.876	4.38		
	Ditto 25.9 (%)		0.790	3.95		
	Ditto 29.2 (%)		0.218	1.09		
Swelling Potential *5 (%)		13.2				
Cement Stabilizing Test	Compaction Test *6 for Soil Cement having the Cement Content of 5%		Optimum Moisture Content (%)		11.3	
			Max. Dry Density (g/cm ³)		1.959	
	Average Uncon- fined Compressive Strength	Condition on Soaking			Unsoaked	Soaked
		Cement Content of 3%	qu	(kg/cm ²)	24.0	14.3
		Ditto 5%	qu	(kg/cm ²)	26.8	19.8
Ditto 7%		qu	(kg/cm ²)	29.3	21.8	
Ditto 9%	qu	(kg/cm ²)	41.2	20.3		

Notes: *1 The triaxial test was run in the undrained condition.

*2 The angle of internal friction

*3 The cohesion

*4 The ratio of swell is the amount of swell divided by the initial thickness of the specimen, 20 mm.

*5 The percentage swell of laterally confined sample on soaking under 1 psi surcharge after being compacted to maximum density at optimum moisture content in the standard AASHTO method

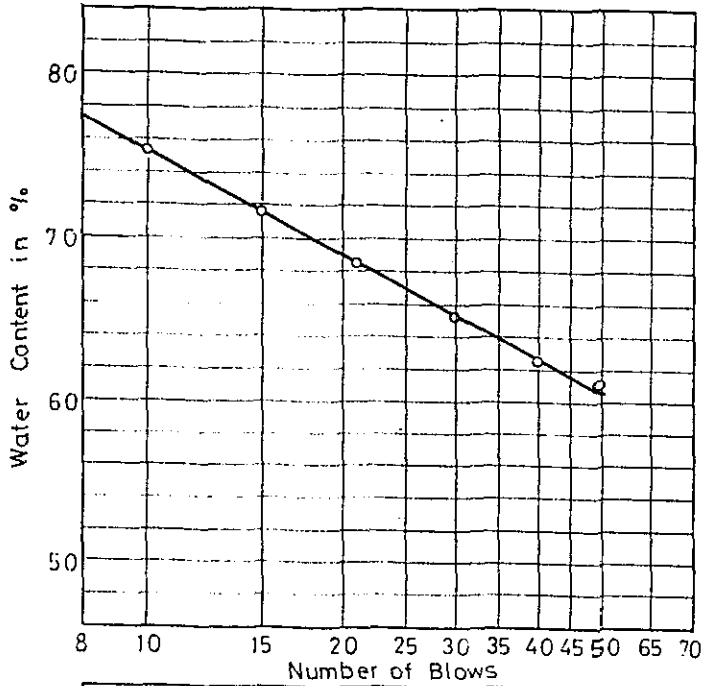
*6 For each cement content, 1 specimen was cured for 7 days in a humid room in unsoaked condition and 3 specimens were cured for 6 days in the same manner and soaked for 1 day before the unconfined compression test.

CONTENTS OF FIGURES

Table 5-1	List of Samples
Table 5-2	Distribution of Soils along the Existing Road
Table 5-3	Summary of Routine Soil Testing
Table 5-4	Summary of Special Soil Testing
Fig. 5 - 1	Results of Liquid Limit and Plastic Limit Test
Fig. 5 - 2	Results of Grading Analysis
Fig. 5 - 3	Classification by Plasticity Chart
Fig. 5-4-1	Result of Compaction Test for Lateritic Sand
Fig. 5-4-2	Result of Compaction Test for Black Cotton Clay
Fig. 5 - 5	Result of CBR Test for Lateritic Sand
Fig. 5 - 6	Results of Unconfined and Triaxial Compression Test for Compacted Black Cotton Clay
Fig. 5 - 7	Result of Swelling Test for Black Cotton Clay
Fig. 5- 8 -1	Result of Compaction Test for the Mixture of Lateritic Sand and Cement
Fig. 5- 8 -2	Results of Unconfined Compression Test for Lateritic Sand Stabilized by Cement
Fig. 5- 9-1	Mohr's Envelopes of Triaxial Compression Test for
5- 9 -4	Compacted Black Cotton Clay in Unsoaked Condition
Fig. 5- 9 -5	Mohr's Envelopes of Triaxial Compression Test for
5- 9 -8	Compacted Black Cotton Clay in Soaked Condition
Appendix	Results of Soil Testing undertaken by Tanzanian Government Officials

FIG. 5-1

LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT TEST RESULT



Sample No. Black Cotton Clay

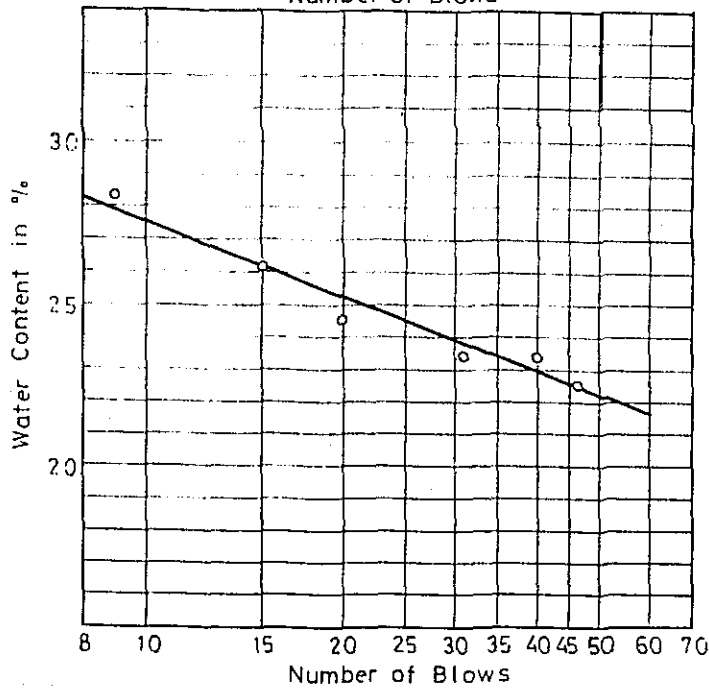
Liquid Limit L.L. = 65 %

Plastic Limit P.L. = 27 %

Plasticity Index P.I. = 39

Flow Index =

Remarks



Sample No. Lateritic Sand

Liquid Limit L.L. = 25 %

Plastic Limit P.L. = 13 %

Plasticity Index P.I. = 12

Flow Index =

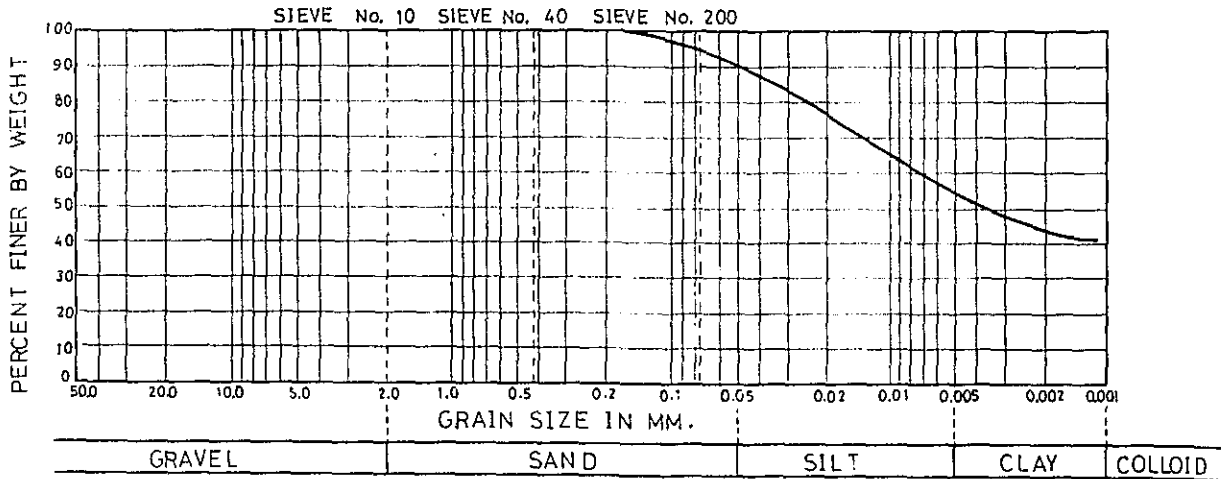
Remarks

FIG. 5-2

RESULTS OF GRADING ANALYSIS

NO. OF SAMPLE	SAMPLING DEPTH (m)	GRAVEL (%)	SAND (%)	SILT (%)	CLAY (%)	COLLOID (%)	DIA. AT 60% (mm)	DIA. AT 10% (mm)	UNIFORMITY COEFFICIENT	PERCENT FINER THAN NO. 200 SIEVE	REMARKS
Black Cotton Clay		0	5	42	53		0.0074	<0.001	—	95	

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVES



NO. OF SAMPLE	SAMPLING DEPTH (m)	GRAVEL (%)	SAND (%)	SILT (%)	CLAY (%)	COLLOID (%)	DIA. AT 60% (mm)	DIA. AT 10% (mm)	UNIFORMITY COEFFICIENT	PERCENT FINER THAN NO. 200 SIEVE	REMARKS
Lateritic Sand		0	73	?	20		0.39	<0.001	—	28	

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVES

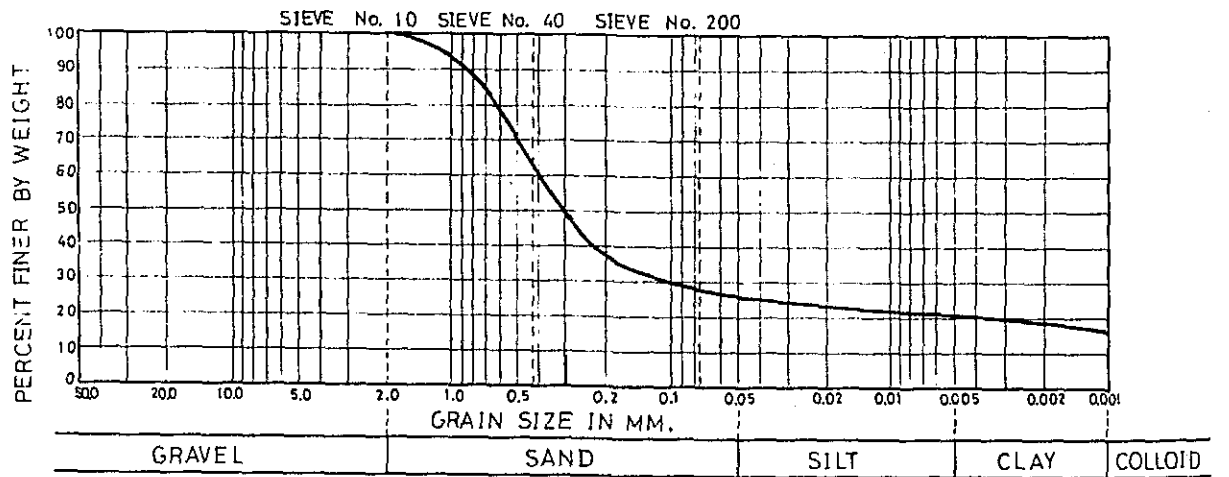
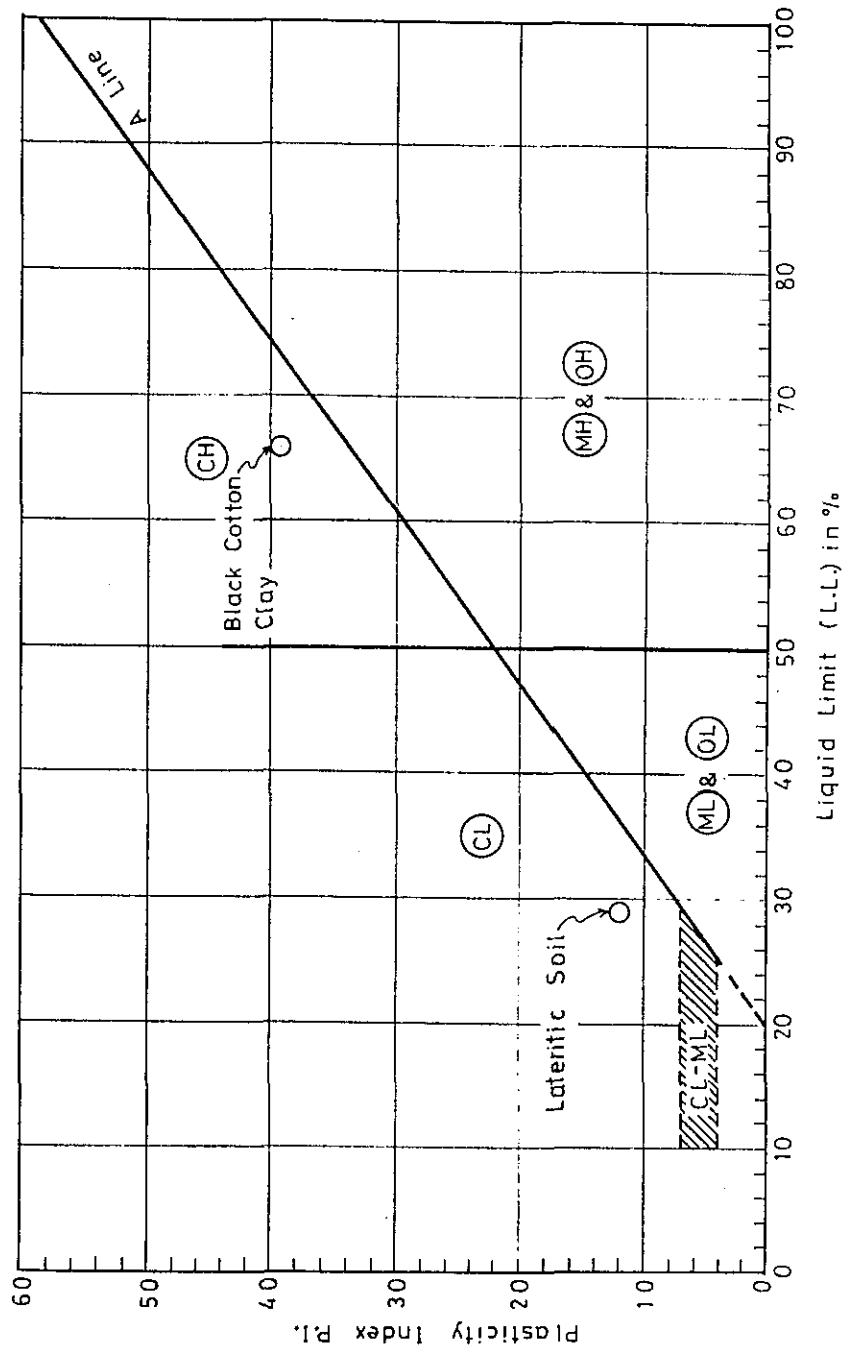


FIG. 5-3 CLASSIFICATION BY PLASTICITY CHART



ML: Inorganic silt with some plasticity, Very fine sand, Rock flour, Silty or Clayey fine sand and Clayey silt. MH: Inorganic silt with middle or high plasticity, Micaceous or Diatomaceous fine sandy soil and Silty soil.
 CL: Clay containing gravels with low or middle plasticity, CH: Inorganic clay with high plasticity.
 Sandy clay and Silty clay. OH: Organic clay with middle or high plasticity and Organic silt.
 OL: Organic silt with low plasticity and Organic silty clay.

FIG. 5-4-1 RESULT OF COMPACTION TEST FOR LATERITIC SAND

Notes: The test was conducted in accordance with the 1st method of JIS A 1210.

Inside dia of mald	10cm	Weight of rammer	2.5kg
Number of layers	3	Drop height of rammer	30cm
Blows per layer	25	Compactive effort	5.6 cm·kg/cm ³

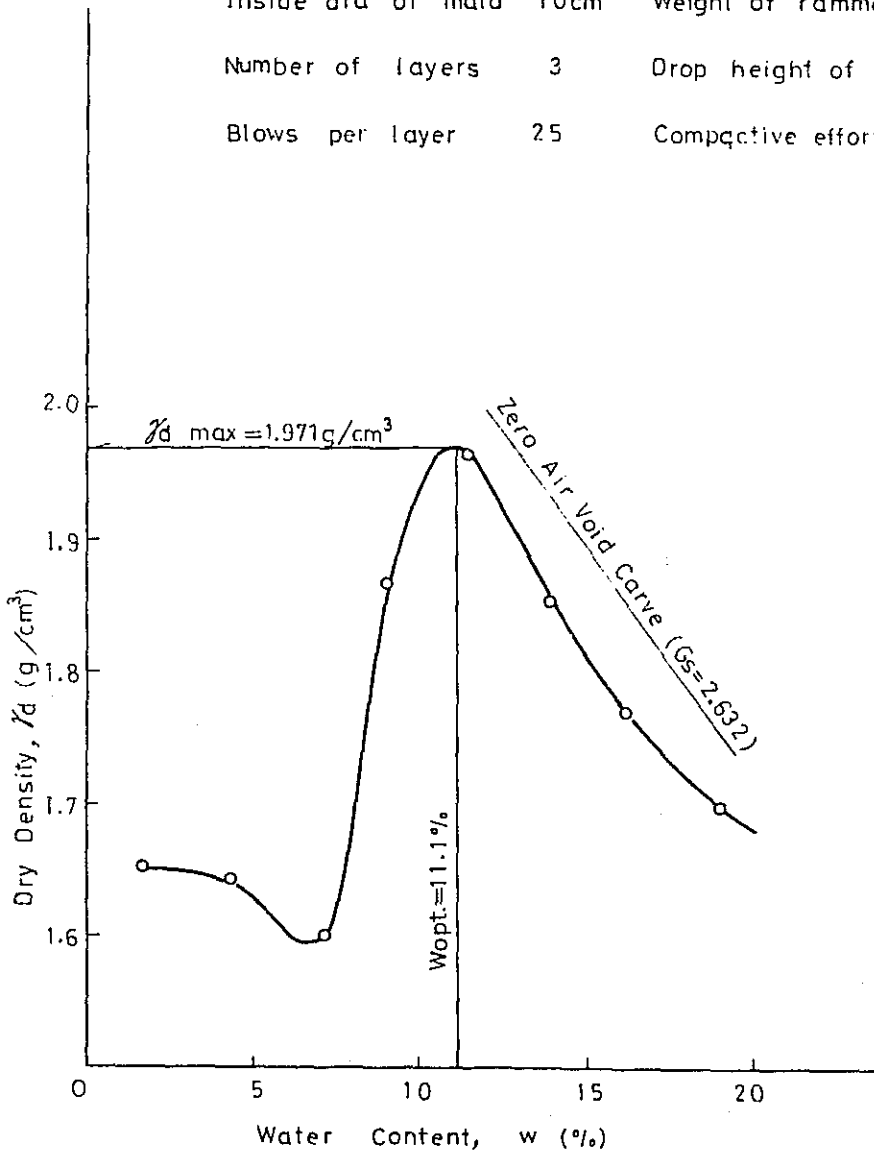


FIG. 5-4-2 RESULT OF COMPACTION TEST
FOR BLACK COTTON CLAY

Note: The test was conducted in accordance with the 1st
method of JIS A 1210

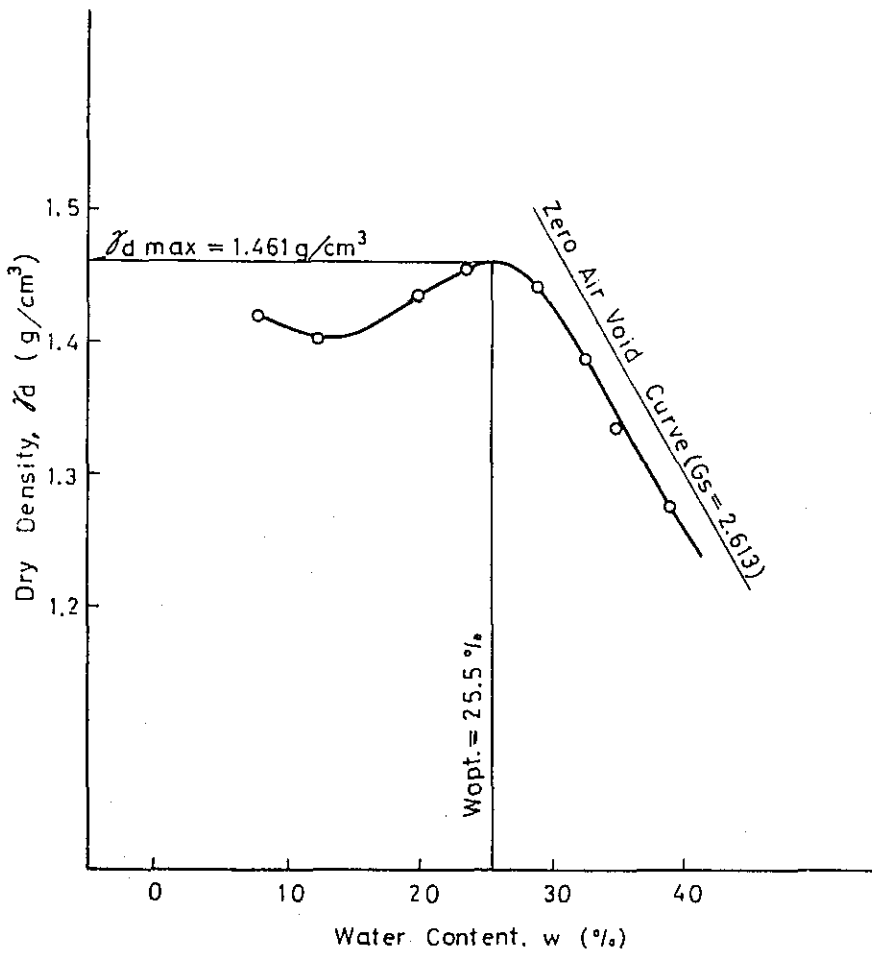


FIG. 5-5 RESULT OF CBR TEST FOR DISTURBED SAMPLE OF LATERITIC SAND

Inside dia of mold	15cm	Weight of rammer	4.5 kg
Number of layers	3	Drop height of rammer	45 cm
Blows per layer	92	Compactive effort	26.5 cm kg/cm ³

Notes: Both compaction and CBR tests were conducted in accordance with Japanese Code for Asphalt Pavement.
Factor relating with compaction test:

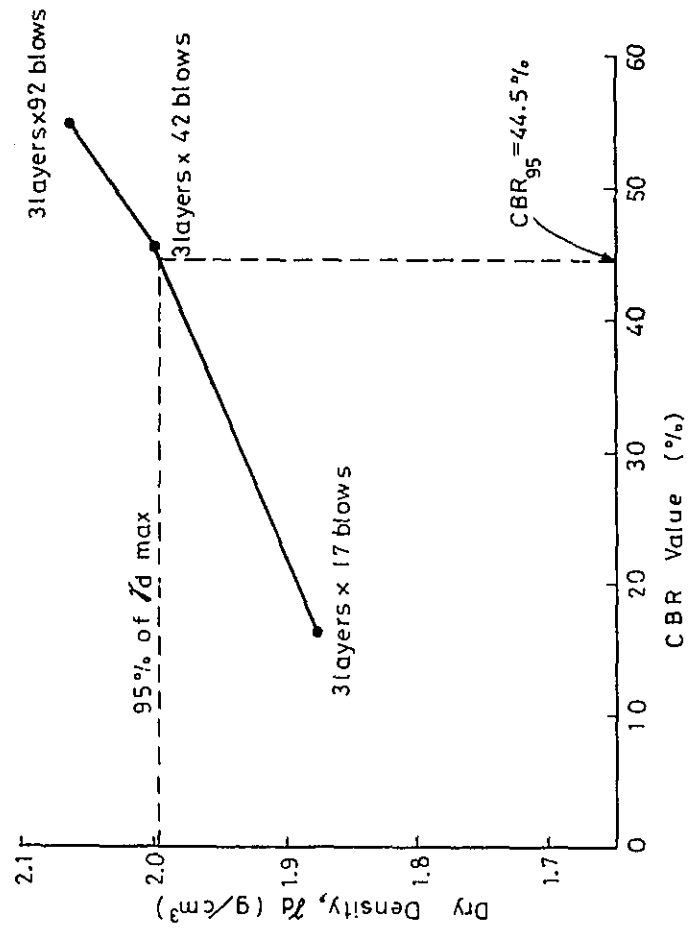
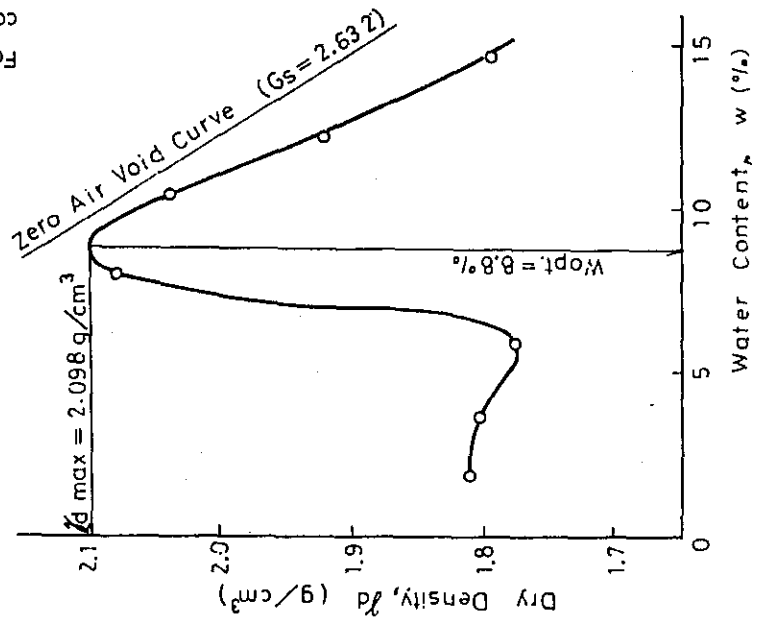


FIG. 5-6 RESULTS OF UNCONFINED AND TRIAXIAL COMPRESSION TESTS FOR COMPACTED BLACK COTTON CLAY

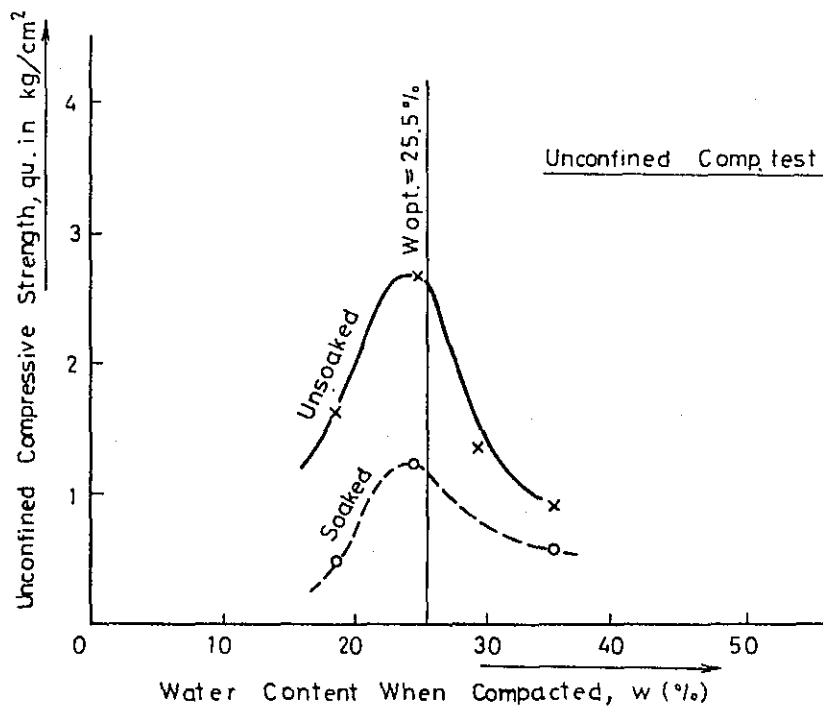
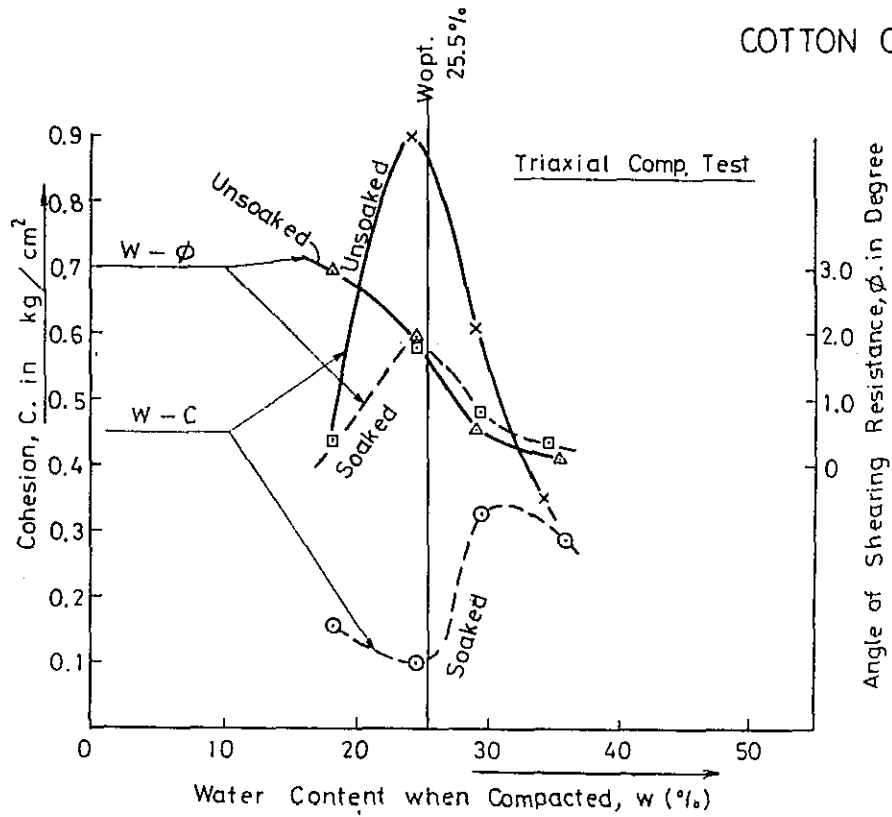


FIG. 5-7 SWELLING TEST FOR BLACK COTTON CLAY

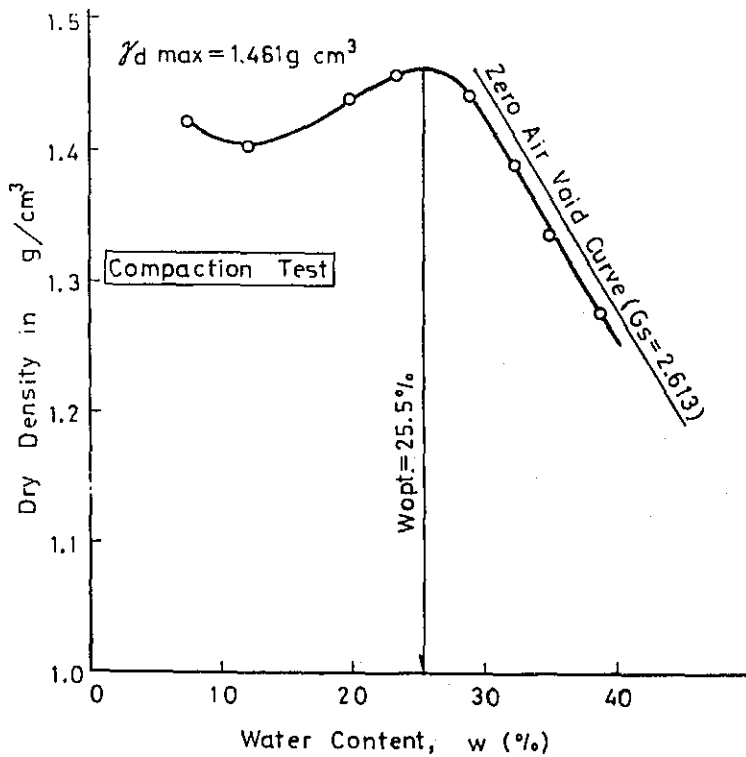
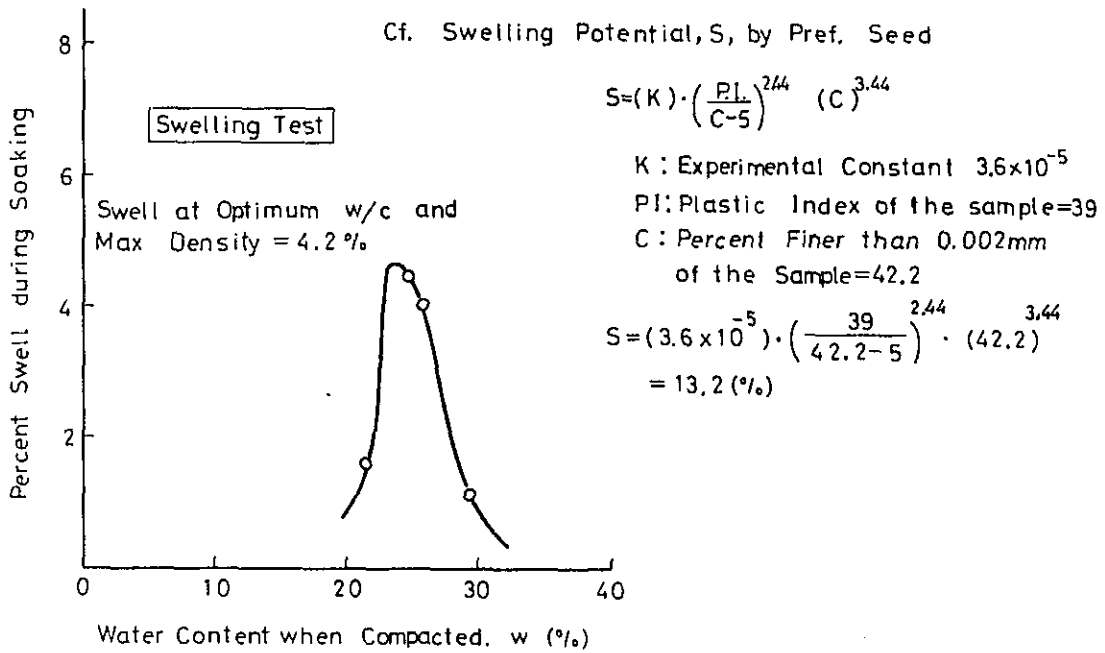


FIG. 5-8-1 RESULTS OF COMPACTION TEST FOR THE MIXTURE OF LATERITIC SAND AND CEMENT

- Notes : 1. The mixture having the cement content of 5% was compacted in accordance with the 1st method of JIS A 1210
2. ——— shows the result of the mixture
 - - - - - shows the result of the original lateritic sand

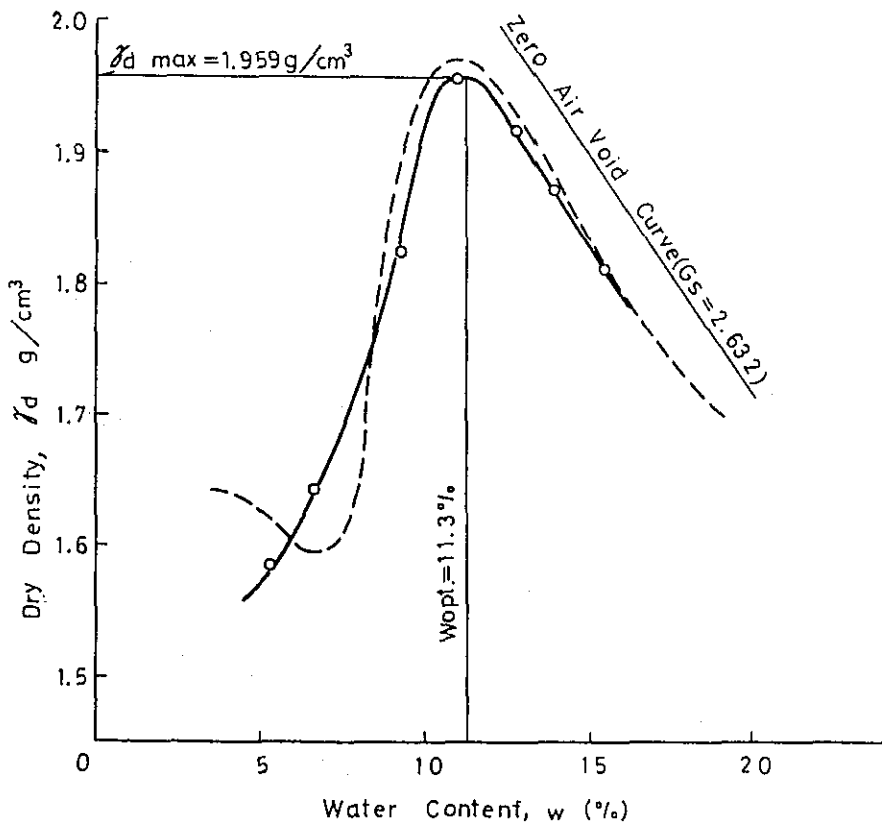


FIG. 5-8-2 RESULTS OF UNCONFINED COMPRESSION TESTS FOR LATERITIC SAND STABILIZED WITH CEMENT

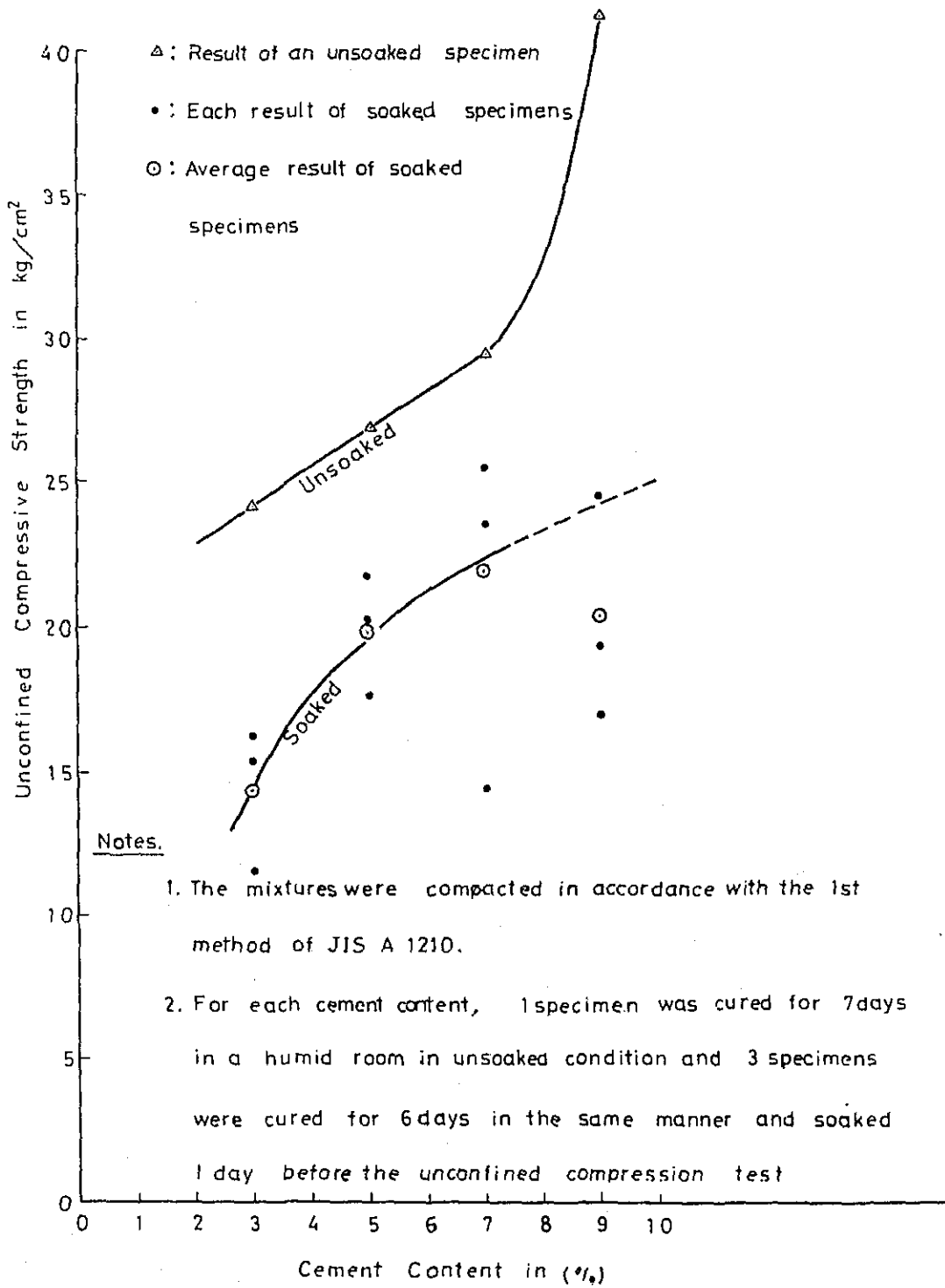


FIG. 5-9-1 TRIAXIAL COMPRESSION TEST (Mohr's circle)

Condition of Sample: Unsoaked Condition of Drainage: Undrained
 Compacted Black Water Content of 18.6% Angle of Internal Friction: 29° 30'
 Sample No.: Cotton Clay in Cohesion: 0.47 kg/cm²

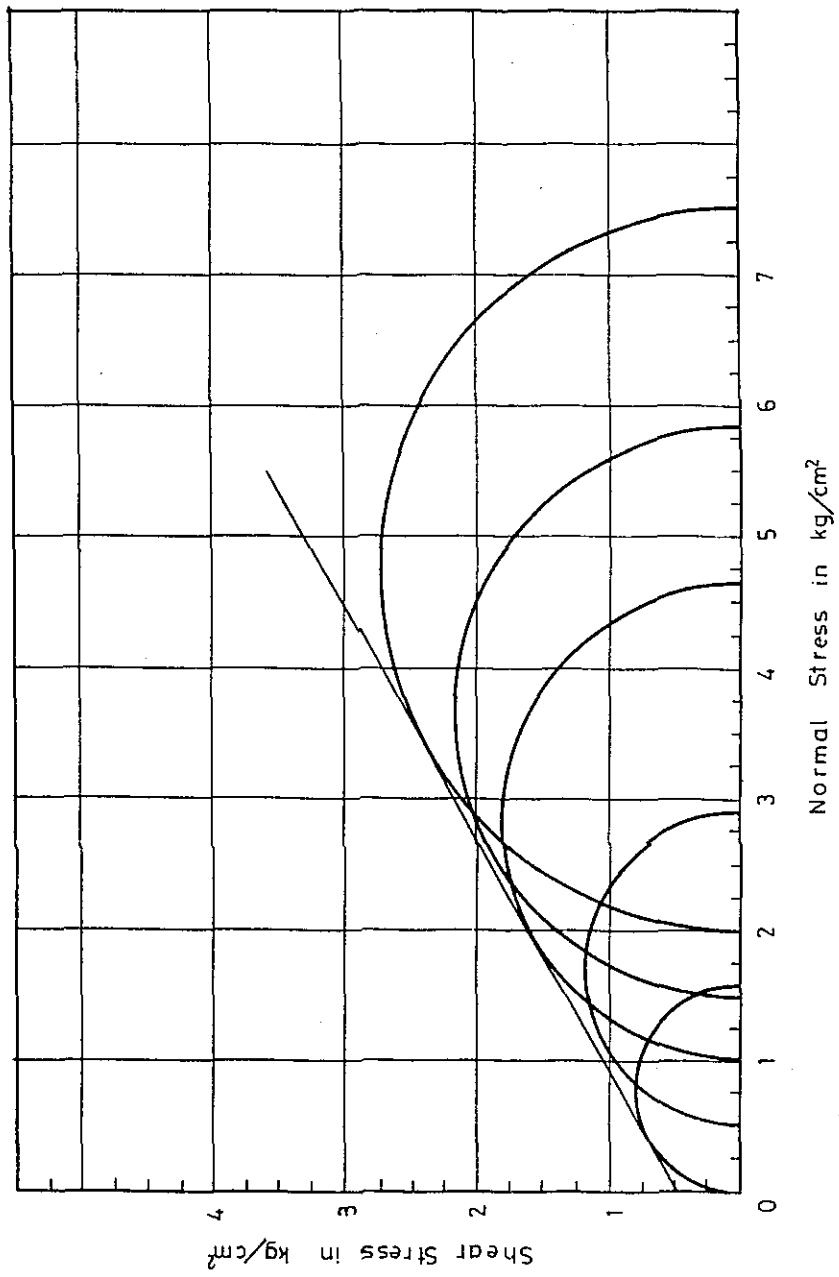


FIG. 5-9-2 TRIAXIAL COMPRESSION TEST (Mohr's circle)

Condition of Sample: Unsoaked Condition of Drainage: Undrained
 Compacted Black Water Content of 18.6% Angle of Internal Friction: 19° 30'
 Sample No: Cotton Clay in Compaction Cohesion: 0.90 kg/cm²

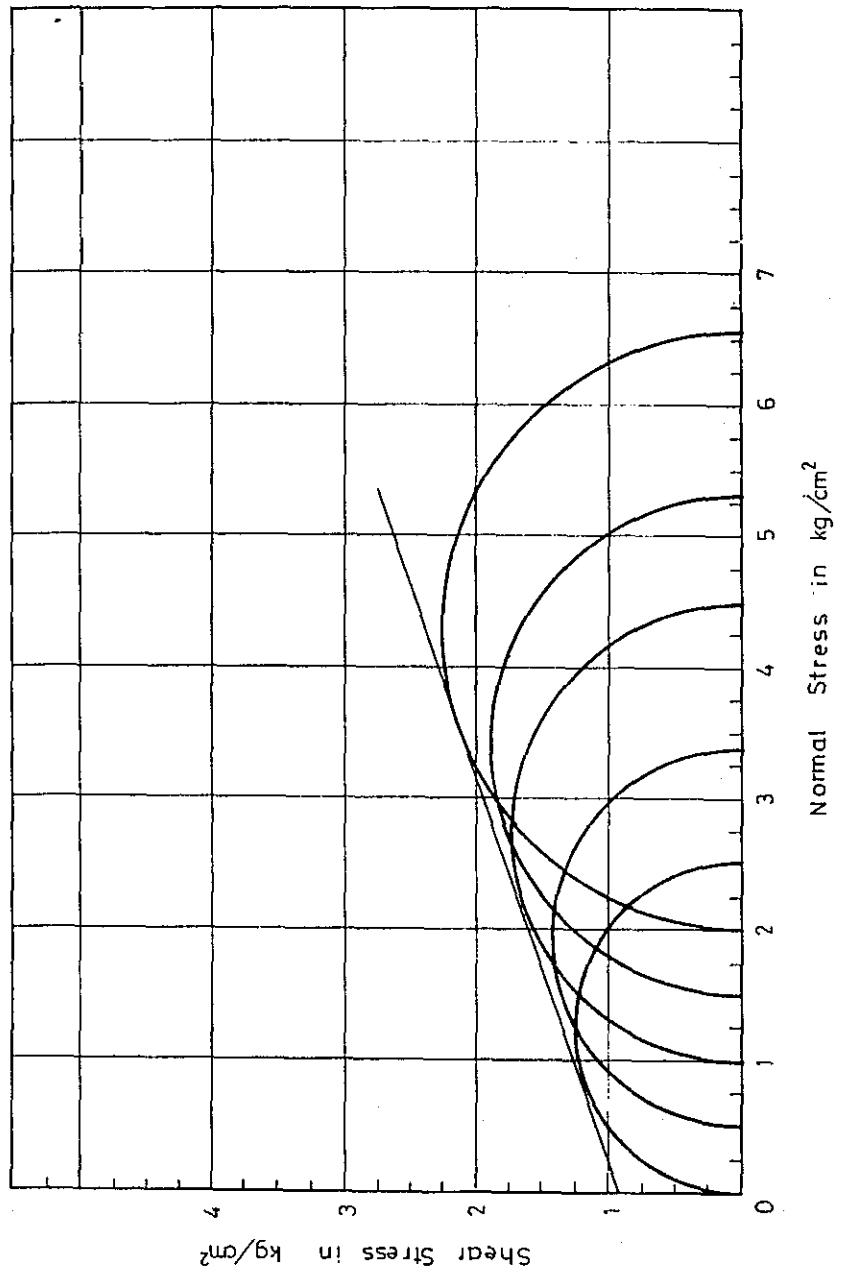


FIG. 5-9-3 TRIAXIAL COMPRESSION TEST (Mohr's circle)

Condition of Sample: Unsoaked Condition of Drainage: Undrained
Sample No: Cotton Clay Water Content of 29.0% Angle of Internal Friction: 6° 30'
in Compaction Cohesion: 0.61 kg/cm²

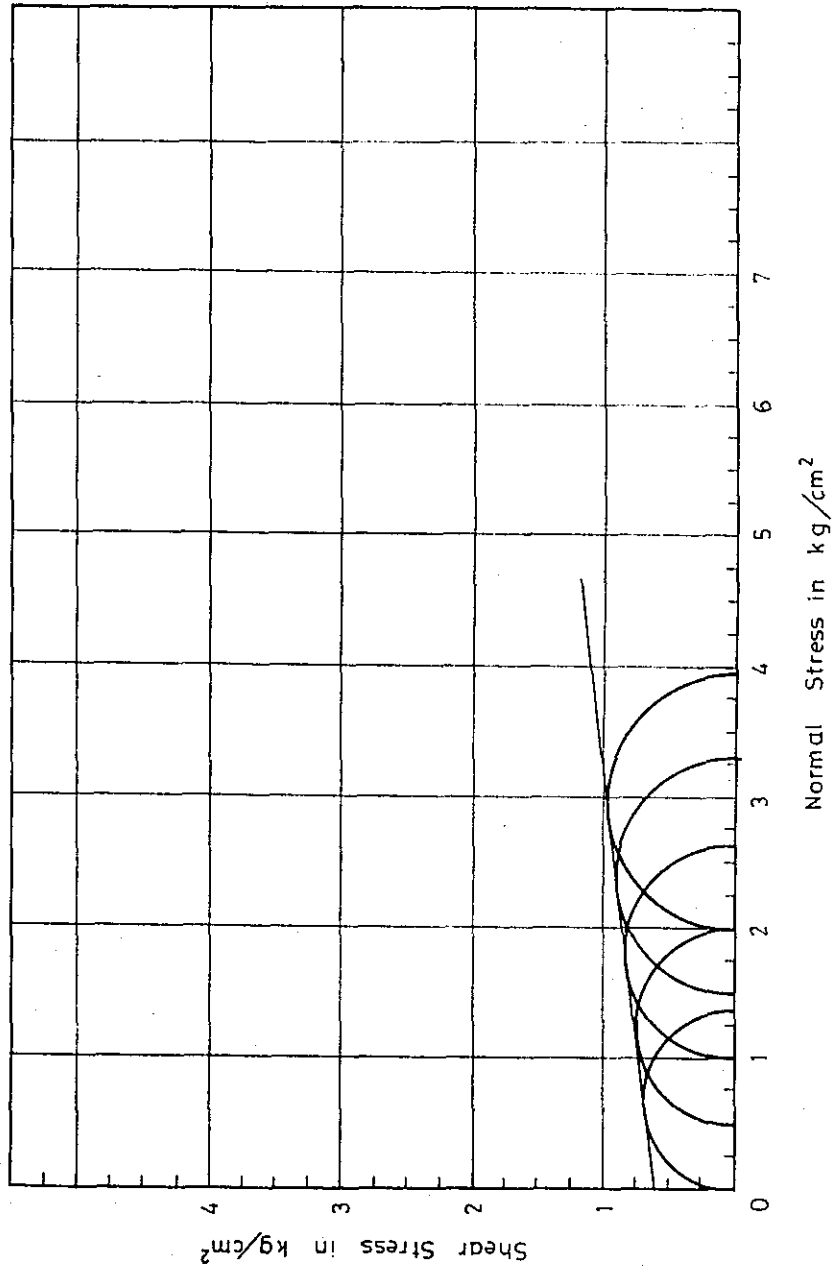


FIG. 5-9-4 TRIAXIAL COMPRESSION TEST (Mohr's circle)

Condition of Sample: Unsoaked Condition of Drainage: Undrained
 Compacted Black Water Content of 34.2% Angle of Internal Friction: 3°30'
 Sample No.: Cotton Clay in Compaction Cohesion: 0.35 kg/cm²

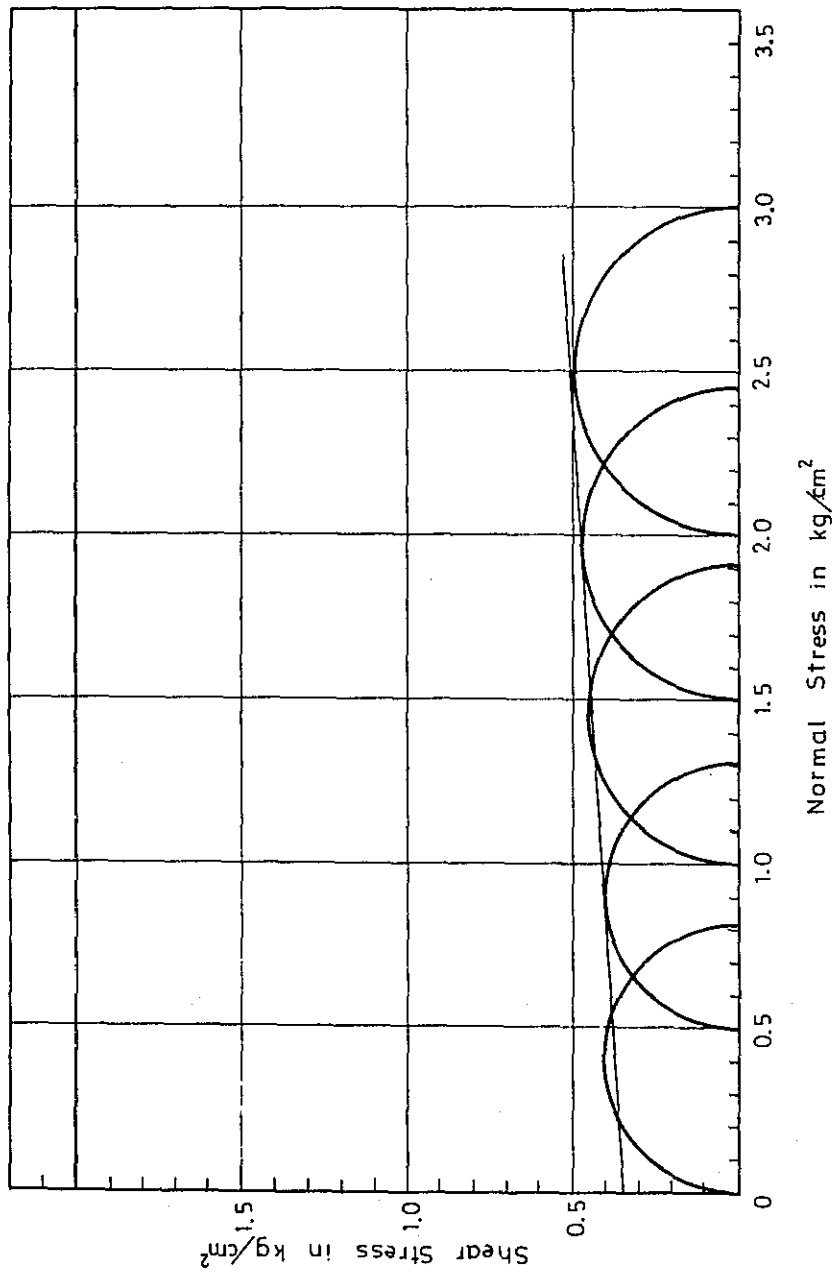


FIG. 5-9-5 TRIAXIAL COMPRESSION TEST (Mohr's circle)

Condition of Sample: Soaked Condition of Drainage: Undrained
 Compacted Black Water Content of 18.6% Angle of Internale Friction: 4.00'
 Sample No.: Cotton Clay in Compaction Cohesion: 0.16 kg/cm²

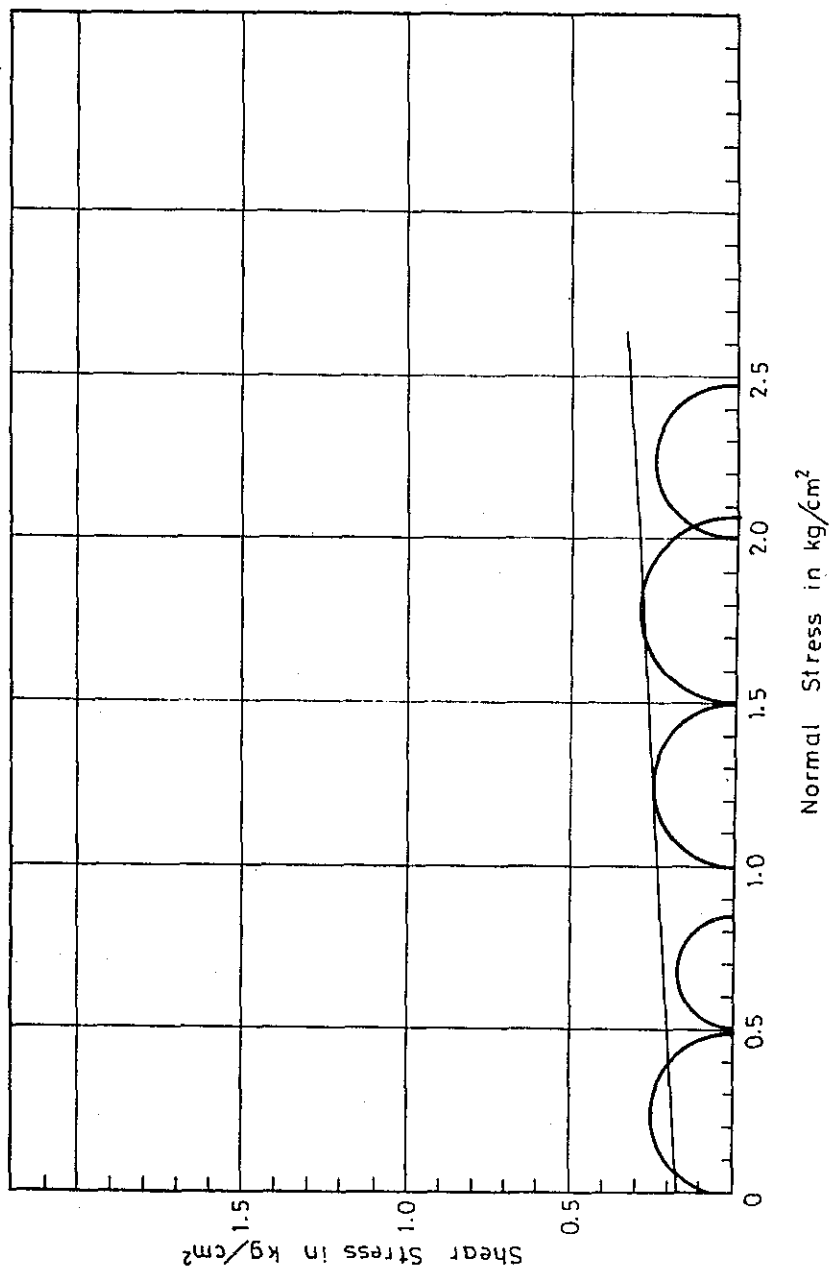


FIG. 5-9-6 TRIAXIAL COMPRESSION TEST (Mohr's circle)

Condition of Sample: Soaked Condition of Drainage: Undrained
 Compacted Black Water Content of 24.8% Angle of Internal Friction: 18°30'
 Sample No.: Cotton Clay in Compaction Cohesion: 0.10 kg/cm²

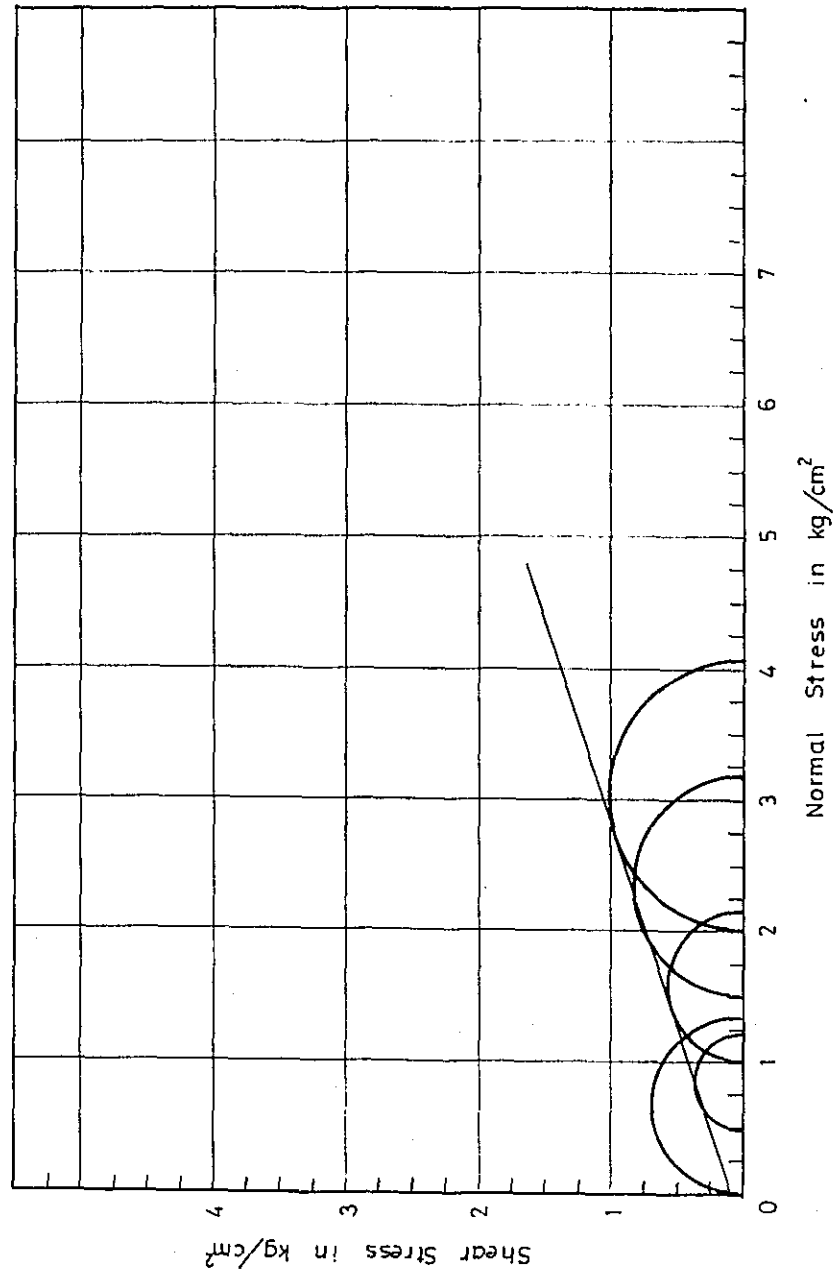
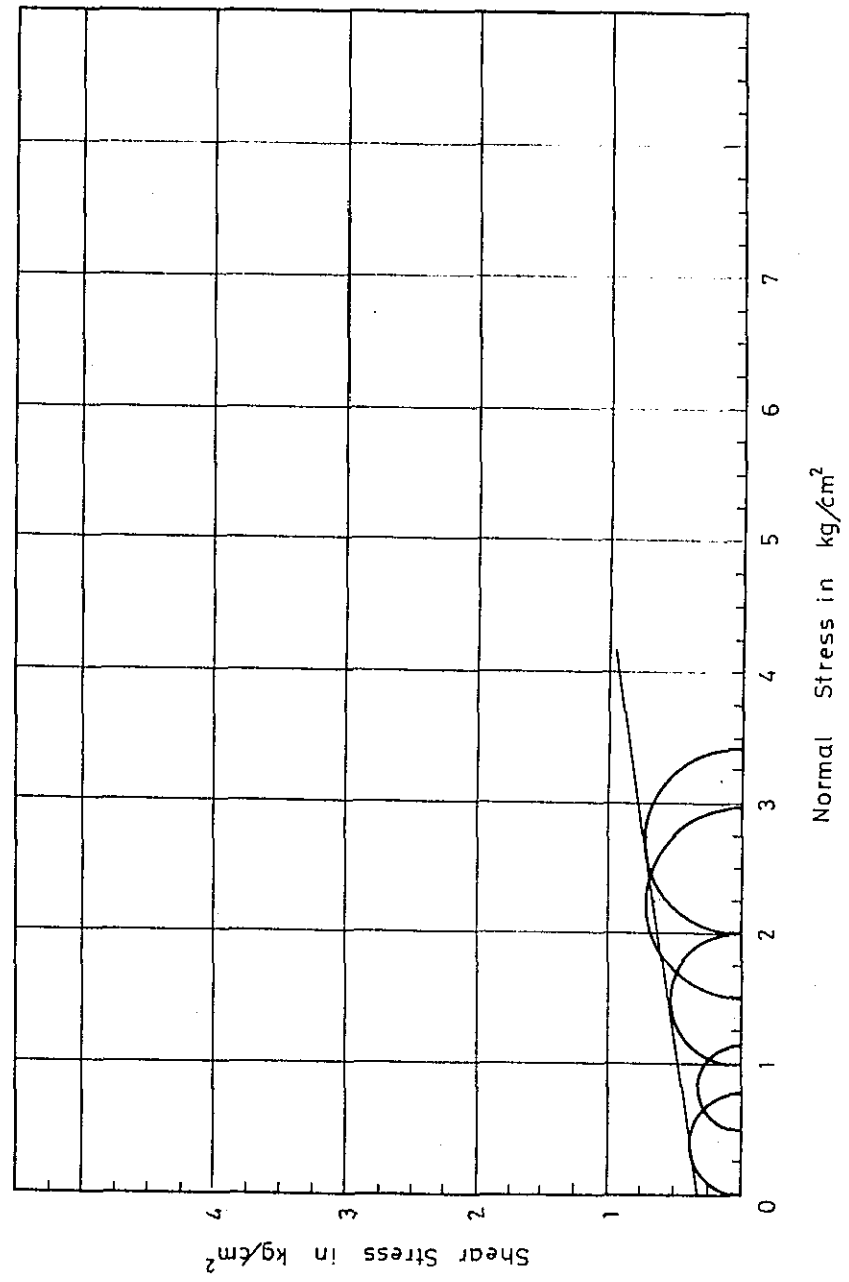


FIG. 5-9-7 TRIAXIAL COMPRESSION TEST (Mohr's circle)

Condition of Sample: Soaked Condition of Drainage: Undrained
 Compacted Black Water Content of 29.5% Angle of Internal Friction: 8°30'
 Sample No.: Cotton Clay in Compaction Cohesion: 0.33 kg/cm²



APPENDIX

RESULTS OF SOIL TESTING UNDERTAKEN BY TANZANIAN GOVERNMENT OFFICIALS

I

P R O J E C T : -

K I B I T I - L I N D I R O A D

Laboratory No.	7438	7439	7440	7441	7442	7443	7444	7445
Station No. Ks.	5	10	15	25	25	30	35	35
Depth in Metres	1.5	0.5	1.0	1.5	0.9	0.9	0.7	0.5
Soil Type	Literite	Grey Sand	Sandy Clay	White Sand	Dark Brown Sand	Sandy Clay	Brown Clay	Black Cotton

SIEVE ANALYSIS

Percentage Passing 3/16"

B. S. Sieve No.	7	100	100	100	100	100	100	100
	14	99	98	99	99	99	99	99
	25	77	68	84	70	100	89	100
	36	62	45	70	47	98	74	99
	52	49	37	56	34	95	47	97
	72	39	16	40	17	90	18	92
	100	34	10	33	10	69	8	82
	200	30	7	24	5	28	3	72

ATTERBERG LIMITS

Liquid Limit	41		34	-	-	29		41
Plastic Limit	17	NP	13	NP	NP	19	NP	15
Plasticity Index	24	-	21	-	-	10	-	26
Field Moisture Content %	10.0	2.4	13.2	13.0	6.2	14.6	4.1	29.8
Loss in Ignition %	-	-	-	-	-	-	-	10.6

I

P R O J E C T : -

K I B I T I - L I N D I R O A D

Laboratory No.	7446	7447	7448	7449	7450	7451	7452	7453	7454
Station No. Km	40	45	30 U	50 U	50 U	50 U	75	55	35 U
Depth in Metre	0.5	0.5	0.6	0.5	2.0	0.7	0.4	1.2	0.5
Soil Type	Sandy Clay	Black Cotton	Sandy Clay	Sandy Clay	Sandy Clay	Black Cotton	Silty Sand	Brown Sand	Sandy Clay

SIEVE ANALYSIS

Percentage Psssing 3/16"

B. S. Sieve No.	7	100	100	100	100	100	100	100	100
	14	99	100	98	87	100	100	98	98
	25	91	97	80	62	100	96	77	68
	36	78	93	67	45	99	89	45	45
	52	60	88	60	32	98	76	20	26
	72	48	86	41	25	97	63	11	16
	100	39	83	34	21	96	44	5	9
	200	27	77	28	19	93	20	2	4

ATTERBERG LIMITS

Liquid Limit	31	74	37	37	64	52	-	-	30
Plastic Limit	17	24	16	16	27	23	NP	NP	16
Plasticity Index	14	50	21	21	37	29	-	-	14
Field Moisture Content %	9.2	28.3	13.5	16.1	17.1	28.0	6.5	5.1	9.9
Loss in Ignition %	-	8.5	-	-	-	9.3	-	-	-

III Batch
PROJECT: - KIBITI - LINDI ROAD

Laboratory No.	7692	7693	7694	7695	7696	7697	7698	7699
Station No.	10 U	20 U	20 U	25 U	25 U	45 Km	50	50
Depth	GS	60 Cm	1.7 m	60 Cm	1.8 m	GS	50 Cm	1.9 m
Type of Soil	Laterite Soil Sand	Brown						Brown Sand

SIEVE ANALYSIS

Percentage Passing 3/16"	7	100	100	100	100	100	100	100
B.S. Sieve No.	14	99	99	98	98	98	100	100
	25	77	78	76	76	90	90	89
	36	47	51	56	56	100	75	70
	52	31	41	40	38	99	50	46
	72	24	21	25	23	92	40	36
	100	17	10	21	15	74	27	22
200	13	3	2	14	8	29	13	5

ATTERBERG LIMITS:

Liquid Limit								
Plastic Limit	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Plasticity Index								
Field Moisture Content %	2.5	2.4	11.9	6.0	7.5	3.5	11.4	17.4

Laboratory No.

Station No.	7708	7709	7710	7711	7712	7713	7714	7715
Depth	90 + 1Km	100	100 + 2K	110	115	120	225	135
Type of Soil	Clayey Sand	Sandy Silt	Brown Sand	Brown Silt Sand	Dark Brown Silt	Kikanda Fine Sand	Brown Clay	Silty Sand

SIEVE ANALYSIS:

Percentage Passing 3/16"	7	100	100	100	100	100	100	100
B.S. Sieve No.	14	96	97	97	97	94	97	96
	25	85	95	96	89	82	96	86
	36	64	90	91	76	57	91	63
	52	38	81	68	71	46	83	56
	72	21	73	53	47	33	72	46
	100	14	43	30	22	17	63	32
200	8							

ATTERBERG LIMITS:

Liquid Limit	24	19					45	
Plastic Limit	12	17	NP	NP	NP	NP	12	NP
Plasticity Index	12	2				33		
Field Moisture Content %	12.3	2.4	4.7	2.7	1.8	1.2	16.4	1.0

III Batch
PROJECT: - KIBITI - LINDI ROAD

Laboratory No.	7700	7701	7702	7703	7704	7705	7706	7707
Station No.	55	60	65	65	70	80	85	90 + 1Km
Depth	50 Cm	60 Cm	60 Cm	1.8 m	30 Cm	GS	50 Cm	40 Cm
Type of Soil	Brown Sand	Brown Sand	Brown Sand	Brown Sandy Silt	Brown	Brown Sandy Clay	Brown Silty Sand	Clayey Sand

SIEVE ANALYSIS:

Percentage Passing 3/16"	7	100	100	100	100	100	100	100
B.S. Sieve No.	14	92	93	91	87	97	98	96
	25	79	81	79	67	91	96	77
	36	54	65	57	45	82	88	56
	52	44	51	48	39	71	82	34
	72	34	42	40	28	50	82	18
	100	24	28	20	16	40	69	12
200	8					31	31	8

ATTERBERG LIMITS:

Liquid Limit	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Plastic Limit								
Plasticity Index	4.2	2.1	3.6	1.7	5.3	3.7	4.6	7.4
Field Moisture Content								

Laboratory No.

Station No.	7716	7717	7718	7719	7720	7721	7722	
Depth	140	145	145 + 2Km	150	25	26	27	
Type of Soil	50 Cm	30 Cm	30 Cm	Black Cotton Clay	Top Soil	Brown Sand	Sand Silt	

SIEVE ANALYSIS:

Percentage Passing 3/16"	7	100	97	76	60	37	29	17
B.S. Sieve No.	14	97	76	60	37	29	17	5
	25	76	60	37	29	17	5	
	36	60	37	29	17	5		
	52	37	29	17	5			
	72	29	17	5				
	100	17	5	21	21	21	21	21
200	5			72	8	8	23	

ATTERBERG LIMITS:

Liquid Limit	40			67	27			
Plastic Limit	NP	10	NP	18	12	NP	NP	NP
Plasticity Index		30		49	15			
Field Moisture Content %	1.9	26.6	20.0	8.5	4.8	3.1	1.6	

P R O J E C T : K I B I T I - L I N D I R O A D

Laboratory No.	7723	7724	7725	7726
Station No. Km.	5	40	90 + 1 Km	145 + 2 Km
Type of Material	Laterite	Silty Sand	Black Cotton	Silty Sand
Depth	60 Cm	GS	GS	GS

B. S. COMPACTION TEST:

Maximum Dry Density lbs/cu. ft.	120.0	121.0	92.0	113.0
Optimum Moisture Content %	11.0	10.5	23.0	13.5

CALIFORNIA BEARING RATIO:

At Proctor with 60 lbs/sq. minimum Surchage

Unsoaked	16	21	13	48
After 24 hours Soaking	3	10	1	7
Moulding Moisture Content %	10.3	19.0	24.9	13.1
Moulding Dry Density lbs/cu. ft.	120.6	121.2	91.3	113.1
Moisture Content % after 24 hrs soaking	11.9	10.9	28.2	14.6

Remarks: - Only four samples were received, as against five mentioned in the letter.

P R O J E C T : N D U N D U F E R R Y

Laboratory No.	7751	7752	7753	7754	7755	7756	7757	7758
Bore Hole No.								
Depth in M.	1.6	5.0	5.6	8.0	11.8	12.2	32'	37'
Soil Type	Brown Silty Sand	Brown Silty Sand	Brown Silty Sand	Blue Clayey Sand	Sand Silt	Sand Silt	Coarse Sandy Clay	Blue Hard Pan
SIEVE ANALYSIS:								
Percentage Passing 3/16"	100	100	100	100	100	100	100	100
B. S. Sieve No.	7	14	25	36	52	72	100	200
	92	97	86	67	43	33	29	18
	53	86	62	41	16	8	4	2
	32	67	41	56	33	25	19	14
	20	43	16	33	24	24	18	12
	15	33	8	25	19	24	20	14
	11	29	4	19	16	18	14	18
	7	18	2	14	14	12	14	18

ATTERBERG LIMITS:

Liquid Limit	NP	NP	NP	PL	NP	NP	PL	PL
Plastic Limit	NP	NP	NP	PL	NP	NP	PL	PL
Plasticity Index								
Field Moisture Content	16.2	24.2	15.3	1.6	12.7	12.2	15.2	13.6

NP = PL = The sample is plastic but insufficient sample for test.

Remarks: 1. The depth of samples as given in the table is as per the depth given on the sample bag.
2. The number of samples actually delivered was eight as against 6, mentioned in the forwarding letter.

P R O J E C T : U T E T E F E R R Y (B O R R H O L E N O. 1)
B A T C H I V

Laboratory No.	7759	7760	7761	7762	7763	7764	7765
Depth	5'6"	10'0"	15'0"	30'0"	38'0"	40'0"	45'0"
Type of Soil	Brown Sand	Brown Sand	Brown Sand	Brown Sand	Brown Sand	Sandy Clay	Brown Hard Pan

MECHANICAL ANALYSIS:

Percentage Passing 3/16"	7	100	100	100	100	100	100
B. S. Sieve No.	14	98	99	98	95	98	97
	25	83	88	86	70	80	93
	36	58	64	70	53	65	90
	52	40	26	38	29	42	77
	72	31	16	24	22	33	55
	100	25	6	11	16	22	46
	200	23	2	5	12	14	38
							33

ATTERBERG LIMITS:

Liquid Limit	NP	NP	NP	NP	NP	NP	48
Plastic Limit	NP	NP	NP	NP	NP	NP	13
Plasticity Index							35
Field Moisture Content %	14.5	19.6	18.3	21.1	13.7	16.7	16.4

第6章 路線選定

第6章 路線選定

Dar es Salaam ~ Lindi沿岸道路のルートとして下記3路線を選定して、各々に対する調査を行った。

本区間中 Dar es Salaam ~ Kibiti 間 140 Km は既に二車線舗装道路として完成しているので残部の Kibiti ~ Lindi 区間について調査検討した。

6-1 路線延長及び主要経過地 (Fig-6-1)

Route 1 (延長 348.5 Km)

Kibiti - Utete - Nyamwage - Nangurukuru - Kiranjerange - Lindi

Route 2 (延長 319.5 Km)

Kibiti - Ndundu - Nyamwage - Nangurukuru - Kiranjerange - Lindi

Route 3 (延長 378.9 Km)

Kibiti - Utete - Njinjo - Mbata - Kiranjerange - Lindi

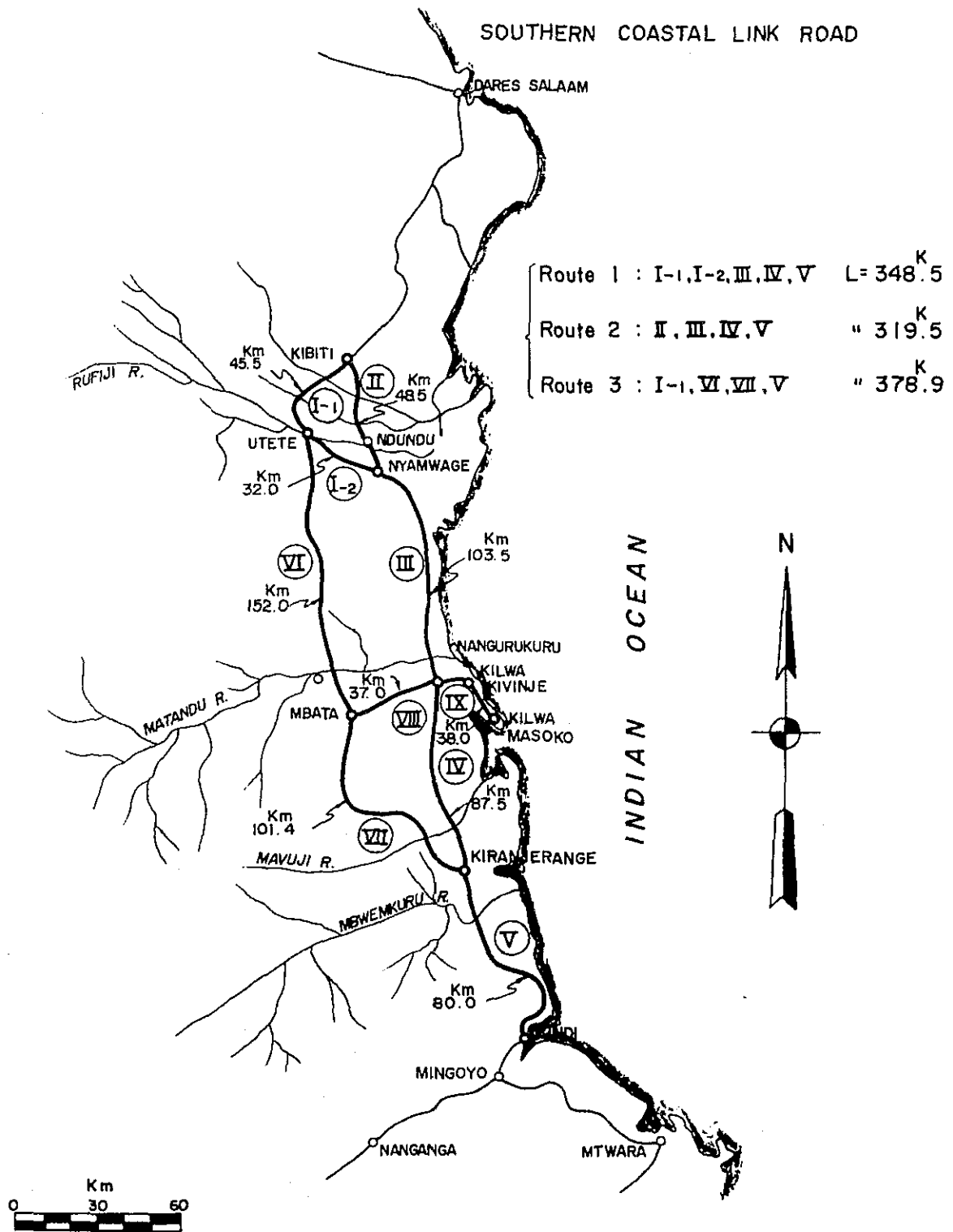
Feeder Road (延長 75.0 Km)

Mbata - Nangurukuru - Kilwakivinje - Kilwamasoko

Fig. 6-1

LOCATION PLAN

S=1 : 2,000,000



6-2 選定路線の概要

海岸沿いの現在道路は毎年2～6ヶ月間交通不能となるがその大きな原因は毎年雨期に Rufiji 河外各中小河川の氾濫による道路の水没である。Rufiji 河におけるこの数年の Ferry閉鎖期間はTable-6-1に示すとおりである。

このような雨期の交通杜絶を回避する方法として河川の影響の少ない内陸山地部に道路を開設する計画があり一部調査が進められているが、今回の調査は人口密度の高い海岸沿いの現道を最大限活用することに重点をおき3路線について検討することとした。

計画路線は3線共、添付は1/50,000平面図に示すように現在道路の改良を主とし、特に低湿地で水没の恐れある区間、又は橋梁構造物が非常に多い区間は路線付替えによって技術、経済両面の改善を計ることとした。このように現道改良を中心とした道路計画は河川の影響を強く受けるが、一方新設する区間が比較的短かく沿道住民のうける利便が極めて大きいこと、更に資金の都合で段階施工となった場合、現道を利用しつつ交通障害の大きなものから遂時解

Table - 6 - 1 Rufiji Ferryの欠航日数

年次	Ndundu Ferry			Utete Ferry		
	期 間	原 因	日 数	期 間	原 因	日 数
1965	3. 28 ~ 8. 20	洪水	179	3. 28 ~ 7. 24	洪水	152
	9. 4 ~ 9. 9	洪水	6			
		計	185			
1966	4. 19 ~ 6. 20	洪水	63	4. 23 ~ 6. 18	洪水	57
		計	63			
1967	4. 10 ~ 7. 4	洪水	86	4. 19 ~ 6. 10	洪水	53
		計	86			
1968	4. 4 ~ 7. 10	洪水	98	4. 20 ~ 7. 14 12. 6 ~ 12. 31	洪水	86 26
	10. 3 ~ 10. 10	故障	8			
	12. 8 ~ 12. 31	洪水	24			
		計	138			
1969	1. 1 ~ 1. 14	故障	14	1. 1 ~ 1. 3 2. 10 ~ 6. 17	洪水	3 128
	2. 1 ~ 8. 12	洪水	184			
		計	198			

決することによって投資効率を一層高くすることが可能となる。

6-2-1 Route 1 (Utete Route)

Kibiti- Rusende- Utete- Nyamwage 間延長は77.5 Km, Nyamwage でRoute 2 と合致する。Kibiti-Utete間の現況は巾員6 m以上, Kibiti より15 Km 間標高100 m~240 mの丘陵部の土質はラテライトが主であり, 路面は良好に維持されている。丘陵部の勾配は局部的には10~11%の地点2~3箇所あるが, 前後2 m以下の盛土工によって5%以下に緩和する事が出来る。測点17.5のRuhoi橋, 測点29, 36の木橋は出水時冠水し流失するので何れも2~3 m施工基面を上げる要あり。Ruhoi以南の土質はBlack Cotton Soil で現地盤が低いのでRusende迄の間1~2 m以上盛土を要する。

Rusende~Utete 間でRufiji 河を渡河する地点の選定は非常にむづかしい。1910年代には現在のRusende河とRufiji 河が接近して2河川が1本の本流となって居り, 又1952年代の記録によると, 本流は現在位置よりも約800 m北側へ移動している。

この様に絶えず変動している流路をカバーする橋梁は本橋を長大スパンとし全長2,000 m, 避溢橋2,000 mを必要とし又流路変動による洗掘防止を考慮した基礎工の構造や根入れ等に技術的にも問題がある。

Utete~Nyamwage間は稍高台を通過しているためRufiji 洪水では冠水しないが, 8地点でRufiji の支川を横断している。現在布設してあるコルゲートパイプが低く, 断面が不足しているため支川の出水時には短時日ではあるが氾濫するので, 各支川毎に20~30 mの小橋梁及び3~5 mの函渠を設置し, 現地盤を1 m位盛土すれば充分である。

6-2-2 Route 2 (Ndundu Route)

Kibiti~Ndundu - Nyamwage 間延長は48.5 Km, Route 1 に比べて延長は29 Km 短かく, 平面, 縦断線形8%以下, 巾員も6 m以上あり良好である。

丘陵部の土質はラテライトが主であり路面は良好に維持されている, Kibiti~Ikwiriri 間にあるRuhoi河は長さ100 mの架橋, 前後20 Km 間は1.0 mの盛土を要する。

Ikwiriri 以南~測点40間は1961年に道路を築造したが1962年の出水で数十箇所破堤している, 既往高水位は1968年であるが, 洪水痕跡を追跡して実施した今回の測量によって最高水位として16.79 mが観測されたので, この区間は路面も2 m以上盛土すると同時に道路法面は長期間の水浸を防護する石張工等を必要とする。

Rufiji 河の渡河は現在のフェリー地点が長年月に亘り流路が安定している点でRoute 1のUtete地点より, すぐれて居り, 本橋332 m避溢橋5,000 mが必要と考えられる。但しNdundu の上流側はRufiji 本流が相当屈曲して居り, 現在河川の断面不足によって洪水時は水衝部を越えて流れ, 1962年破堤の因となったので今回の調査では通水断面積を確保する

方法として現在の本流部の河道を一部修正して高水敷を拡巾して本橋延長650mと左右両側に避溢橋延長3,400mを架設する案についても検討したが、この案では河道修正のために約180万m³の掘削土工事を要することと、架橋地点の上、下流部の河川が未改修なるため部分的な河道修正の効果が期待し難いこと、工費の面から見ても経済的とならない等の点で、前述のように現在の本流部上に本橋332m、左岸側避溢橋4,000m、右岸側避溢橋1,000m計避溢橋5,000mを架設する計画とした。

これより Nyanwage 迄は現道改良済みである。

6-2-3 Route 1-2 併用区間

Nyanwage - Nangurukuru - Kiranjerange - Lindi 間は Route 1, 2 共に同一路線を利用し延長は271.0 Km, Nyanwage - Mohoro ~ Miteja 間7.6 Km は沖積部で土質は Black Cotton Soil が主であり、路面は地盤から20~30cm低くなって居り、排水が悪いので1m位盛土を要する。

Mohoro 周辺は標高15m以下でMohoro 河の氾濫によって現道が1968年に1m位冠水した記録がある。従って道路計画は低地を避けて測点65~74間は山側へ付替える方が望ましい、又測点97~100間 Somanga 地区は平面線形が悪いので路線を山側へ付替え修正した。

Miteja - Nangurukuru 間3.4 Km は標高30~50mの丘陵部で土質は砂利を含み良好であるがMatandu河外12の中、小河川を渡河するため、縦断、平面線形共に非常に悪く、特にMatandu河の氾濫が交通上の大きな支障となっている。

これらの橋梁構造物の計画は降雨量、集水面積によって通水断面積を計算して橋長を決定するが、前後道路の縦断線形に合せたSpan 及びClearanceを定めることが必要である。

測点150~153 Nangurukuru地区は迂回しているので線形修正を行った。

Nangurukuru ~ Mitole 間5.6 Km にはMavuji 河外13河川があり、渡河地点の勾配は非常に悪い、本区間中測点183~195間、199~210間現道はMavuji 河の支流を数箇所横断し、構造物が多くなるのでその影響の少ない地点にルートを変更することが有利である。

丘陵部の地質はラテライトが主で路面は良好であるが降雨時に道路が流路となる区間が多く、一方平地部に於いては雨水が至る所で道路を横断して海側に流れているので道路の計画高及び排水計画は留意を要する。

Mitole - Kiranjerange間3.0 Km は標高150~160mの丘陵の尾根を利用して居り、地質、平面、縦断線形共に良好であり、路面排水をうまく処理すれば現状で路盤として使える。

Kiranjerange ~ Lindi 間 79.5 Km 中, Mbwenkuru河以南の Ngambe 迄の 22 Km 間は起伏の激しい丘陵地を縦断し, 縦断線形は非常に悪いので, 切盛土工 2 m 程度と橋梁基面を調整して線形の緩和を計る必要がある。Mchinga ~ Lindi 間 30 Km は Laterite の海岸段丘上のサイザル農場内を通り線形, 路面共に非常に良い, 但し Mchinga から段丘に上る測点 286 ~ 290 間は線形, 勾配共に悪く, 且段丘直下の河川によって路体が浸蝕を受けるので, ルートを山側に付替えることが望ましい。

この外測点 295 Likonga 地区, 測点 302 Mitonga 地区 測点 307 Mbania 地区等の線形勾配不良箇所は部分的に線形修正の必要がある。

6-2-4 Route 3

Utete で Route 1 と分岐して海岸線から奥に 40 ~ 50 Km 離れた山地部を通るルートで Njinjo, Mbata を経て Kiranjerange で再び Route 1 に合流して Lindi に至る。

Utete - Njinjo 間 12.5 Km は道路巾員 3.5 m 程度で路面状況は悪く, 特に Utete から 3.5 Km は路面が現地盤より低いので流路となり深掘れしている。

このルートは Mt. Nanganguti の山麓を大きく迂回して Kwambe を経由するので Route 1 に比べ延長が著しく大となる。山腹ルートが多いため橋梁, 構造物は比較的少ないが Matandu 河外の河川は出水時には流速, 水深共に大きくなることが推定されるので, 実施設計に於いて詳細に調査検討を要する。

又, Kwambe 地区 測点 70 附近は現道が河川に接近し平行しているため路体が流水により破壊される恐れがあるのでルートを山側へ付替える必要がある。

これより Njinjo 迄は平坦地であり, Njinjo ~ Mbata 間 2.7 Km は良好に改良済みである。

Mbata ~ Kiranjerange 間 9.8 Km は巾員も狭く, Mavuji 橋梁は落橋して居り通行不能となっている, 全体的に小派川が乱流して居り, 荒廃しているので多数の構造物が必要となる。

6-2-5 Feeder Road

Route 3 は人家の少ない山地を通るので, この道路を有効に利用するための補助道路として Mbata ~ Nangurukuru ~ Kilwa Masoko 間について参考資料として概算工費を試算した。

Mbata ~ Nangurukuru 間は全般的に丘陵地帯の尾根部分を通過しているため, 道路を横断する河川は少なく, 構造物の新設は最少限にとどめることができる。しかし, 縦断勾配のついている区間では路側の排水溝が無いために道路が流路になる区間が多いので排水計画には十分な配慮が必要である。

6-3 路線別概算工費

上記3本の比較路線の直接工費は表-6-2に示すようにRoute 1は223,870,000 Shs, Route 2は192,630,000 Shs, Route 3は266,060,000 ShsとなりRoute 2が最も経済的である。Route 3はFeeder Road, Mbata ~ Nangurukuruを結ぶことによって有効となるがその場合更に割高となる。

各路線の工区別, 工種別, 直接工事費はTable-6-2, 工区別, 工種別工事費明細はTable-6-3の通りである。

Table-6-2 路線別直接工事費

路線名	工区名		単位 Shs
Route-1	I-1 工区	79,473,560	1 Shilling = 50.40 円
	I-2 "	13,784,580	
	III "	53,396,060	
	IV "	36,638,600	
	V "	40,575,560	
	計	223,868,360	
Route-2	II 工区	62,022,220	
	III "	53,396,060	
	IV "	36,638,600	
	V "	40,575,560	
	計	192,632,440	≐ 192,630,000
Route-3	I-1 工区	79,473,560	
	V "	40,575,560	
	VI "	88,972,020	
	VII "	57,039,980	
	計	266,061,120	≐ 266,060,000
Feeder Road	VIII 工区	15,980,340	
	IX "	15,384,920	
	計	31,365,260	≐ 31,370,000

Table 6-3 Detailed Construction Cost, Classified by Section and Construction Items (Part 1)

(Unit = Shs)

Section		Clearing, Grubbing, & Cutting Down Trees			Earthwork			Slope Protection Work			Stone Block Pitching Work			Pavement Work			Drainage Work & Others			Sub Total
Sec- tion	Length	KM	Unit Cost	Amount	M ³	Unit Cost	Amount	KM	Unit Cost	Amount	KM	Unit Cost	Amount	KM	Unit Cost	Amount	KM	Unit Cost	Amount	
I-1	45.5	-			1,158,500	6	6,951,000	40.36	6,000	242,160	1.84	100,000	184,000	40.36	200,000	8,072,000	40.36	40,000	1,614,400	17,063,560
I-2	32.0	-			816,800	"	4,900,800	31.93	"	191,580	0.09	"	9,000	31.93	"	6,386,000	31.93	"	1,277,200	12,764,580
	77.5	-			1,975,300	"	11,851,800	72.29	"	433,740	1.93	"	193,000	72.29	"	14,458,000	72.29	"	2,891,600	29,828,140
II	48.5	-		-	685,000	6	4,110,000	43.07	6,000	258,420	2.61	100,000	261,000	43.07	200,000	8,614,000	43.07	40,000	1,722,800	14,966,220
III	103.5	13.0	8,000	104,000	1,508,600	"	9,051,600	101.51	"	609,060	2.04	"	204,000	101.51	"	20,302,000	101.51	"	4,060,400	34,331,060
IV	87.5	27.2	"	217,600	1,343,200	"	8,059,200	86.80	"	520,800	0.14	"	14,000	86.80	"	17,360,000	86.80	"	3,472,000	29,643,600
V	80.0	8.5	"	68,000	1,320,300	"	7,921,800	78.56	"	471,360	0.30	"	30,000	78.56	"	15,712,000	78.56	"	3,142,400	27,345,560
	319.5	48.7	"	389,600	4,857,100	6	29,142,600	309.94	"	1,859,640	5.09	"	509,000	309.94	"	61,988,000	309.94	"	12,397,600	106,286,440
VI	152.0	38.3	8,000	306,400	5,526,400	6	33,158,400	150.07	6,000	900,420	0.55	100,000	55,000	150.07	200,000	30,014,000	150.07	40,000	6,002,800	70,437,020
VII	101.4	34.7	"	277,600	4,758,300	"	28,549,800	101.23	"	607,380	0.10	"	10,000	101.23	"	20,246,000	101.23	"	4,049,200	53,739,980
	253.4	73.0	"	584,000	10,284,700	"	61,708,200	251.30	"	1,507,800	0.65	"	65,000	251.30	"	50,260,000	251.30	"	10,052,000	124,177,000
VIII	37.0	10.5	8,000	84,000	1,027,800	6	6,166,800	36.99	6,000	221,940	-			36.99	200,000	7,398,000	36.99	40,000	1,479,600	15,350,340
IX	38.0	5.0	"	40,000	736,100	"	4,416,600	37.92	"	227,520	-			37.92	"	7,584,000	37.92	"	1,516,800	13,784,920
	75.0	15.5	"	124,000	1,763,900	"	10,583,400	74.91	"	449,460	-			74.91	"	14,982,000	74.91	"	2,996,400	29,135,260

Table 6-3 Detailed Construction Cost, Classified by Section and Construction Items (Part 2)

(Unit = Shs)

Section		Corrugated Metal Pipe			Culvert Work			Bridge Construction Work								Sub Total	Total
Section	Length	No.	Unit Cost	Amount	No.	Unit Cost	Amount	Medium to Small Bridges			Long Span Bridges			Total			
								M	Unit Cost	Amount	M	Unit Cost	Amount	M	Amount		
I-1	45.5	34	5,000	170,000	2	60,000	120,000	3,140	8,000	25,120,000	2,000	18,000	36,000,000	5,140	61,120,000	61,410,000	79,473,560
I-2	32.0	32	"	160,000	5	"	300,000	70	"	560,000	-	-	-	70	560,000	1,020,000	13,784,580
	77.5	66		330,000	7	"	420,000	3,210		25,680,000	2,000		36,000,000	5,210	61,680,000	62,430,000	92,258,140
II	48.5	44	5,000	220,000	1	60,000	60,000	5,100	8,000	40,800,000	332	18,000	5,976,000	5,432	46,776,000	47,056,000	62,022,220
III	103.5	85	"	425,000	12	"	720,000	1,790	"	14,320,000	200	"	3,600,000	1,990	17,920,000	19,065,000	53,396,060
IV	87.5	31	"	155,000	14	"	840,000	660	"	5,280,000	40	"	720,000	700	6,000,000	6,995,000	36,638,600
V	80.0	30	"	150,000	12	"	720,000	1,365	"	10,920,000	80	"	1,440,000	1,445	12,360,000	13,230,000	40,575,560
	319.5	190		950,000	39	"	2,340,000	8,915		71,320,000	652		11,736,000	9,567	83,056,000	86,346,000	192,632,440
VI	152.0	79	5,000	395,000	11	60,000	660,000	1,735	8,000	13,880,000	200	18,000	3,600,000	1,935	17,480,000	18,535,000	88,972,020
VII	101.4	56	"	280,000	16	"	960,000	100	"	800,000	70	"	1,260,000	170	2,060,000	3,300,000	57,039,980
	253.4	135		675,000	27	"	1,620,000	1,835		14,680,000	270		4,860,000	2,105	19,540,000	21,835,000	146,012,000
VIII	37.0	18	5,000	90,000	7	60,000	420,000	15	8,000	120,000	-			15	120,000	630,000	15,980,340
IX	38.0	12	"	60,000	15	"	900,000	80	"	640,000	-			80	640,000	1,600,000	15,384,920
	75.0	30		150,000	22	"	1,320,000	95		760,000	-			95	760,000	2,230,000	31,365,260

6-4 路線決定

海岸沿い道路として3本の比較線について現在の道路現況、問題点、直接工費等を検討したが、何れの路線をとる可きかは、Rufijiの渡河方法及びRufiji以南の中小橋梁及び道路の建設費用並に建設線の利用価値等を検討して決定すべきである。

6-4-1 Rufiji 渡河方法 (Route 1 と Route 2 の比較)

Rufiji 河は未改修で河状が安定せず、雨期毎に流心の変動するが、渡河地点として選定したRoute 1のUteteとRoute 2のNdundu両地点を比較するとNdundu側が過去数十年間にわたって安定しているので橋梁延長も短かく技術的にも問題が少ないこと、Kibiti～Lindiを結ぶ最短ルートになっていること、従って工費もRoute 1に比べ相当割安となる等、Route 2がすぐれている。

6-4-2 Route 2 と Route 3 の比較

- (1) Route 3は山地ルートなる為平面縦断線形共にRoute 2より車輛の走行性が劣る。
- (2) Route 3は延長がRoute 2より約60 Km長くなり工費も38%割高となる。
- (3) Route 2の沿線は比較的に入人口も集結して居り貨物の流動も行われているが、Route - 3は人口も稀薄であって道路の利用価値が低く経済開発にもたらす効果が薄い。
- (4) Route 3はUteteでRufiji 渡河が問題となる。Nyanwage～Tawi間を結ぶRoute 2とRoute 3の組合せも考えられるが、沿線人口が稀薄なこと、延長が長いことなぞ利点が少ない。

以上の点でRoute 2がすぐれているので海岸沿いルートとしてRoute 2を採る可きである。

第7章 道路設計

第 7 章 道 路 設 計

7-1 設計基準

この予備設計はタンザニア国の Ministry of Communications, Transport and Labour の基準 (Typical Road Cross` Sections for Bitumen Roads) の条項に従って行ない、その他 AASHO や日本の道路設計基準も参考資料として利用した。

Table - 7 - 1 Design Criteria

General Criteria	Level to Rolling	Hilly	Mountainous
Design Speed (Km / h)	8 0	8 0	
Minimum Radius of Curvature (m)	6 1 0	3 0 5	1 2 2
Max Gradient (%)	5	6	8
Max Length of Grade at max gradient (m)	3 7 0	2 7 0	1 7 0
Stopping Sight Distance (m)	1 1 5		
Passing Sight Distance (m)	6 0 0		
Road Way			
Road Width (m)	9. 5	9. 6 ~ 8. 4	
Traveled Way Width (m)	6	6	
Verge (m)	1. 8	1. 8 ~ 1. 2	
Design Live Loading	H 20- S16	(AASHO)	

7-2 平面計画

第 6 章に於いて海岸沿い 3 本の比較線中、Ndundu 経由の Route - 2 が技術面、経済面、效用面で最もすぐれていることがわかったので、本線の平面線形について下記の検討を行った。

(1) 原則として現在道路に沿わせることとし、特に線形不良箇所は局部的に設計基準に合致するように改良する。

現道沿いが有利なことは距離的にも最短であり、又現道にそって人家も多く従って利用度が高いこと、将来改良工事が実施される場合に資金の都合で段階施工 (Stage Construction) となっても改良した道路が有効に利用出来る。

(2) 現道が標高 15 m 以下の低地を通過している Mohoro 附近は出水毎に水没して交通杜絶するので測点 65 ~ 74 区間は山側へルートを変更した。

- (3) Mavuji 河支流を数箇所を横断する Kizimbani, Mitole 地区測点 183~195 間, 199~210 間はルートを手側に付替えて構造物の減少を計った。
- (4) 極端に線形が悪い箇所, 又は現道が迂回して延長が長くなっている Somanga 地区測点 97~100 間, Nangurukuru 地区測点 150~153 間, Mchinga 地区測点 286~290 間, その他 3 地点の平面線形を修正, 改良した。

7-3 縦断計画

現道は全線に亘って河川, 水路に殆んど橋梁, 構造物が架設されていないので, Rufiji 河のフェリー施設を除き人車共に河床上を通行している。したがってその前後は道路の勾配が 10%~18% と急になって居り, 交通上の大きな障害となっている。

この傾向は山地部に於いて特に大きいので, 河川横断箇所に橋梁及びカルバート等を設置し, 前後の土工切盛工によって施工基面を修正し縦断勾配を 8% 以下に緩和することとした。

7-3-1 橋梁桁下余裕高

平坦部に於ける Rufiji 川外の河川を横断する橋梁架設の場合, 第 4 章水文計算の 15 年確率洪水量疎通可能となるように計画高水位から桁下迄 1.5 m の余裕をとった計画とした。余裕 1.5 m あることによって異状出水, 100 年確率の洪水量をも安全に疎通可能な断面を確保出来る計算となる。この橋梁前後は出水時に 1~2 m の深さで長い期間水没するので橋梁及び避溢橋前後の取付道路の盛土高さは 2 m 以上として通常の出水では道路を確保可能とした。

7-3-2 村落内の道路基面

現在の村落は出水時にも比較的にな安全な高所に在るので, これら村落内を通過する場合の道路の施工基面は切盛 1 m 以内に押えて沿道住民が道路を十分に利用出来るよう考慮した。

7-4 横断面

道路の断面は図面番号 1 号に標準横断面 4 種類を示してあるが, 2 車線車道幅員 6 m, 路肩各 1.8 m. (切土部深さ 3 m 以上の場合は 1.2 m) 横断勾配車道部 2%, 路肩部 3%, 掘削法面勾配 1:1, 盛土法面勾配 1:2。

車道部は厚さ 5 cm の表層, 10 cm の上層路盤, 10 cm の下層路盤の 3 層からなる舗装とした。
Type B₁

盛土高さ 2 m 以下の標準であって, 盛土材料は原則として, 客土によらず, 道路の両側に平行して排水路兼用の溝を掘削し, これを盛土に充当することとした。尚排水溝は路体を保護す

るために法尻から 2 m 離れた位置に設置する。

Type B₂

Rufiji 河橋梁前後の取付盛土は洪水時に長期水浸しとなり法面は被害を受けるので、石張工及びコンクリートブロック張工によって法面保護を行った。

Type C₁

切土の浅い区間の標準断面であって、路肩は 1.8 m とし、側溝は V 字形ソイルセメント被覆とした。

Type C₂

深い切土区間については縦断方向への排水量も多く、又流速も大きいので側溝は U 字形現場打ちのコンクリート造とした。

尚切土量を減ずるために深い切土地区においては路肩巾を標準より短かく 1.2 m とした。

橋梁の断面形は交通量を考慮して、2 車線路肩 5.0 m とし全幅 7.0 m とした。

7-5 土工計画

全天候道路の条件は年間を通じて路面が水浸しないこと、路面が快的交通可能な状態に維持されていることにある。

現在の Kibiti ~ Lindi 間道路は全線に亘って道路が現地盤線上を通過して居り、この為道路はある場合には河床となり、又降雨時には道路が水路となって交通不能に陥っている。

本設計では河川横断箇所については計画洪水量を安全に流下出来るよう計画高を設定し、路面は周辺の流水から完全に遮断し得るよう現地盤から少くとも 1 m 位盛土を行い、切土部に於いては路側に完全な排水溝を設置することとした。

本道路沿線の土質はラテライト、砂質土外大部分は良質な路床材料であるから、道路の両側の排水溝掘削土を充当することが可能であり、又、経済的である。

山地部に於ては縦断勾配を操作して、局部的に土工のバランスを計り、掘削土の残土は至近距離に捨土することによって処理可能である。

道路敷用地は国有地で制約が無いので法面勾配は出来るだけ緩勾配とすることが望ましいが標準断面に示す様に切土部 1 : 1 盛土部 1 : 2 で充分法面維持出来るものと考えられ、法面は通常、植生保護とし、特別な水浸区間は前述の石張工、コンクリートブロック張りによることとした。

以上による Route-2 の土工量は約 4,900 千 m³ である。

土工機械は Bulldozer, Carryallscraper, moterscraper Tired Roller, Grader, Shovel, Dump Truck の組合で効率よく作業することが経済的と考えられる。

7-6 排水計画

本道路の築造に当って排水設備は本道路の生命を左右す重大なポイントである。

縦断方向の排水溝、側溝については前述の通りであるが河川、水路、湛水区域の横断方向の排水設備については縦断図に示すように径1 mの Corrugated Metal Pipe 及び Box Culvert (3 m, 5 m, 7 m), 標準桁による橋梁(長さ10 m, 15 m~30 m)を設置する計画とした。この外 Rufiji 橋等の長大橋については第8章で述べるが、何れにおいても、将来実施設計時に現地調査測量を行って、架設地点、計画洪水量、通水断面、計画高水位等を再検討して最終の設計を決定すべきである。

第8章 架橋計画

第8章 架橋計画

8-1 概要

Dar es Salaam / Lindi沿岸道路計画の中にあつて、Rufiji河を中心として、その他の主要河川である、Matandu, Mavudyi, Mbwenkuru の3河川、及び其他の中小河川に架設せねばならない橋梁の技術的、経済的な解決策は最も大きな問題である事は明白な事実である。この問題につき、我々が僅か40日足らずの間に調査した結果ではあるけれど、最も基本的であり且つ重要な問題点をあげて、この計画に於ける架橋問題の解決に当ると同時に、これが本報告書に於ける架橋計画の骨子となっていることを次に述べたいと思う。

8-2 河川の状況

我々が調査し、確認した範囲内では主要河川では、一般にその上流側の方が下流側よりも、河の本流の断面積が大きいと云える。例えば、Rufiji河ではその距離はさほど離れていないけれども、上流側のUteteでは河巾約700mと推測されるが、下流側のNudunduでは実測に依れば240mに過ぎない。Matandu河では、上流側のNjinjo付近では河巾約140mと推測されるが、Route Iが交差する下流側では兩岸の距離は60~70mであり、更にMavudyi河では、上記Njinjoの南方に位置するMtandawara付近では(最近架設された橋が洪水時に落橋している)河巾はさほどではないが、水深が大きく、下流側のそれと比較すると之もやはり上流側の方が川の断面が明かに大きい事が判るのである。これの理由としては、水文、地質方面、其の他種々の原因があげられると思えるが、結論的に云えば洪水時に於ては、下流側では本流の河巾は狭いけれど、溢水する範囲が広いと云う事になるので、避溢橋をどの様な橋梁をどの程度の範囲に設けるかは、技術的にも又経済的にも非常に大きな要素となって来るであろう事は明白である。

8-3 架橋計画の基本方針

本プロジェクトの架橋計画に当っては上記の様な理由に依り、Rufiji河の本流部を除いては、寧ろ避溢橋部分に意を用いる事とし、更に次に述べる様な事を重点的に考慮する事とした。

- a. 避溢部分は局部的に流速の大きい所もあるかも知れないが、一般的に避溢断面を確保すればよいので橋梁としては大きなスパンを必要としない。
- b. 避溢部分の延長が各主要河川に於いて分る様に非常に長いので、同じスパン長の規格化された橋梁を多く連続して用いる事が、経済的な面で最も主要な要素となるであろう。これは具体的に云うならば、材料、製作、輸送、架設費等に於いて特に有利な点である。

- c. 若し資金的な事情が許すならば、同じ規格の橋梁を貯えて置いて、不時の災害に対する維持、補修が速かに且つ簡単に出来るし、又別の場所で新設する時に使用する事も出来ると云う利点も有する。
- d. 概略の地質調査の結果に依れば、地質的にはどこも杭基礎が可能であると推測されるので基礎は鋼杭を用いる事とし、又鋼管杭よりも輸送、打込み費が安いと思われるH型鋼杭を使用する事とした。

以上に述べた様な諸種の理由に依り、避溢橋を必要とする部分はすべてH型鋼の主桁を並列し、波型鋼を Deck Plateとしてこの上にコンクリート床版及び舗装を行う標準桁を採用する事とした。

本流部分の橋梁型式としては、輸送に関する経済的見地より、細い部材を有するトラス型式とし、更にRufiji河をはじめとする主要河川の本流部の橋梁型式は出来得る限り共通のものが使用出来る様、スパン割については配慮した。

以上述べた架橋の基本的な考え方に基いて計画された諸橋梁の概要を以下順次説明する事とする。

8-4 主要橋梁の架橋計画

8-4-1 Rufiji 河架橋

8-4-1-1 架橋条件

第1のRouteがNudunduに於いて交差するRufiji河の河巾(兩岸の距離)は実測の結果によれば約240mであり、洪水時に於ける最高水位は現地調査の結果+16.8mであると推測される。

又実測時に於ける水面巾は約140m、水深の最も大きい所で約10mである。

水文関係の諸調査の結果に依れば、本流部に必要な架橋長は630mであり、これに対応する兩岸の避溢橋の必要長は約3500mとなるが、この場合は本流部の高水敷を深さ3m、巾約400mにわたって掘さくする必要がある、この掘さく土量は相当に膨大なものとなり、工事費も嵩む事になる。一方本流の現河巾240mの部分のみに本橋を架設する場合、これに対応する避溢橋の必要長は1500m増加して総延長は約5000mとなる。

この兩者の工事費を比較した結果に依ると略々同じになる事が確認されたので、膨大な土工量を必要とする前者の計画を捨て、後者を選ぶ事とし、以下に述べる様なRufiji河の架橋計画を立てる事とした。

8-4-1-2 架橋計画

(A) 本流部架橋

現在河巾240mの部分には上部構造として、支間84mのランガートラス3連、下部構造としては根入れ深さ15mの井筒基礎(Open Caisson)を採用する事とした。

これに続くアプローチ橋として、現在の河の両岸が洗掘崩壊が著しいため余裕をとり、40m支間のポニートラスを両側に1連ずつ設ける事とした。尚このポニートラスのスパン長は、その主構高がランガートラスの補剛トラスの高さと同じになる様美観的な面を考慮して決定した。

(B) 避溢橋

避溢橋としては、両岸とも現在破堤している部分を中心として、前記架橋条件に示す必要な架橋長を満足する様に計画した。

Kibiti 側では20m Span の標準桁200連でその総延長4000m、Nudundu側では同じ標準桁を35連延長700mと盛土550mの部分の間にはさんで15連、延長300mの避溢橋を配置する事とした。

避溢橋部分の下部構造は基礎杭としてはすべて、H型鋼を採用し、その根入長はすべて10mを想定している。

8-4-2 Matandu 河架橋

8-4-2-1 架橋条件

Matandu河は本流とその北側に隣接する支流とが雨期には一諸になって洪水巾約2,000mとなる事が調査の結果確認されている。本流及びその支流に必要な本橋の長さは夫々約90m及び120mであり、避溢橋の必要長は水文関係調査の結果によれば約1500mとされている。

8-4-2-2 架橋計画

(A) 本流及び支流部架橋

Rufiji河のアプローチに用いた支間40mのポニートラスと全く同じものを、本流で2連、支流で3連配置することとした。下部構造も、橋脚基礎杭とも全く同型式であるが、橋脚の寸法には多少の相違がある。

(B) 避溢橋

避溢橋は本流部橋梁に隣接して支間20mの標準桁を46連、延長920m、支流部橋梁に隣接して同じ標準桁30連、延長600mを配置しその間延長390mの部分は盛土とする。基礎杭は同じく根入長10mのH型鋼杭とする。

8-4-3 Mavudyi 河架橋

8-4-3-1 架橋条件

Mavudyi 河は本流（常時河巾約 40 m）を中にし左岸側 160 m，右岸側 300 m が洪水時に溢水する。避溢橋の必要長は約 350 m である。

8-4-3-2 架橋計画

本流部は支間 40 m のポニートラス 1 連とする。避溢橋は，左岸側は地面の勾配が比較的急なため必要長 160 m 全部に亘り配置し（20 m Span 8 連）右岸側は 20 m Span 10 連を配置して残り部分は盛土とする。

8-4-4 Mbwenkuru 河架橋

8-4-4-1 架橋条件

Mbwenkuru 河は洪水時殆んど本流の右岸側に溢水し，その総巾は約 1700 m となる。本流部分の架橋長 80 m，避溢橋の必要橋長は約 950 m である。

8-4-4-2 架橋計画

(A) 本流部分架橋

本流部分は 40 m 支間のポニートラス 2 連を配置する。洪水時に於ける水深も又流速も大きく且つ架橋地点で河が大きく屈曲しているので，この場合中間橋脚は相当の根入を必要とする。従って更に詳細な現地調査の結果に依ってはこの部分は技術的にも経済的にも 1-スパンで渡る必要があるかも知れない。

(B) 避溢橋

本橋に隣接して右岸側に 20 m スパンの標準桁 35 連延長 700 m を配置し，60 m の盛土を設けて更に標準桁 13 連延長 260 m を配置する。この辺になると地面勾配も緩かになるので，残りの部分は盛土となる。

8-4-5 其他の中橋梁

以上 Rufiji, Matandu, Mavudyi Mbwenkuru 河を渡る 4 主要橋梁の他に中橋梁として次に掲げる諸橋梁が必要であるが，これらは河の流心，流速，河床等に関して特に問題となる程のものでなく何れも標準桁と基礎杭を適当に配置する事に依り比較的簡単に解決出来るものと思われる。

	K.P	Route	Total Length
1.	Ruhoi River (K.P 17.5 Km)	Route 2	80.5 m
2.	(K.P 17.2 #)	Utete Route	340.5 m

	K. P	Route	Total Length
3.	(K.P 2 8.7 Km)	Utete Route	3 2 0.5 m
4.	(K.P 4 7.8 ")	Utete- Nyamwage	1 2 0.5 m

8-4-6 小橋梁群

上記諸橋梁の他に更にスパン長10 mより60 m位までの小橋梁群を数十橋必要とし、その総延長は約1300 mである。各橋梁の実際のスパン長は個別的に調査して定めねばならないが、橋梁型式としてはスパン長10 m, 15 m, 20 mの標準桁を用意しその組合わせに依って解決する事が出来る。

8-5 設計条件

本プロジェクトの中、架橋計画にあたっての基本的設計条件は次の通りとする。

1. 設計示方書は最新の British Standardに依るものとする。但し活荷重の中、集中荷重(Knife Edge Load)はその80%をとるものとする。
2. 橋梁の有効幅員は7.0 m(二車線)とする。
3. 橋梁の桁下クリアランスはHigh Water Level上1.5 mとする。
4. この橋梁に使用する鋼材はすべて日本工業規格(JIS)に依るものとする。

第9章 建設費

第 9 章 建 設 費

Kibiti~Lindi 間沿岸道路の建設計画はアフリカ特有の季候による影響を受ける，従って建設作業は雨期の豪雨や乾期の猛暑によってしばしば阻害されるだろう。工事計画や作業工程はこうした地域的な気象条件を考慮して立てねばならない。

本計画の直接工事には約 6 ケ年を要するものと思われるが，その前に航空測量，現地測量，詳細設計等準備期間として約 2 ケ年を要するものと思われる。作業工程は Fig-9-1 に示す通りである Route-2 の総建設費は Table-9-1 に示す如く概算 261,447,000 Shs でありその内外貨分が 176,834,700 Shs 内貨分が 84,612,300 Shs である。

尚建設単価は Table-9-4 の如く，タンザニアに於ける実際の工事費単価を参考にして決定した。

Fig 9-1 作業工程

	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	6th Year	7th Year	8th Year
Aerial & Work-site Survey and the Detailed Design	=====							
Rufiji Bridge and Section II			=====					
Section III					=====			
Section IV						=====		
Section V							=====	

Table 9-1 Total Project Cost

Kibiti - Lindi Coastal Link Road (Route 2)

(Unit = Shs)

Item		Local	Foreign	Total	Remarks
A	Direct Construction Cost	57,789,000	134,841,000	192,630,000	
	%	30	70	100	
B	Contingency	11,557,800	26,968,200	38,526,000	A x 20%
	%	30	70	100	
C	Sub Total	69,346,800	161,809,200	231,156,000	A + B
	%	30	70	100	
D	Tax	8,090,500	8,090,500	16,181,000	C x 7%
	%	50	50	100	
E	Detailed Survey & Design	3,467,500	3,467,500	6,935,000	C x 3%
	%	50	50	100	
F	Field Control & Work-Site Administration	3,467,500	3,467,500	6,935,000	C x 3%
	%	50	50	100	
G	Right of Way & Compensation	240,000	0	240,000	
	%	100	0	100	
Total		84,612,300	176,834,700	261,447,000	

9-2 施工順位

Kibiti～Lindi を結ぶ道路は現状では1年の中、2～6ヶ月間は出水によって交通杜絶して居り、これがタンザニア南部地方の開発に重大なるブレーキとなり政治、経済に及ぼす損失は極めて大きい。従って本道路が一日も早く全天候道路に生れかわることが地域住民は勿論国家的な願望となっている。

その意味では全線一せいに着工し、早期に完成することが望ましいのであるが、資金との関係もあり投資効率を充分考慮した施工順位を検討すべきである、本路線中、交通障害の最も大きいのはRufijiの渡河問題である。乾期中はフェリーボートで人、車輛の交通をさへしているが、容量的に限度があり、一度出水すれば長期間欠航となっている。

この外Matandu河、Mbwemkuru河等中小河川も交通障害となっているが、滞水期間が短かいので被害の程度もRufijiに比べると遙かに小さい。

以上によりRufiji橋の架設とその前後の避濫橋、取付道路の整備が最優先順位となる。Rufiji橋の架設によって、これより南部の道路の建設資機材の搬入も円滑となり建設が促進すると同時に、本ルートが年間相当の期間不通となる問題も解決される。

Rufiji橋を含め前後12Km間道路建設に要する費用はTable-9-2、Table-9-3に示すように概算67,142,000Shsであり、うち外貨分が45,413,800Shs、内貨分が21,728,200Shsである。

Rufiji橋以外の工区については、資金をにらみ順次Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ工区の順で工事を進めることが効率的と考えられるが、Matandu橋、Mbwemkuru橋等は施工日数を要するので、その分早期に着工することが望ましい。

Table 9-2 Construction Cost

Rufiji River and Approach Road (Sta 28 + 0 - 40 + 0)

Unit = Shs.

Item		Local	Foreign	Total	Remarks
A	Direct Construction Cost	14,841,000	34,629,000	49,470,000	
	%	30	70	100	
B	Contingency	2,968,200	6,925,800	9,894,000	A x 20%
	%	30	70	100	
C	Sub Total	17,809,200	41,554,800	59,364,000	A + B
	%	30	70	100	
D	Tax	2,078,000	2,078,000	4,156,000	C x 7%
	%	50	50	100	
E	Detailed Survey & Design	890,500	890,500	1,781,000	C x 3%
	%	50	50	100	
F	Field Control & Work-Site Administration	890,500	890,500	1,781,000	C x 3%
	%	50	50	100	
G	Right of Way & Compensation	60,000	0	60,000	
	%	100	0	100	
Total		21,728,200	45,413,800	67,142,000	

Table 9-3 Direct Construction Cost
Rufiji River and Approach Road (Sta 28 + 0 - 40 +0)

(Unit = Shs)				
Item	Quantity	Unit Cost	Amount	Remarks
Earthwork	238,000 (m ³)	6	1,428,000	468,000 -230,000
Relocation & Excavation of the River Bed				
Slope Protection Work	405 (km)	6,000	24,300	
Stone Block Pitching Work	2.61 (km)	100,000	261,000	
Pavement Work	6.66 (km)	200,000	1,332,000	
Drainage Work, & Others	6.66 (km)	40,000	266,400	
Laying of Corrugated pipes	9 (pcs)	5,000	45,000	
Culvert Work	1 (pc)	60,000	60,000	
Bri- dge Work	Medium to Small Bridges	5,010 (m)	8,000	40,080,000
	Long Span Bridges	332	18,000	5,976,000
Total:		5,342 (m)	-	46,056,000

Direct Construction Cost: 49,472,000 → 49,470,000

Table 9-4 Summary of Unit Construction Costs

Item	Recent Design	Dar es Salaam - Kibiti	Tan-Zam Highway	Tondma - Iyayi	Enex	TAMS
Earthwork	6.0 Shs/m ³	6.0 Shs/m ³ Started in 1966. Total Length, 129 km. Newly Constructed Road. Contracted Unit Cost.	5.72 Shs/m ³ Started, 1969 Paid Unit Cost.	6.6 Shs/m ³ Sept. 1970 Paid Unit Cost.	7.0 Shs/m ³ Newly Constructed Road in Smatra Estimated Unit Cost, 1970	5.2 Shs/m ³
Pavement Work	200,000 Shs/km	154,000 Shs/km Standard Unit Cost at Mtwara. Surface Course of Asphaltic Concrete Pavement, 4 cm. Cement Treated Base, 15 cm.	182,000 Shs/km	206,000 Shs/km	188,000 Shs/km Surface Course of Asphaltic Con- crete Pavement, 6 cm. Cement Treated Base, 38 cm.	80,000 Shs/km 2 Seal Coats over the Base Course of 15 cm.
Bridge Construction Work:						
Small & Medium Size Bridges	1,150 Shs/m ²	960 Shs/m ²			1,120 Shs/m ²	
Long Span Bridges	2,570 Shs/m ²				1,280 Shs/m ²	2,800 Shs/m ²

第10章 計画の評価

第 10 章 計 画 の 評 価

10-1 概 要

調査、設計、施工計画を考慮した供用開始年度1977年(Engineered Gravel案)、1979年(Bitumen案)および償還計画年の2006年(Engineered Gravel案)、2008年(Bitumen案)について、以下の項目に示すような便益を計算した。便益の経年変化が直線変化するものとみなし、償還計画年内にあたる30年間の便益を累計した。

10-2 走行便益

土道から改良道、土道から舗装道に改良された場合の走行費の節減を将来交通量(Table 3-21 参照)と走行単価をもとにして算出した。

10-2-1 走行単価

走行単価は United Research Incorporated がタンザニアにおける単価、地域要素を考慮して解析したデータをもとにして、Weille 法によって推定された単価である。

Table 10-1 走行単価(セント/台キロ)

		路面の状態	乗用車	ピックアップ	クトントラック	50人乗用バス
平地 丘陵地		舗装道	28.46	31.04	41.52	58.93
		改良道	36.09	40.05	61.69	88.40
		土道	49.60	57.87	100.60	137.65
丘陵地 山地		舗装道	29.76	33.05	45.72	65.29
		改良道	37.81	43.08	68.19	95.94
		土道	52.06	62.15	111.74	148.18
便益 単価	平地 丘陵地	土道→改良道	13.51	17.82	38.91	49.25
		土道→舗装道	21.14	26.83	59.08	78.72
	丘陵地 山地	土道→改良道	15.25	19.07	43.55	52.24
		土道→舗装道	23.3	29.10	66.02	82.89

出典：The Economic Feasibility of Improving Two Roads in the Mtwara Region of Tanzania (1968年9月)

10-3 時間便益

10-3-1 Rufiji フェリーからの時間便益

1) 車について

Table 2-1 の Rufiji 川運航停止記録によれば 1965 年～1969 年の 5 年間のフェリー平均運航停止日数は 110 日である。現在 Rufiji 川渡河に要するフェリーの所要時間を 40 分 = 0.67 時間、1 年を 365 日とみなせば、1 年間の車の時間便益: $Bt(\text{VEHICLE})$ は次式のようになる。

$$Bt(\text{VEHICLE}) = 0.67 \times V(\text{RUFIFI}) \times (P_1 U_1 + P_2 U_2 + P_3 U_3 + P_4 U_4) \times (365 - 110) \quad (10.1)$$

ここに

$V(\text{rufiji})$: 将来渡河交通量 (台/日)
P_1, P_2, P_3, P_4 : それぞれ乗用車, ローリー, バン, バスの全体の保有台数に対する比率
U_1, U_2, U_3, U_4 : それぞれ乗用車, ローリー, バン, バスの時間単価 (シ/台時)

2) 人について

人が Rufiji 川橋の上で渡る所要時間を 10 分とすれば、架橋後の人についての相対的短縮時間は 40 分 - 10 分 = 30 分 = 0.5 時間である。

そこで 1 年間の人の時間便益 $Bt(\text{PASSENGER})$ は次のようになる。

$$Bt(\text{PASSENGER}) = 0.50 \times P(\text{RUFIFI}) \times U(\text{PASSENGER}) \times 365 \quad (10.2)$$

ここに

$P(\text{RUFIFI})$: 徒歩による渡河人員 (人/日)
$U(\text{PASSENGER})$: 人の時間単位

10.2) 式の 365 日は実際は $(365 - 110) = 255$ 日であるが、雨期のカヌーによる渡河などを考えて 365 日とした。

10-3-2 雨期の海運利用から転換される人についての時間便益

Rufiji フェリーの平均運航停止日数の 110 日間は Dar es Salaam と南部の Kilwa, Lindi, Mtwara 間の車による長距離通行客に相当する人数が船を利用するものと考え、沿岸道路建設後、これらの長距離通行客が道路を利用するものと考えた時の便益を算出した。まず最初に Dar es Salaam と南部の Kilwa, Lindi, Mtwara 間の将来交通量を求める。

その際、Nachingwea, Newara, Masasi, Tunduru と Dar es Salaam 相互間の交通はそれらの (Nachingwea, Newara, Masasi, Tunduru) の各ゾーンと Lindi, Mtwara 相互間のゾーン間交通量との比によって、Lindi 港、あるいは Mtwara 港を利用して Dar es Salaam と通行しているものとする。

このようにして求められた Dar es Salaam と南部の三港 (Kilwa, Lindi, Mtwara) 間と

の交通量をもとにして、乗用車、ローリー、バンの各々について1台あたり2人、バス1台あたり40人乗っているものと仮定し、Dar es Salaamと南部の三港間との通行客(人/日) Npassenger を求めると10.3)式のようになる。

$$N_{\text{passenger}} = \{ \text{DSM} \sim \text{Kilwa, Lindi, Mtwara 間の交通量 (台/日)} \} \times \{ \text{乗用車, ローリー, バンの全体に占める比率} \times 2 \text{人} + \text{バスの全体に占める比率} \times 40 \text{人} \} \quad 10.3)$$

そこで雨期の海運利用から転換される人の時間便益: Bt(passenger)は次式のようになる。

$$B_t(\text{PASSENGER}) = (\text{PASSENGER}) \left\{ \frac{V_1}{V} (T_1(\text{SHIP}) - T_1(\text{VEHICLE})) + \frac{V_2}{V} (T_2(\text{SHIP}) - T_2(\text{VEHICLE})) + \frac{V_3}{V} (T_3(\text{SHIP}) - T_3(\text{VEHICLE})) \right\} \times \{ P_1 \times U_1 + P_2 \times U_2 + P_3 \times U_3 \div 2 \text{人} + P_4 \times U_4 \div 40 \text{人} \} \times 110 \text{日} \quad 10.4)$$

Npassenger: 10.3)式より求めたD・S・MとKilwa, Lindi, Mtwara間との通行客(人/日)

V: D・S・MとKilwa, Lindi, Mtwara間との将来交通量(台/日)

ここに V_1, V_2, V_3 : それぞれ(D・S・MとMtwara)(D・S・MとLindi), (D・S・MとMtwara)間の交通量

$T_1(\text{ship}), T_2(\text{ship}), T_3(\text{ship})$: それぞれ(D・S・MとKilwa), (D・S・MとLindi), (D・S・MとMtwara)間の船による航行時間(時)

$T_1(\text{vehicle}), T_2(\text{vehicle}), T_3(\text{vehicle})$: それぞれ(D・S・MとKilwa), (D・S・MとLindi)(D・S・MとMtwara)間の車による旅行時間(時)

P_1, P_2, P_3, P_4 : それぞれ乗用車, ローリー, バン, バスの全体の保有台数に対する比率。

U_1, U_2, U_3, U_4 : それぞれ乗用車, ローリー, バン, バスの時間単価(シル/台時)

10-3-3 雨期の海運利用からの転換される貨物の時間便益貨物の時間便益

貨物の時間便益: B't(cargo)の一般式は次式で示される。

$$B'_t(\text{cargo}) = \{ (T_1(\text{SHIP}) - T_1(\text{VEHICLE})) \times V_1 + (T_2(\text{SHIP}) - T_2(\text{VEHICLE})) \times V_2 + (T_3(\text{SHIP}) - T_3(\text{VEHICLE})) \times V_3 \} \times (P_2 U_2 + P_3 U_3) \times 110 \quad 10.5)$$

10.5)式で使用されている記号の説明は10.4)で述べられているので省略する。

10-3-4 道路改良による乾期の貨物の時間便益

貨物の時間便益：Bt(CARGO)の一般式は次式で示される。

$$Bt(cargo) = \{ (T'_1(VEHICLE) - T''_1(VEHICLE)) \times V_1 + (T'_2(VEHICLE) - T''_2(VEHICLE)) \times V_2 + (T'_3(VEHICLE) - T''_3(VEHICLE)) \times V_3 \} \times (P_2 U_2 + P_3 U_3) \times 255 \quad (10.6)$$

$T'_1(VEHICLE), T'_2(VEHICLE), T'_3(VEHICLE)$

：それぞれ現道を利用した場合の(D・S・M～Kilwa), (D・S・M～Lindi)

(D・S・M～Mtwara)間の旅行時間(時)

$$T''_1(VEHICLE), T''_2(VEHICLE), T''_3(VEHICLE)$$

：それぞれ改良道あるいは舗装道を利用した場合の(D・S・M～Kilwa), (D・S・M～Lindi), (D・S・M～Mtwara)間の旅行時間(時)

他の記号については10.4)式に使用されているものと同じである。

10-3-5 道路改良による車の時間便益

道路改良後の旅行時間の短縮による時間便益をRufijiフェリーの運航の影響を受ける交通と受けない交通とに分けて算出した。

一般式は次の通りである。

1) Rufijiフェリーの運航の影響を受ける交通

$$Bt(VEHICLE) = (T_1 \times L_1 + T_2 \times L_2 + T_3 \times L_3) (P_1 U_1 + P_2 U_2 + P_3 U_3 + P_4 U_4) \times (365 - 110) \quad (10.7)$$

ここに $\left\{ \begin{array}{l} L_1, L_2, L_3 : \text{それぞれリンク1, 2, 3を通る} \\ \text{Dar es Salaam と南部のKilwa, Lindi, Mtwara 間の交通量(台/日)} \\ T_1, T_2, T_3 : \text{それぞれリンク1, 2, 3における} \\ \text{道路改良前と改良後との旅行時間の差(時)} \\ \text{その他の記号は10.4)式と同じである。} \end{array} \right.$

2) Rufijiフェリーの運航の影響を受けない交通

$$Bt(VEHICLE) = \{ T_1 (L'_1 - L_1) + T_2 (L'_2 - L_2) + T_3 (L'_3 - L_3) \} \times \{ P_1 U_1 + P_2 U_2 + P_3 U_3 + P_4 U_4 \} \times 365 \quad (10.8)$$

ここに $\left\{ \begin{array}{l} L'_1, L'_2, L'_3 : \text{それぞれリンク1, 2, 3におけるリンク交通量} \\ \text{その他の記号については10.7)式と同じである。} \end{array} \right.$

10-4 料金の節約

10-4-1 雨期の海運利用から転換される人の料金の節約

$$C(\text{PASSENGER:SEA}) = N_{\text{passenger}} \times \left(\frac{V_1}{V} \times C_1 + \frac{V_2}{V} \times C_2 + \frac{V_3}{V} \times C_3 \right) \quad 110 \quad 10.9)$$

$C(\text{passenger:sea})$: 雨期の海運利用から転換される人の料金の節約

ここに C_1, C_2, C_3 : それぞれ (D・S・M ~ Kilwa), (D・S・M ~ Lindi), (D・S・M ~ Mtwara)間の道路と船との料金差(シル)

他の記号については10.4)式と同じである。

10-4-2 Rufiji フェリーにおける人の料金の節約

$$C(\text{PASSENGER:RUFIFI}) = P(\text{RUFIFI}) \times 0.05 \times 365 \quad 10.10)$$

ここに $C(\text{passenger:rufiji})$: 人の料金の節約(シル)

10-4-3 Rufiji フェリーにおける車の料金の節約

$$C(\text{VEHICLE:RUFIFI}) = V(\text{RUFIFI}) \times 5.0 \times 255 \quad 10.11)$$

ここに $C(\text{VEHICLE:RUFIFI})$: 車の料金の節約(シル)

$V(\text{RUFIFI})$: 将来渡河交通量(台/日)

10-5 時間単価

時間単価はその国々の経済状態によって相対的に異なると思われるので、タンザニアにおける国民1人あたりの所得とアメリカ合衆国の国民1人あたりの所得との比を Winfrey が Highway Engineering Handbook (KENNETH B WOODS, Editor-in-Chief) で与えている単価に乗ずることにより、タンザニアにおける時間単価とした。

Highway Engineering Handbookによると

Passenger cars : 1.35 U.Sドル/台・時

Light commercial vehicles: 1.80 "

Single-unit trucks 2.10 "

よって Passenger cars を乗用車, Light commercial vehicles をバン, Single-unit trucks をローリーの範ちゅうとしてタンザニアにおける時間単価を求める。

$$C(TANZANIA) = C(U.S.A) \times \frac{I(TAN\ 1960)}{I(U.S.A\ 1960)} \times \frac{I(TAN\ 1960)}{I(TAN\ 1960)}$$

$$= C(U.S.A) \times \frac{I(TAN\ 1960)}{I(U.S.A\ 1960)} \quad 10.12)$$

C(TANZANIA) : タンザニアにおける時間単位(シル/台・時)

C(U.S.A) : アメリカにおける時間単位(U.Sドル/台・時)

ここに I(TAN 1960), I(TAN 1967) : それぞれ1960年, 1967年におけるタンザニアの国民1人あたりの所得

I(U.S.A 1960) : 1960年におけるアメリカ合衆国の1人あたりの所得

乗用車 : 0.28 (シル/台・時)

ローリー : 0.44 (シル/台・時)

バス : 0.37 (シル/台・時)

バスについては日本におけるバスと乗用車の時間単価の比をタンザニアにおける乗用車の時間単価に乗じて求めるとバスは次のようになる。

$$\text{バス} : 0.28 \times \frac{0.69 (\text{シル/台・時})}{0.16 (\text{シル/台・時})} = 1.24 (\text{シル/台・時})$$

10-6 海運による旅行時間(片道)

D・S・M ~ Kilwa 24.9時間

D・S・M ~ Lindi 32.5時間

D・S・M ~ Mtwara 42.0時間

注) (D・S・M ~ Kilwa) (D・S・M ~ Lindi) 間の旅行時間は (D・S・M ~ Mtwara) 間の旅行時間を距離積み降し, 積み込み, 乗組員のための時間などを考慮して, てい減した。

出所: COASTAL SHIPPING SERVICE DAR ES SALAAM-MTWARA

A feasibility report by Bjorn Foss and Otto Chr. Hiorth

10-7 船と車による人の料金

表2-14を参照するとD・S・MとMtwara間のバス(3等)と船(3等)との料金差は64 - 35 = 29シルである。

バス : 35シル

船 : 64シル

10-8 便益計算

10-2 から 10-4 までの便益を累計して各年度ごとにまとめると表 10-2 の通りとなる。

経年変化にしたがって、各年の便益 B_i が直線的に変化するものとして、利率 r が 2%, 6%, 10% の三つの場合について Engineered Gravel 案と Bitumen 案の二つの場合に別けて償還計画年度内の便益 B を計算する。

$$B = \sum_{i=0}^{29} \frac{B_i}{(1+r)^i} \quad (10.13)$$

10-8-1 便 益

1) Engineered Gravel 案

供用開始年年：1977年

償還計画年度：2006年

1977年の便益： $B_0 = 11,164,300$ シル

2006年の便益： $B_{29} = 67,920,100$ シル

$$\therefore B_i = 11,164,300 + 1,957,097i \quad (10.14)$$

$V = 2\%$ の場合

$$B = \sum_{i=0}^{29} \frac{11,164,300 + 1,957,097i}{(1+0.02)^i} = 837,379,200 \quad (10.15)$$

$V = 6\%$ の場合

$$B = \sum_{i=0}^{29} \frac{11,164,300 + 1,957,097i}{(1+0.06)^i} = 458,231,400 \quad (10.16)$$

$V = 10\%$ の場合

$$B = \sum_{i=0}^{29} \frac{11,164,300 + 1,957,097i}{(1+0.10)^i} = 281,700,000 \quad (10.17)$$

2) Bitumen 案

供用開始年度：1979年

償還計画年度：2008年

1977年の便益： $B_0 = 21,853,400$ シル

2008年の便益： $B_{29} = 119,975,300$ シル

$$\therefore B_i = 21,853,400 + 3,383,514i \quad (10.18)$$

r = 2 % の場合

$$B = \sum_{i=0}^{29} \frac{21,853,400 + 3,383,514i}{(1+0.02)^i} = 1,505,998.100 \text{ シル} \quad (10.19)$$

r = 6 % の場合

$$B = \sum_{i=0}^{29} \frac{21,853,400 + 3,383,514i}{(1+0.06)^i} = 829,447,500 \quad (10.20)$$

r = 10 % の場合

$$B = \sum_{i=0}^{29} \frac{21,853,400 + 3,383,514i}{(1+0.10)^i} = 513,478,200 \quad (10.21)$$

Table 10-2 Benefits by Years (shillings/year)

Benefits		Year	Simultaneous execution of works on the whole section (Engineered gravel road plan)		Simultaneous execution of works on the whole section (Bitumen road plan)		Remarks
			Year of opening to traffic	Last year of redemption	Year of opening to traffic	Last year of redemption	
			1977	2006	1979	2008	
Travel benefit			7,939,900	45,596,900	16,949,100	89,001,200	
Time benefit	Rufiji ferries	Vehicle	19,800	109,800	28,000	143,600	Average time needed to cross the river by Rufiji ferry ... 40 m. Reduction in travel time by bridging the river ... 40-10=30 m.
		Passenger	29,800	58,200	31,600	58,200	
	Time benefit for passengers transferred from shipping service to road in the rainy season.		416,300	3,065,600	648,100	4,337,800	
	Time benefit for cargoes transferred from shipping service to road in the rainy season		98,600	700,100	153,300	991,100	
	Time benefit for cargoes due to improvement of road, in the dry season		14,400	103,400	31,100	203,300	
	Time benefit for vehicles which receives influence from the operation of Rufiji ferries		23,800	170,800	52,600	343,600	
Economy in charges	Economy in charges for passengers transferred from shipping service to road, in the rainy season		2,286,600	16,396,700	3,467,900	22,558,000	
	Rufiji ferries	Vehicle	284,300	1,551,700	400,400	2,029,800	Rufiji ferry charges 5 shillings/vehicle (as of Nov. 1970) Rufiji ferry fare: 5 ⁰⁰ /person (as of Nov. 1970)
		Passenger	17,500	31,200	18,600	32,300	
Total			11,164,300	67,920,100	21,853,400	119,975,300	

10-8-2 費用

1 工費

i) Engineered Gravel 案(ただし Kibiti より Ndundu の南, 3 Km までは舗装)

A 直接工事費	145,160,000 シル
B 予備費 (A×20%)	29,032,000
C 小計 (A+B)	174,192,000
D 測量設計費 (C×3%)	5,225,800
E 施工管理費 (C×3%)	5,225,800
F 税金 (C×7%)	12,193,400
G 補償費	240,000
計	197,077,000 シル
Rufiji 川橋	65,338,000 シル

ただし取付舗装費を除く

ii) Bitumen案

総工費: 261,447,000 シル

Rufiji 川橋のみ: 67,142,000 シル

橋梁費のみ: 112,684,000 シル

(Rufiji 川橋を含む)

Engineered Gravel 案については調査, 設計, 施工計画年内の1971年から1977年の中間年に, また Bitumen案については調査, 設計, 施工計画年内の1971年から1979年の中間年に工費が全額投資されるものと仮定し, 利率を考慮して費用を計算する。

$$C = C_c + \sum_{i=0}^{29} \frac{M_i}{(1+r)^i} \quad (10.22)$$

ここに C_c : 総工費

M_i : i 年の維持費

r : 利率

2 維持費

1) Engineered Gravel 案

改良道の維持費: 3,000 シル/年 × 48.3 Km = 144,900 シル/年

3,410 " × 281.7 Km = 960,600 "

橋梁のペンキ塗替: 2,187,552 シル ÷ 5年 = 437,510 "

計 1,543,010 シル/年

ii) Bitumen案: $3,000 \text{ シル} / \text{Km 年} \times 330.0 \text{ Km} = 990,000 \text{ シル} / \text{年}$

橋梁のペンキ塗替: $2,187,552 \div 5 \text{ 年} = 437,510 \text{ シル} / \text{年}$

計 $1,427,510 \text{ シル} / \text{年}$

3. 利率を考慮した(工費+維持費)の計算

10.22)式を用いて計算を行なうと次のようになる。

i) Engineered Gravel 案

$r = 2\%$ の場合

$$Cr = 2 = 243,700,000 \text{ シル}$$

$r = 6\%$ の場合

$$Cr = 6 = 255,959,000 \text{ シル}$$

$r = 10\%$ の場合

$$Cr = 10 = 276,857,000 \text{ シル}$$

ii) Bitumen 案

$r = 2\%$ の場合

$$Cr = 2 = 314,965,000 \text{ シル}$$

$r = 6\%$ の場合

$$Cr = 6 = 349,701,000 \text{ シル}$$

$r = 10\%$ の場合

$$Cr = 10 = 396,243,000 \text{ シル}$$

10-8-3 費用便益比

1. Engineered Gravel 案

$$(r = 2\%) \quad \frac{B}{C} = \frac{837,379,200}{243,700,000} = 3.44$$

$$(r = 6\%) \quad \frac{B}{C} = \frac{458,231,400}{255,959,000} = 1.79$$

$$(r = 10\%) \quad \frac{B}{C} = \frac{281,700,000}{276,857,000} = 1.02$$

2. Bitumen 案

$$(r = 2\%) \quad \frac{B}{C} = \frac{1,505,998,100}{314,965,000} = 4.78$$

(r = 6 %) $\frac{B}{C} = \frac{829,447,500}{349,701,000} = 2.37$

(r = 10 %) $\frac{B}{C} = \frac{513,478,200}{396,243,000} = 1.30$

Fig 10-1 Simultaneous Execution of Works of the All Section (Engineered gravel road Plan)

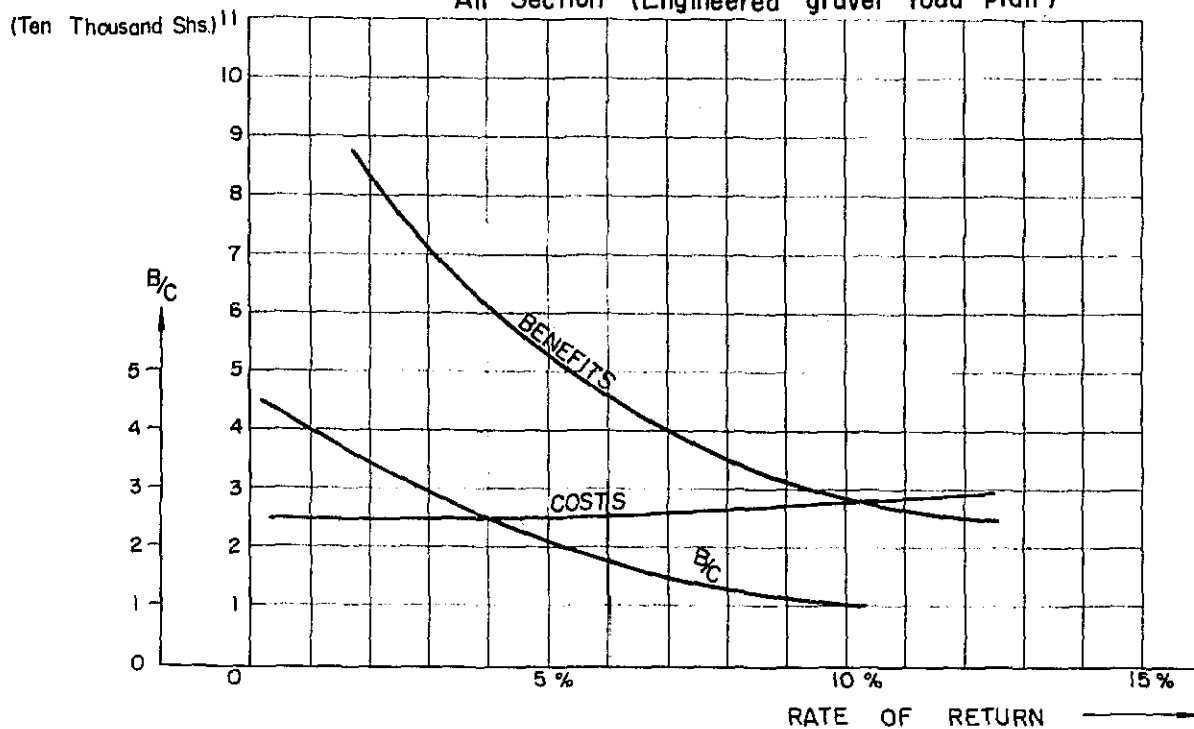
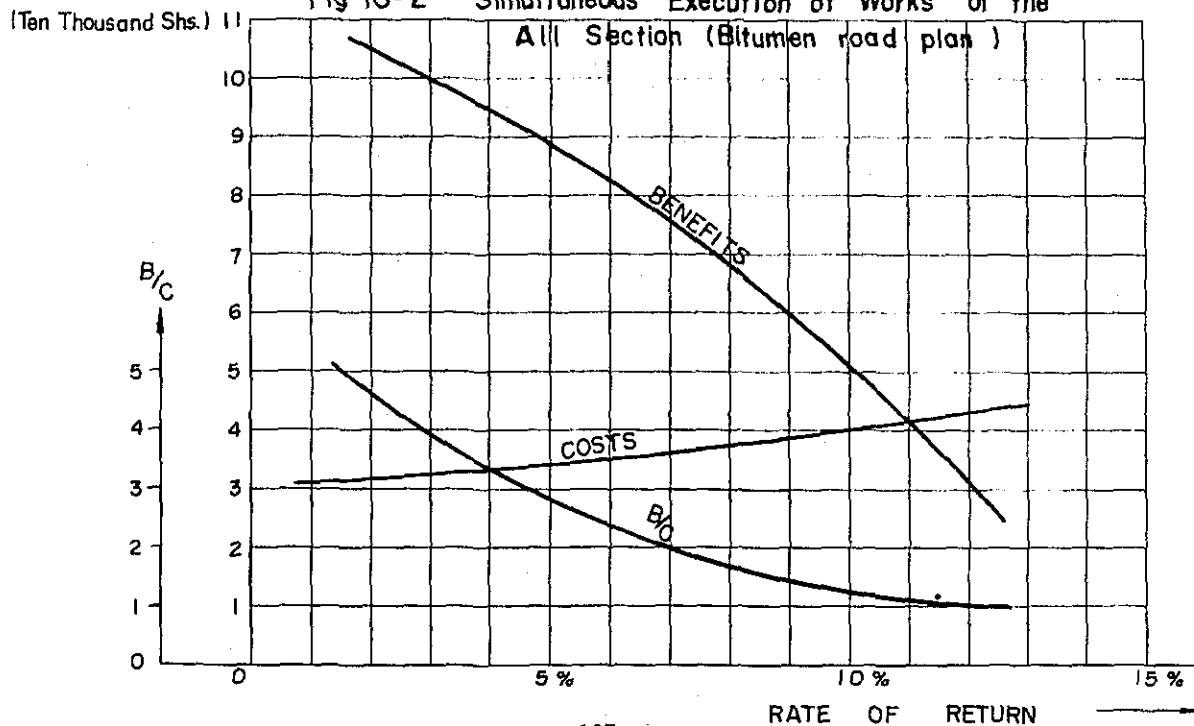


Fig 10-2 Simultaneous Execution of Works of the All Section (Bitumen road plan)



10-8-4 結 論

以上の調査、解析の結果、Engineered Gravel 案、Bitumen案のいずれの場合についても、利率 $r = 10\%$ の時の費用便益比： B/C は

$B/C = 1.02$ (Engineered Gravel 案)

$B/C = 1.30$ (Bitumen案)となる。

また内部収益率 r'

$r' = 10.2\%$ (Engineered Gravel 案)

$r' = 11.0\%$ (Bitumen案)となり

本プロジェクトは経済的に十分、有望なプロジェクトである。

Engineered Gravel 案、Bitumen案いずれの場合にも全天候道路としての目標を達成できるので、初期投資の少ない Engineered Gravel 案を推奨したい。

本プロジェクトの開通によって直接的な経済効果のみならず、Dar es Salaam と南部地域との一体化による、地域の所得水準、文化水準の向上、総合開発の促進、人心の安定、地域住民の福祉の向上などの種々な間接効果が考えられ十分、有望なプロジェクトである。

