

タンザニア共和国

ルフィジ河架橋計画調査報告書  
(南部沿岸道路建設計画調査)

昭和47年8月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1063580[3]

国際協力事業団

受入 月日 '84. 3. 16	4/6
登録No. 00556	6/5
	KE

## は し が き

日本国政府はタンザニア共和国の要請に応じて、同国の Rufiji 河架橋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、この架橋計画の完成が同国の南部沿岸地域に対し社会的、経済的發展に与える影響の重要性を考慮し、建設省土木研究所新潟試験所所長山下宏氏を団長とする技術調査団を編成し1971年11月5日から1972年1月8日までの65日間現地へ派遣した。現地においては、タンザニア共和国政府関係各位の絶大なる協力により、本調査は極めて円滑に行なわれ、今般帰国後の国内作業をすべて終了し、ここに報告書提出の運びとなった。

本報告書は、雨期における同国の南部沿岸地域の道路交通が長期にわたって杜絶し、この地域の経済開発が遅れ、民生の安定がおびやかされている現状であるため、全長およそ320 Kmの Dar es-Salaam / Lindi 沿岸道路建設計画のうち第一にこの沿線最大の河川である Rufiji 河に対する架橋についての技術的可能性及び建設費に関する検討を行ったものである。

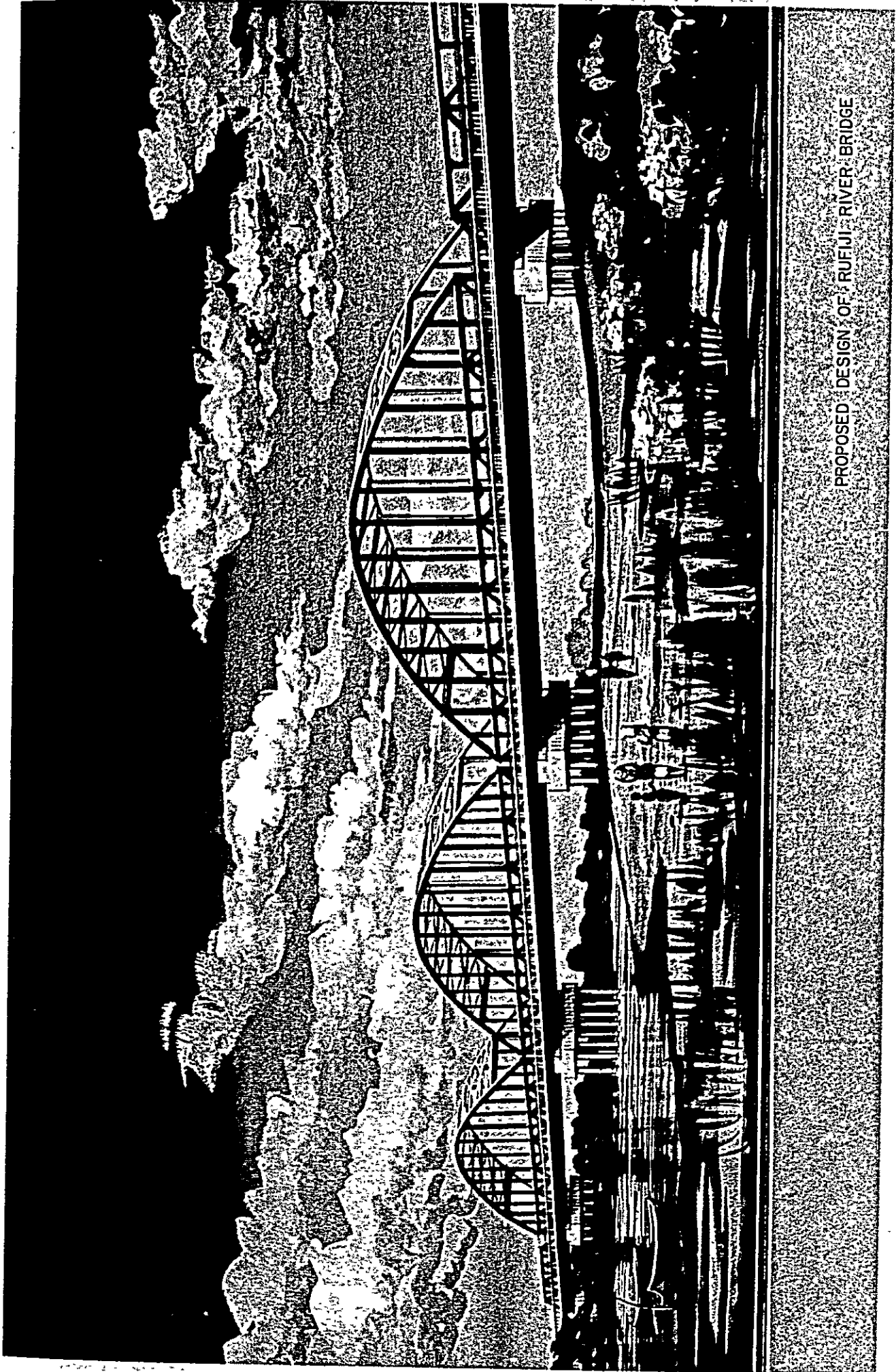
今回の調査の結果が同国の南部沿岸地域の開発に寄与するとともに、日本、タンザニア両国の友好・親善に役立つならば、これにまさる喜びはない。

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、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、その他関係団体に対して深甚なる謝意を表するものである。

昭和47年8月

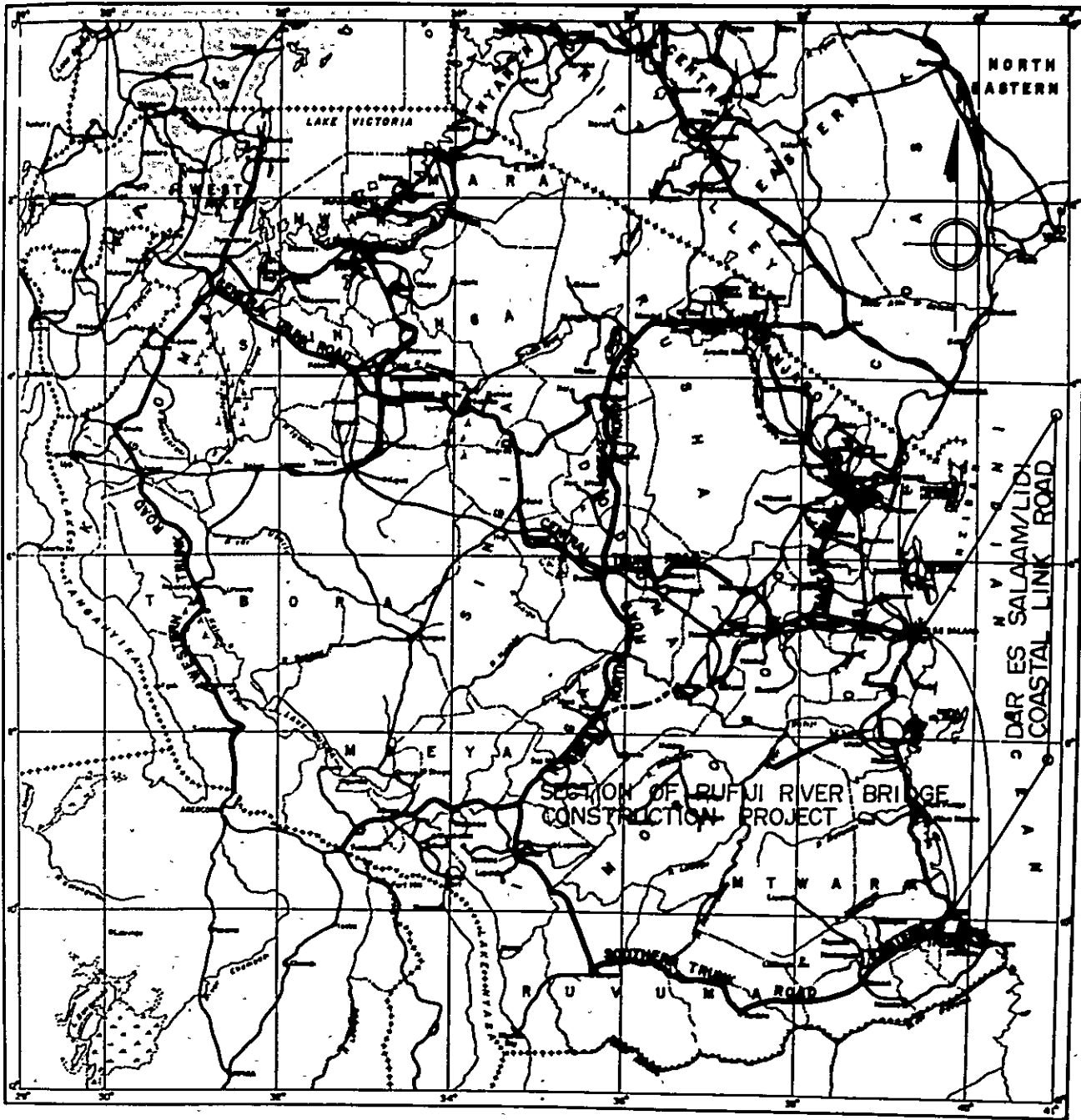
海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一



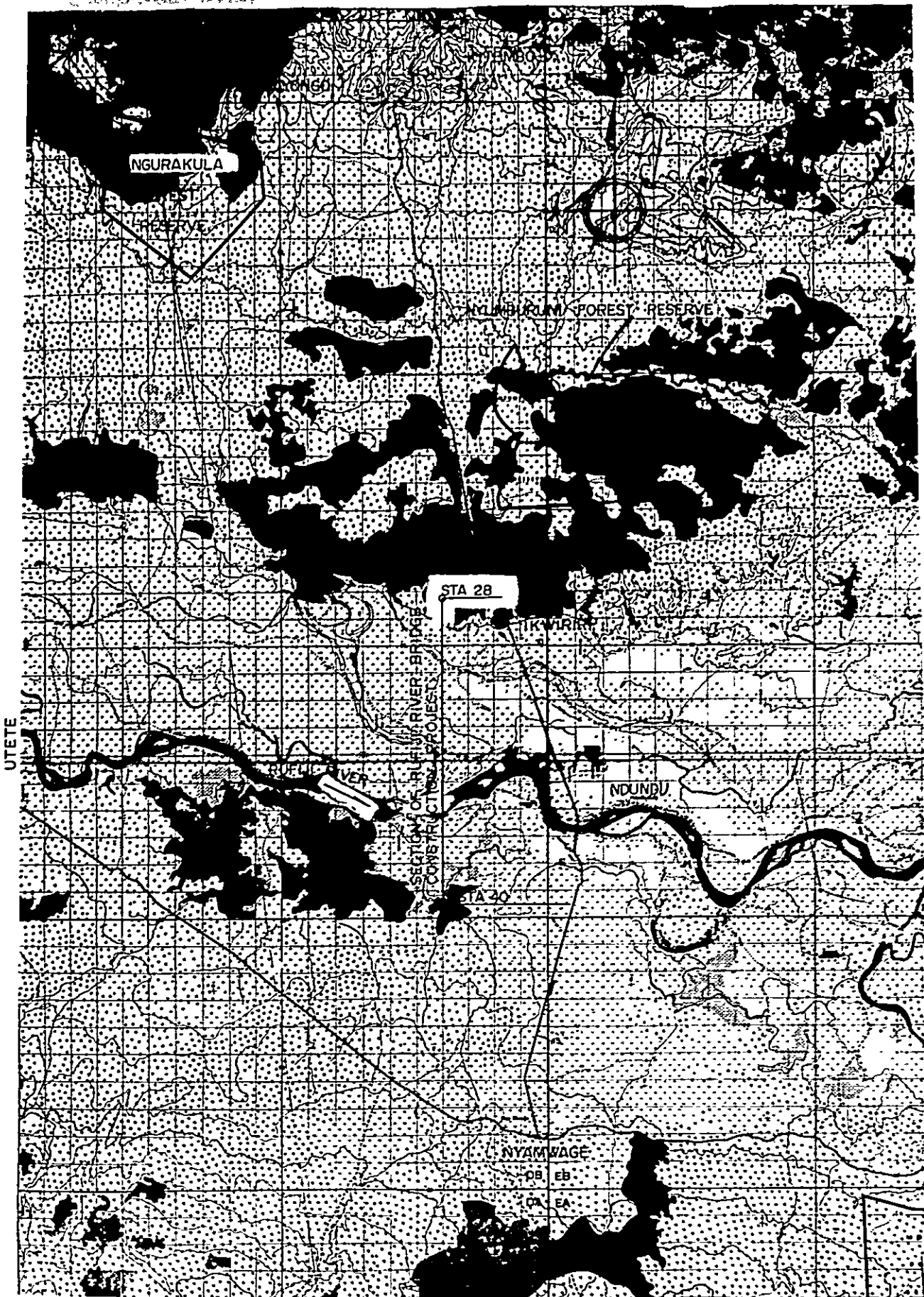
PROPOSED DESIGN OF RUFUI RIVER BRIDGE

# PROJECT LOCATION MAP (I)



# PROJECT LOCATION MAP (II)

KIBITI



## 総 括

タンザニア政府は、タンザニア南部沿岸地方に位置する Dar es Salaam/Lindi Coastal Link Road の全天候道路としての建設のための調査を日本政府に要請した。この要請によって日本政府は第1次調査団として1970年10月より約40日間、および第1次調査団の補足調査として1971年11月より約60日間、第2次調査団を派遣し、この建設計画にあたらせた。

Dar es Salaam/Lindi Coastal Link Roadの未改良部分の総延長は約320 Km、この道路の影響する地域には、タンザニア全人口の約10%にあたる1,033千人(1967年)の人々が生活しているがタンザニア最大の河川である Rufiji 河を始め、大小の河川は雨期には必らずこの地域に洪水をもたらし、毎年2箇月から6箇月の長期間にわたって交通が遮断され、地域住民は孤立状態になるのが現状である。タンザニア政府は地域住民の熱望にこたえ、その福祉の向上と産業開発のためにこの道路の全天候道路への建設をその施策の一つとして採り上げて来た。

第1次調査団は、その現地調査にもとずき1971年7月 Feasibility Report をタンザニア政府に提出し、この中でこの道路の建設は行政・文化・福祉などの面からその効果が非常に高く、建設計画を強力に推進すること、特に最大の難所である Rufiji 河橋梁の建設に第1の優先順位をあたえ、より詳しい調査を行うべきことを述べた。

第2次調査団は、タンザニア政府の要請および、第1次報告書に記載された今後必要な調査事項にのっとり Rufiji 河周辺約12 Km にわたって、橋梁、道路建設のために測量土質地質および材料調査を行った。本報告書は、この区間の橋梁盛土舗装等の工事実施に必要な計画についての Pre-Detail Design について述べたものである。



## 報告書内容の骨子

### 1 基礎地盤調査

第1次調査では、Rufiji本流左岸において、計画路線に近い位置で深度15mのテストボーリングを1本打った。第2次調査では、橋梁の基礎の設計に必要な土質調査として機械によるテストボーリングを7ヶ所行くとともに、盛土の材料としての適否と盛土の基礎地盤としての安定を知る目的で、28ヶ所で浅いテストピットを掘った。

機械によるテストボーリング7ヶ所はRufiji左岸に3本、本流部の左右岸に各1本計2本、右岸に2本を配した。調査深度は場所によって13m～30mにわたっている。テストボーリングの各孔においては、深度1m毎に1回の標準貫入試験を行って、地盤のConsistencyとrelative densityを調べた。また本流部の左右岸で行ったテストボーリングでは、主橋の基礎の支持力(bearing capacity)特性を知る目的でpressure meter test (in-situ test)を行った。テストピットはRufiji左岸の盛土予定部分に20ヶ所、右岸に8ヶ所を配した。テストピットで採れた試料については、その代表的なものに対して分類判定試験(identification test)、突固め試験(compaction test)および喪状土CBR試験(laboratory CBR test)等を行って盛土材としての適否の判定資料とした。また左岸に分布するblack cotton clayの代表的試料について、乱さない試料一自然状態においてかなり乾燥した状態でかつ硬い一に対して一軸圧縮試験を行い、またそれを水浸(soak)した状態を観察した。

第2次調査の結果によって、第1次調査では把握できなかった幾つかの事実が判明した。第2次調査による主要な結論は次の如くである。

- (1) 主橋の荷重を支持するに足りる支持層(bearing stratum)はEI.-12～-14に出現する。このことは、主橋を支持する深い基礎(deep foundation)の根入長が、地表の標高に応じて概略20m～30mないしそれ以上を必要とすることを意味する。従って第1次調査において主橋を根入長15mのopen caisson foundationによって支持する案が述べられているが、経済性と施工性を考えると、steel pipe pileの使用を考える必要がある。
- (2) 避越橋(bridge for flood relief)については、右岸側では根入長約10mの比較的短い杭で十分な支持力を得ることができる。しかし左岸側では、右岸側と同規模の杭基礎でよい部分もあるが、例えばテストボーリングNo.2 (Sta. 33+802)の結果で示されるように、右岸側で予定する杭基礎よりは長い杭かまたは基礎1基当りの杭本数を増すかしてその支持力を確保する必要がある部分もある。
- (3) ルート上に分布する浅い部分の土は、black cotton clay, silty clay, sandy clay, silty sand および lateritic sand の5種類がある。black cotton clayおよび silty clay

を盛土材として使用するのには避けるべきである。盛土材としては silty sand および lateritic sand の使用を奨める。sandy clay も一般に避ける方が好ましいが、CBR特性の良いものは路体の下部に用いてもよい。

(4) 盛土の置かれる地盤は、盛土高 4 m ないしそれ以下の荷重に対して安定であると判断される。

(5) 骨材としては、Kitembo 附近の珪岩 (quartzite) および Utefe 附近の sand stone が品質に関して有望である。

(6) 詳細設計を行うためには、Rufiji 本流左岸側の避溢橋部分の地盤の地層の分布と境界および粘性土の力学特性を主とした土質調査が必要である。また骨材についても、その質と量に関する調査を行うことが望しい。

## 2 橋梁計画

第 1 次調査報告書では Rufiji 河の洪水について渡河地点 Ndundu での計画洪水流量、高水位は 15 年確率でそれぞれ  $6,700\text{m}^3/\text{sec}$ 、 $16.80\text{m}$  とし、さらに異常洪水として 100 年確率洪水  $9,900\text{m}^3/\text{sec}$ 、50 年確率洪水  $8,700\text{m}^3/\text{sec}$  の場合の計画高水位 ( $16.80\text{m}$ ) からの上昇水位を  $0.70\text{m}$ 、 $0.50\text{m}$  と報告した。

今回実施した詳細な測量結果に基づいて再度これらの計算を行った結果はこれとほぼ等しくなり基本的には第 1 次調査報告書で述べた考え方により橋梁計画を行った。橋梁の延長は Rufiji 河本橋は橋長 (Face to Face of Parapet Walls)  $336.6\text{m}$ 、避溢橋においては左岸  $4,060\text{m}$ 、右岸  $1,000\text{m}$  合計  $5,396.6\text{m}$  とした。これらの橋梁の桁下余裕高は計画高水位より  $1.50\text{m}$  とし計画路面高は本橋、避溢橋とも約  $19.8\text{m}$  とした。

設計条件としては、設計示方書は基本的には British Standard を用い、有効巾員は 2 車線  $7.0\text{m}$  とした。

また、本橋には片側に  $1.5\text{m}$  巾の歩道を計画した。

これらの計画にあたっては、いくつかの型式について比較設計を行い材料費、製作費、輸送費、架設費などの節減を図るために出来るだけ規格化された構造形式を用いることとした。

### 2-1 Rufiji 河本橋

Rufiji 河本橋の諸元は表-1 の通りである。

表-1 Rufiji 河本橋

巾 員		上 部 工		下 部 工		
車道	歩道	ランガートラス	ポニートラス	種 別	根入深	1 基当り パイル数
7.0 m	1.5 m	$84\text{m} \times 3\text{連} = 252\text{m}$	$40\text{m} \times 2\text{連} = 80\text{m}$	鋼管パイル径 80 cm	約 22 m	10 本又 は 12 本

Rufiji河本橋は中央部にスパン長84.0mのランガートラス3連、左・右両側にそれぞれ1連ずつスパン長40.0mのポニートラスを計画した。1.5m巾の歩道は主構の外側に添加する構造とした。

下部基礎工はケーソンと鋼管パイルの比較をした結果、経済性、施工性から鋼管パイルを採用することとし径80cmの鋼管パイルを最も地盤条件の悪いピア $P_2$ およびピア $P_3$ に12本その他に10本打込むことにした。

## 2-2 避 溢 橋

避溢橋の諸元は表-2の通りである。

表-2 避 溢 橋

延 長			上 部 工				下 部 工		
左 岸	右 岸	計	主 桁	床 版	舗 装	スパン	種 別	根入深	1基当り 本 数
4,060 <sup>m</sup>	1,000 <sup>m</sup>	5,060 <sup>m</sup>	H型钢	波型钢版 (steel deck)	アスファ ルトコン クリート	20m	Hパイル	平均 10m	6本又は 9本

避溢橋の巾員は2車線7.0mとし上部工はスパン長20mのH鋼を主桁とする標準桁を採用した。

床版は波型钢版 (steeldeck), 舗装は5cmのアスファルトコンクリートとした。

下部構造は土質調査結果にもとづき、基礎1基当りHパイル6本および9本の2種とし、根入深は平均1.0mとした。

## 3 道路盛土, 舗装, 関連構造物

道路の設計にはタンザニア政府の基準を原則として用い、これに規定されていないものについては、AASHO日本道路設計基準を採用した。主な設計基準は、表-3の通りである。

表-3 道 路 構 造

設 計 速 度 (Km/h)	巾 員 (m)		
	全 巾	車 道	路 肩
80	9.6	6.0	1.8

この道路の計画区間12kmは地形的に極めて平坦なところで、平面的なカーブは全部で5箇所、この内2箇所は極めて交角の小さなもので曲線を設ける必要がなかった。その他のカーブはR=1,500m, 24,000mの2種類とした。

盛土路面高は計画高水位16.80mに対し余裕高として1.0mをとり最低部において標高17.80mとした。

盛土構造は土質、洪水、施工法などよりその法面勾配は1:2.0とした。なお盛土土工量は左岸約10万m<sup>3</sup>、右岸11万m<sup>3</sup>合計21万m<sup>3</sup>でこのほかに避溢橋を計画している区間の堀削整形土量は約5万m<sup>3</sup>である。

盛土と避溢橋の接続部は洪水時に流速の影響を受けやすいので法面には枠ブロックによる保護を施すことにした。

#### 4 建設費

第1次調査団(1970年10月)の目的はDar es Salaam / Lindi間の延長約320Km全線についての建設の可能性とその建設費の概算を行った。従って実施に当ってはより詳細な調査を必要とする性格のものである。

第2次調査団はこれを補足する意味の調査を行った結果、軟弱地盤対象としての橋梁下部工の強化が必要となったことと、1971年12月に国際通貨交換レートの変更のため、第1次調査報告と、第二次調査報告との間で建設費に差が生じた。

表-4 1971年12月における国際通貨の変動

	タンザニア Shring	U.S.\$	日本 円	比 率
1971年12月以前	1	0.14	50.4	$\frac{50.4}{43.12} = 1.1688$
1971年12月以降	1	0.14	43.12	

すなわち、1971年12月の通貨変動率は表-4のように約16%に達し、これが建設費概算に影響した。また、基礎地盤調査、その他の測定の結果、第1次調査ではRufiji河本橋の基礎には根入深15mのケーソン基礎を、避溢橋の基礎には根入深5mの杭を計画していたが、これをそれぞれ根入深さ22m、10mの鋼杭を用いるように設計した。以上の2つの問題および舗装用材料などの原因によって概算建設費は表-5のようになった。

表-5 建設工事費

	Shs	¥	備 考
直接 工事 費	Rufiji 河本橋	13,616,000	585,490,000
	避 溢 橋	49,609,000	2,133,130,000
	小 計	63,224,000	2,718,620,000
	取 付 道 路	5,591,000	240,420,000
	合 計	69,815,000	2,959,040,000
間 接 費	24,559,000	1,055,990,000	予備・税・詳細設計 現場管理補償費
合 計	93,374,000	4,015,030,000	

## 5 工 期

本報告書においては工期を一応3箇年とした。この工期は工事発注または契約の時が雨季または洪水時の前か後かによって影響されるから、工事計画、作業工程はこれらを充分考慮して立案されるべきであろう。

## 6 経 済 評 価

Rufiji河橋のみを架橋し、他の区間は現況のまま止める案について、供用開始予定年度1978年償還終了予定年度2007年の両年度の将来交通量の推計をGravity Model法( $\alpha'$ を使用)によって行なった。

推計された交通量は下表の通りである。

表6-1 沿岸道路の交通量(台/日)

リンク No	区 間	年 度	COMMONWORKS で実測し た交通量		推 計 さ れ た 交 通 量	
			1971	1971	供用開始年度	償還計画年度
					1978	2007
1	D.S.M. ~ Ndundu		50~130	85	125	403
2	Ndundu ~ Nangurukuru		50	53	77	236
3	Nangurukuru ~ Lindi		40	53	78	233
4	Lindi ~ Mtwara		100	105	154	454

推計された交通量をベースにして以下に示す5項目の便益を1978年、2007年の両年度について計算し、それらの便益が直線変化するものとみなして30年間の便益を累計した。

便益計算にとりあげられた項目

1. 架橋後の走行便益
2. 架橋後の時間便益
3. フェリー料金の節約(人・車について)
4. Rufiji河橋がない為に雨期の間、南部地域よりSongea, Iringaを經由してDar es Saleamに至る陸上交通が、架橋後、直接結ばれるための便益。
5. Rufiji河が通行不可能な雨期の4ヶ月間についてRufiji河架橋により海上交通から陸上交通に転換される便益。

以上のようにして算出された数値をベースにして費用便益比、内部収益率を計算すると次表の通りとなる。

表 6 - 2 30年間に於ける費用便益比B/C

利率 %	Case 1		Case 2	
	償還終了年	30年間に於ける費用便益比B/C (1978年~2007年)	償還終了年	30年間に於ける費用便益比B/C (1978年~2007年)
0.5	2005年	1.11	2003年	1.25
1.0	2007年	1.02	2004年	1.15
1.5	2009年	0.93	2006年	1.05
2.0	2012年	0.86	2009年	0.96
2.5	2015年	0.79	2011年	0.89
3.0	2020年	0.73	2015年	0.82
3.5	2026年	0.67	2019年	0.76
4.0		0.62	2026年	0.70
内部収益率	Case 1	$r = 1.10\%$		
	Case 2	$r = 1.79\%$		

注) Case 1 : 橋梁全区間片側 1.5 m の歩道添加案  
Case 2 : 本橋のみ片側 1.5 m の歩道添加案

以上の調査、解析の結果 Case 1, Case 2 についての各利率に対する費用便益比は表 - 6.2 の通りとなる。30年間で償還を終了する利率は

$$\text{Case 1 } r = 1.10\% \dots\dots\dots \frac{B}{C} = 1.00$$

$$\text{Case 2 } r = 1.79\% \dots\dots\dots \frac{B}{C} = 1.00 \text{ である。}$$

これで見ると B/C は比較的小さな値となっているが、これは道路延長に比して橋梁区間が多く、建設費が集中的に必要とされる日本プロジェクトの性格によるものである。

Rufiji 河架橋は Dar es Salaam ~ Lindi Coastal Link Road のうちの一段階として建設されることに大きな意義があるし、その場合全体の経済効果は誠に大きなものがあると考えられる。(第一次報告書参照) その観点から本 Rufiji 河架橋計画は評価されるべきである。

洪水によって通行不可能な期間は Rufiji 河を除くと、他の Matandu 河, Mavudyi 河, Mbemkuru 河において、最高 1 ヶ月位なので Rufiji 河橋のみの架橋によっても全天候道路としての役割の大半を果しているものと言える。

本プロジェクトの開通によって、この報告書で解析された直接的な経済効果のみならず雨期の 4 ヶ月、潜在的に抑制されていた交通が顕在化することによって、沿岸地域の経済活動が活発化し、それらの経済活動が動機づけとなって沿岸地域の発展をさらに促進させることが考えられる。Dar es Salaam と南部地域との一体化による、沿岸地域の所得水準、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あり、ただ単に貨幣価値だけでは表

現し得ない十分な効果が考えられ、有望なプロジェクトである。

#### 7 今後必要とされる調査

(1) 橋梁基礎，ことに避溢橋 Rufiji左岸の基礎地盤の性質の確認のためボーリングを行う。

これは詳細設計以前に行うのが望ましいが，請負業者と契約時に，地盤調査の義務を課し，その調査結果によって箇所別の杭本数をその都度，監督者と協議して決める方法もある。

(2) セメントおよびアスファルト，コンクリート用の骨材採取地について更に詳細に調査すること。

## 謝 辞

Rufiji河架橋計画調査団が無事任務を終えることができたのはひとえに The Ministry of Communications, Transport and Labour, The Government of the United Republic of Tanzania の親切な協力の賜である。我々は特に同省の Principal Secretary, Mr. I. M. Kaduma, Director of Road & Aerodromes Division KASSAMIA Executive Engineer of Planning Unit, Mr. R. M. Minja の諸氏に深甚なる感謝の意を申し述べる。また Rufiji 河付近の現地まで同行願ひ、リエイゾン、オフィサーとして連絡調整にあられた同省の Technical Assistant Mr. A. K. Fuko, Mr. G. Gulamali の両氏、地質調査に御協力頂いた Material Laboratory の Technicians, Messrs. J. B. Mzoo, C. K. Ndungulu, A. Halahara, G. Mzimba の各氏に御礼申しあげる。

我々はまた The Ministry of Communications, Transport and Labour の職員の方々と同様に The Ministry of Finance の皆様からも有益な助言と御協力を頂いた。下にその方々の名前を記して感謝の意に換えさせて頂く次第である。

### The Ministry of Finance

Mr. C. D. Msuya	Principal Secretary
Mr. Mbago	Director of External Finance and Technical Co-operation Division
Mr. B. Chahali	Assistant Secretary

### The Ministry of Communications, Transport and Labour

Mr. L. R. McGinnis	Chief, Planning Unit
Mr. A. J. Philbert	Executive, Roads and Aerodromes Division
Mr. Dotta	" " "
Dr. H. L. Uppal	Chief, Material Laboratory
Mr. D. V. Sikka	Soil Analyst, "
Mr. E. P. Mosha	Technical Assistant, "



# 目 次

第1章 序 論 .....	1
1-1 調査の目的と内容 .....	1
1-2 調査団の編成 .....	2
1-3 調査の概要 .....	2
1-3-1 調査の日程 .....	2
1-3-2 各調査の概要 .....	3
第2章 基礎地盤調査 .....	5
2-1 概 要 .....	5
2-2 深い土層（橋梁区間） .....	5
2-3 地表面の土層（盛土区間） .....	6
2-4 盛土材料 .....	7
2-5 骨材調査 .....	7
2-6 詳細設計に必要な追加調査事項 .....	7
第3章 橋梁計画 .....	17
3-1 第一次調査報告との関連 .....	17
3-1-1 Rufiji河計画洪水について .....	17
3-1-2 橋梁部の歩道について .....	18
3-1-3 基礎地盤調査と下部工の設計について .....	18
3-2 設計条件 .....	19
3-3 橋梁構造 .....	19
3-3-1 本 橋 .....	19
3-3-2 避 溢 橋 .....	21
3-4 橋梁施工計画 .....	22
3-4-1 本 橋 .....	22
3-4-2 避 溢 橋 .....	23
第4章 道路設計 .....	24
4-1 設計基準 .....	24
4-2 平面計画 .....	24
4-3 縦断計画 .....	25
4-4 横 断 面 .....	25

4-5	土工計画	26
4-6	舗装計画	26
4-7	法面保護工等	27
第5章	建設費及び工程計画	29
5-1	建設費	29
5-2	工程計画	35
第6章	交通量推計	36
6-1	将来交通量の推計	36
6-1-1	交通量推計年度	36
6-1-2	推計の方法	36
①	推計の基本式	36
②	自動車の保有率による $\alpha$ の修正 $\rightarrow\alpha'$	36
6-1-3	総人口の推定	40
6-1-4	ゾーン間旅行時間の算定	40
6-1-5	将来交通量の推計	41
6-2	Coastal Shipping Lineへの沿岸道路からの交通量の転換について	51
第7章	計画の評価	53
7-1	計画の評価	53
7-1-1	単価	53
①	走行単価	53
②	時間単価	53
7-1-2	便益	54
①	架橋後の走行便益	54
②	架橋後の時間便益	54
③	フェリー料金の節約(人・車について)	54
④	Rufiji河橋がない為に雨期の間、南部地域より Songea, Iringa を経由して Dar es Salaamに至る陸上交通が、架橋後直接結ばれるための便益	54
⑤	Rufiji河が通行不可能な雨期の4ヶ月間について、Rufiji河架橋により海上 交通から陸上交通に転換される便益	54
7-1-3	工費	56
7-1-4	費用便益比	56
7-2	結論	57
7-3	算定資料	59

7-3-1	人 口 .....	59
7-3-2	国内総生産 .....	60
7-3-3	自動車保有台数 .....	61
7-3-4	全国の将来交通量の伸び .....	65
7-3-5	その他のレポートについて .....	65
①	MTWARA地区の3-M Roadに関するSWECOのInceptionレポートについて ...	65
②	MWANZA-ARUSHA ROADについてのInterimレポートについて .....	66
第8章	ADDITIONAL DRAWINGS .....	67

## 第 1 章 序 論

### 1-1 調査の目的と内容

Dar es Salaam/Lindi Coastal Link Roadはタンザニアの南部沿岸地方に位置し、その未改良部分の延長は約320 Kmに達する。この道路の影響地域には1,033千人(1967年)の人々が生活しているが、タンザニア第一の大河であるRufiji河を始め、大小の河川は雨期には必らずこの地域に洪水をもたらし、現道は通行不能となってこの地域を孤立させる。交通途絶の期間は短かくて2ヶ月、長い時には6ヶ月にもおよび、住民の雨期における孤立感は大きく、Dar es Salaam/Lindi Coastal Link Roadの全天候道路としての建設は、行政、運輸、通信、文化、福祉と産業開発の面から強く望まれている。

タンザニア政府の要請によって、日本政府はDar es Salaam/Lindi Coastal Link Roadの建設計画調査団(第一次調査団)を派遣し、調査団は1970年10月より約40日間タンザニアで現地調査を行なった。その現地調査にもとずき、日本で作業の結果、1971年7月Feasibility Reportをタンザニア政府に提出した。その中で調査団はこの道路の建設は便益上も投資効果が充分あり、行政、文化、福祉等の間接効果も非常に高いと考えられることから、建設計画を強力に推進すべきことを具申し、技術的にはKibitiからLindiにいたる現道沿いのルートの建設は充分可能であることを示した。特にこの現道沿いのルートの最大の難所であるRufiji河の渡河については、洪水の既応資料解析や現地における洪水痕跡調査等の検討から、主流部橋梁300m、遊溢橋5,000mの橋梁と約6.6 Kmの盛土の建設によって、洪水時においても車輛の通行が可能であることを示し、更に本区間の建設にfirst priorityが与えられるべきことを述べている。(詳細については、Feasibility Report DAR ES SALAAM/LINDI COASTAL LINK ROAD PROJECT TANZANIA JULY 1971を参照されたい)

これを受けタンザニア政府はRufiji河渡計画に対するより詳細な調査を日本政府に要請してきたので日本政府はRufiji河架橋計画調査団(第二次調査団)を組織し、タンザニアに派遣した。調査団は1971年11月より約60日間、Rufiji河周辺約12kmにわたって、橋梁計画、測量、地質、土質および材料調査等の各種調査に従事した。この現地調査にもとずき、日本国内で計画、設計を実施し、その成果が本報告書であるが、その内容は工事实施に必要な詳細設計の前の段階、即ちPre-Detail Designと考えるのが妥当である。特に今回の調査では橋梁下部工の設計に必要な基礎地盤の確認が充分でないので、詳細設計にあたってはより詳しく調査を実施する必要がある。その他の問題および今後必要な調査事項は各章で述べているとおりである。

## 1-2 調査団の編成

Rufiji河架橋計画調査団の団員は下記のとおり。

山	下	宏	調査団々長	建設省土木研究所新潟試験所長
住	吉	幸彦	橋梁計画	建設省近畿地方建設局阪神国道工事事務所調査第2課長
福	山	俊郎	経済分析	日本海外コンサルタンツ(株) 取締役
白	石	康夫	道路計画 測 量	三井共同建設コンサルタント(株) 技師
堀	部	史郎	測 量	三井共同建設コンサルタント(株) 測量士
坂	本	一	"	"
阿	部	時三	"	"
谷	川	君平	地質調査 土質, 材料	日本海外コンサルタンツ(株) 技師
金	子	進	地質調査	"
笠	原	常雄	"	"

現地で調査団に参加した在タンザニア日本人道路専門家

小 室 彬 Executive Engineer, Roads and Aerodomes Div.  
Ministry of Communications, Transport & Labour

現地で調査団に参加したタンザニア政府のリエィゾン・オフィサー

Mr. A.K. Fuko Technical Assistant, Roads and Aerodromes Div.  
Ministry of Communications, Transport & Labour

Mr. G. Gulamali "

それに4人のTechnicianが材料試験所(Material Laboratory)より、6人の測量補助員(Chain boy)がRegional Engineer COASTより参加した。

## 1-3 調査の概要

### 1-3-1 調査の日程

調査団は作業の内容によって3グループに分け、下記の日程で作業に従事したが、Rufiji河の現地調査ではIkwiririのComworks, R.E. COASTのキャンプを利用した。

#### Aグループ

総 括	山 下 宏
橋梁計画	住 吉 幸彦
経済分析	福 山 俊郎

#### Bグループ(測量班)

道路計画, 測量	白 石 康夫
----------	--------

測 量                   堀 部 史 郎  
 "                       坂 本       一  
 "                       阿 部 時 三

6人の測量補助員と現地雇人夫多数を含む。

Cグループ(ボーリング;土質調査班)

土質,材料調査       谷 川 君 平  
 ボーリング           金 子       進  
 "                       笠 原 常 雄

4人のTechnicians (材料試験所)を含む。

現地参加の日本人専門家,小室 彬氏,リエイゾンオフィサー,Mr.A.K.Fuko, Mr.G. Gulamali は随時各グループに参加し,連絡調整にあたった。

表-1.1 調査の日程

グループ	現地調査のための諸準備 Dar es Salaamにて	ルフィジ河附近 現地調査 Base Camp Ikwiriri	Dar es Salaam における作業	備 考
A	Nov. 5/1971 ~ Nov. 13	Nov. 13 ~ Nov. 27	Nov. 27 ~ Dec. 3	
B	"	Nov. 13 ~ Dec. 17	Dec. 17 ~ Dec. 25	
C	"	Nov. 13 ~ Dec. 23	Dec. 23 ~ Jan. 15/1972	Dar es SalaamではMaterial Laboratoryで土質試験等を実施

### 1-3-2 各調査の概要

#### A 測 量

測量は Ikwiriri 附近 Sta. 28 より Rufiji河右岸 Sta. 40 の12kmの区間について下記の各測量を行なった。

##### A-1) 中心線測量

Rufiji河主橋梁の中心線を最初に設定し,崩壊した旧道路の盛土をできるだけ利用できるように全線の中心線を検討し,それにもとづいて50m間隔およびI.P, B.C, E.C等の杭を設置し,中心線測量を実施した。

##### A-2) 縦断測量

設置した中心線にもとづいて50m間隔および地形の変化点で縦断測量を実施した。ルフィジ

河本流部、池については水深測量で縦断をとっている。

#### A-3) 横断測量

50m間隔の測点ヶ所で片側50m、全巾100mの巾について横断測量を実施した。

#### A-4) 地形測量

設置した中心線に沿って全巾約200m(ルフィジ本流部附近は約500m巾)で地形測量を実施した。縮尺は1:1000である。

#### B ポーリング調査

実施したポーリングは合計7箇所、延長260.5mで内容を表-1.2に示す。

標準貫入試験は深さ1~2m毎に行ない、地盤水平方向載荷試験は本流部橋梁のためのポーリングについてのみ、プレシオメーターを用いて3m毎に行なった。

表-1.2 ポーリング調査の内容

	個所数	ポーリング長		標準貫入試験	地盤水平方向 載荷試験
		各ポーリングの長さ	計		
ルフィジ河本流部 橋梁区間	2	30m, 30m	60m	42回	18回
避盜橋区間	5	51m, 57.5m 40m, 27m 25m	200.5m	168回	—
計	7		260.5m	210回	18回

#### C 土質調査

盛土計画区間を約200m間隔で1箇所、合計28箇所、人力で深さ2mのテスト・ピットを掘削し、表層地盤の状況を観察し、試料を採取した。採取試料を用いて①比重②含水量③粒度④液性限界⑤塑性限界⑥突き固め⑦C.B.R(水没)の各試験を材料試験所(Material Laboratory)の協力のもとに実施した。

盛土材料の試験としてIkwiriri 附近のラテライト中に2箇所テスト・ピットを穿ち、試料を採取し、上記と同様な各試験を実施した。

#### D その他の調査

##### D-1) 骨材調査

コンクリート・アスファルト等の骨材を確保するため、利用可能な骨材のある場所をRufiji河周辺で踏査した。

## 第2章 基礎地盤調査

### 2-1 概 要

第一次調査報告書に示す Sta ㉔ 28 から Sta ㉔ 40 の間でテストボーリングを7個所とテストピットを28個所掘り地盤状態を調べた。この調査で明らかとなった最も重要なことは第一次調査で行った1本のテストボーリングから判断していた地盤状態より軟かい土層が存在することが判ったことである。すなわち Rufiji 河左岸附近を境として左岸側(起点 Ikwiriri 側)は標準貫入試験N値5程度の比較的軟かい粘性土が厚く堆積していることが見出された。その厚さは Bore Hole ㉔ 2 では 43 cm にもおよんでいる。

次に重要なこととしては第一次調査で緩い砂層の下にこの附近一帯に一様に堆積すると推定された支持層は今回の調査でより深い所にあることが明らかとなった。全区間にわたって分布する粘土層の硬さは一様でなく、一次調査の結果より軟かい部分もあることが判った。すなわち標準貫入試験N値は25以上の所もみられる反面、10以下の所もあることがわかった。

以上の理由により第一次調査報告書では主橋および避溢橋の基礎はいづれも先端支持力を主要素としたケーソンおよびクイを計画していたが、今回の調査により、本橋についてはより深い先端支持グイとし、避溢橋については摩擦力を重視したクイ基礎としたほうが有利である。

### 2-2 深い土層(橋梁区間)

7個所のテストボーリングより粒度構成、標準貫入試験から地層区分したものを図2-1地質縦断面図に示す。この図において廃道の盛土(B層)を除くと、地層は上から

- Cu層 褐色～暗青灰色の上部粘性土層
- Su層 淡青灰色～淡褐色の上部砂質土層
- Cl-S層 暗灰色～淡褐色の下部粘性土層(軟かい)
- Cl-h層 " " (硬い)
- Sl層 淡黄褐色～淡緑灰色の下部砂質土層

に大別しうる。これら各土層の土性を次に述べる。

Cu層 この層の厚さは5mから8mあり、粒度構成は主にシルトであるが、局部的にはサンディな所、あるいは、ブラックコットンクレイの堆積する所もあり、一様な堆積ではない。標準貫入試験N値は5ないし10の範囲にあるとみなせる。

Su層 この層の厚さはほぼ10mである。粒度構成は細砂から粗砂迄場所によって変化し、Bore Hole ㉔ 2ではシルト層が挟在している。標準貫入試験N値はほぼ10～30の間にある。

Cl-S層 この層はシルト層であり、その厚さは最大約40mである。そして未分解の木片



や腐植物を混入している。標準貫入試験N値は深さに関係なくほぼ5と一定している。Cl-h層におけるPressure meter testと標準貫入試験との関連をこの層にも適用すると、この粘性土層は正規圧密状態と考えられる。

Cl-h層 この粘性土層はヤ、サンディで、木片あるいは腐植物の混入はみられない。標準貫入試験N値は12~25とCl-S層と較べ大きく、Pressure meter testのPfの値で推定する限り、多少過圧密状態である。

S1層 今回の調査では基層となる土層である。その粘度構成は左岸側は中粒砂であるが右岸側は細粒砂となっている。標準貫入試験N値50以上のよく縮った層である。

### 2-3 地表面の土層（盛土区間）

盛土計画区間、約6.6kmにわたって、28ヶ所のテストピットを実施し、地表土の状態を調べた結果をまとめると次のようになる。（図-2・2）

#### P-1からP-3

この区間はブラック・コットン・クレイが主な表層土で、調査時点に於いては乾燥収縮して地表面には無数のクラックがみられた。そして、その強度は一軸圧縮試験で5kg/cm程度と硬い。

しかし加水されることにより膨潤し強度は極度に低下する性質の土である。

#### P-4からP-16

この区間は地表部、0.5m及至2mの間は、ブラック・コットン・クレイ或いはシルトであり、その下部には細粒の砂層がある。

#### P-17からP-20

この区間はシルトを主とした粘性土層の堆積であるが、所によっては厚さ50cmの砂層が挟在する。

#### P-21 附近

この附近は概ね粘性土の卓越する地質状態であるが、薄い砂層がところどころ挟在する。

#### P-22からP-25

この区間は粘性土の卓越する地盤である。P-23、P-24、P-25に於いては、その粘性土は硬く固結した状態で石灰質の礫を混入しており、人力で1m掘削するのに1.5日を費した。

#### P-26からP-28

この区間では地表部0.2mから0.6m迄が粘性土であるが、その下はシルトを混入した細粒から中粒の砂層となっている。

一次調査報告書に記された土質試験結果と今回の試験結果を総合して、より破壊に対する盛土の安定を検討すると調査区間内で、比較的悪い条件のところでも高さ4m迄の盛土は安全であると云える。

## 2-4 盛土材料

盛土材料のうち、路体材料の入手方法としては、路線周辺土を掘削して、その土を利用する方法と、適切な土を他の地点から搬入する方法とが考えられる。

そこで、テストピット掘削のさいに採取した土の試料について土質試験を実施したので、その結果を表-2・1に示した。土質試験の対象にした土の試料は下記の通りである。

- (a) ブラック・コットン・クレイ
- (b) シルティークレイ
- (c) サンディークレイ
- (d) シルティークレイ・サンド
- (e) ラテライト

土質試験の結果、(a)のブラック・コットン・クレイに関しては、水浸CBRが非常に小さいので、含水量の管理がむづかしく盛土材としては、あまり適当でないことがわかった。(b)のシルティークレイについては、ブラック・コットン・クレイとほぼ準じた性質であるので、出来る限り盛土材としての利用をさけた方が望ましい。(c)のサンディークレイは、水浸CBRの大きいものなら下部路体材として使用できる。(d)のシルティークレイ・サンドについては、路体材として適していると云える。(e)のラテライトは、水浸CBRが最低値でも14%と大きいので、盛土材料として適当な土である。

以上のことを総合して判断すると、路線に分布しているブラック・コットン・クレイおよびシルティークレイは盛土材としての使用を避けるべきで、シルティークレイ・サンド又はラテライトを主として用いるべきである。

## 2-5 骨材調査

工事用骨材の採取の可能性を調べるために、Kitembo, Wingayongo, Utete, Namakutwa の4地点の岩石山を対象に踏査した。その結果は表-2・2に示すが、骨材として使用しうるものは、Kitemboの珪岩とUteteの砂岩が有望であると思われる。これらの採取可能量については今後の詳細な調査によって明らかにすべきである。

## 2-6 詳細設計に必要な追加調査事項

詳細設計を実施するために必要な調査事項は、まず地盤に関するものとしては、(1) Bore Hole No. 2で見出されたSu層に挟在するシルティークレイ・ソイルの分布範囲とその強さの確認、次いで、(2) Bore Hole No. 2で見出されたCl-S層の圧密沈下特性の確認が、ぜひ必要である。

そして、(3)との粘性土層とCl-h層の境界位置を明らかにしたい。そのためには、テストポ

ーリング数ヶ所ないし10ヶ所程度改めて行い必要があり、更に、その時、乱さない試料を採取して圧密試験を中心とした土質試験を行わなければならない。

骨材に関しては、WingayongoとUteteの岩石を対象として、コアボーリングを実施し、コアについての強度試験、摩耗試験等、骨材としての適性試験を行いつつ同時に測定を行って採取量の可能性を検討することが必要である。

Fig-2.1 LOCATION OF TEST BORING AND SOIL PROFILE

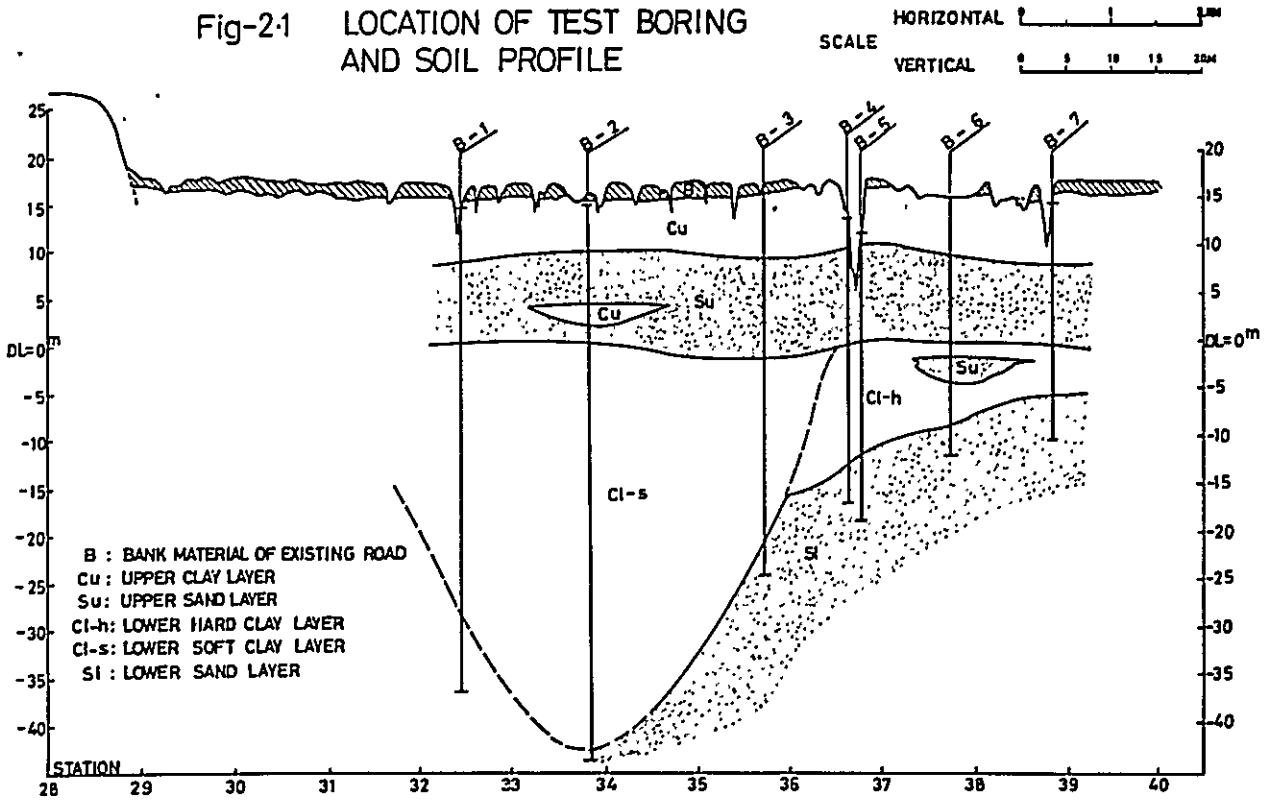


Fig-2.2 LOCATION OF TEST PIT

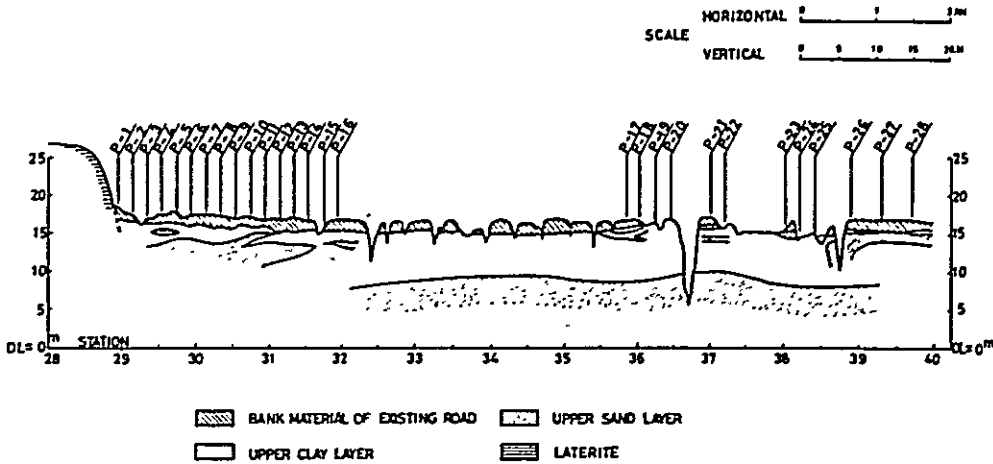


Table-2.2 Summary on Reconnaissance Survey for the Material Availability

Site	Distance from NDOMIN	Material	COLOUR	REMARKS
KILILBO	Northern, about 30km	soft sandy deposit (ground surface)	brown	slightly solidified
		hard mass Quartzite (basement complex)	bluish grey	jointed - tightly
MINGAFOGWO	Northern, about 38km	sandstone	white	slightly solidified crushable with finger smell of dead animals
UTEKE	Western, about 3km (upper reaches of the Puffi river)	soft sandstone	brown	very hard block
NAHAKUYWA	Southern, about 30km	conglomerate	bluish grey	slightly solidified
		soft sandy deposit	brown	looks like solidified

Table - 2.1.1

## SUMMARY OF SOIL TEST

Sample No.	Pit No.1	Pit No.2	Pit No.3	Pit No.4	Pit No.5	Pit No.6	Pit No.7	Pit No.8	Pit No.9	Pit No.10	Pit No.11	Pit No.12	Pit No.13	Pit No.14	Pit No.15			
U:Undisturbed Sample D: Disturbed Sample	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.			
Sample Depth (m)	1.00m 1.20m	0.50m 0.70m	1.00m 1.20m	1.70m 2.00m	1.10m 1.20m	1.30m	2.00m	1.80m	1.50m	0.70m	1.50m	0.80m	0.90m	1.00m	0.90m			
Natural Water Content $w_c$ (%)	12.6	17.2	6.7	2.5	4.5	4.5	17.6	5.60	6.30	17.60	1.30	13.10	3.10	27.80	7.40			
Specific Gravity of Soil Particles $G_s$	2.65	2.61	2.60	2.65	2.64	2.65	2.73	2.74	2.68	2.70	2.64	2.65	2.65	2.64	2.70			
Wet Density $\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )																		
Dry Density $\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )																		
Natural Void Ratio $e$																		
Degree of Saturation $S$ (%)																		
Liquid Limit LL (%)	82.0	79.0	30.0				30.0			47.0				56.0	23.0			
Plastic Limit PL (%)	19.0	21.0	15.0				20.0			16.0				18.0	16.0			
Plasticity Index P.I.	63.0	58.0	15.0				10.0			31.0				38.0	7.0			
Grain Size Analysis	Gravel (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0				0.0	0.0			
	Sand (%)	3.0	17.0	38.0	99.0	87.0	91.0	45.0	92.0	77.0	13.0	89.0	90.0	97.0	16.0	58.0		
	Silt (%)	30.0	56.0	35.0	1.0	7.0	7.0	37.0	8.0	12.0	61.0	5.0	4.0	3.0	61.0	27.0		
	Clay (%)	67.0	27.0	27.0	0.0	6.0	7.0	18.0	0.0	11.0	26.0	6.0	6.0	0.0	23.0	15.0		
	Colloid (%)																	
Percentage No. 200 Sieve (%)																		
Classification	Field Identification Unified Classification	Clay	Heavy Clay	Wet Fine Sand	Fine Sand	Sand (SC)	Fine Sand SP-SM	Sandy Silt CL	Fine Sand SP-SM	Fine Sand (SC)	Silty CL	Fine Sand SP-SM	Silty Sand SP-SM	Fine Sand SP	Sandy Clay CH	Sand silt SC		
British Standard Method	Compact-ion Test	Maximum Dry Density (lb/ft <sup>3</sup> )	86.6	102.6	103.7	100.9	105.3	100.2	116.5	95.0	103.9	108.0	97.2	95.8	99.2	107.8	113.4	
		Optimum Moisture Content (%)	28.0	17.5	18.0	23.0	16.0	18.2	14.2	20.5	16.7	17.0	17.0	17.5	20.0	18.0	14.0	
	CBR Test	Soaked	Dry Density (lb/ft <sup>3</sup> )	87.8	103.4	103.8	101.1	106.2	101.3	116.4	95.7	104.5	108.2	102.8	96.8	99.2	107.8	113.4
			CBR (%)	7.0	8.1	5.9	12.7	20.3	7.8	22.2	16.0	29.6	25.0		14.0	18.7	14.3	32.2
		Un Soaked	Dry Density (lb/ft <sup>3</sup> )		103.4	103.8	101.1	106.2	97.3	114.2	94.4	106.0	107.7		95.1	99.0	107.6	113.7
			CBR (%)	1.0	1.2	1.5	10.4	10.4	4.5	16.3	12.0	27.4	3.0	9.0	12.8	20.0	13.8	30.3
Japan Industrial Standard Method	Compact-ion Test	Maximum Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.415				1.681				1.659		1.570		1.685			
		Optimum Moisture Content (%)	26.2				15.6				15.5		16.3		16.0			
	Compact-ion for CBR Test	Maximum Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.662				1.895				1.820		1.657		1.920			
		Optimum Moisture Content (%)	21.4				11.0				14.6		13.6		10.6			
	CBR Test (soaked 4 days)	17	Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.301				1.659				1.588		1.493		1.625		
			CBR (%)	0.7				13.8				11.0		16.7		1.71		
		42	Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.403				1.753				1.690		1.546		1.780		
			CBR (%)	0.8				35.9				17.1		26.5		5.90		
92	Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.515				1.841				1.820		1.634		1.907				
	CBR (%)	1.2				51.7				22.0		27.3		11.1				
	CBR Corresponding to 95% of $\gamma_d$ max (%)	1.4				44.5				18.5		26.8		7.6				

Notes; \* Number of Blows for each of three Layers

Table - 2.1.2

## SUMMARY OF SOIL TEST

Sample No.	Pit No.16	Pit No.17	Pit No.17	Pit No.18	Pit No.19	Pit No.20	Pit No.21	Pit No.22	Pit No.23	Pit No.24	Pit No.25	Pit No.26	Pit No.27	Pit No.28	Pit No.29			
U: Undisturbed Sample D: Disturbed Sample	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.	D.			
Sample Depth (m)	1.00m	1.40m 1.50m	1.60m 1.70m	1.20m	1.00m 1.20m	1.00m 1.20m	0.50m 0.70m	0.50m	0.50m	1.50m	1.00m	1.40m	0.40m 0.60m	0.80m	1.00m 1.20m			
Natural Water Content $w_c$ (%)	12.9	26.5	12.6	7.0	23.0	3.6	10.7	34.3	4.6	5.5	13.6	5.2	4.9	5.4	2.2			
Specific Gravity of Soil Particles $G_s$	2.61	2.62	2.68	2.61	2.53	2.63	2.67	2.60	2.65	2.56	2.65	2.62	2.63	2.62	2.66			
Wet Density $\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )																		
Dry Density $\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )																		
Natural Void Ratio $e$																		
Degree of Saturation $S$ (%)								77.0		61.0	49.0			30.0				
Liquid Limit LL (%)	80.0	34.0		39.0	78.0			25.0		13.0	10.0			13.0				
Plastic Limit PL (%)	13.0	16.0		16.0	22.0			52.0		48.0	39.0			17.0				
Plasticity Index P.I.	67.0	18.0		23.0	56.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
Grain Size Analysis	Gravel (%)	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.0	94.0	2.0	76.0	23.0	40.0	77.0	92.0	69.0	82.0		
	Sand (%)	6.0	37.0	97.0	11.0	2.0	25.0	6.0	16.0	10.0	16.0	17.0	15.0	2.0	13.0	7.0		
	Silt (%)	23.0	47.0	3.0	57.0	27.0	9.0	0.0	82.0	14.0	56.0	43.0	8.0	6.0	18.0	11.0		
	Clay (%)	69.0	16.0	0.0	32.0	71.0												
	Colloid (%)																	
	Percentage No.200 Sieve (%)																	
Classification	Field Identification Unified Classification	Silty Clay CH	Sandy Silt CL	Medium Sand SP	Sandy Silt CL	Cotton Clay CH	Clay Silty (SC)	Very Fine Sand SP-SM	Cotton Clay CH	Sandy Silt (SC)	Clay CH	Silty Clay CL	Sandy Silts (SC)	Medium Fine Sand SP	Silty Sand SC	Laterite (SC)		
British Standard Method	Compaction Test	Maximum Dry Density (lb/ft <sup>3</sup> )		108.8	102.9	99.1	86.4	110.2	105.8		108.0	101.6	109.8	121.6	106.2	119.4	123.0	
		Optimum Moisture Content (%)		15.5	15.0	19.5	26.0	14.5	15.5		16.0	20.0	14.5	12.0	14.0	11.5	10.0	
	CBR Test	Soaked	Dry Density (lb/ft <sup>3</sup> )		110.6			100.3	110.9	106.1		107.9	102.0	109.8	122.3	106.5	119.9	123.0
			CBR (%)		15.6		5.3		14.9	6.7		15.0	10.0	15.9	23.7			29.7
		Unsoaked	Dry Density (lb/ft <sup>3</sup> )		109.0		79.8		110.3	104.7				115.5	121.1			121.3
		CBR (%)		1.7		0.2		14.3	2.7		7.0		1.2	17.3	11.0	9.0	19.3	
Japan Industrial Standard Method	Compaction Test	Maximum Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )							1.681		1.730	1.590				1.975		
		Optimum Moisture Content (%)							15.0		15.7	14.4				9.6		
	Compaction for CBR Test	Maximum Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )							1.903		1.900	1.906					2.105	
		Optimum Moisture Content (%)							10.5		12.8	11.8					8.0	
	CBR Test (soaked 4 days)	17*	Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )							1.581		1.756	1.598				1.869	
			CBR (%)							14.7		20.0	0.7				9.5	
		42*	Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )							1.648		1.838	1.609				2.019	
			CBR (%)							26.6		22.4	1.0				38.2	
		92*	Dry Density (g/cm <sup>3</sup> )							1.863		1.900	1.735				2.078	
			CBR (%)							33.8		23.8	1.7				53.3	
	CBR Corresponding to 95% of $\gamma_d$ max (%)							32.0		21.0	2.1					34.0		



## 第 3 章 橋 梁 計 画

### 3-1 第一次調査報告との関連

本報告と Dar es Salaam/Lindi Coastal Link Road 建設計画調査報告（第一次報告）と関連する主な事項を下記に述べる。

#### 3-1-1 Rufiji河計画洪水について

第一次報告ではRufiji河の洪水について既往水文解析と洪水痕跡調査から渡河地点Ndunduにおいて、計画高水流量  $6,700 \text{ m}^3/\text{sec}$ （15年確率洪水）、その時の計画洪水水位  $16.80 \text{ m}$  とし、それをRufiji河本流部で  $2,960 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、避溢橋部分（合計延長約  $5 \text{ Km}$ ）で  $3,740 \text{ m}^3/\text{sec}$  流下させることとしている。さらに異常洪水として100年確率洪水  $9,900 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、50年確率洪水  $8,700 \text{ m}^3/\text{sec}$  の場合の計画高水位からの水位上昇はそれぞれ  $0.7 \text{ m}$ 、 $0.5 \text{ m}$  となるので、橋梁の桁下余裕高を  $1.5 \text{ m}$ 、盛土部の路面高を  $1.0 \text{ m}$ 、それぞれ計画高水位  $16.80 \text{ m}$  より高く計画している。Rufiji河渡河に対する基本的な考え方は以上のとおりであるが、今回実施した詳細な縦断測量の結果を用いて、第一次報告の際と同じように計算してみると表-3.1、表-3.2のようになる。

表-3.1 Rufiji河本流部における洪水時流量

流路部分	A	n	R	V	Q
低水路部分	1,247	0.03	9.10	2.03	2,530
高水敷部分	415	0.035	2.87	0.81	330
計	1,662				2,860

ここに計画洪水水位  $18.60 \text{ m}$  水面勾配  $I = 1/5,100$

A : 流下断面積 (Cross Sectional Area) ( $\text{m}^2$ )

n : 粗度係数 (Coefficient of Roughness)

R : 径 深 (Hydraulic Mean Depth) ( $\text{m}$ )

V : 平均流速 (Average Flow Velocity) ( $\text{m}/\text{sec}$ )

Q : 流 量 (Discharge) ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )



表- 3.2 避溢橋部分における洪水時流量

避溢橋 の延長, 場所	A	n	R	V	Q
L = 4,000 m Rufiji 河 左 岸	6,890	0.045	1.47	0.46	3,150
L = 700 m Rufiji 河 右 岸	1,146	0.045	1.41	0.44	500
L = 300 m Rufiji 河 右 岸	581	0.045	1.59	0.50	290
計	8,617				3,940

本流部と避溢橋部との合計流量は  $6,800 \text{ m}^3/\text{sec}$  で計画高水流量とほぼ等しい値となるので、基本的に第一次報告で述べた考え方および避溢橋の延長（約  $5,000 \text{ m}$ ）で計画した。なお避溢橋の計画区間に残存する廃道の盛土を堀削，附近の凹地に埋戻して，地表面と同一レベルにして，避溢橋区間の河積を確保する。

Sta. No. 30+600 の IRwiriri Chini 附近の流路には現在  $10 \text{ m}$  程度のカルバートがあるが，洪水時には  $100 \text{ m}^3/\text{sec}$  程度の流量が推定されること。道路の施工高が高くなることから，延長約  $60 \text{ m}$  の橋梁を新規に計画した。

### 3-1-2 橋梁部の歩道について

盛土部の総巾員は  $9.6 \text{ m}$  であるが，橋梁部は  $7.0 \text{ m}$  しかないので歩行者の安全を考えると橋梁部には歩道をつけた方がよい。歩道を設置するとしても片側あるいは両側に設置する場合と橋の形式によっても異なり，建設費にも相違があるので一概に云えないが，できれば避溢橋を含めて橋梁部には歩道の設置が望ましい。本報告では建設費の増加を考慮して Rufiji 河本流部を渡る主橋梁にだけ当初より巾員  $1.5 \text{ m}$  の歩道を片側に設置する計画にした。その理由は橋梁の形式がランガー・トラスおよびポニー・トラスの下路形式であること，主橋梁を渡る歩行者は当初より相当多いことが考えられるからである。

避溢橋に歩道を設置する場合の建設費の増加については第5章で述べているが，できれば避溢橋にも歩道をつけるものとし，詳細設計の段階では建設費の増加をなるべく少なくするような設置方法を充分検討する。

### 3-1-3 基礎地盤調査と下部工の設計について

第一次調査のボーリングは Utete ルートで 1 箇所，最終ルートとして提案された Ndundu ルートで 1 箇所実施した。後者はボーリングは今回の Rufiji 河本流部における Bore hole No. 4 の近傍で，その深さも今回の No. 4 よりも浅く，その結果から橋梁区間の基礎地盤の状況を推定し，第

一次調査の下部工が計画された。第二次調査では本流部で2箇所、避溢橋部分で5箇所ボーリングを実施し、第2章で詳しく述べているように橋梁区間の状況もかなり良く把握できた。したがって今回は調査で明らかとなった基礎地盤の状況にあわせて、各橋梁の下部工を設計したものである。

また詳細設計にあたってはより一層基礎地盤の状況は把握できるような調査が必要である。特に延長4Kmの避溢橋については、基礎地盤状態が比較的軟弱で、今回のボーリングだけではその軟弱な範囲も明確でないので、ボーリングの箇所を増やす等の調査が必要となる。

### 3-2 設計条件

Rufiji河の本流部橋梁と、その兩岸に総延長5,060mにわたる避溢橋を計画するに当たっての設計条件は次の通りである。即ち、

1. 設計示方書は、基本的に最新のBritish Standardによるものとする。但し活荷重の内、線荷重(Knife Edge Load)はその80%を採用する。
2. 橋梁の有効巾員は二車線7.0mとし、本橋にのみ片側1.5m巾の歩道を設けるものとする。
3. 橋梁の桁下余裕高は計画高水位に対し1.5m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(J.I.S)によるものとする。

### 3-3 橋梁構造

#### 3-3-1 本橋

本橋は中央部にスパン長84.0mのランガートラス(Langer Truss)3連、両側にスパン長40.0mのポニートラス(Pony Truss)を夫々1連ずつ配置した。これは第一次調査報告に於ける計画と全く同じであり、橋長(Face to Face of Parapet Walls)は336.6mとなる。両側にポニートラス各々1連を配したのは、兩岸が年々崩れて行く傾向にあるので余裕をとったものである。主径間のランガートラスの補剛トラス(Stiffening Truss)と、両側径間のポニートラスの主構の高さは、美観的な見地から共に4.5mと同じになる様配慮した。

この本橋の両スパンの標準断面は次の図-3.1に示す通りで、1.5m巾の歩道は主構の外側、下流側に添加される構造とした。

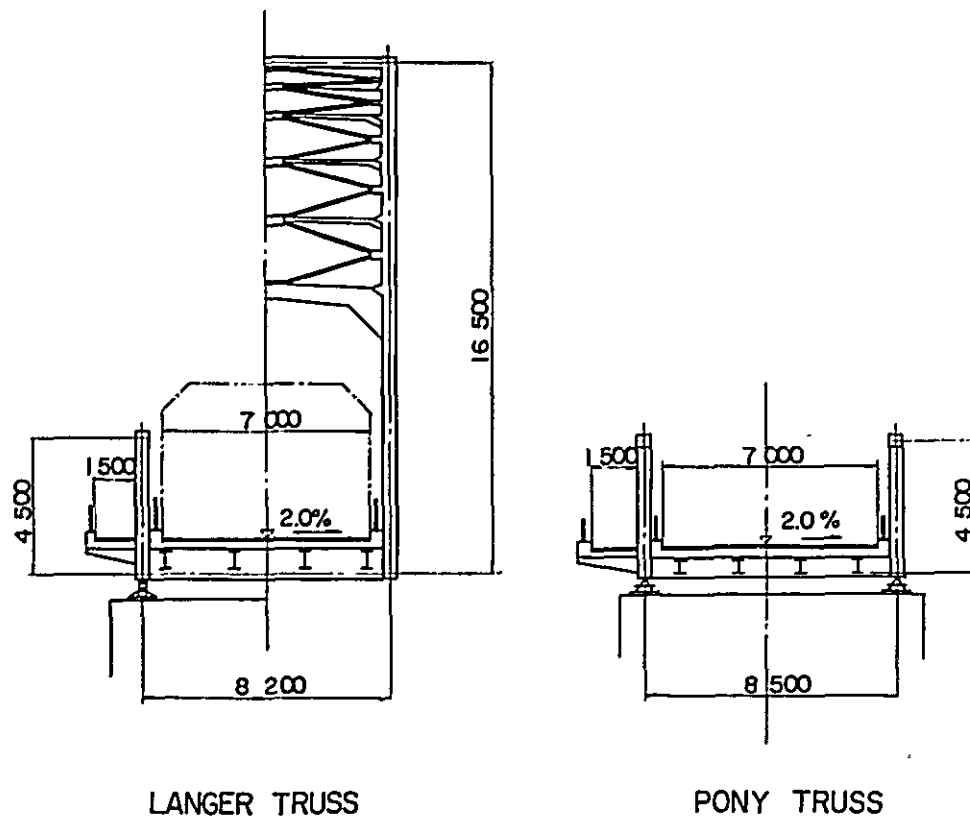


図-3.1 本橋標準断面図

本橋の下部工として、第一次報告書に於ける計画では根入深さ15mのケーソン(caisson)を用いることになっていたが、第二次地盤調査の結果更に約7m(根入深さ22m)深く根入れをする必要のあることが判り、種々比較検討した結果、基礎としてケーソンよりも鋼管杭を打ち込み、これをそのまま立ち上げてその上部を鉄筋コンクリート又は鉄骨コンクリートの枕梁で連結して、この上に上部構造を支持する工法の方が、工事の施工性及び経済的な点から有利であると云う結論に達したので、この工法を採用することとした。

この鋼管杭は、最も条件の悪い橋脚P<sub>3</sub>の場合直径80cmのものを12本必要とし、G.L(+5,000)より約22mの深さまで打込まねばならない。又この鋼管杭は腐蝕代2mmを見込んだ上で、上半分が18mm、下半分が14mmの板厚とし、更に地震時又は風荷重時に於ける杭頭の変位を出来るだけ小さくするため、杭頭部分で鋼管内に鉄筋コンクリートを填充し、合成柱

として杭の強度を増す様に配慮した。

### 3-3-2 避溢橋

避溢橋の総延長は、先に述べた理由により第一次調査報告書に於けるよりも60m長くなって5,060mとなる。

これは実際には、Rufiji河の左岸側で4,060m、右岸側で1,000mである。この避溢橋の総延長は、現在破堤している部分の総延長とほぼ同じである。

避溢橋の上部構造は、スパン長20m（橋脚の中心間距離）の、H型鋼を主桁とする標準桁（Standard Beam Bridge）であり、その標準断面は次の図-3.2に示す通りである。

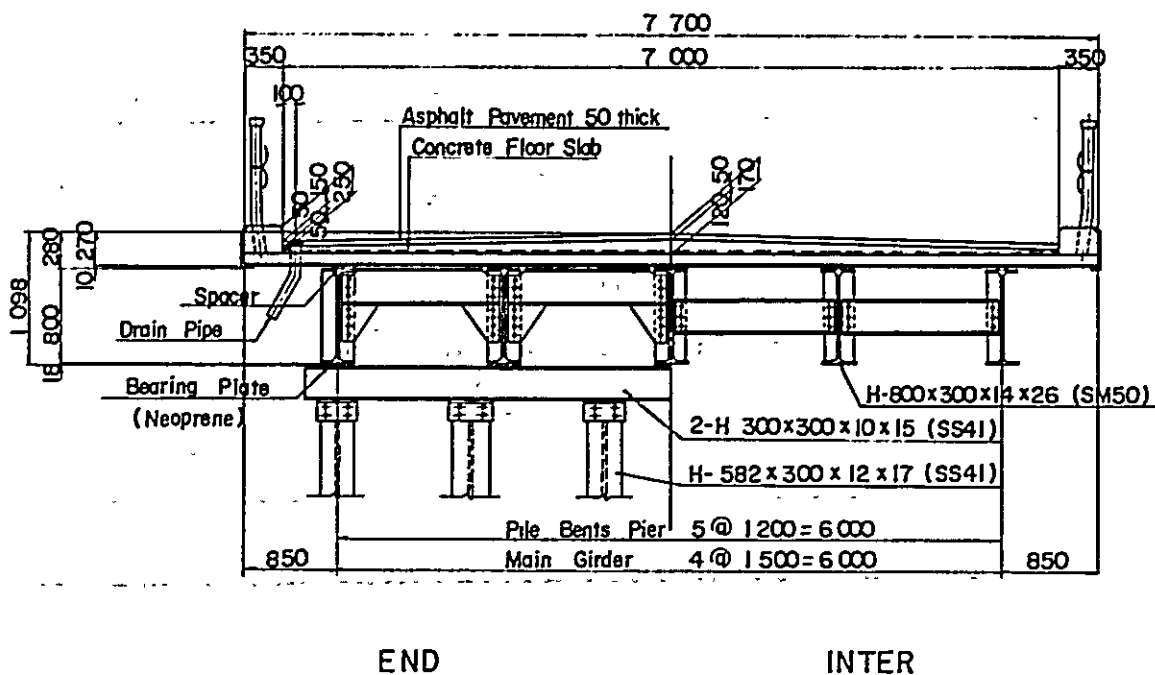


図-3.2 避溢橋標準断面図

床組は、横桁として波型鋼を用い主桁の上突（Upper Flange）に高張力ボルトで固定し、この上にコンクリート床版を打設する。コンクリート床版と横桁である波型鋼はスタッドジベル

で緊結される。荷重はこの横桁で支持されるが、床版コンクリートの亀裂防止のための配筋が必要である。

舗装は5cm厚のアスファルトコンクリート舗装で、このコンクリート床版の上に施工される。

避溢橋の下部構造として図3.3に示す様にH型鋼の基礎杭を用い、これをそのまま立ち上げてその頭部を、やはりH型鋼の枕梁で連結し、その上に上部構造を支持する工法を採用することとした。このH型鋼杭と鉄筋コンクリート杭の比較検討を行った結果、施工性の点でも又経済的な点でもH型鋼杭の方が有利であることが分った。

この基礎杭は第一次の調査に於いては、地質の調査が充分でなかったため、杭長を平均10mと仮定して計画したがこの度の二次調査の結果、平均15mの杭長(根入深さ10~11m)を必要とすることが分った。

3-1に述べてある様に、特にRufiji河左岸のBore Hole №2の両側は当初予想していたよりも地盤の状態が思わしくなく、基礎杭の耐荷力の判定に問題があると推測されるけれど、本計画では種々検討の結果、次の表-3.3に示す様に、橋脚1基当りに必要な杭数を地質の状態に応じて区分し、設計することとした。

表-3.3 避溢橋橋脚の材料

	№30.560K ~№30.670K ℓ=60m	№31.7114K~№35.7114K ℓ=4,000m			№37.192K ~№37.892K ℓ=700m	№38.500K ~№38.800K ℓ=300m
土質の性質より定まる 区間	全区同一	1,000m	2,000m	1,000m	全区同一	全区同一
使用ボーリング孔	Bore Hole №1	Bore Hole №1	Bore Hole №2	Bore Hole №3	Bore Hole №6	Bore Hole №7
1基当りの脚柱数	6本	6本	9本	6本	6本	6本
橋脚基数	2	49	101	49	34	14

### 3-4 橋梁施工計画

#### 3-4-1 本橋

本橋の側径間にあるポニートラスは共に陸上部にあるので、支保工(Staging)を設置し、この上でトラッククレーン等を用いて架設するのは容易である。

主径間のランガートラスは、この種の橋梁として、地形、河の流水等の諸条件を考慮すると普通一般に採用されているケーブルエレクション(Cable Erection)によるのが妥当であると思われる。尙このケーブルエレクション工法による場合は、橋梁の反り(Camber)の調節に十分な注意を払うことが肝要である。

本橋下部工の施工に当って、一番の問題点は乾期に於いても流水のある部分の橋梁の基礎杭の打込みである。

基礎杭の打込みについては、台船を準備してこの上から打込むか、あるいは棧橋を設けるかの方法が考えられるが、現地での施工に対する条件を種々検討した上で施工法を決定すべきであると思われる。

陸上部の鋼管杭の打込みは流水部に比較して容易であるが、杭の打止めについては施工に対する示方書を作成して充分管理することが必要である。

#### 3-4-2 避溢橋

避溢橋の下部工は両側の橋台を除いてすべてH型鋼の基礎杭であり、又杭長も平均15mと推定されるのでさして難しい工事ではない。しかし杭頭部の枕梁がH型鋼であり、ボルトによって連結される構造であるから、打込みの際杭の並びを揃えること、及び杭頭の処理は慎重に行わねばならない。

下部工の杭打工事が終わったら順次、上部工の架設を開始する。上部工の主桁の1本当りの鋼重は非常に軽いから架設は容易である。先ず主桁を枕梁の頭部の所定の位置に固定し、その後対傾構で各々を連結し、主桁の横振れを防ぎ、主桁を固定した後に横桁である波型鋼を主桁に固定する。この横桁である波型鋼の上に床版コンクリートを打設し、更にその上に舗装を行う。

## 第 4 章 道 路 設 計

### 4-1 設 計 基 準

道路設計は、タンザニア国のMinistry of Communications, Transport and Labourの基準(Road Design Criteria, Typical Cross Section for Bitumen Roads)の条項を原則として用い、AASHOの規準、日本の道路設計基準を参考資料として利用した。

表-4.1 Design Criteria

Design Element		Level & Rolling		Hilly	
Design Speed (Km/h)		80		80	
Road Width (m)		9.6		9.6 ~ 8.4	
Carriage way (m)		6		6	
Verge (m)		1.8		1.8 ~ 1.2	
Minimum Radius of Curvature (m)		610		305	
☆1 Superelevation (%)	Radius of Curve (m)	330~380	380~450	450~540	540~670
	Superelevation (%)	8	7	6	5
	Radius of Curve (m)	670~870	870~1240	1240~3500	over 3500
	Superelevation (%)	4	3	2	2
Maximum Grade to Design Speed (%)		5		6	
Critical Length of Grade (m)		370		270	
Minimum Radius of Vertical Curve (m)	Summt	Desirable	4,500 ☆1	4,500 ☆1	
		Critical	7,600 ☆2	2,600 ☆2	
	Sag	Desirable	3,000 ☆1	3,000 ☆1	
		Critical	2,300 ☆2	2,300 ☆2	
Stopping Sight Distance (m)		115		115	
Passing Sight Distance (m)		600		600	

(註) ☆1 日本の道路設計基準  
☆2 AASHOの基準

### 4-2 平 面 計 画

平面線形は起点および終点で現道との接続がスムーズにいくように考慮し、Rufiji河本流部を含む3Km区間は本橋を河川に対して出来るだけ直角に横断させ、本橋およびRufiji河右岸の延長700mの避益橋を直線区間に入れ、さらに崩壊した旧道路の盛土を出来るだけ利用することを原則にして、下記の線形要素を計画した。

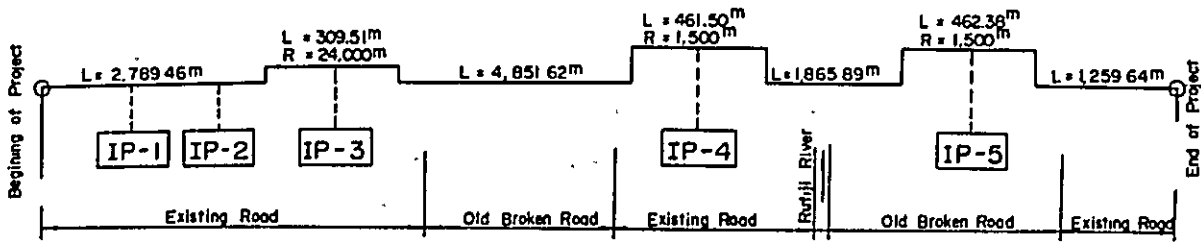


図-4.1 線形要素

IP-1, IP-2は中心を現道に合わせるために設置したが、その交角が小さいので曲線を設けず折線のまゝとした。IP-3は曲線を必要とする交角であるが、 $0^{\circ}44'23''$ と小さいので、AASHOの規準により最小曲線長を300mとして曲線半径 $R = 24,000\text{m}$ を選んだ。

IP-4, IP-5は曲線半径として $R = 1,500\text{m}$ を選定したので、緩和曲線を省略し得る。

#### 4-3 縦断計画

道路の計画高は計画高水位16.80mに対して、橋梁区間では桁下余裕高を1.5m、土工区間では距面高を1.0m高くした。この余裕高は異常洪水時(100年確率)における計画高水位に対する水位上昇0.70mを考慮してきめた。

最急縦断勾配はIkwiriri付近で現道と取付けるため、3.75%となり、また、平坦部でも縦断方向の排水を考慮して、ある程度の勾配をつけた。

#### 4-4 横断面

横断面の構成は設計基準によった。

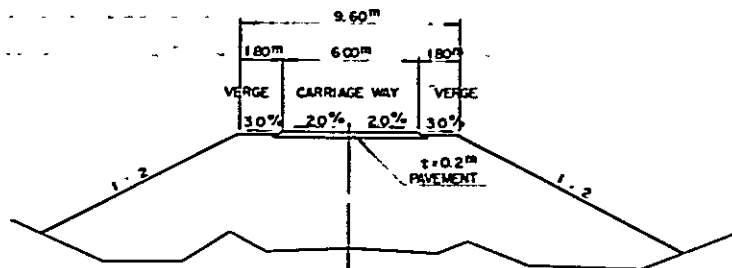


図-4.2 横断構成



車道部の路面勾配は、直線区間およびR = 24,000m の曲線区間では2%の屋根型、R = 1500m の曲線区間では、2%の片勾配とし、路肩部はすべて外下り3%勾配とした。また、採取した土質試料の試験データによる安定計算、現地における旧道路の浸水後の残存状態、および施工における締固めの確保等を考慮して盛土法面勾配は1:2とした。

#### 4-5 土工計画

土質調査の結果から、良質な盛土材は起点 Ikwiriri 付近のラテライト、終点付近の砂質土および STA.NO 29 ~ NO 32, STA.NO 38 ~ NO 40 区間で1m程度の粘性土層下に存在する砂質土である。また、道路沿線を覆っている粘性土も Black Cotton Clay を含まなければ、下層盛土材に充当できる。

盛土量はRufiji河を境として、左岸側10万m<sup>3</sup>、右岸側11万m<sup>3</sup>となり、湛水区間なので入念な締固めが必要である。

表-4.2 土工量

盛土 (m <sup>3</sup> )	左岸側	103,400
	右岸側	111,700
	合計	215,100
避越橋下 掘削 (m <sup>3</sup> )	左岸側	49,600
	右岸側	2,200
	合計	51,800

#### 4-6 舗装計画

舗装構成は、図-4.3に示すように決定した。

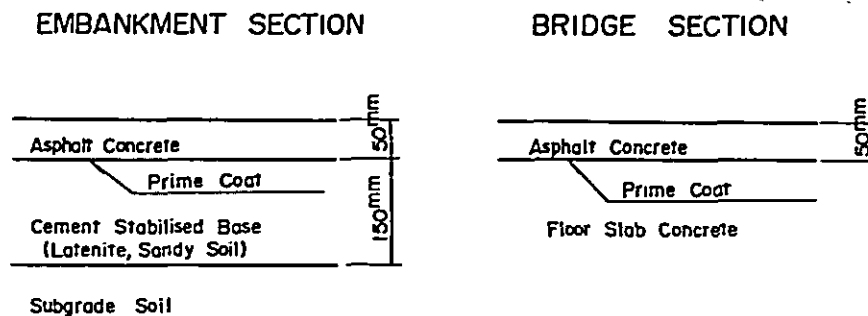


図-4.3 舗装構成図

Ikwiriri 丘のラテライトの修正CBRは試料 $\mu$ 1で34%,  $\mu$ 2で51%であるが、この数値は最適含水比における試験結果なので、盛土材料の設計CBRとしては、20%程度を考慮した。交通量は第一次調査の推定値をもとに、Lorry, Busの占める割合を66%として設計目標年を、1990年~2000年におけば、Commercial Traffic 450台/日~1,000台/日となり、図-4.4に示すCBR-Design CurveのE曲線に相当する。

舗装厚は設計CBR 20%で8 Inch (200mm)となり、表層50mm, 路盤150mmの構成とした。

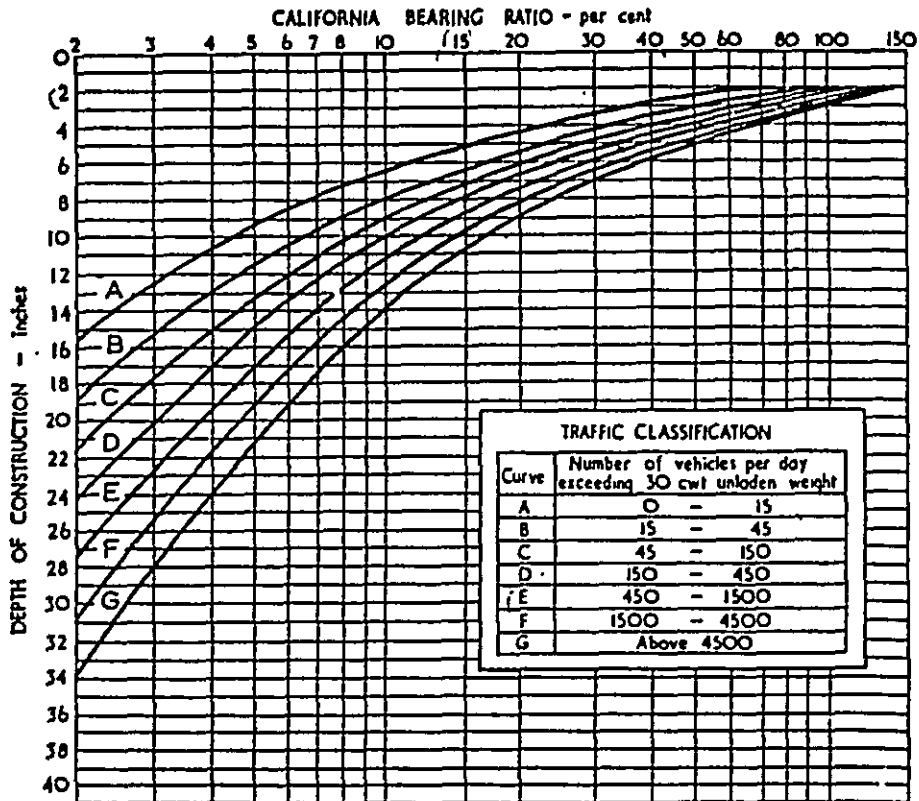


図-4.4 C.B.R Design Chart (Road Research Laboratory)

路盤工は前述のラテライト、砂質土に3.5%程度のセメントを添加したものを計画しているが、実施においては室内実験でセメント添加量の決定が必要である。また、可能であれば30%程度の碎石を加えることが望ましい。

表層は加熱アスファルト混合物を計画している。粗骨材にはKitemboの珪岩、次いでUteteの砂岩が考えられるが、いずれも量的に未知であり、今後の調査が必要となる。

#### 4-7 法面保護工等

盛土区間は洪水時に長期水没しとなり、開口部は洪水流量を流下させるので、その付近は流水の影響を強く受ける。そのため橋梁と盛土との取付部にはコンクリート擁壁を用い、それに隣接

する盛土法面は法枠ブロックによる保護工とした。その他の盛土部分は現地の植物による植生法面工を計画した。また低地部の通水施設として、必要な箇所にボックスカルバート2本およびコルゲートメタルパイプ9本を配置した。なお実施においては計画道路と沿線の耕作地との連絡を考慮して取付道を数ヶ所設置する必要がある。

## 第5章 建設費および工程計画

### 5-1 建設費

Ikwiriri 附近 Sta. No. 28 から Rufiji 河右岸 Sta. No. 40 までの延長 12Km 区間の建設費を表-5.1 に示す。建設費積算の前提条件は下記のとおりである。

① 日本円とタンザニアシリングとの換算率は 1972 年 IMF 平価より下記を用いる。

1 タンザニアシリング = 43 日本円

② 工事に使用する機械・プラント類は日本より持ち込むものとし、それらの建設後の残存価格は 40% (日本滞着価格) とする。

③ 積算は各工種毎に現地調査の結果にもとづき必要数量を求め、現地の実情および条件を考慮して施工単価を定めて実施する。

④ 工事に要する期間は Diagram - 5.1 に示すように現場作業 2 年 9 ヶ月とする。

表-5.1 によると建設費総額は 93,374,000 シリング (4,015,030,000 円) でそのうち、63,173,000 シリング (2,716,400,000 円) が外貨、30,201,000 シリング (1,298,630,000 円) が内貨となっている。この金額は本橋部分にのみ歩道をつけた場合で、橋梁全区間に歩道をつけた場合の建設費を参考までに表-5.2 に示す。

それによると建設費総額は 105,412,000 シリング (4,532,720,000 円) となり金額増 12,038,000 シリング (517,690,000 円)、約 12% の増となる。

直接工事費を橋梁については表-5.3、取付道路については表-5.4 に示す。

表-5.1 総工事費

本橋のみ片側1.5mの歩道添加

Item	Local		Foreign		Total		Remarks	
	Shs	¥	Shs	¥	Shs	¥		
A	Direct Construction Cost		48,171,000	207,133,000	68,815,000	295,040,000		
	30		70		100			
B	Contingency		9,634,000	41,427,000	13,763,000	59,181,000	A×20%	
	30		70		100			
C	Sub Total		57,805,000	248,560,000	82,578,000	355,085,000	A+B	
	30		70		100			
D	Tax		28,900,000	124,280,000	57,800,000	248,560,000	C×7%	
	50		50		100			
E	Detailed Survey & Design		12,390,000	53,260,000	24,780,000	106,520,000	C×3%	
	50		50		100			
F	Field Control & Work - site Administration		12,390,000	53,260,000	24,780,000	106,520,000	C×3%	
	50		50		100			
G	Right of Way & Compensation		60,000	2,580,000	60,000	2,580,000		
	100		0		100			
Total		302,010,000	1,298,630,000	631,730,000	2,716,400,000	933,740,000	4,015,030,000	

直接工事費（橋梁+取付道路）  
 ¥ 2,718,620,000 + 240,420,000 = 2,959,040,000  
 Shs 63,224,000 + 5,591,000 = 68,815,000

Diagram -- 5.1 Work Schedule For The Rufiji River Bridge Construction Project

Year	1			2			3			4			5			Remarks	
	Dry			Wet			Dry			Wet			Dry				
Wet, Dry Season	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Month																	
Field Survey, Detailed Design																	
Preparations for Contract																	
Manufacture																	
Transport of Bridge Girders & Machinery etc.																	Both land and marine transport from Japan to Tanzania
Preparations on the site.																	
Sub structure for main bridge																	
Super structure for main bridge																	
Sub structure for bridge for flood relief																	
Super structure for bridge for flood relief																	
Floor slab for main bridge																	
Floor slab for bridge for flood relief																	
Preparations on the site																	
Flattening of the river bed for bridge for flood relief																	
Culvert																	
Banking, Compaction																	
Retaining walls, slope protection																	
Paving work																	To be executed at the same time for both bridge and access roads



表一 5.2 総工事費

橋梁全区间片側 1.5 m の歩道添加

Item	Local		Foreign		Total		Remarks	
	Shs	¥	Shs	¥	Shs	¥		
A	Direct Construction Cost		54384000	2338550000	77692000	3340780000		
	%	30	70		100			
B	Contingency		10876000	467710000	15538000	668160000	A × 20 %	
	%	30	70		100			
C	Sub-Total		65260000	2806260000	93230000	4008490000		
	%	30	70		100		A+B	
D	Tax		3263000	140320000	6526000	280640000		
	%	50	50		100		C × 7 %	
E	Detailed Survey & Design		1399000	60140000	2798000	120280000		
	%	50	50		100		C × 3 %	
F	Field Control & Work - Site Administration		1399000	60140000	2798000	120280000		
	%	50	50		100		C × 3 %	
G	Right of Way & Compensation		60000	2580000	60000	2580000		
	%	100	0		100			
Total		34091000	1465860000	71321000	3066860000	105412000	4532720000	

直接工事費 (橋梁 + 取付道路) ( ¥ 3,100,360,000 + 240,420,000 = 3,340,780,000  
 Shs 72,101,000 + 5,591,000 = 77,692,000



表-5.3(1) 橋梁直接工事費 - 一本橋片側1.5mの歩道添加 -

項 目		数 量 等	金 額	
			S h s	円
本 橋	上部工	ランガートラス 3 @ 84m, ポニートラス 2 @ 40m	7,795,000	335,190,000
	下部工	橋台 2 基, 橋脚 4 基	5,821,000	250,300,000
	計		13,616,000	585,490,000
避 溢 橋	上部工	プレートガーダー 253 @ 20m	31,337,000	1,347,480,000
	下部工	橋台 8 基, 橋脚 249 基	18,271,000	785,650,000
	計		49,609,000	2,133,130,000
合 計			63,224,000	2,718,620,000

表-5.3(2) 橋梁直接工事費 - 一本橋片側1.5mの歩道添加 -

項 目		数 量 等	金 額	
			S h s	円
本 橋	上部工	ランガートラス 3 @ 84m, ポニートラス 2 @ 40m	7,795,000	335,190,000
	下部工	橋台 2 基, 橋脚 4 基	5,821,000	250,300,000
	計		13,616,000	585,490,000
避 溢 橋	上部工	プレートガーダー 253 @ 20m	37,817,000	1,626,120,000
	下部工	橋台 8 基, 橋脚 249 基	20,668,000	888,750,000
	計		58,485,000	2,514,870,000
合 計			72,101,000	3,100,360,000

表-5.4 取付道路直接工事費

項 目		数 量	単 価		金 額	
			S h s	円	S h s	円
舗 装 工 事		39,600 m <sup>2</sup>	47.4	2,040	1,878,000	80,780,000
土 工	盛 土	215,100 m <sup>3</sup>	9.8	420	2,101,000	90,340,000
	締 固 め	"	2.9	125	625,000	26,890,000
	堀 削	51,800 m <sup>2</sup>	5	215	259,000	11,140,000
植 性 ノ リ 面 工		70,400 m <sup>2</sup>	1.2	50	82,000	3,520,000
ボックスカルバート		2 PC			95,000	4,070,000
パイプカルバート		9 PC			89,000	3,820,000
擁壁, 法枠ブロック等					462,000	19,860,000
合 計					5,591,000	240,420,000

## 5-2 工程計画

工程を検討するにあたって最も大きな問題は雨期の存在である。Rufiji河を狭んで当区間は例年6～9 Kmにわたって湛水し、車輛の通行は全く不可能となる。その期間も過去の例によれば短かくて2ヶ月、長くて6ヶ月におよぶ。したがって現地での作業は雨期の間中全く不可能となるのですべての工程を雨期、乾期にあわせて計画した。現地での作業工程の前提条件を下記に示す。

- ① 1年のうち4ヶ月(1月～4月一杯)を雨期とし、この期間は準備工以外の1事はできないものとする。
- ② 本橋は下部工、上部工と各1乾期ずつ施工する。
- ③ 避溢橋は下部工、上部工を併行して施工する。
- ④ 取付道路は初年度でRufiji河左岸側、次年度で右岸側を夫々舗装を除いて完成させる。
- ⑤ 舗装は最終年度に橋梁・取付道路同時に施工する。

Diagram - 5.1に工程を示すが、これによると現地作業でほぼ3乾期(21ヶ月)必要となり、合計で契約後3年2ヶ月、現地着手後2年9ヶ月となる。大切な点は乾期を一杯に使えるようにすべての工程を調整することである。こゝでは橋梁の桁、部材等の製作、運搬も夫々の施工の乾期にあわせて2回に分けている。

建設着手前にボーリング等の現地調査および詳細設計で約8ヶ月、契約準備等で約3ヶ月必要なので工程表にあわせて示す。

## 第6章 交通量推計

第一次調査報告書では Dar es Salaam～Lindi間(約470 Km)を結ぶ全天候道路を目標とした全線舗装道案と Kibitiより南3 Kmの地点までは舗装、その他の区間は改良道案とした2案についての経済評価を行なった。

今回は、Rufiji 河橋のみを架橋し、他の区間は現況のまま止める案、すなわち将来の完全な全天候道路を目標とした暫定的段階としての Rufiji 河架橋計画についての経済的検討を行なった。

### 6-1 将来交通量の推計

#### 6-1-1 交通量推計年度

調査, 測量, 設計の開始	.....	1973年
現地調査, 詳細設計, 契約準備など	.....	1.5年
橋梁製作, 架設, 取付道路の建設など	.....	3.5年

とすれば,

供用開始年度は, 1978年となる。

償還計画年を30年間とすれば, 2007年に償還予定となる。

#### 6-1-2 推計の方法

##### ① 推計の基本式

Gravity Model 法により将来交通量の推定を行なう。

1968年～1969年に COMWORKS の Planning Unit で行なわれた OD 調査結果, 沿岸道路勢力圏の各 District ごとの総人口, ゾーン間旅行時間をもとにして Gravity Model 式のパラメーター  $\alpha$ ,  $r$  を最小二乗法により計算すると次の通りとなる。

(第一次報告書参照)

$$X_{ij} = \alpha W_i \cdot W_j \cdot T_{ij}^{-r} \quad \text{..... 6.1)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 4.80 \times 10^{-9} \\ r = 2.15 \\ X_{ij} : \text{ゾーン } i \text{ とゾーン } j \text{ とのゾーン間交通量 (台/日)} \\ W_i, W_j : \text{ゾーン } i \text{ およびゾーン } j \text{ の総人口} \\ T_{ij} : \text{ゾーン } i \text{ とゾーン } j \text{ とのゾーン間旅行時間 (時間)} \end{array} \right.$$

##### ② 自動車の保有率による $\alpha$ の修正 $\rightarrow \alpha'$

タンザニア全国における1960年～1970年の人口の年伸び率の平均値は2.6%である。

車の保有台数の1960年～1970年における年伸び率は車種によって異なるが, 乗用車3.3

％，ローリー4.0％，バン2.4％，バス5.7％となっていて，バンを除く他車種の伸び率は人口の伸び率を越えてい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う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。

そこで各車種および人口（いずれも1960年～1970年）についての過去のデータをもとにして，供用開始予定年度の1978年，償還終了予定年度の2007年の両年度について各車種の保有台数を最小二乗法を用いて求め，1978年，2007年の $\alpha'$ を計算すると次のようになる。

$$1978年 \dots \dots \dots \alpha' = 4.89 \times 10^{-9}$$

$$2007年 \dots \dots \dots \alpha' = 5.08 \times 10^{-9}$$

将来交通量の推計には上記の $\alpha'$ を使用する。

表一 6.1 車種別保有台数, 人口, G.D.P (全国)

品	項目	単位	推計式 (最小二乗法による)	1969年	1978年	2007年
①	乗用車	台	$X = 520.48 Y + 17,486$	22,170	26,855	41,949
②	オート	台	$X = 312.35 Y + 6,844$	9,655	12,466	21,524
③	バス	台	$X = 212.19 Y + 8,464$	10,374	12,283	18,437
④	バイク	台	$X = 89.05 Y + 1,334$	2,136	2,937	5,519
①+② +③+④	合計	台	$X = 1,134.08 Y + 34,127$	44,335	54,541	87,429
⑤	人口	人	$X = 293,964 Y + 9,857,182$	12,503,000	15,149,000	23,673,000
⑥	G.D.P.	シリンダ	$X = 359,500,000 Y + 4,424,409,000$	7,659,909,000	10,895,409,000	21,320,909,000
備考			Y : 年 ( 1960年 : Y = 0 1970年 : Y = 10 )			

表-6.1の値をもとにして1978年、2007年の各車種の全保有台数に対して占める割合(%)、各年度の車種別保有率および1969年の保有率を1とした時の1978年、2007年の保有率の比率を求めると表-6.2、表-6.3のようになる。

表-6.2 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
1978年	49.2	22.9	22.5	5.4	100
2007年	48.0	24.6	21.1	6.3	100

表-6.3 車種別保有率(台/人)および保有率の比

年度 \ 車種	乗用車	ローリー	バン	バス	合計
1969年	0.00174	0.00077	0.00085	0.00017	0.00354
1978年	0.00177	0.00082	0.00081	0.00019	0.00359
2007年	0.00177	0.00091	0.00078	0.00023	0.00369
1978年/1969年	1.017	1.065	0.953	1.118	1.104
2007年/1969年	1.017	1.182	0.918	1.353	1.042

$$a' = a ( P_1 a_1 + P_2 a_2 + P_3 a_3 + P_4 a_4 ) \dots\dots\dots 6.2 )$$

$P_1, P_2, P_3, P_4$  .....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して占める割合  
 $a_1, a_2, a_3, a_4$  .....それぞれ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

6.2)式によって1978年, 2007年の $\alpha'$ を計算すると次のようになる。

1978年..... $\alpha' = 4.89 \times 10^{-9}$

2007年..... $\alpha' = 5.08 \times 10^{-9}$

将来交通量の推計には上記の $\alpha'$ を使用する。

6-1-3 総人口の推定

1967年8月の全国における人口調査資料および1957年~1967年の各Districtごとの過去の人口の伸び率をもとにして各ゾーンごとの将来人口を求めると表-6.4の通りとなる。

表-6.4 沿岸道路勢力圏の人口

(人)

ゾーン名	ゾーン名	人口の年成長率(%) 1959年~67年	1978年	2007年
03 = 031	D . S . M	7.8	854,000	1,716,700
+ 032	Kisarawe	1.8		
+ 033	Mzizima	7.0		
04	Rufiji	0.2	124,100	188,900
05	Lilwa	1.1	110,900	142,400
06	Lindi	2.9	312,900	512,400
07	Nachingwea	3.7	113,400	199,900
08	Mtwara	3.4	185,100	317,900
09	Newala	4.2	391,700	718,000
10	Masasi	3.5	295,800	512,600
11	Tunduru	3.3	132,200	225,000
計			2,520,100	4,533,800

注：架橋後（1978年以後）のRufiji地区の人口の伸び率は架橋によりRufiji地区の地域開発が促進され人口の定着性が良くなると考えられるのでKisaraweの1.8%/年と同様の値とした。

6-1-4 ゾーン間旅行時間の算定

車の走行速度は車種, 道路の状況（路面状態, 平面線形, 縦断線形）などによって異なるが, ここでは平均走行速度を各車種ごとに区分しないで, 路面状態に応じて,

舗装道 : 50 mile/hr ( 80.5 Km/hr )

改良道 : 40 mile/hr ( 64.4 Km/hr )

土 道 : 30 mile/hr ( 48.3 Km/hr )

と仮定した。

ゾーン間旅行時間  $T_{ij}$  を計算すると表-6.5の通りとなる。

表-6.5 ゾーン間旅行時間 ( Rufiji 河橋が架橋された場合 )

( hr )

発 地 \ 着 地	03=031 +032 +033	04	05	06	07	08	09	10
03=031+032+033								
04	2.6							
05	5.0	2.4						
06	8.4	5.8	3.4					
07	13.4	10.8	8.4	5.0				
08	9.9	7.3	4.9	1.5	6.0			
09	10.8	8.2	5.8	2.4	5.2	2.7		
10	10.6	8.0	5.6	2.2	3.7	3.2	1.5	
11	14.6	12.0	9.6	6.2	7.7	7.2	5.5	4.0

注：1) ゾーン間距離は、Road Map of East Africa および  
COMWORKSのClassification of Roads (1969)より  
求めた。

#### 6-1-5 将来交通量の推計

各Districtの将来人口、ゾーン間旅行時間をもとにして、6.1)式のGravity Model 法  
( $\alpha'$ を使用)で1971年、1978年、2007年のOD交通量、リンク交通量を求める。



表-6.6 沿岸道路の交通量(台/日)

リンク No.	区 間	年 度	COMWORKS で実測した 交通量	推計された交通量		
			1971	1971	供用開始年度	償還計画年度
					1978	2007
1	D.S.M~Ndundu		50~130	85	125	403
2	Ndundu~Nangurukuru		50	53	77	236
3	Nangurukuru~Lindi		40	53	78	233
4	Lindi~Mtwara		100	105	154	454

※ 1971年の交通量推計に使用した旅行時間 $T_{ij}$ は架橋後の $T_{ij}$ を採用している  
 ので、フェリーによる渡河時間(約40分)を加えると1971年の交通量  
 は表-6.6の値より若干少くなる。

1971年の交通量をGravity Model 式で計算すると各区間で多少の相違があるが1971年  
 10月にCOMWORKSで実測された結果(図-6.1参照)とほぼ一致しているので1978年、  
 2007年の交通量についても妥当な値のように思われる。

各車種の伸び率をG.D.P.の伸び率と関連させて求めたCOMWORKSの資料によると将来  
 の各車種の年伸び率は次の通りである。

乗用車の伸び率 (2.5%) = G.D.P.の伸び率の1/2

バンの伸び率 (5.0%) = G.D.P.の伸び率と同率

ローリーの伸び率(5.0%) = G.D.P.の伸び率と同率

バスの伸び率 (6.0%) = G.D.P.の伸び率の1.2倍

これらの値をもとにして既述の6-1-2②の「自動車の保有率による $\alpha$ の修正 $\rightarrow \alpha'$ 」と同様な方法  
 で $\alpha'$ を求める。

$$1978年 \dots \dots \dots \alpha' = 4.80 \times 1.246 \times 10^{-9} = 5.98 \times 10^{-9}$$

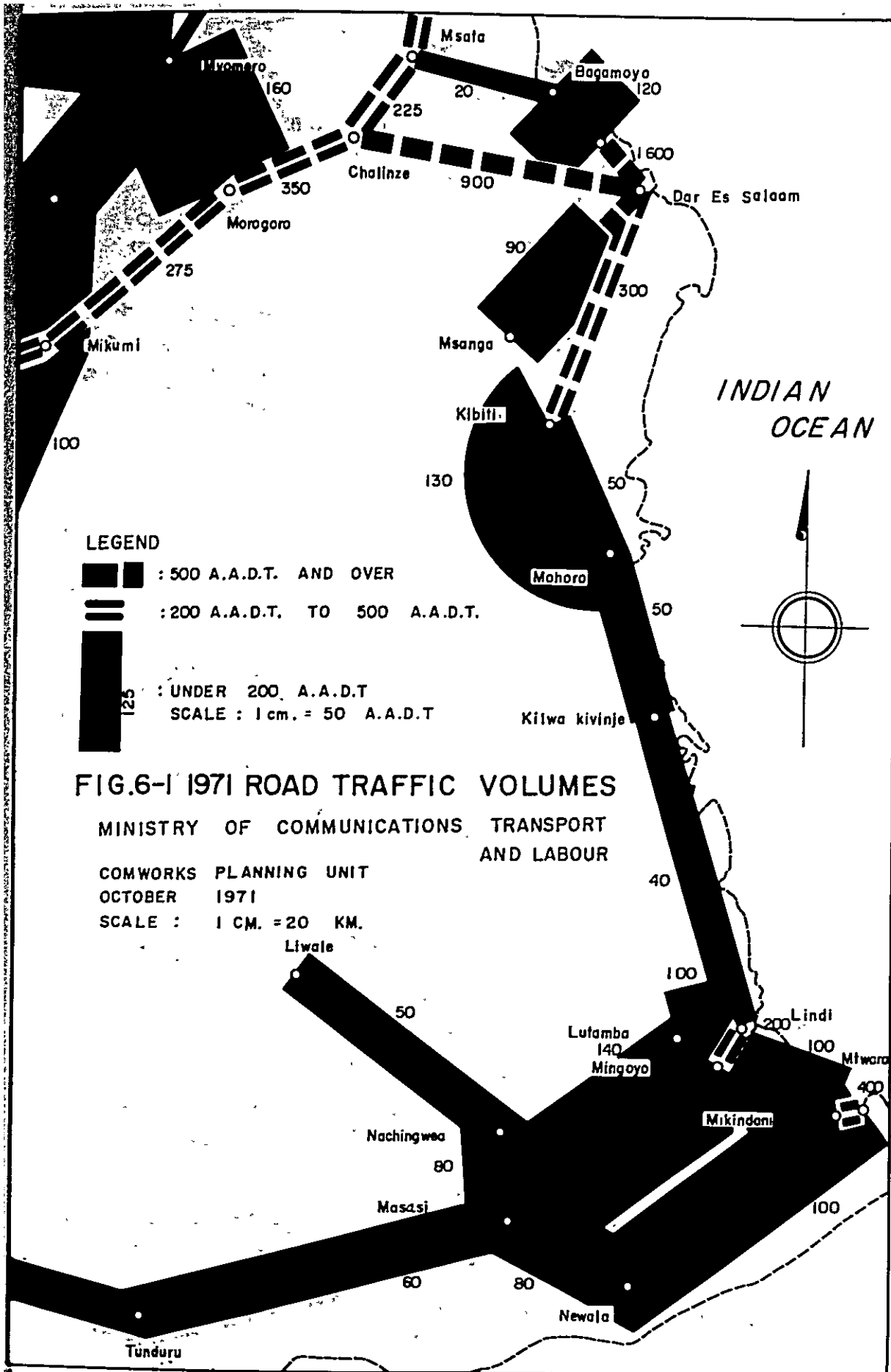
$$2007年 \dots \dots \dots \alpha' = 4.80 \times 1.258 \times 10^{-9} = 6.04 \times 10^{-9}$$

これらの $\alpha'$ は先に求めた $\alpha$ より大きいので(1978年:1.22倍, 2007年:1.19倍)先の  
 $\alpha$ を使用して交通量を求めた結果は決して過大とは言えない。また架橋後は渡河の不定期性によ  
 って抑制されていたD.S.M.~ 南部地域間の潜在的交通需要が顕在化するもので、実際の架橋後

の交通量は計算された結果を上回ることも考えられる。

推計されたリンク交通量を図-6.2, 図-6.3に示す。







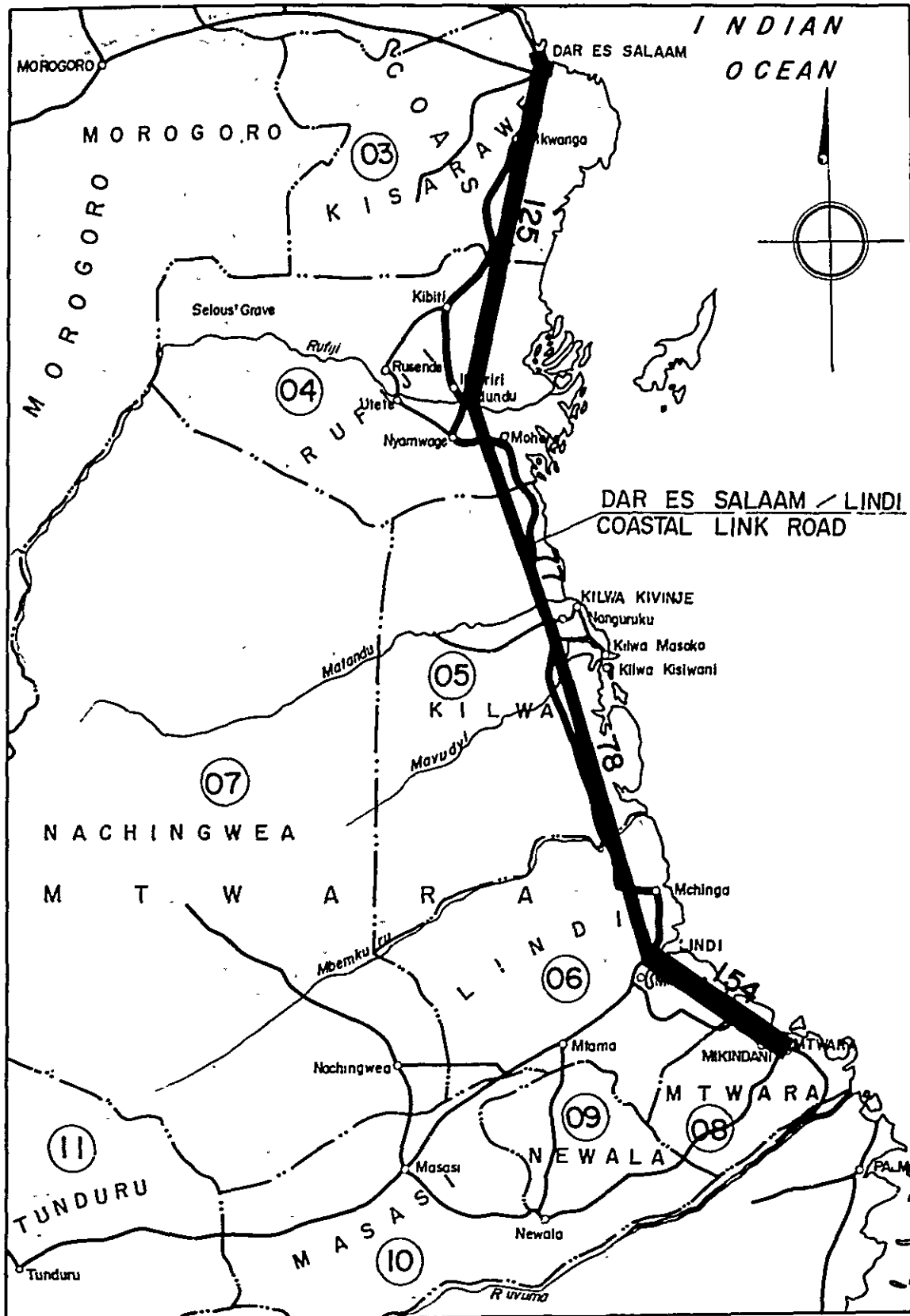


FIG.6-2 FUTURE DAILY TRAFFIC VOLUME  
1978



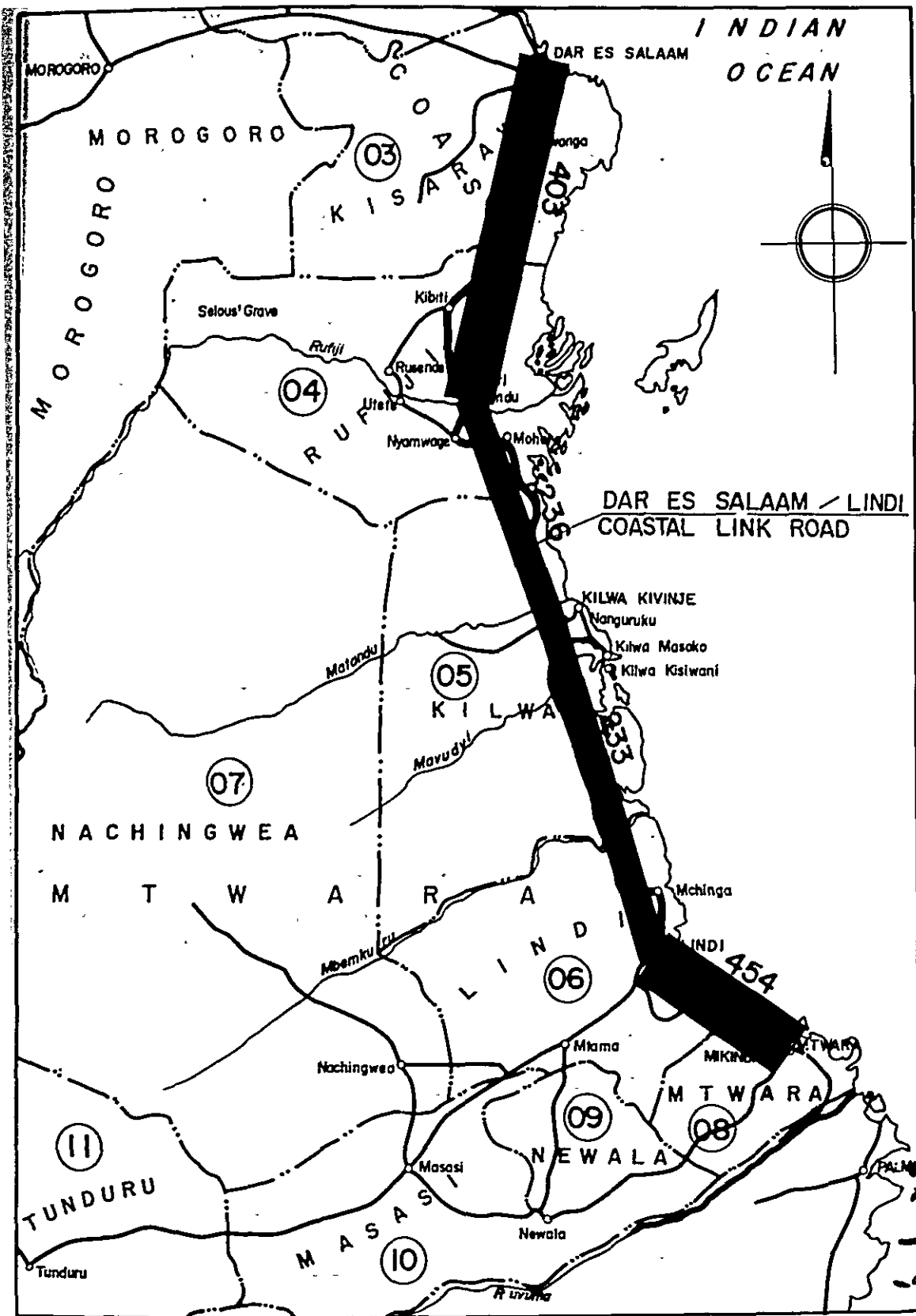


FIG. 6-3 FUTURE DAILY TRAFFIC VOLUME  
2007





迂回ルート（Tunduru, Songea, Njombe, Iringa, Morogoro 経由）を通る1978年と2007年の交通量を Gravity Model法により求めるとD.S.M.と南部地域との交通量は表-6.7のようになる。

表-6.7 迂回ルートを通るD.S.M.と南部地域との日交通量

		(台/日)	
区	間	1978年	2007年
D.S.M.	～ Ndundu	1	1
	～ Kilwa	1	1
	～ Lindi	2	4
	～ Nachingwea	1	2
	～ Mtwara	1	3
	～ Newara	2	6
	～ Masasi	2	5
	～ Tunduru	1	3

#### 6-2 Coastal Shipping Line への沿岸道路からの交通量の転換について

D.S.M. 港と南部の Kilwa, Lindi, Mtwara 港間とに就航する沿岸航路の開通による定期的な、より確実なサービスによって、沿岸道路と航路とは競合するようになるものと考えられる。

現在D.S.M.とMtwara間のバスと船による人の料金は、

バス 1等 50シル/人 , 3等 35シル/人

船 1等 315シル/人 , 2等 190シル/人 , 3等 64シル/人である。

新しいCoastal Shippingの料金がバスなみになったとしても船と車との旅行時間差、サービスの回数などの要因によって車から船に転換される旅行客は観光客などのケースを除いて考えられない。

つまり、旅行客については架橋後も雨期には現在の乾期における陸上と船による輸送のパターンがそのまま続くものとしている。

貨物の車から船への転換率は主として両者の輸送費と輸送時間の二つの要因から決まるものと思われる。

しかし、転換率は貨物の品目によって異なり、生鮮食料品などは運送時間の短い陸送を選択する傾向が強い。

各輸送機関による貨物の輸送費は次の通りである。

- 1) トラック 0.20 (シル/トン・キロメートル)
- 2) Pallet Ship  $35 (\text{シル/トン}) + 0.06 (\text{シル/トン・キロメートル}) \times \text{距離} (\text{キロメートル})$
- 3) Government Ship  $35 (\text{シル/トン}) + 0.12 (\text{シル/トン・キロメートル}) \times \text{距離} (\text{キロメートル})$

以上の運送単価によって計算されたD.S.M.と南部の3港間との貨物1トン当りの運賃は表-6.8の通りである。

表-6.8 各輸送機関による貨物1トンあたりの輸送費

( シリング )

区 間 \ 輸送機関	トラック	Pallet Ship	Government Ship
D.S.M. ~ Kilwa	60	52	69
D.S.M. ~ Lindi	94	59	84
D.S.M. ~ Mtwara	115	62	88

注) D.S.M. ~ Lindi , D.S.M. ~ Mtwara 間の航行距離は船が途中の港に立寄らないで直行する場合の距離を使用した。

出所) 「Coastal Trade Policy with Special Reference to T.C.S.L.」

運送距離によっても異なるがD.S.M.と南部のKilwa, Lindi, Mtwara間におけるトラックとPallet Shipとの運送費を比べてみると明らかにPallet Shipの方が安いので、若干の貨物が陸路より海路に転換されるものと思われる。

転換率の妥当な値を決定するためには、D.S.M. ~ 南部の3港間との輸送機関別、品目別、月別、輸送量、輸送費用、輸送時間についての確実なデータが必要であるが目下、これらのデータの入手が困難であるのでトラックとPallet Shipの貨物1トンあたりの輸送費を時間価値に換算し、さらに各々の運送時間を加えて両者の運送時間比よりおおよその転換率を推定した。

推定された転換率は次の通りである。

- D.S.M. ~ Kilwa      ローリー貨物の10%が海運に転換
- D.S.M. ~ Lindi      ローリー貨物の20%が海運に転換
- D.S.M. ~ Mtwara      ローリー貨物の35%が海運に転換

今後タンザニア国における他国との貿易が盛んになるにつれ目下、容量の不足しているD.S.M.港にかわって良港の条件を具備しているMtwara港の利用率が高くなっていくことも考えられ、沿岸道路の整備、建設後、逆に陸路に転換される交通も考えられる。

## 第 7 章 計画の評価

### 7-1 計画の評価

供用予定開始年度 1978年，償還計画年度 2007年についての便益を計算した。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。

#### 7-1-1 単価

##### 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。

表-7.1 走行単価(セント/台・マイル)

		路面の状態	乗用車	ピックアップ	7トントラック	50人乗用バス
平地 丘陵地		舗装道	45.82	49.98	66.85	94.88
		改良道	58.10	64.49	99.33	142.33
		土道	79.86	93.17	161.97	221.63
丘陵地 山地		舗装道	47.92	53.22	73.61	105.12
		改良道	60.87	69.36	109.79	154.46
		土道	83.82	100.06	179.90	238.57
便益 単価	平地 丘陵地	土道→改良道	12.28	14.51	32.48	47.45
		土道→舗装道	34.04	43.19	95.12	126.75
	丘陵地 山地	土道→改良道	12.95	16.14	36.18	49.34
		土道→舗装道	35.90	46.84	106.29	133.45

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

##### ② 時間単価

1967年の District Data より沿岸道路勢力圏(ゾーン03よりゾーン11)の全就業者数，全所得，全人口を求めると次のようになる。

勢力圏の全所得 : 531,200,000 シル/年

勢力圏の全就業者数 : 104,320 人

勢力圏の全人口 : 1,778,100 人

1年間の実働時間を1日8時間働くものとして計算すると2400時間/年・人(日曜・休日を除く)となる。

労働者1人あたりの時間単価

$$= \frac{\text{勢力圏の全所得}}{\text{勢力圏の全従業者数}} \div 2400 \text{時間} = 2.12 \text{ シル/人・時}$$

上記の2.12 シル/人・時の時間単価は高すぎるので全従業者数のかわりに全人口を用いて時間単価を計算する。

$$\frac{\text{勢力圏の全所得}}{\text{勢力圏の全人口}} \div 2400 \text{時間} = 0.12 \text{ シル/人・時}$$

1台の乗用者に1.5人/台乗っているものとする。乗用車の時間単価は $0.12 \times 1.5 = 0.18$  シル/台・時となる。他のローリー、バンについてはWinfreyがHighway Engineering Handbookで与えている乗用車と他車種との比をとってローリー、バンの時間単価とした。バスについては乗用車の時間単価に日本におけるバスと乗用車との時間単価比を乗じて求めた。

以上のようにして計算された値を次に示す。

表-7.2 時間単価

	車種	時間単価(シル/台・時)
1	乗用車	0.18
2	ローリー	0.28
3	バン	0.24
4	バス	1.04

### 7-1-2 便 益

便益計算に用いた便益の項目は次の通りである。

#### ① 架橋後の走行便益

Rufiji河橋付近の12Km(7.5マイル)が土道より舗装道となったための便益

#### ② 架橋後の時間便益

1. Rufiji河橋付近の7.5マイルが土道より舗装道となったための時間の短縮

2. フェリーがなくなって直接通行できるようになったための時間の短縮(人・車について)

#### ③ フェリー料金の節約(人・車について)

④ Rufiji河橋がない為に雨期の間、南部地域よりSongea, Iringaを經由してDar es Salaamに至る陸上交通が、架橋後直接結ばれるための便益

⑤ Rufiji河が通行不可能な雨期の4ヶ月間について、Rufiji河架橋により海上交通から陸上交通に転換される便益

Rufiji河橋がないために雨期の4ヶ月間、Rufiji河は渡河不可能である。D.S.M.と南部地域との交通が途絶するこの4ヶ月間に乾期と同じような経済活動を維持するためには乾期と同じ交通量が雨期にも海上あるいは迂回路を通してD.S.M.と南部地域相互間に流れる必要がある。

Rufiji河架橋によって雨期の4ヶ月にもD.S.M.と南部地域との交通が可能となり、この4ヶ月間の陸上交通費が海上による交通費よりも少なければそれは費用の減少ということで、便益として計上される。

そこでD.S.M.とKilwa, Lindi, Mtwaraの3港間との乾期の交通量が海上を利用した時の費用を算出して同じ交通量が陸上を利用した場合の費用との差を次に示すような項目について求める。

1. (貨物の海上輸送費) - (貨物の陸上輸送費)
2. (船の料金×利用客数) - (ローリー, バスを除く車種別走行費×交通量) - (バスの料金×利用客数)
3. 貨物についての海上輸送と陸上輸送との時間価値差
4. (船による旅行期間×時間単価×利用客数) - (車による旅行時間×車種別時間単価×ローリーを除く交通量)

Matandu河, Mavudyi河, Mbemkuru河は雨期の約1ヶ月間渡河不可能であるのでD.S.M.と南部との交通はRufiji河橋完成後も11ヶ月しか通行できないものとして、以上の便益を1978年と2007年について計算すると表-7.3のようになる。

表-7.3 年度別便益一覧表(Shs./年)

項目	年度		供用予定開始年	償還計画年	摘要
			1978	2007	
①	架橋後の走行便益		135,900	421,800	
② 時間 便益	Rufiji河橋付近の12Kmが土道→舗装道となったための旅行時間の短縮		1,000	3,000	
	Rufijiフェリー→架橋時間短縮(車について)		5,300	16,000	架橋により40分の短縮
	Rufijiフェリー→架橋時間短縮(人について)		13,400	24,100	架橋により30分の短縮
③ 料約 金の 節	Rufijiフェリー	車	108,600	344,000	Rufijiフェリー料金5シル/台
		人	11,200	20,100	Rufijiフェリー料金5セント/人
④ 陸が る便 上転 交換 益通 す	迂回コースと直行コースとの走行費の差		862,200	1,665,400	
	迂回コースと直行コースとの時間価値差		8,800	18,200	
⑤	雨期(4ヶ月間)に海上より陸上に転換する便益		1,199,600	3,935,700	
合計			2,346,000	6,448,300	

1978年： $B_0 = 2,346,000$  Shs.

2007年： $B_{29} = 6,448,300$  Shs.

よって、便益の一般式は次のようになる。

$$B = \sum_{i=0}^{29} \frac{B_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=0}^{29} \frac{2,346,000 + 141,459i}{(1+r)^i} \quad \dots\dots\dots 7.1)$$

7-1-3 工 費

$$C = C_c + \sum_{i=0}^{29} \frac{M_i}{(1+r)^i} \quad \dots\dots\dots 7.2)$$

ただし  $\left\{ \begin{array}{l} C_c : \text{初期投資額 (建設費)} \\ M_i : \text{維持費} \\ r : \text{利率} \end{array} \right.$

本橋、取付道路の建設期間の中間年に工費が全額投資されるものと仮定し、利率を考慮して工費を積算する。

Case 1 : (全線片側 1.5 m の歩道添加)

$$C = 105,415,000(1+r)^2 + \sum_{i=0}^{29} \frac{93,000}{(1+r)^i} \quad \dots\dots\dots 7.3)$$

Case 2 : (本橋のみ片側 1.5 m の歩道添加)

$$C = 93,391,000(1+r)^2 + \sum_{i=0}^{29} \frac{93,000}{(1+r)^i} \quad \dots\dots\dots 7.4)$$

7-1-4 費用便益比

Case 1

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^{29} \frac{2,346,000 + 141,459i}{(1+r)^i}}{105,415,000(1+r)^2 + \sum_{i=0}^{29} \frac{93,000}{(1+r)^i}} \quad \dots\dots\dots 7.5)$$

Case 2

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^{29} \frac{2,346,000 + 141,459i}{(1+r)^i}}{93,391,000(1+r)^2 + \sum_{i=0}^{29} \frac{93,000}{(1+r)^i}} \quad \dots\dots\dots 7.6)$$

7.5)式、7.6)式を用いて各利率に対する償還終了年、費用便益比を求めると表-7.4、図7.1  
 図-7.2のようになる。

(1978年~2007年)の内部収益率は

Case 1.....  $r = 1.10\%$   
 Case 2.....  $r = 1.79\%$  である。

表-7.4 利率と償還終了年および30年間におけるB/C

利率 (%)	Case 1		Case 2	
	償還終了年	30年間における 費用便益比 B/C (1978年~2007年)	償還終了年	30年間における 費用便益比 B/C (1978年~2007年)
0.5	2005年	1.11	2003年	1.25
1.0	2007年	1.02	2004年	1.15
1.5	2009年	0.93	2006年	1.05
2.0	2012年	0.86	2009年	0.96
2.5	2015年	0.79	2011年	0.89
3.0	2020年	0.73	2015年	0.82
3.5	2026年	0.67	2019年	0.76
4.0		0.62	2026年	0.70
4.5		0.58		0.65
5.0		0.53		0.60
5.5		0.50		0.56
6.0		0.46		0.52
6.5		0.43		0.49
7.0		0.41		0.46
7.5		0.38		0.43
8.0		0.36		0.40
内部収益率	Case 1		$r = 1.10\%$	
	Case 2		$r = 1.79\%$	

注) Case 1: 橋梁全区間片側1.5mの歩道添加案  
 Case 2: 本橋のみ片側1.5mの歩道添加案

## 7-2 結 論

以上の調査、解析の結果Case 1、Case 2についての各利率に対する費用便益比は、表-7.4の通りとなる。



利率(%)

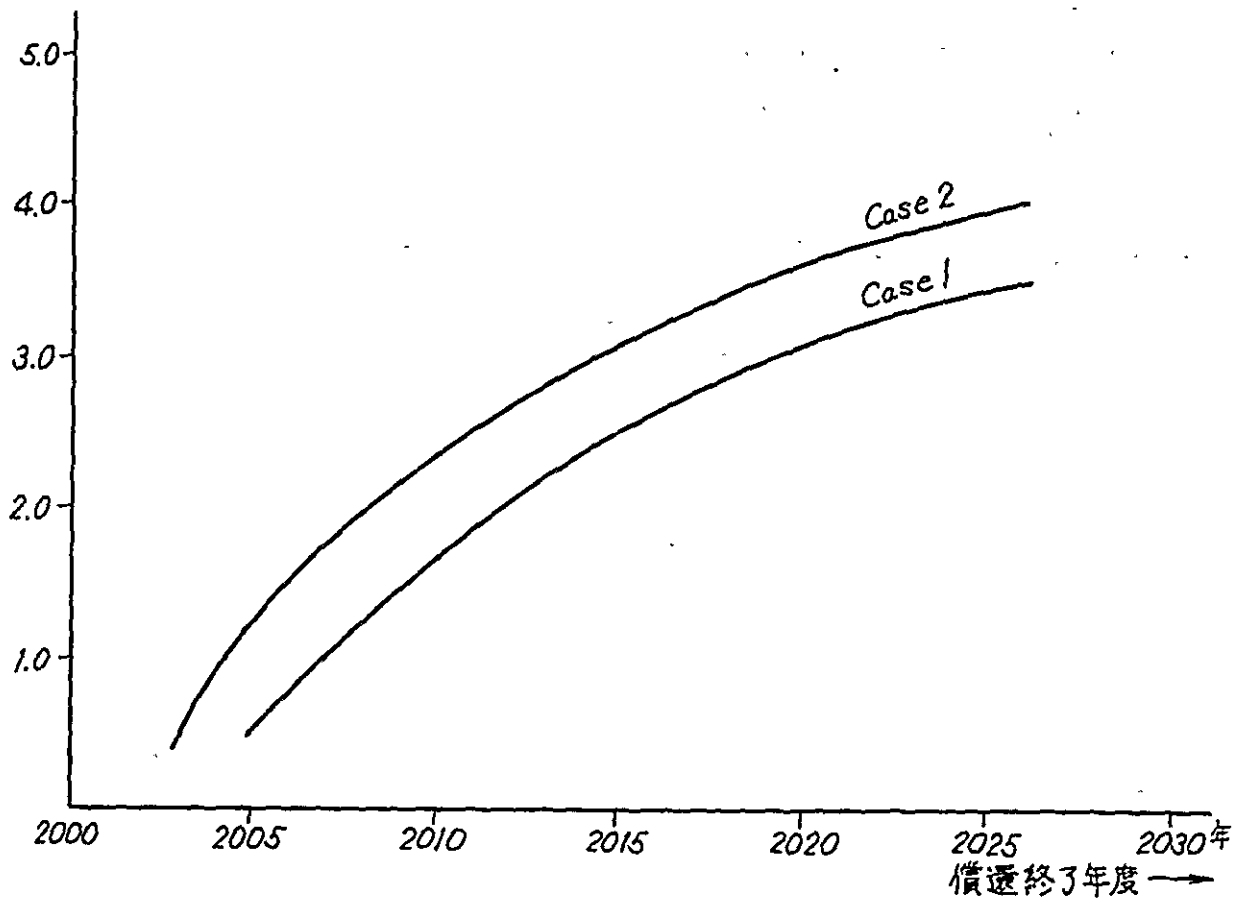


図-7.1 償還終了3年度～利率(%)との関係

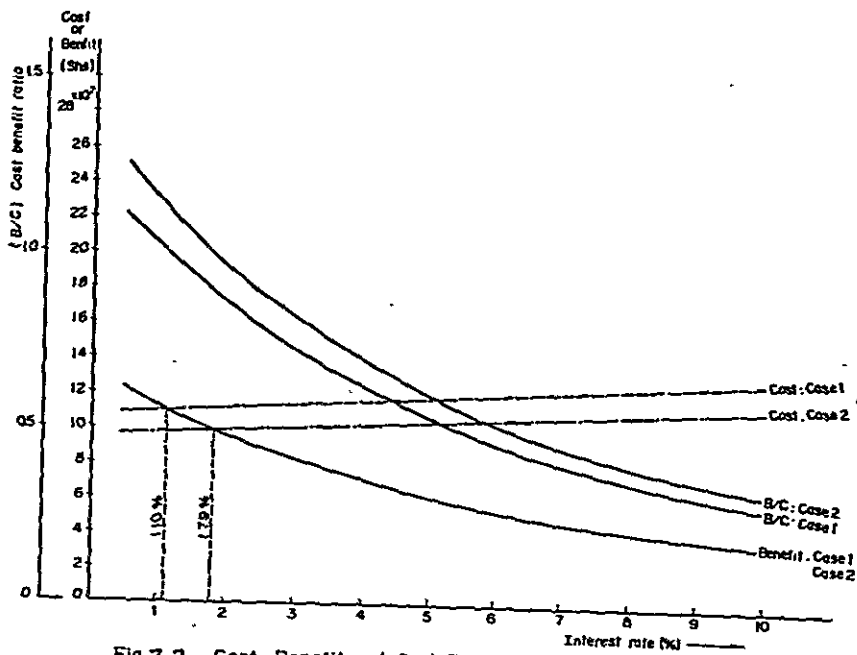


Fig. 7.2 Cost, Benefit and Cost Benefit Ratio (In Case 1 and Case 2)

30年間で償還を終了する利率は

Case 1  $r = 1.10\%$  .....  $\frac{B}{C} = 1.00$

Case 2  $r = 1.79\%$  .....  $\frac{B}{C} = 1.00$  である。

これで見るとB/Cは比較的小さな値となっているが、これは道路延長に比して橋梁区間が多く、建設費が集中的に必要とされる。

本プロジェクトの性格によるものである。Rufiji河架橋はDar es Salaam～Lindi Coastal Link Roadのうちの一段階として建設されることに大きな意義があるし、その場合全体の経済効果は誠に大きなものがあると考えられる。(第一次報告書参照)

その観点から本Rufiji河架橋計画は評価されるべきである。

洪水によって通行不可能な期間はRufiji河を除くと、他のMatandu河、Mavudyi河、Mbemkuru河において、最高1ヶ月位なので、Rufiji河橋のみの架橋によっても全天候道路としての役割の大半を果たしているものと言える。

本プロジェクトの建設によって、この報告書で解析された直接的な経済効果のみならず雨期の4ヶ月、潜在的に抑制されていた交通が顕在化することによって、沿岸地域の経済活動が活発化し、それらの経済活動が動機づけとなって沿岸地域の発展をさらに促進させることが考えられる。

D.S.M.と南部地域との一体化による沿岸地域の所得水準、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あり、ただ単に貨幣価値だけでは表現し得ない十分な効果が考えられ、有望なプロジェクトである。

### 7-3 資料

タンザニア政府はCOMWORKSおよびDEBPLANにおいて、同国の過去10年にわたる経済事情を調査し、それらの結果を関連させて将来20年にわたる交通量の伸び率を推定しているので、それらの主要点について述べる。

#### 7-3-1 人口

人口に関するデータとしては、中央統計局の1967年～1970年までの過去の資料が適用できる。

これらの資料を表-7.5に示す。

人口の年平均伸び率は、1963年～1964年の資料の不確実さを除くと2.7%である。

表-7.5 人口および国内総生産

年	人 口		国 内 総 生 産	
	(千人)	1965年=1.00 とした時の比	※ (百万シリング)	1965年=1.00 とした時の比
1960	9,939	0.88	4,517	0.76
1961	10,199	0.91	4,712	0.79
1962	10,454	0.93	5,103	0.86
1963	10,715	0.95	5,566	0.93
1964	10,983	0.98	5,904	0.99
1965	11,257	1.00	5,957	1.00
1966	11,539	1.03	6,659	1.22
1967	11,827	1.06	7,006	1.17
1968	12,227	1.09	7,401	1.24
1969	12,557	1.12	7,631	1.28
1970	12,900	1.15	7,985	1.34
年平均 伸び率	1960-70	2.6%	1960-70	5.8%
	1960-65	2.5%	1960-65	5.7%
	1965-70	2.7%	1965-70	6.0%
	1966-70	2.7%	1966-70	4.6%

※ 1970年 価格

7-3-2 国内総生産 (G.D.P.)

G.D.P. に関する資料としては次のようなものがあげられる。

資料収録年度	資料名
1960~63年	「The Development of Motor Vehicle Ownership in East Africa」 .....East African Statistical Department 発行
1963~67年	「District Data 1967」 .....Tanzanian Ministry of Economic Affairs and Development Planning 発行
1967~69年	「Economic Survey and Annual Plan, 1970~71」

1970年の実際の値はまだ得られていないので、1970年以前の3年間の平均伸び率をもとにして1970年のG.D.P.を推定する。

1960年～70年までのG.D.P.の値は表-7.5に示されている。

1965年の急下降、1966年の急上昇を除くと過去5年間のG.D.P.の伸び率はその前の5年間の伸び率よりも低く年約4.7%である。

表-7.5の値をもとにして人口およびG.D.P.の将来における経年変化を最小二乗法により求めると図-7.3のようになる。

### 7-3-3 自動車保有台数

各Regionごと、あるいは国全体の自動車保有台数の伸びを推定するための今までの資料は十分とは言えなかった。

そこで今回は、人口G.D.P.、自動車登録台数、燃料消費相互間の過去の関連性を分析することによって将来の伸び率を推定しようとするものである。

自動車の保有台数に関する1960～69年の過去のデータはCentral Registry of Motor Vehicles発行の「Annual Motor Vehicle Statistics」より得られるのが信頼性に乏しい。より確実性のあるデータを取得するためつぎのような方法がとられた。

Central Registryによって報告されている1960年～62年の各車種の総台数(使用中)は既に修正されている。

1963～70年については既に修正されている前年度の合計に新しく登録された台数を加え、さらにスクラップされた台数を推定してさし引いている。

1963～67年においてスクラップとなった車の台数は1958年～62年の過去5年間の年間スクラップ率から求められた。

1968～70年については車の耐用年限を10年として10年前に登録された車の台数をスクラップされたものとした。

以上のような方法によって得られた、1969年の使用中の車の台数はCental Vehicle Registryによって報告された台数よりも低く次のような低減率となっている。

乗用車に対して	..... 29 %
ローリーに対して	..... 22 %
バンに対して	..... 23 %
バスに対して	..... 30 %

1960～65年にかけての乗用車の伸び率はG.D.P.の伸び率とほぼ同様であり、バスについてはG.D.P.の伸び率の約 $\frac{1}{2}$ であった。バンとローリーの伸び率は实际的に0であった。

しかしながら、1965年以後、伸び率は著しく変化し、乗用車の伸び率はG.D.P.の伸び率をわずかに下まわり、一方、バンとローリーの伸び率は著しく上昇し、G.D.P.の伸び率とほぼ一致してきている。バスの伸び率はG.D.P.の伸び率よりも50%高くなっている。

乗用車に対する、この伸び率の明確な変化はおそらく1964年に採用された乗用車課税による

ところが大きい。

1960～70年の自動車の保有台数（使用中）および各車種の伸び率を表一7.6に示す。

表一7.6の値より将来の自動車保有台数を推定すると図一7.5のようになる。

表一7.6 自動車保有台数（使用中）

年	乗用車		ローリー		バン		バス	
	(台)	1965=1.00 とした場合 の比	(台)	1965=1.00 とした場合 の比	(台)	1965=1.00 とした場合 の比	(台)	1965=1.00 とした場合 の比
1960	15,946	0.80	7,207	0.97	8,830	1.01	1,481	0.90
1961	17,388	0.87	7,490	1.00	8,946	1.03	1,464	0.88
1962	19,048	0.95	7,676	1.03	9,155	1.06	1,542	0.93
1963	20,256	1.01	7,657	1.03	9,058	1.04	1,583	0.96
1964	21,093	1.05	7,895	1.06	9,164	1.06	1,691	1.02
1965	19,986	1.00	7,455	1.00	8,677	1.00	1,655	1.00
1966	20,679	1.03	8,414	1.13	9,183	1.06	1,733	1.05
1967	21,064	1.06	8,890	1.19	9,620	1.11	1,750	1.06
1968	21,596	1.08	9,368	1.25	10,199	1.17	1,952	1.18
1969	21,906	1.10	9,747	1.31	10,690	1.23	2,149	1.30
1970	22,013	1.10	10,661	1.43	11,248	1.30	2,571	1.55

年平均 伸び 率	1960～70	3.3 %	4.0 %	2.4 %	5.7 %
	1960～65	4.6	0.7	0.3 (下降)	2.2
	1965～70	1.9	7.4	5.3	9.2
	1966～70	1.6	6.1	5.2	10.4

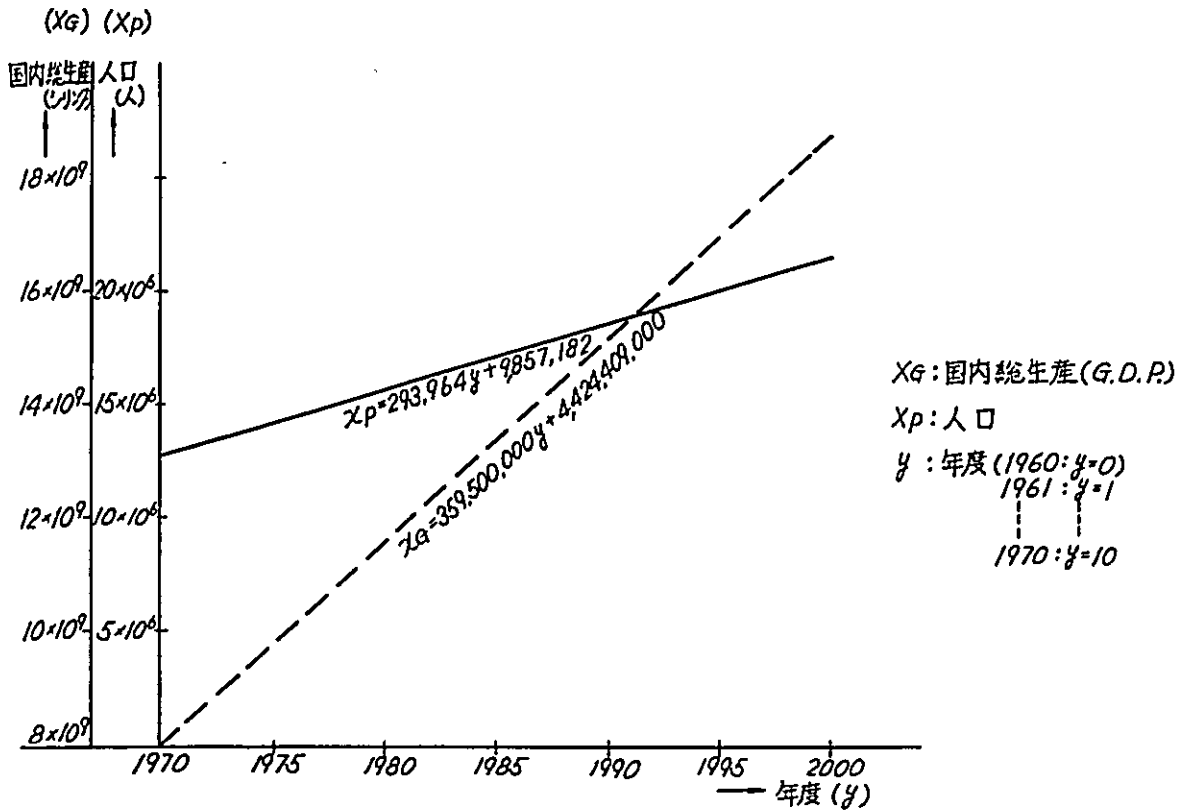


図-7.3 推定された人口およびG.D.P.

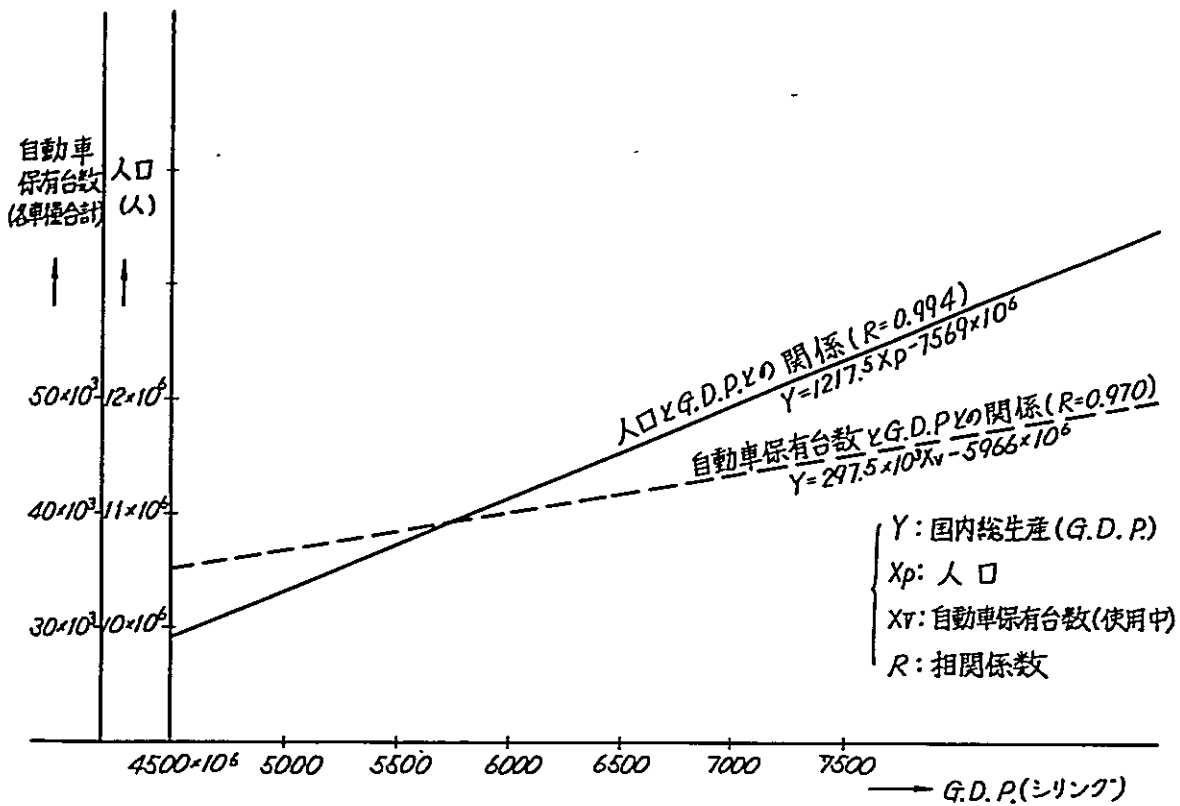


図-7.4 人口とG.D.P., 自動車保有台数とG.D.P.との関係

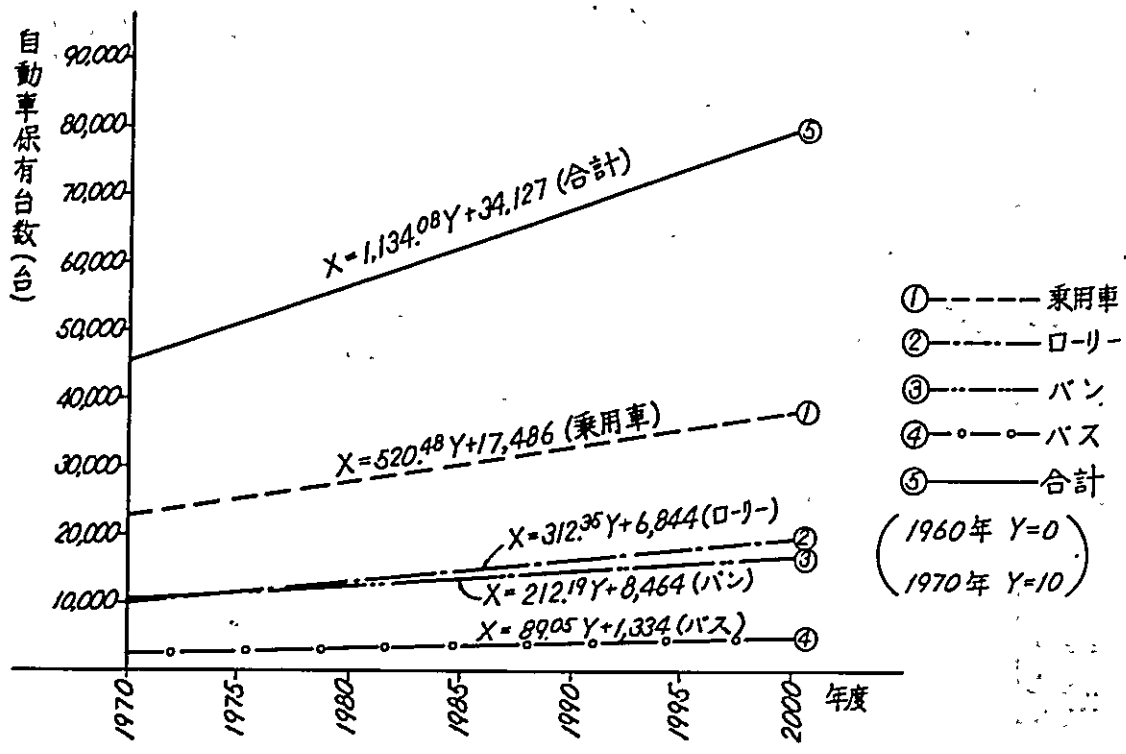


図-7.5 将来の車種別保有台数

表-7.7 交通量による車種構成(%)

日交通量(台/日)	乗用車	ローリー	バン	バス
0 - 100	16	31	35	18
100 - 200	20	29	35	16
200 - 400	25	27	34	14
400 - 700	30	24	34	12
700 - 1000	34	22	34	10
1000 - 1500	38	22	32	8
1500 - 2000	42	22	30	6
2000 - 3000	44	20	30	6
3000 - 4000	48	19	28	5
4000 以上	50	16	26	5

出所: Lyons and Assoc.

7-3-4 全国の将来交通量の伸び

過去の種々な指標, 将来の経済状況, 政策の見通しなどから将来20年間の各車種の伸びを推定する。

乗用車 .....G.D.P. の伸び率の  $\frac{1}{2}$  の伸び率を示し, これは過去数年間の伸び率よりもわずかながら高い。しかし乗用車課税前の1964年に比べて低い。

ローリー .....G.D.P. と同じ伸び率を示し, 過去数年間の伸び率よりもわずかながら低い, 1960~70年間の平均伸び率以上である。

バン .....G.D.P. と同じ伸び率を示し過去数年間の伸び率と同じである。

バス .....G.D.P. の伸び率より20%高い伸び率を示し, 最近の伸び率よりもわずかながら低い, 長期の傾向線より高い。

バスの高い成長率は乗用車に対する制限によるところが大きい。

7-3-5 その他のレポートについて

① MTWARA 地区の3-M Road に関するSWECOのInceptionレポートについて

既にURIより3-M道路の将来交通量の推計がなされているが, たまたまSWECOのInceptionレポートを見る機会にめぐまれたが, それにかかれてあったTraffic Counter による測定値は各道路のいずれの断面についても, URIの指定値よりも大きかった。このようなことからURIの推計交通量はある程度過少ではなからうかと思われる。



しかし、この疑問に関してはCOMWORKSのPlanning Unitの人はSWECOから選出された中間Reportを示してくれた。そこではInceptionレポートに記入されていた数値はCOMWORKSとほぼ同じ数値に訂正してあった。

## ② MWANZA—ARUSHA ROAD についての Interimレポートについて

カナダ政府から提出されているMwanza - Arusha RoadのInterimレポートについては、若干問題点があるようである。

まず第一に使用されている断面交通量が、たまたま同一個所において検討されているPlanning Unitのレポートの断面交通量を上回っていることである。

例えばMwanza～Usagara間において、Planning Unitの推定交通量は600台であるのにカナダのレポートは971台というように高い推定値を示している。カナダのレポートではその交通量が20年間にわたって増加するものとし、6.5%を下限とし、9.0%を上限として推定している。

しかもその将来交通量の増加は、 $r$ を1年毎の増加率とすると、 $n$ 年後の増加率は $(1+nr)$ ではなく $(1+R)^n$ で示されていて、6.5%の伸び率をとると20年後には第1の式では現在交通量の2.3倍になるのであるが、第2の式を使用しているため現在交通量の3.5倍になっている。さらに伸び率を9.0%にとると、第1の式では20年後に現在交通量の2.8倍になるのに、第2の式で考えているため20年後には現在交通量の5.6倍となっている。これ等はPlanning Unitの提案することとは、矛盾するものである。

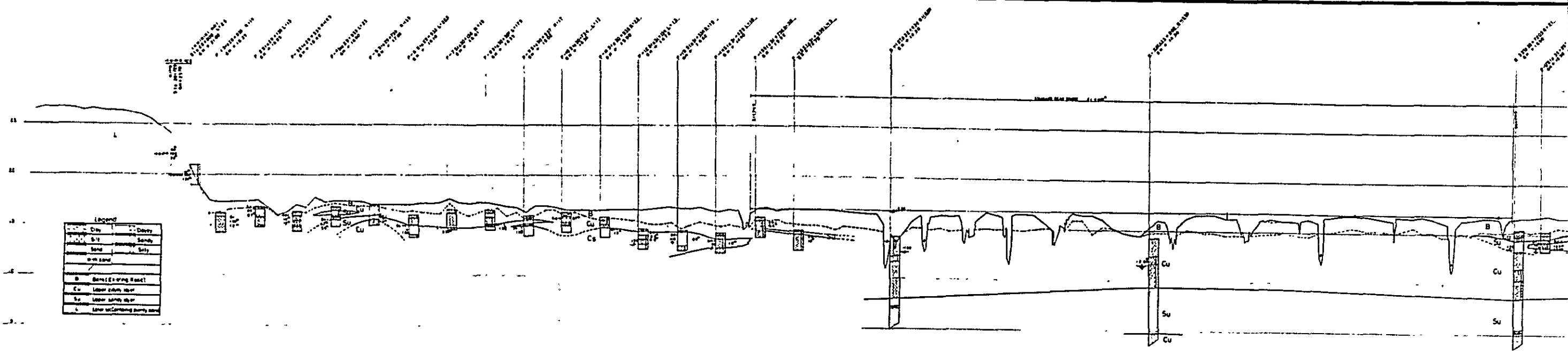
便益に関しては、便益の基準となる走行便益単価が改良された時点においてトラック、ローリーに関しては高く、未改良の時点では低くなっていて、OTCAのレポートで計算された走行便益よりも相当過大な評価がなされている。

この点については、Planning Unitの方から、このレポートはあくまでもInterimレポートで、Mwanza～Arusha間の7つの道路の選定のために提出されたものであって、走行便益に使われているこの値は正確と思われるが、この点を除いてはさらに詳細なFeasibilityレポートにおいてはPlanning Unitの提唱する方法によって推定されるであろうと説明があった。

## 第 8 章 ADDITIONAL DRAWINGS

### LIST OF DRAWINGS

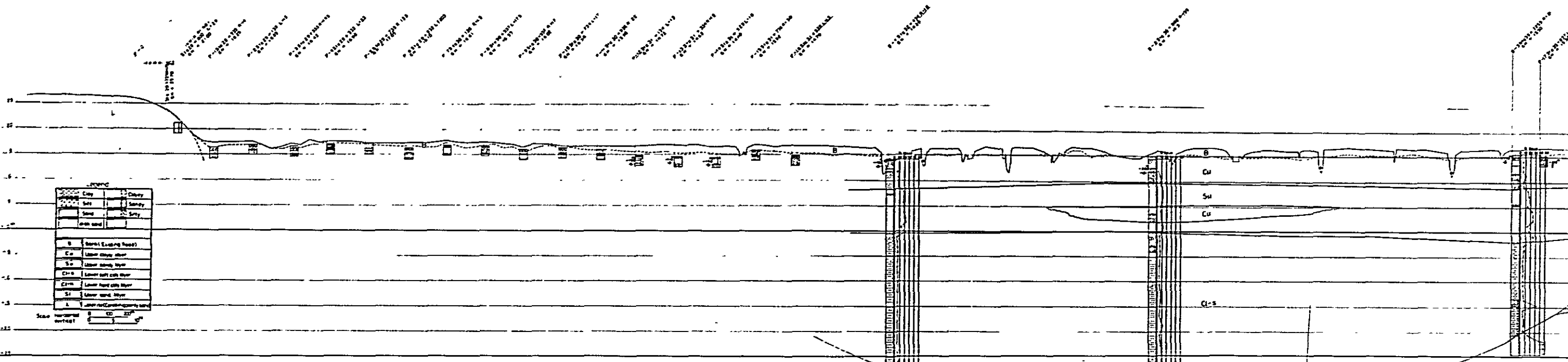
1.	Soil Profile (1)	23.	Plan (17)
2.	Soil Profile (2)	24.	Plan (18)
3.	Boring Logs	25.	Plan (19)
4.	Profile - 1	26.	Plan (20)
5.	Profile - 2	27.	Plan (21)
6.	Profile - 3	28.	Plan (22)
7.	Plan (1)	29.	Plan (23)
8.	Plan (2)	30.	Plan (24)
9.	Plan (3)	31.	Typical Cross Section
10.	Plan (4)	32.	Cross Section - 1
11.	Plan (5)	33.	Cross Section - 2
12.	Plan (6)	34.	Main Bridge General View
13.	Plan (7)	35.	Main Bridge Election Works
14.	Plan (8)	36.	Standard Beam Bridge General View (Roadway only)
15.	Plan (9)	37.	Standard Beam Bridge General (addition to footway)
16.	Plan (10)	38.	Box Culvert (STA 36 + 150)
17.	Plan (11)	39.	Box Culvert (STA 38 + 200)
18.	Plan (12)	40.	Corrugated Metal Pipe
19.	Plan (13)	41.	Retaining Wall
20.	Plan (14)	42.	Precast Concrete Grid
21.	Plan (15)		
22.	Plan (16)		



Legend

Clay	Clayey
Silt	Sandy
Sand	Silty
Gravel	
B	Best Existing Road
Cu	Upper silty clay
Su	Lower silty clay
Cs	Lower hard clay layer
Sl	Lower sand layer
L	Lower unconsolidated sandy soil

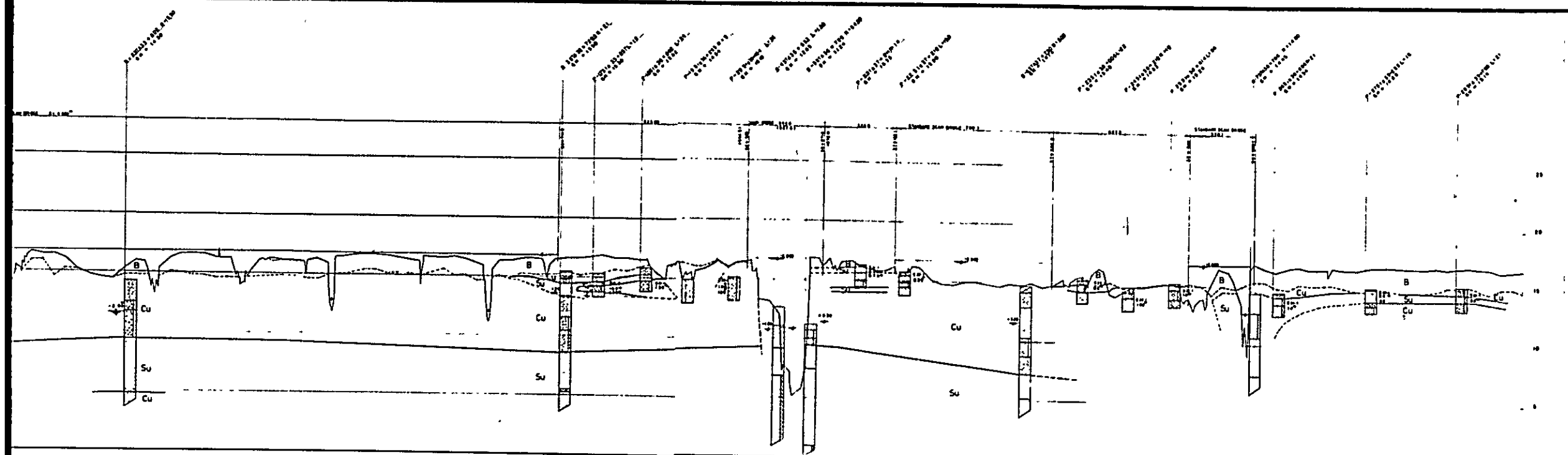
PROPOSED	
EXISTING	
CUTTING	
EMBANKMENT	
PERMANENT	
DISTANCE	
STATION	
CURVE DATA	
SCALE	



Legend

Clay	Clayey
Silt	Sandy
Sand	Silty
Gravel	
B	Best Existing Road
Cu	Upper silty clay
Su	Lower silty clay
Cs	Lower hard clay layer
Sl	Lower sand layer
L	Lower unconsolidated sandy soil

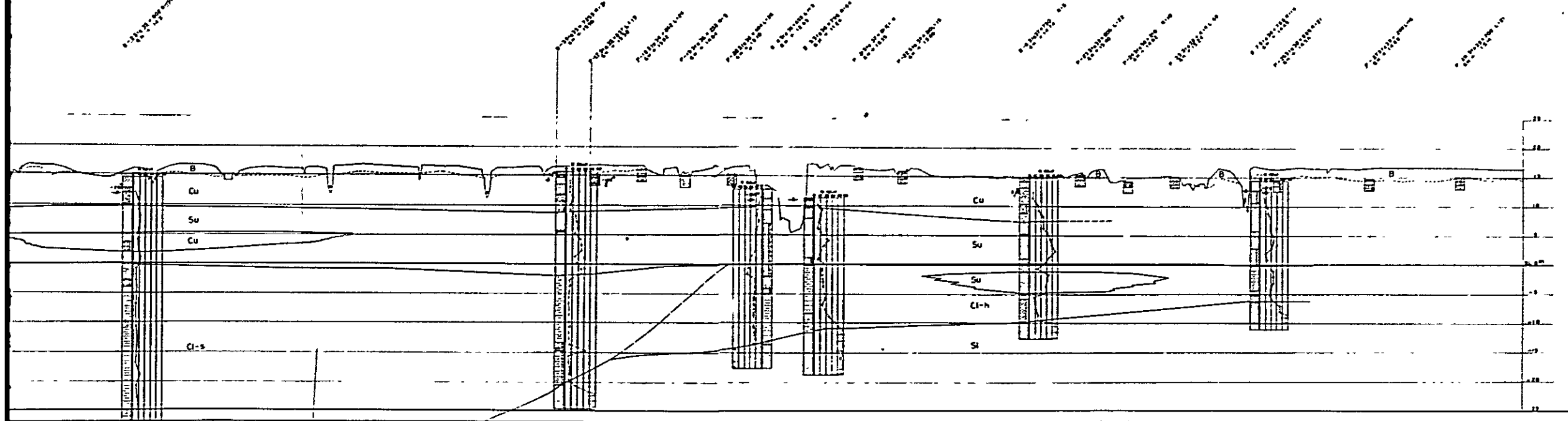
PROPOSED	
EXISTING	
CUTTING	
EMBANKMENT	
PERMANENT	
DISTANCE	
STATION	
CURVE DATA	
SCALE	



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)  
 SOIL PROFILE (1)

DRAWN BY \_\_\_\_\_ CHECKED BY \_\_\_\_\_  
 DATE JUN 1972 DWG NO 1

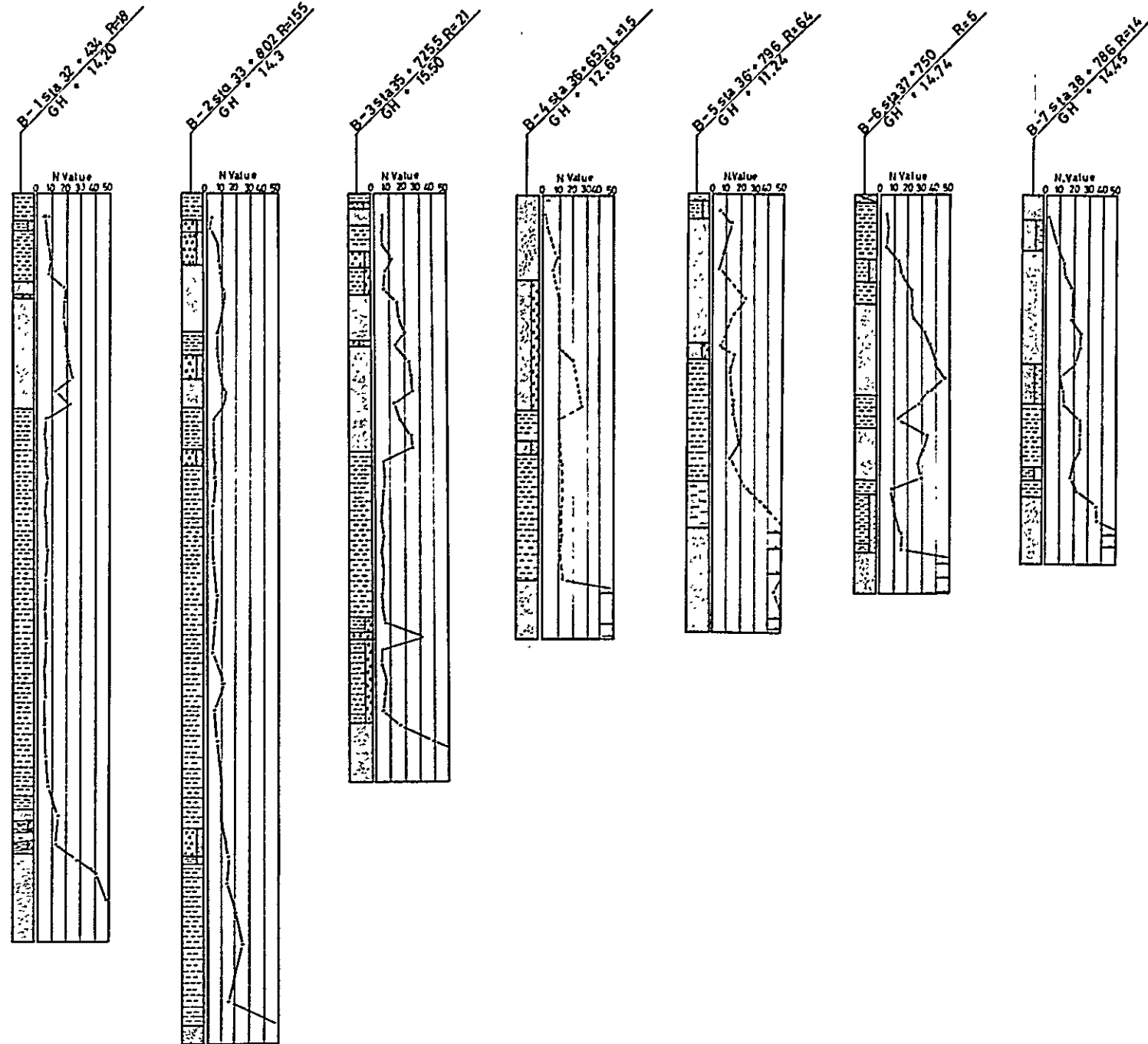


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)  
 SOIL PROFILE (2)

DRAWN BY \_\_\_\_\_ CHECKED BY \_\_\_\_\_  
 DATE JUN 1972 DWG NO 2

RUFUI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT (DAR ES SALAAM INDI COASTAL LINK ROAD)	
BORING LOGS	
DRAWN BY	CHECKED BY
DATE: JUN 1972	DWG NO 3

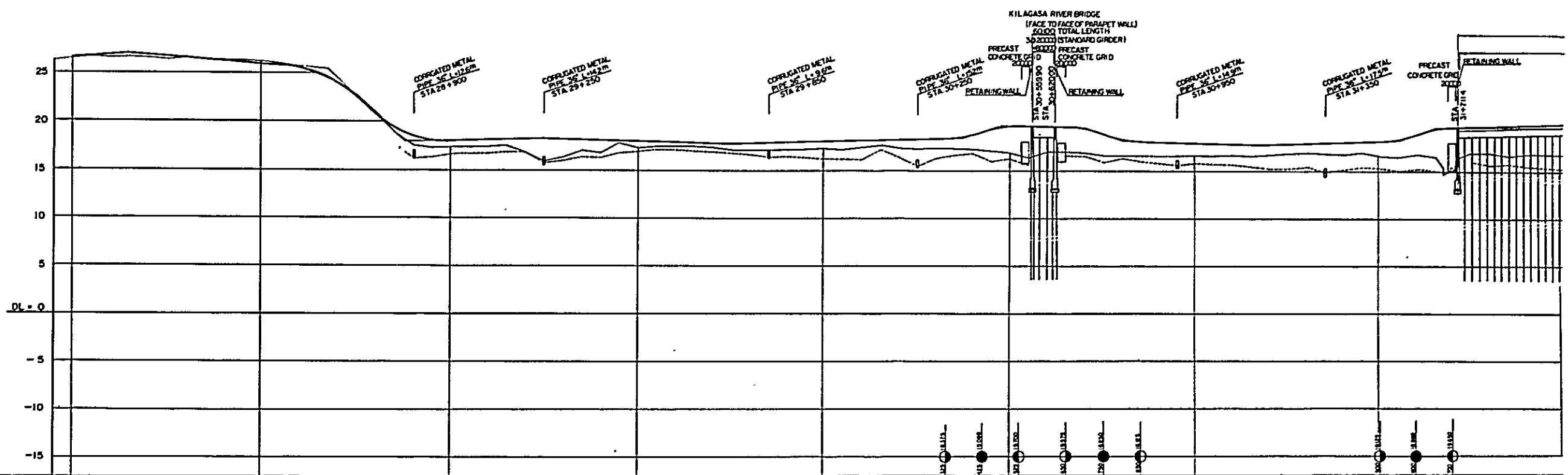


Legend

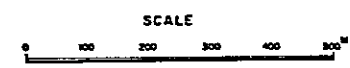
	Clay		Clayey
	Silt		Sandy
	Sand		Silty
	With sand		

Scale. Vertical 0 1 2 3 4 5<sup>m</sup>

PROFILE - I

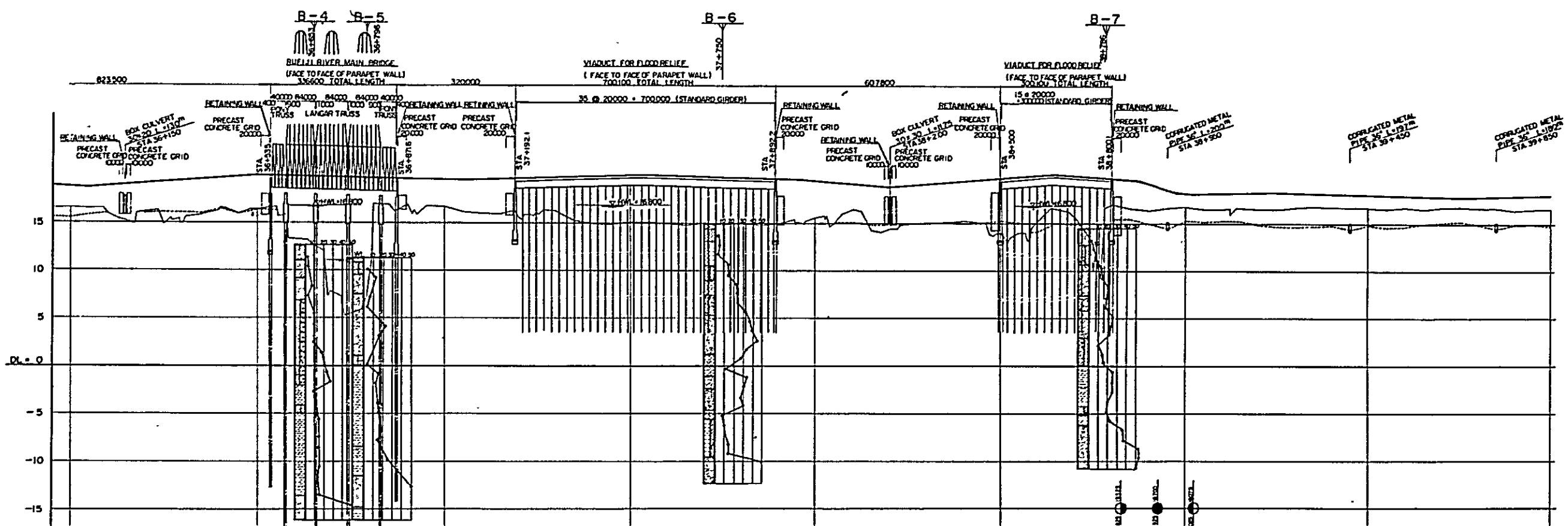


STATION	PROPOSED HEIGHT	GROUND HEIGHT	CUTTING DEPTH	EMBANKMENT HEIGHT
28	26.50	26.45	0.10	0.10
1	26.70	26.62	0.36	0.36
2	26.80	26.62	0.38	0.38
3	27.00	26.62	0.38	0.38
4	26.80	26.58	0.27	0.27
5	26.70	26.42	0.28	0.28
6	26.50	26.53	0.03	0.03
7	26.40	26.45	0.05	0.05
8	26.20	26.34	0.09	0.09
9	26.10	26.31	0.21	0.21
10	25.90	26.17	0.27	0.27
11	25.75	26.01	0.26	0.26
12	25.56	25.75	0.19	0.19
13	25.36	25.56	0.20	0.20
14	25.15	24.89	0.26	0.26
15	24.94	24.67	0.27	0.27
16	24.73	24.45	0.28	0.28
17	24.52	24.23	0.29	0.29
18	24.31	24.01	0.30	0.30
19	24.10	23.79	0.31	0.31
20	23.89	23.58	0.31	0.31
21	23.68	23.37	0.31	0.31
22	23.47	23.16	0.31	0.31
23	23.26	22.95	0.31	0.31
24	23.05	22.74	0.31	0.31
25	22.84	22.53	0.31	0.31
26	22.63	22.32	0.31	0.31
27	22.42	22.11	0.31	0.31
28	22.21	21.90	0.31	0.31
29	22.00	21.69	0.31	0.31
30	21.79	21.48	0.31	0.31
31	21.58	21.27	0.31	0.31
32	21.37	21.06	0.31	0.31

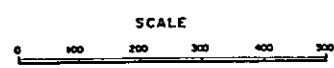




**PROFILE - 3**



PROPOSED HEIGHT	GROUND HEIGHT	CUTTING DEPTH	EMBANKMENT HEIGHT	STATION	CURVE BAND	SUPER ELEVATION DIAGRAM
18944	1638		226	36		
18700	1651		219	1		
18600	1604		281			
18000	1516		394	2		
18180	1607		308			
18200	1482		448	3		
18400	1484		451			
18600	1581		379	4		
18700	1658		318			
18900	1588		402	5		
20000	1641		364	6		
20000	1659		341			
18900	1331		664	7		
18900	1289		721			
18800	1210		1445	8		
18750	985		885			
18700	1687		283	9		
19000	1688		279			
19600	1687		293	10		
19500	1666		289			
19500	1608		342	11		
19500	1593		362			
19600	1589		376	12		
19600	1586		399			
19700	1617		453	13		
19700	1618		497			
19800	1516		464	14		
19850	1492		493			
19900	1482		508	15		
19900	1501		494			
19900	1498		500	16		
19900	1492		501			
19984	1487		521	17		
19854	1497		486			
18784	1474		504	18		
19754	1497		476			
19684	1466		502	19		
19654	1487		476			
18204	1498		600	20		
19418	1547		395			
19254	1474		491	21		
19090	1639		270			
18925	1418		457	22		
18760	1428		448			
18990	1483		408	23		
19000	1493		413			
19210	1502		419	24		
19380	1514		421			
19510	1498		453	25		
19660	1395		651			
19810	1386		623	26		
19900	1507		489			
20000	1639		366	27		
19900	1583		427			
18750	1347		975	28		
18600	19600		275			
18525	19417		287			
18244	18000		276	29		
18700	18700		175			
18000	18000		160	30		
18075	18100		181			
18190	18190		181	31		
18200	18200		159			
18200	1653		172	32		
18200	1647		183			
18250	1683		162	33		
18200	1675		145			
18150	1670		145	34		
18100	1684		144			
18090	1684		141	35		
18000	1690		150			
17950	1684		131	36		
17900	1656		134			
17800	1668		117	37		
17600	1673		103			
17600	1682		173	38		
17600	1656		132			
17900	1639		156	39		
18000	1654		144			
18050	1662		145	40		

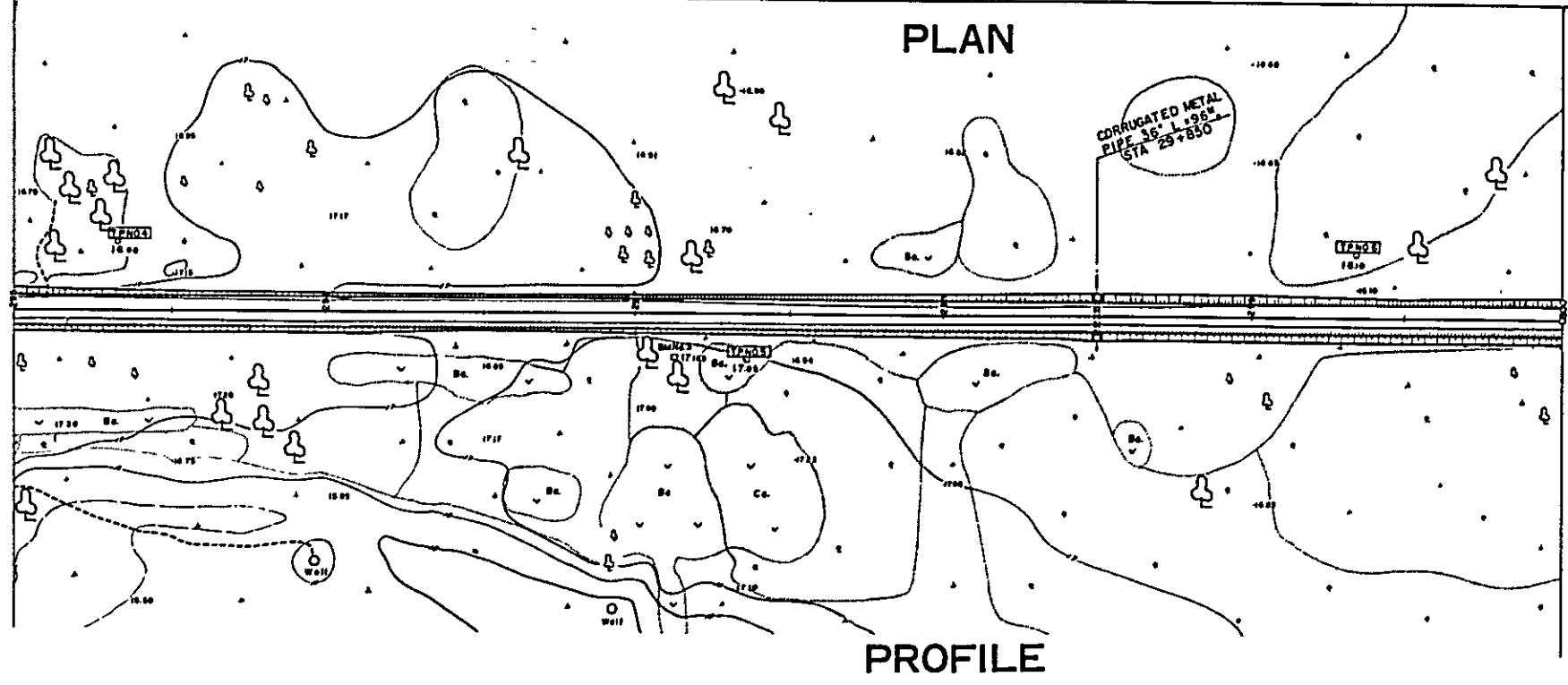






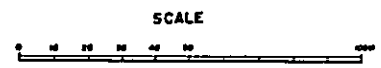




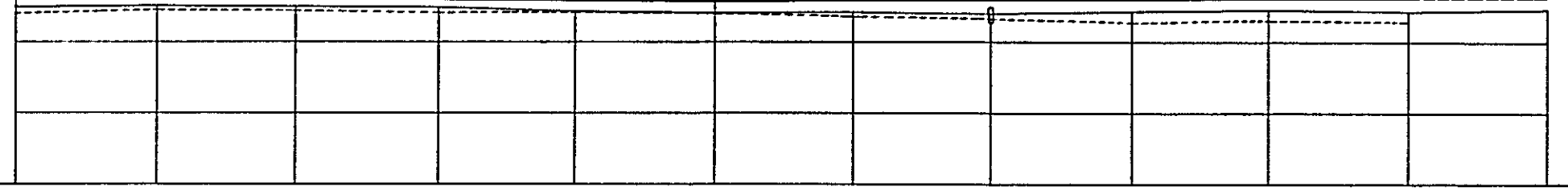


RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAAM-LINK COASTAL LINK ROAD)  
**APPROACH ROAD**  
**PLAN**  
 DRAWN BY: \_\_\_\_\_ CHECKED BY: \_\_\_\_\_  
 DATE: JUNE 1972 DWG. NO 10

3 4 5



15.00  
 D.L.=5.00



PROPOSED HEIGHT	17.30	18.00	17.48	18.00	17.48	17.80	17.40	17.80	17.17	17.80	17.08	17.80	17.08	17.80	17.18	18.00	17.87	18.00	17.18	18.00
GROUND HEIGHT	17.30	18.00	17.48	18.00	17.48	17.80	17.40	17.80	17.17	17.80	17.08	17.80	17.08	17.80	17.18	18.00	17.87	18.00	17.18	18.00
CUTTING DEPTH																				
EMBANKMENT HEIGHT	0.78	0.81	0.87	0.44	0.48	0.83	0.77	0.78	0.80	0.80	0.82	0.82	0.78	0.82	0.78	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
ACCUMULATIVE DISTANCE	285+00	285+50	286+00	286+50	287+00	287+50	288+00	288+50	289+00	289+50	290+00	290+50	291+00	291+50	292+00	292+50	293+00	293+50	294+00	294+50
DISTANCE	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
STATION	285+00	285+50	286+00	286+50	287+00	287+50	288+00	288+50	289+00	289+50	290+00	290+50	291+00	291+50	292+00	292+50	293+00	293+50	294+00	294+50
CURVE BAND	1000-2000-1000																			
SUPER ELEVATION DIAGRAM	0-1000-0																			





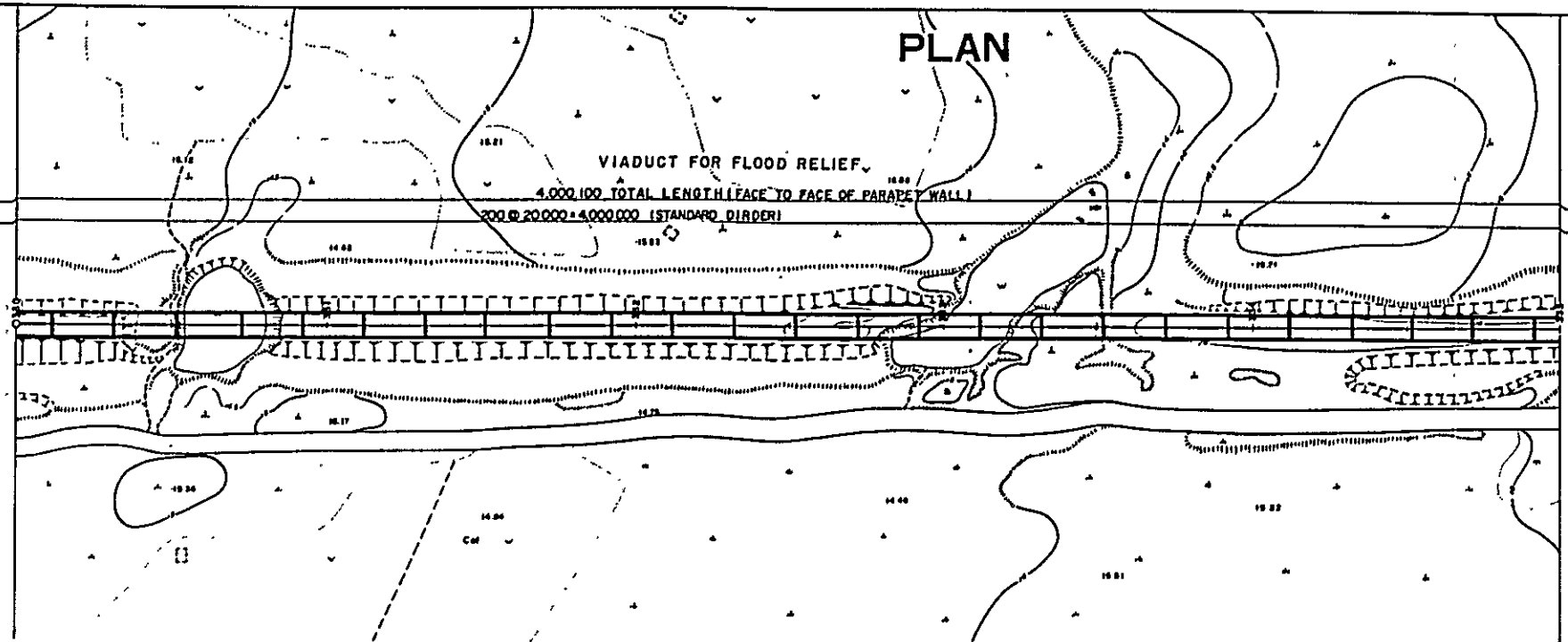




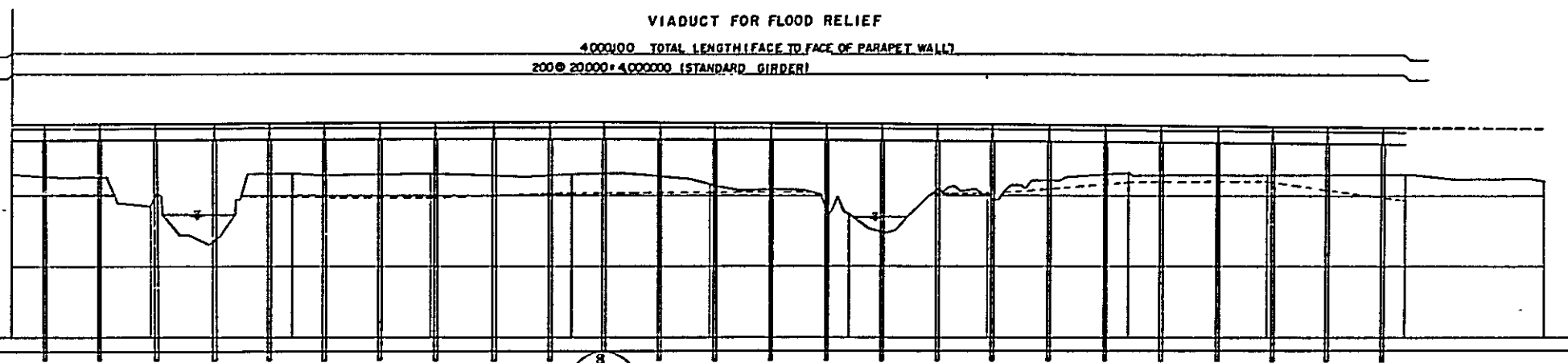






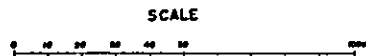


PROFILE



RUJLI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT (DAR ES SALAAM/INDI COASTAL LINK ROAD)	
APPROACH ROAD	
PLAN	
DRAWN BY	CHECKED BY
DATE: JUNE 1972	OWG. NO 17

10 11 12



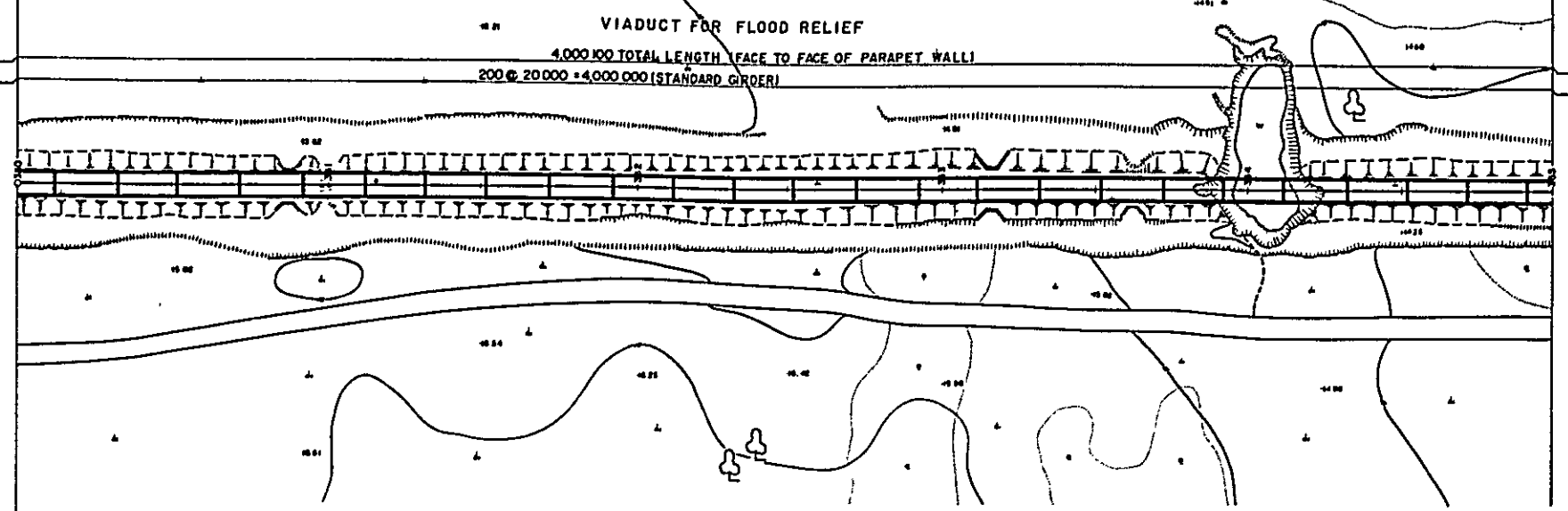
PROPOSED HEIGHT	19.989	19.939	19.889	19.839	19.789	19.739	19.689	19.639	19.589	19.539	19.489	19.439	19.389	19.339	19.289
GROUND HEIGHT	18.43	18.80	19.80	18.85	18.49	18.78	18.27	18.28	18.67	18.49	18.47	18.28	18.28	18.28	18.28
CUTTING DEPTH															
EMBANKMENT HEIGHT	3.46	3.74	3.46	3.49	3.95	4.88	6.34	4.81	3.84	3.37	3.34	3.48	3.48	3.48	3.48
ACCUMULATIVE DISTANCE	35000	35050	35100	35150	35200	35250	35300	35350	35400	35450	35500	35550	35600	35650	35700
DISTANCE	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
STATION	350+00	350+50	351+00	351+50	352+00	352+50	353+00	353+50	354+00	354+50	355+00	355+50	356+00	356+50	357+00
CURVE BAND															
SUPER ELEVATION DIAGRAM															



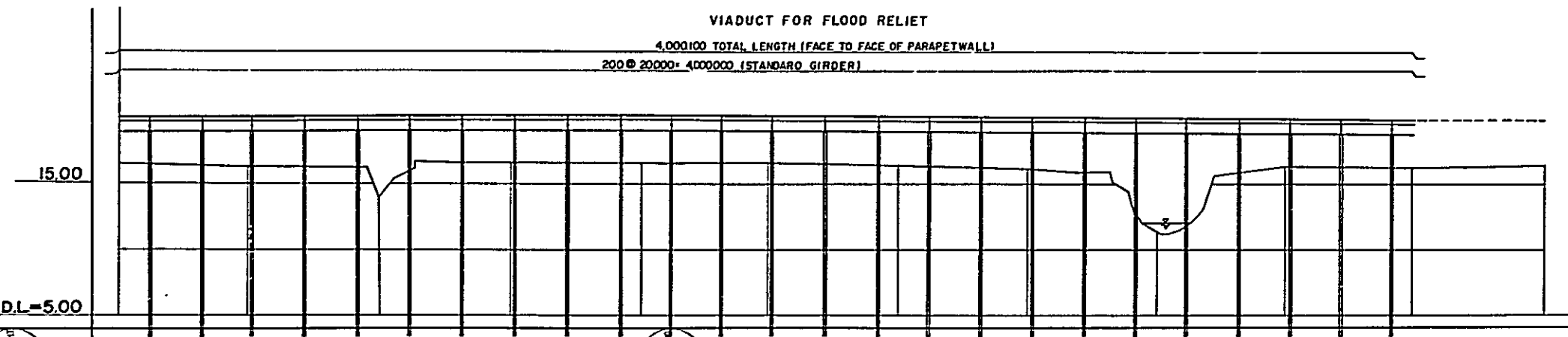




# PLAN



# PROFILE



PROPOSED HEIGHT	18.84	18.30	18.88	18.33	18.88	18.81	18.39	18.12	11.40	18.82	18.25	18.38
GROUND HEIGHT	18.84	18.30	14.05	14.81	18.88	18.81	18.39	18.12	11.40	18.82	18.25	18.38
CUTTING DEPTH												
EMBANKMENT HEIGHT	3.33	3.84	4.83	3.43	3.33	3.45	3.48	3.83	8.81	3.60	3.88	3.37
ACCUMULATIVE DISTANCE	80.00	160.00	240.00	320.00	400.00	480.00	560.00	640.00	720.00	800.00	880.00	960.00
DISTANCE	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
STATION	390+00	390+80	391+60	392+40	393+20	394+00	394+80	395+60	396+40	397+20	398+00	398+80
CURVE BAND	1:1000											
SUPER ELEVATION DIAGRAM	0.00											

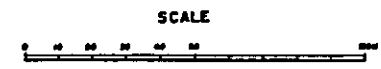
RUFU RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
(DAR ES SALAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)

APPROACH ROAD

**PLAN**

DRAWN BY: \_\_\_\_\_ CHECKED BY: \_\_\_\_\_  
DATE: JUNE 1972 DWG. NO. 21

14 15 16

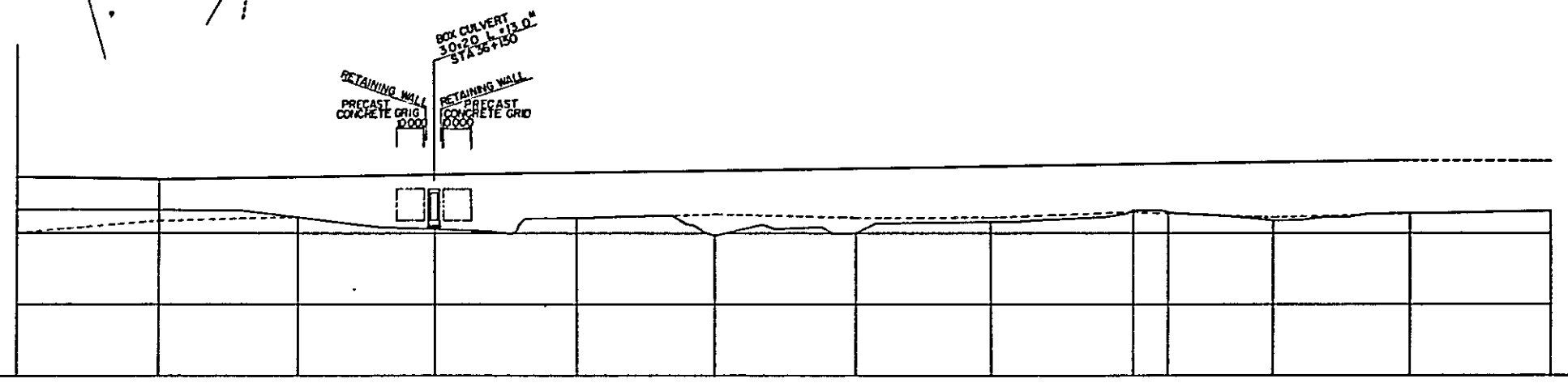
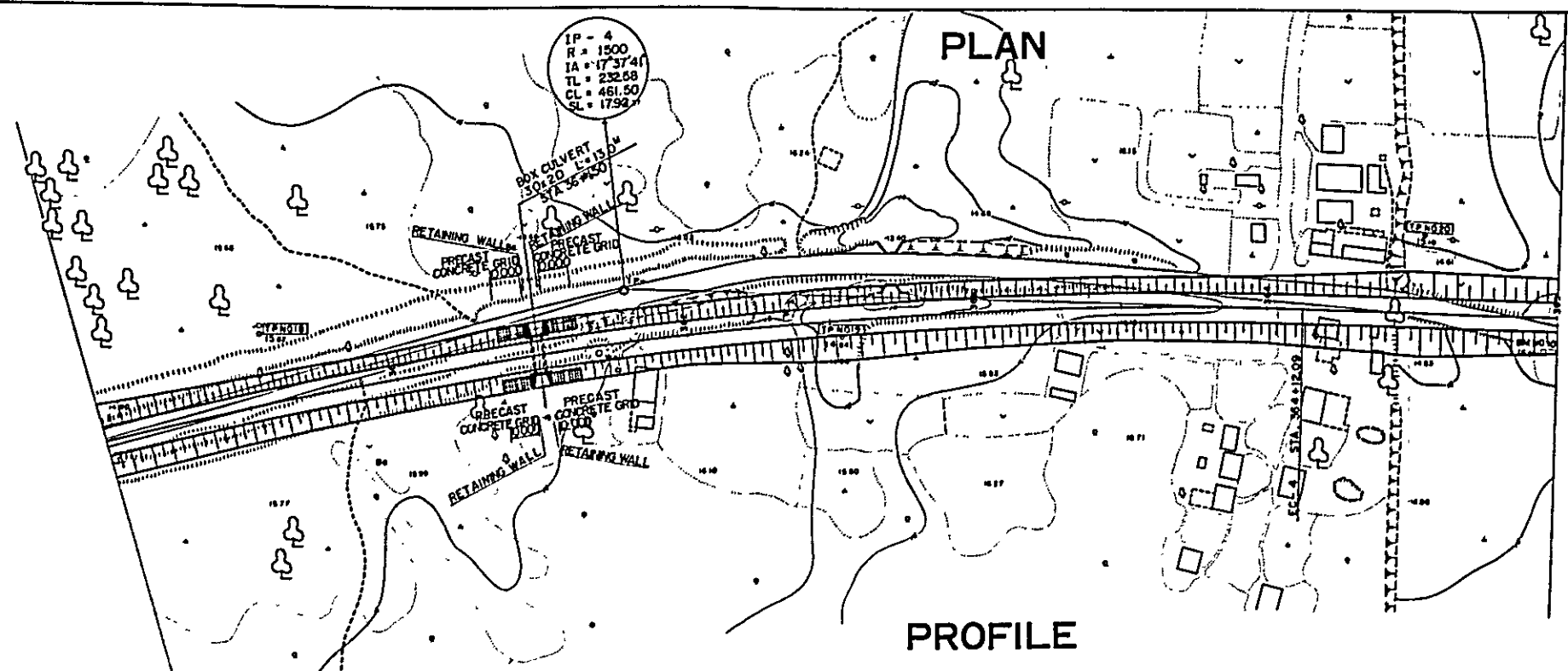
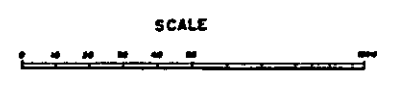






RUFU RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)  
**APPROACH ROAD**  
**PLAN**  
 DRAWN BY: \_\_\_\_\_ CHECKED BY: \_\_\_\_\_  
 DATE: JUNE 1972 DWG. NO. 23

16 17 18



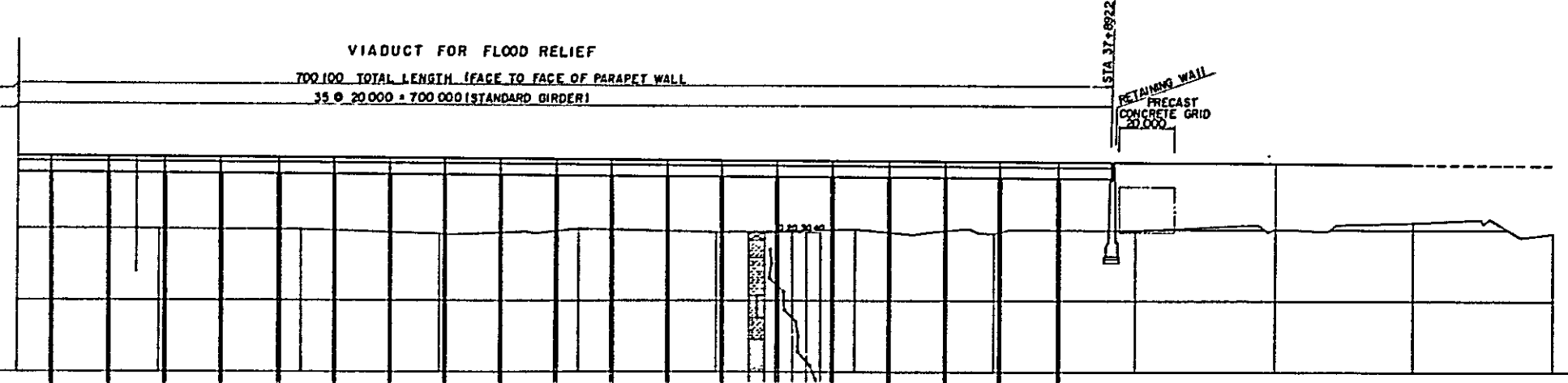
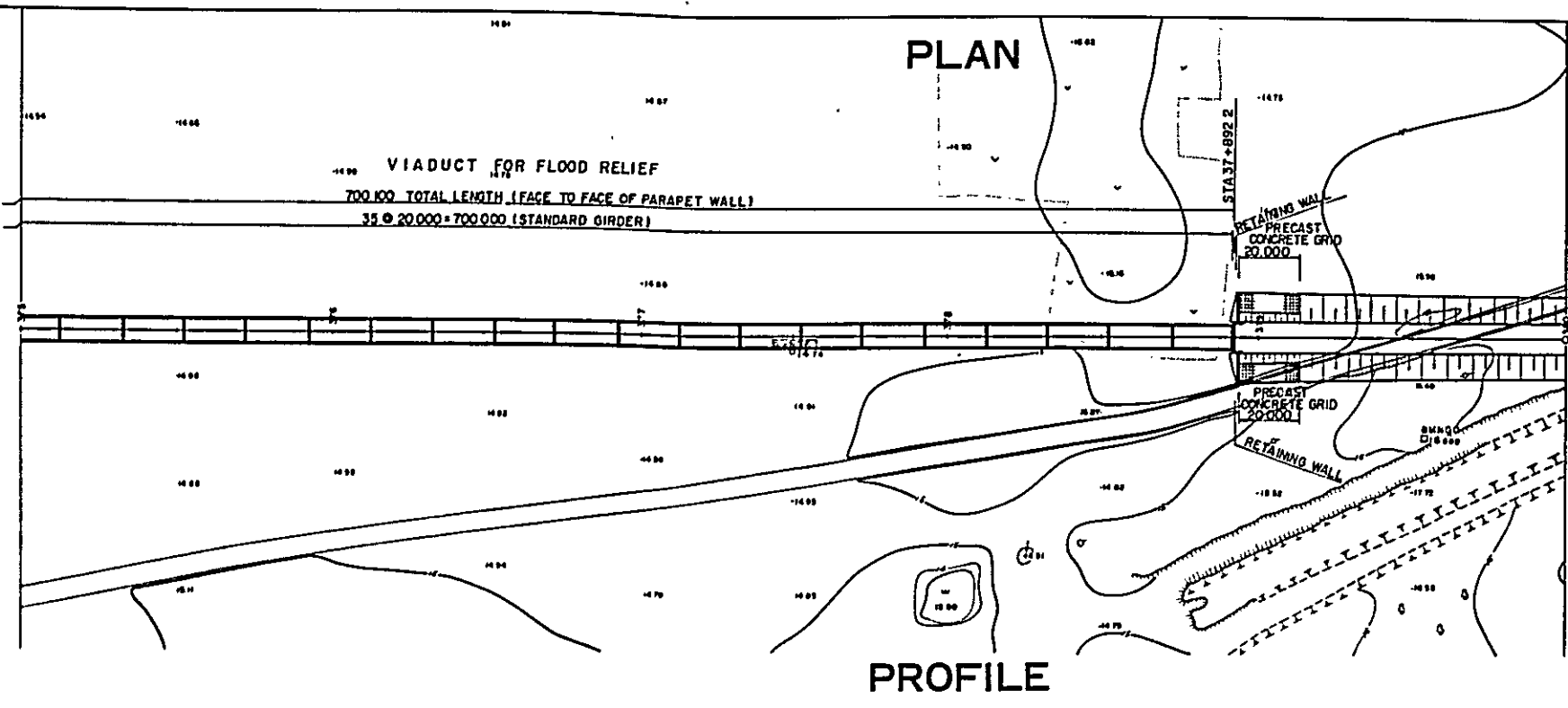
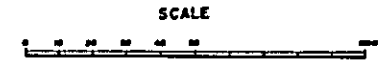
PROPOSED HEIGHT	18.84	18.700	18.830	18.800	18.800
GROUND HEIGHT	16.38	16.51	16.04	16.16	16.07
CUTTING DEPTH					
EMBANKMENT HEIGHT	2.46	2.19	2.81	2.64	2.73
ACCUMULATIVE DISTANCE	340.00	350.00	381.00	383.00	383.00
DISTANCE	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
STATION	340.00	340.00	341.00	341.00	342.00
CURVE BAND	L=481.9 R=1200				
SUPER ELEVATION DIAGRAM					





RUFU RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAMALINDI COASTAL LINK ROAD)  
 APPROACH ROAD  
**PLAN**  
 DRAWN BY: \_\_\_\_\_ CHECKED BY: \_\_\_\_\_  
 DATE: JUNE 1972 DWG. NO. 26

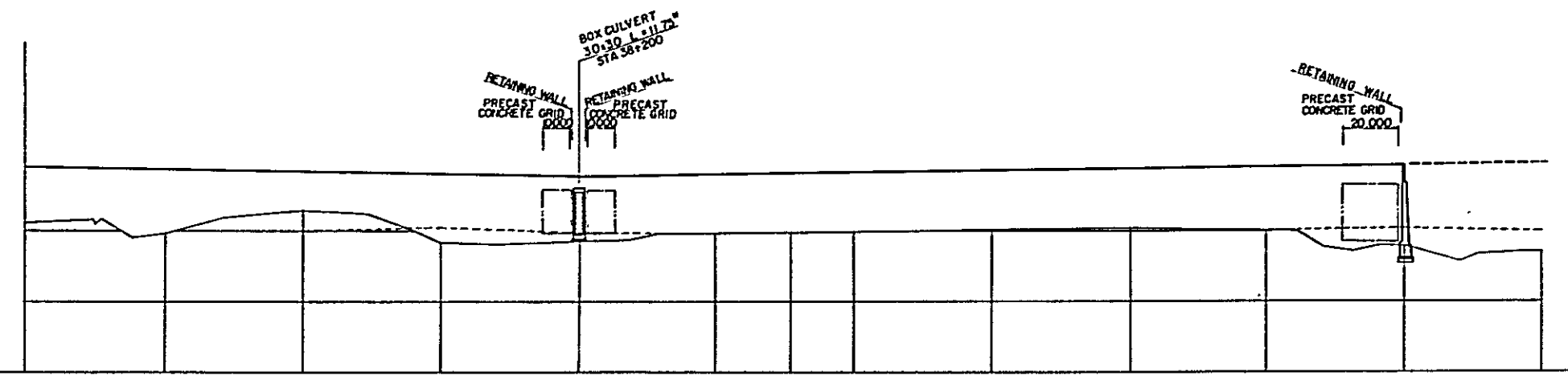
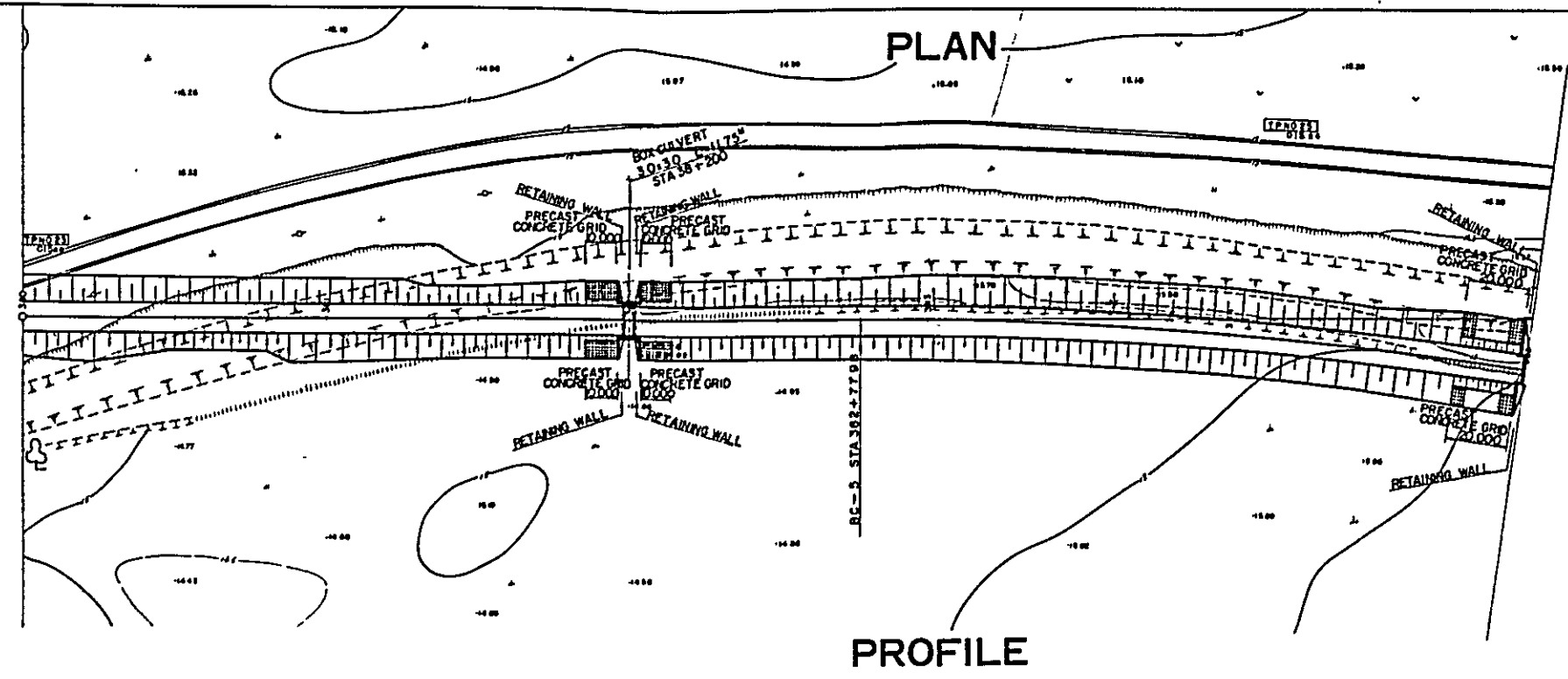
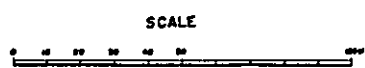
19 20 21



	37+800	37+850	37+900	37+950	38+000	38+050	38+100	38+150	38+200	38+250	38+300	38+350	38+400
PROPOSED HEIGHT	19.950	19.944	19.934	19.924	19.914	19.904	19.894	19.884	19.874	19.864	19.854	19.844	19.834
GROUND HEIGHT	18.01	14.88	14.82	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.74
CUTTING DEPTH													
EMBANKMENT HEIGHT	4.94	5.00	5.01	5.21	4.88	5.04	4.75	5.02	4.75	4.60	5.93	4.81	
ACCUMULATIVE DISTANCE	37800	37850	37900	37950	38000	38050	38100	38150	38200	38250	38300	38350	38400
DISTANCE	80.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
STATION	378400	378450	378500	378550	378600	378650	378700	378750	378800	378850	378900	378950	379000
CURVE BAND	1000-2000-3000-4000-5000												
SUPER ELEVATION DIAGRAM	0-10-20-30-40-50												

RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)  
**APPROACH ROAD**  
**PLAN**  
 DRAWN BY \_\_\_\_\_ CHECKED BY \_\_\_\_\_  
 DATE: JUNE 1972 DWG. NO 27

20 21 22



	380+00	380+50	381+00	381+50	382+00	382+50	383+00	383+50	384+00	384+50	385+00	385+50	386+00	386+50
PROPOSED HEIGHT	18.418	18.254	18.000	18.823	18.740	18.810	18.048	18.810	18.380	18.810	18.680	18.810	18.680	18.810
GROUND HEIGHT	18.47	14.74	16.35	14.35	14.85	14.85	14.93	18.02	18.18	14.88	15.18	15.18	15.680	13.88
CUTTING DEPTH														
EMBANKMENT HEIGHT	3.93	4.51	2.70	4.47	4.48	4.08	4.13	4.18	4.81	4.83	6.51	6.51	6.23	
ACCUMULATIVE DISTANCE	380+00	380+50	381+00	381+50	382+00	382+50	383+00	383+50	384+00	384+50	385+00	385+50	386+00	386+50
DISTANCE	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00
STATION	380+00	380+50	381+00	381+50	382+00	382+50	383+00	383+50	384+00	384+50	385+00	385+50	386+00	386+50
CURVE BAND														
SUPER ELEVATION DIAGRAM														





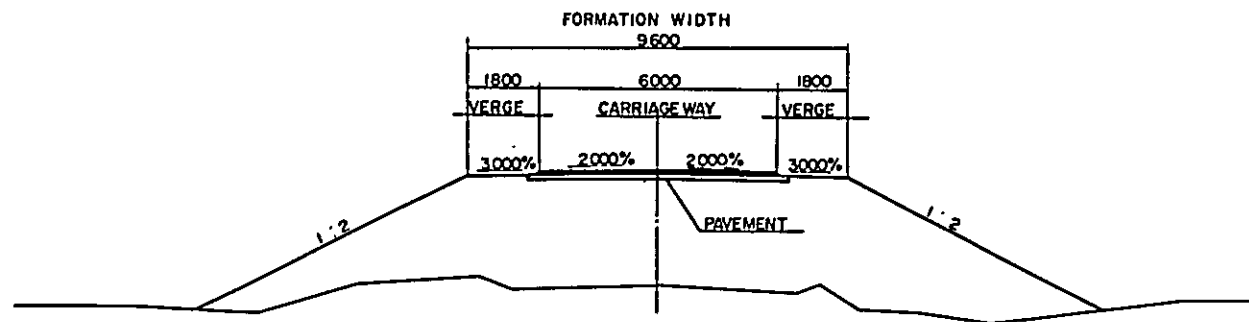




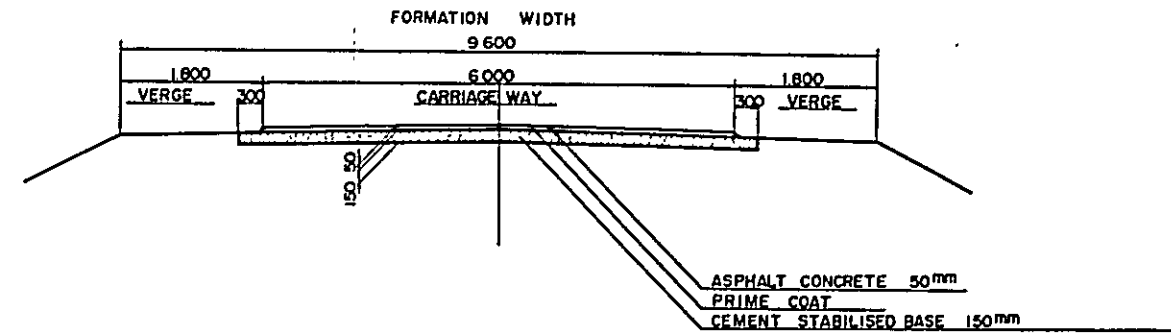
# TYPICAL CROSS SECTION

RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)	
APPROACH ROAD	
TYPICAL CROSS SECTION	
DRAWN BY	CHECKED BY
DATE: JUNE 1972	DWG. NO 31

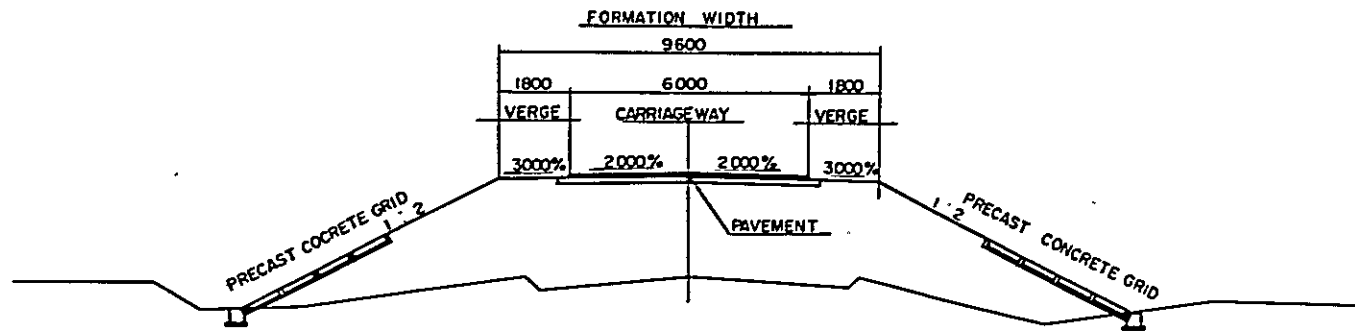
NORMAL FILL SECTION  
STA. 30+500



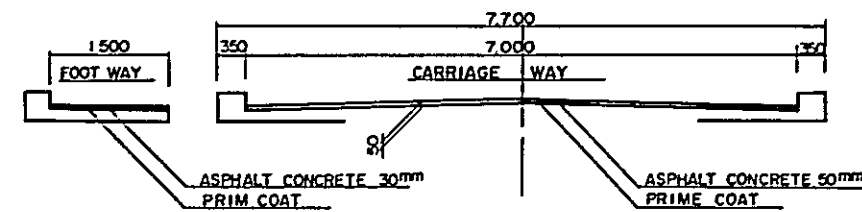
TYPICAL TYPE OF CONSTRUCTION  
FOR 20<sup>CM</sup> DEPTH OF PAVEMENT



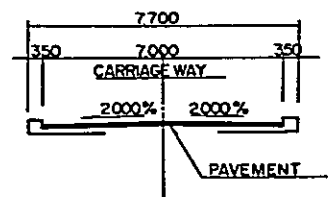
FILL SECTION WITH SLOPE PROTECTION  
STA. 30+650



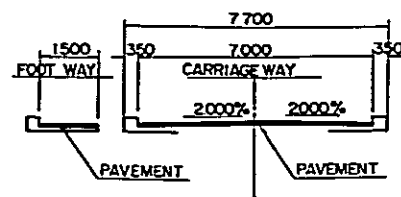
TYPICAL TYPE OF CONSTRUCTION  
FOR 5<sup>CM</sup> OR 3<sup>CM</sup> DEPTH OF PAVEMENT



VIADUCT SECTION



RUFJI RIVER  
MAIN BRIDGE SECTION



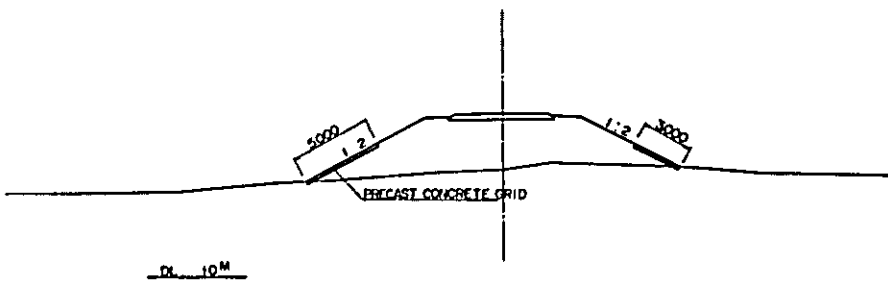
SCALE



RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)  
 APPROACH ROAD  
**CROSS SECTION (I)**  
 DRAWN BY \_\_\_\_\_ CHECKED BY \_\_\_\_\_  
 DATE: JUNE 1972 DWG NO 32

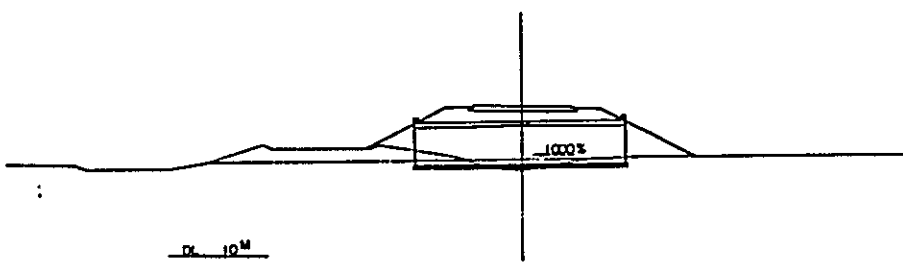


STA. 305+50



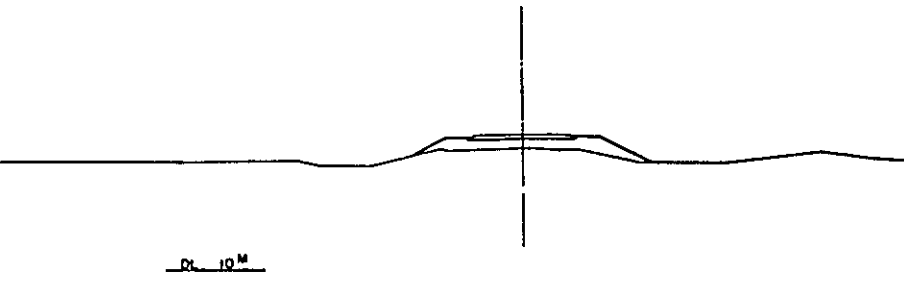
STA. 305+50	
G H	16380m
P H	19657m
Cut A	
EMBANK- -MENT A	492m <sup>2</sup>
PAVEMENT A	
GRASS PLANTING	L 3.3m R 3.7m
PRECAST CONCRETE GRID	L 50m R 30m

STA. 361+50



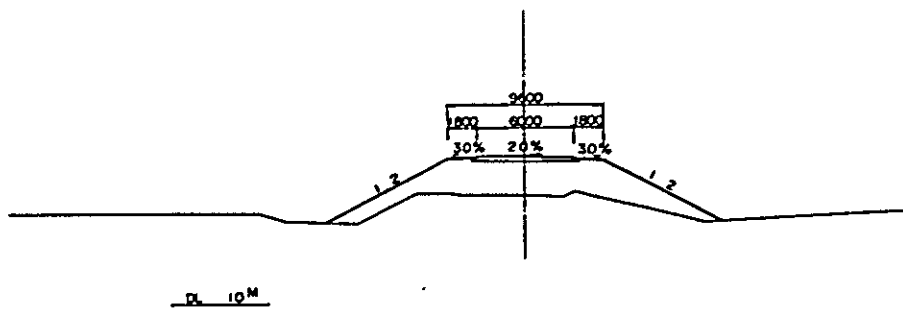
STA. 361+50	
G H	15160m
P H	19000m
Cut A	
EMBANK- -MENT A	465m <sup>2</sup>
PAVEMENT A	
GRASS PLANTING	L 5.3m R 6.7m
PRECAST CONCRETE GRID	L R

STA. 300+00



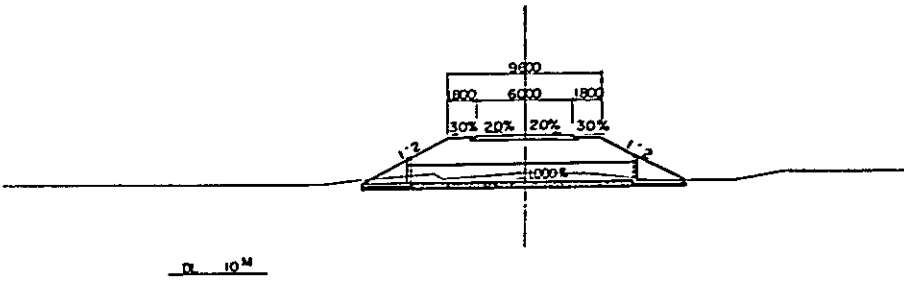
STA. 300+00	
G H	17270m
P H	18050m
Cut A	
EMBANK- -MENT A	87m <sup>2</sup>
PAVEMENT A	
GRASS PLANTING	L 2.5m R 3.4m
PRECAST CONCRETE GRID	L R

STA. 360+00



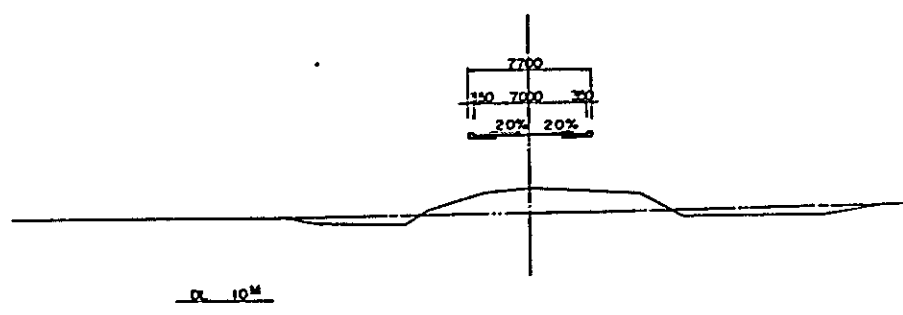
STA. 360+00	
G H	16580m
P H	18844m
Cut A	
EMBANK- -MENT A	389m <sup>2</sup>
PAVEMENT A	
GRASS PLANTING	L 86m R 85m
PRECAST CONCRETE GRID	L R

STA. 292+50



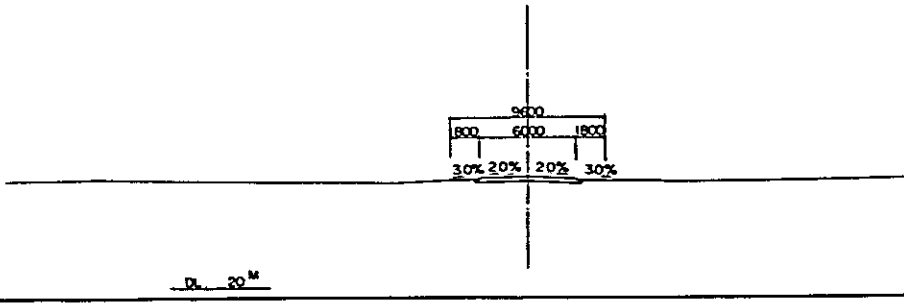
STA. 292+50	
G H	16070m
P H	18300m
Cut A	
EMBANK- -MENT A	297m <sup>2</sup>
PAVEMENT A	
GRASS PLANTING	L 5.4m R 5.6m
PRECAST CONCRETE GRID	L R

STA. 320+00



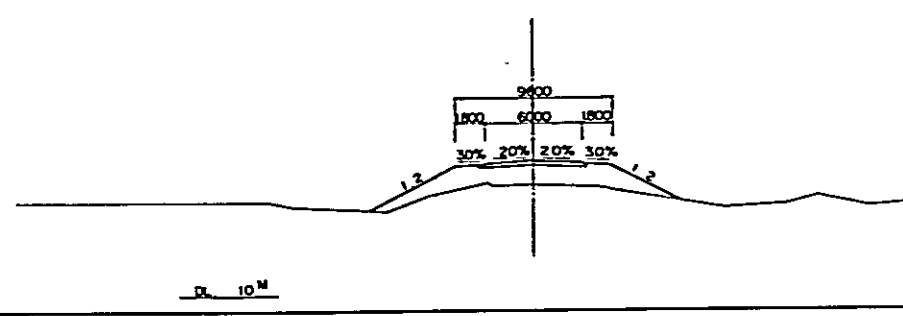
STA. 320+00	
G H	16700m
P H	19960m
Cut A	164 m <sup>2</sup>
EMBANK- -MENT A	
PAVEMENT A	
GRASS PLANTING	L R
PRECAST CONCRETE GRID	L R

STA. 280+00



STA. 280+00	
G H	26450m
P H	26550m
Cut A	18 m <sup>2</sup>
EMBANK- -MENT A	00 m <sup>2</sup>
PAVEMENT A	
GRASS PLANTING	L R
PRECAST CONCRETE GRID	L R

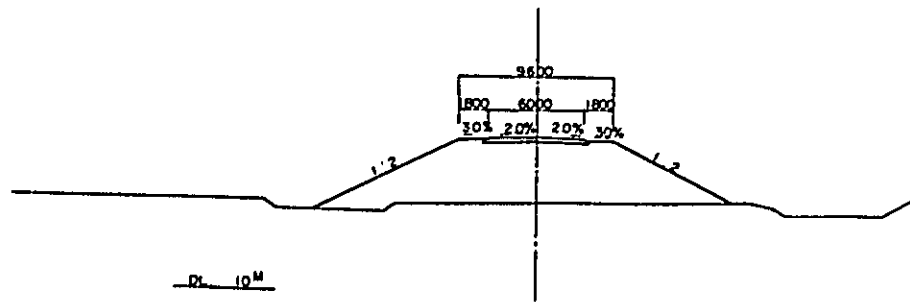
STA. 310+00



STA. 310+00	
G H	16630m
P H	17975m
Cut A	
EMBANK- -MENT A	197 m <sup>2</sup>
PAVEMENT A	
GRASS PLANTING	L 59m R 50m
PRECAST CONCRETE GRID	L R

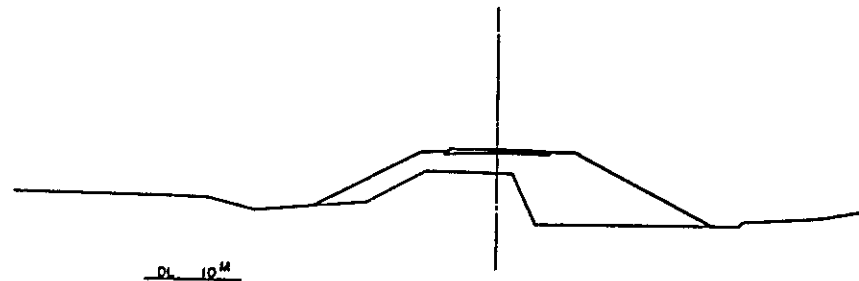


STA. 380+00



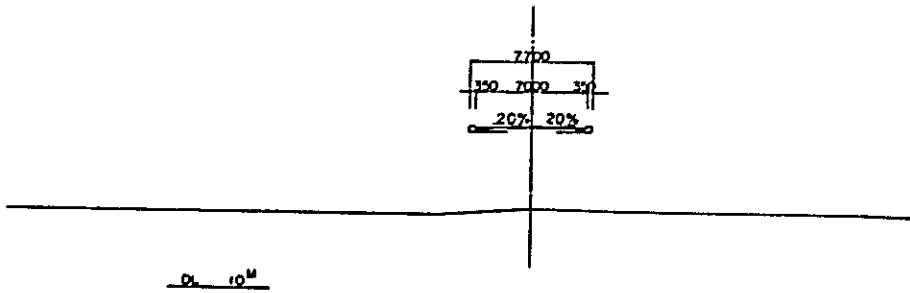
STA 380+00	
G H	15470m
P H	19418m
Cut A	
EMBANK - MENT A	675 m <sup>3</sup>
PAVEMENT A	
GRASS L	98m
PLANTING R	83m
PRECAST CONCRETE GRID	

STA. 400+00



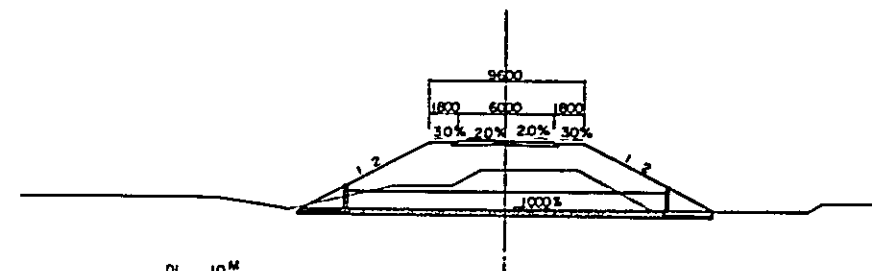
STA 400+00	
G H	16620m
P H	18050m
Cut A	
EMBANK - MENT A	457 m <sup>3</sup>
PAVEMENT A	
GRASS L	96m
PLANTING R	76m
PRECAST CONCRETE GRID	

STA. 375+00



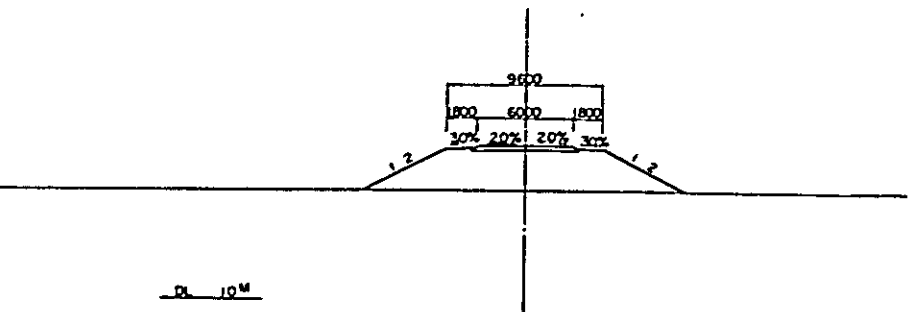
STA 375+00	
G H	15010m
P H	19950m
Cut A	
EMBANK - MENT A	
PAVEMENT A	
GRASS L	
PLANTING R	
PRECAST CONCRETE GRID	

STA. 389+50



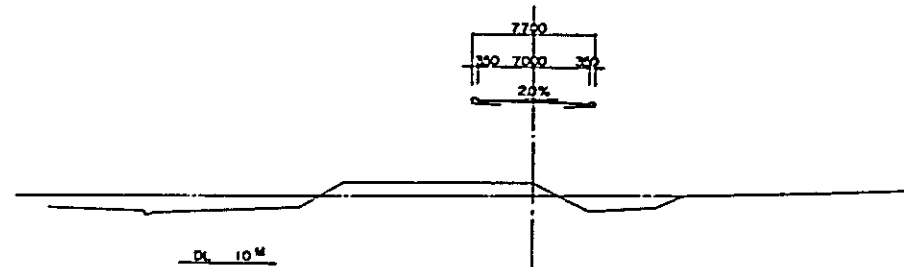
STA 389+50	
G H	16660m
P H	18408m
Cut A	
EMBANK - MENT A	367 m <sup>3</sup>
PAVEMENT A	
GRASS L	82m
PLANTING R	88m
PRECAST CONCRETE GRID	

STA. 370+00



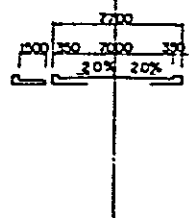
STA 370+00	
G H	16660m
P H	19550m
Cut A	
EMBANK - MENT A	367 m <sup>3</sup>
PAVEMENT A	
GRASS L	56m
PLANTING R	57m
PRECAST CONCRETE GRID	

STA. 386+00



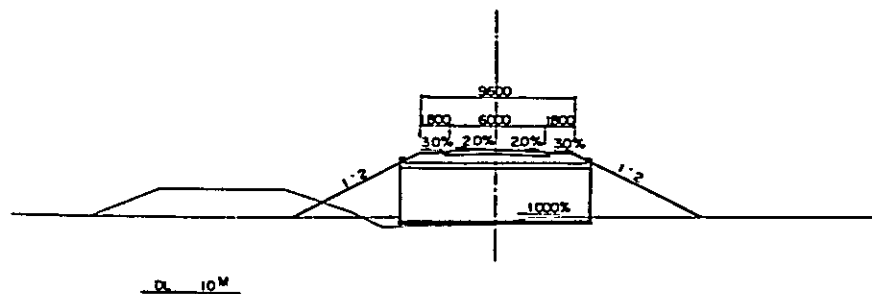
STA 386+00	
G H	15070m
P H	19960m
Cut A	
EMBANK - MENT A	107 m <sup>3</sup>
PAVEMENT A	
GRASS L	
PLANTING R	
PRECAST CONCRETE GRID	

STA. 367+00



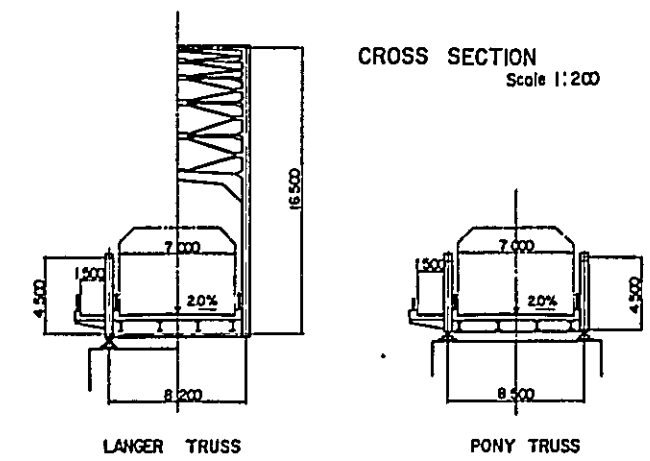
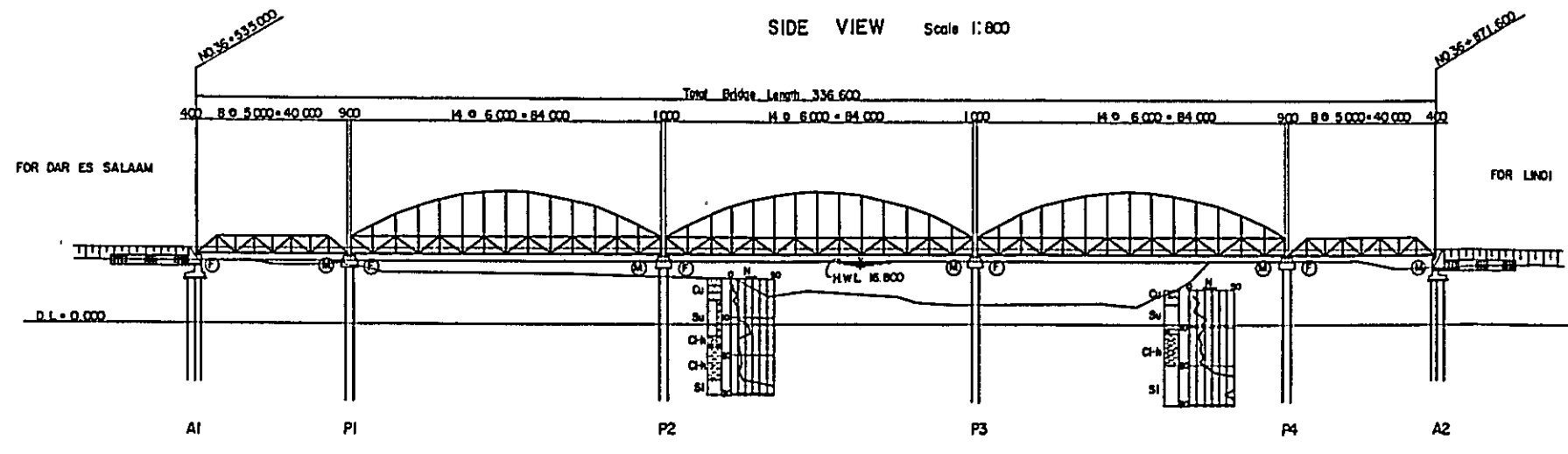
STA 367+00	
G H	7750m
P H	19850m
Cut A	
EMBANK - MENT A	
PAVEMENT A	
GRASS L	
PLANTING R	
PRECAST CONCRETE GRID	

STA. 382+00

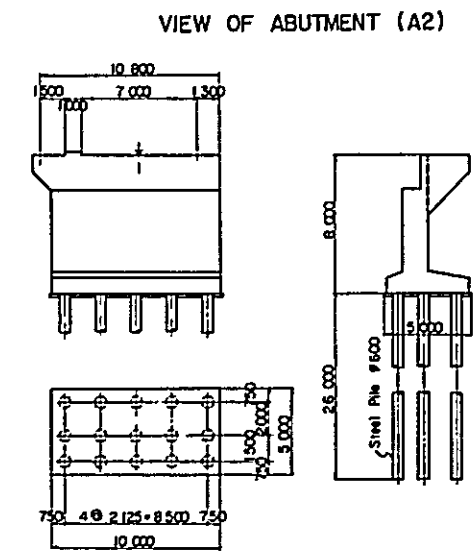


STA 382+00	
G H	14280m
P H	18760m
Cut A	
EMBANK - MENT A	693 m <sup>3</sup>
PAVEMENT A	
GRASS L	67m
PLANTING R	86m
PRECAST CONCRETE GRID	

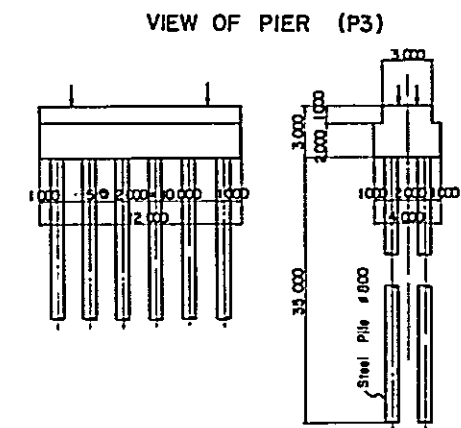
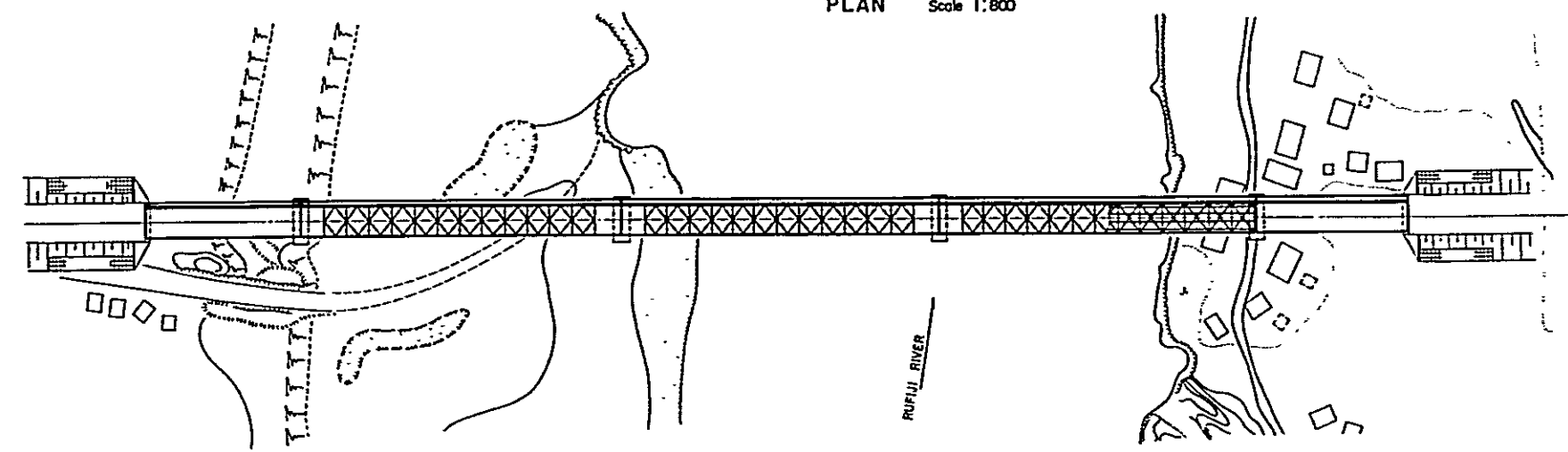
RUFUJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)  
 RUFUJI RIVER MAIN BRIDGE  
 GENERAL VIEW  
 DRAWN BY: [ ] CHECKED BY: [ ]  
 DATE: JUNE 1972 DWG NO. 34



SLOPE									
PROPOSED HEIGHT	20.015	19.876	19.850	19.889	19.850	19.804	19.770	19.719	19.678
GROUND HEIGHT			13.310						
ACCUMULATIVE DISTANCE	36335.000	36375.800	36600.000	36600.000	36700.000	36743.800	36800.000	36830.750	36871.600
DISTANCE	35.000	40.800	24.150	60.000	318.200	43.800	54.500	30.750	40.800
STATION	①	②	N3.36 +600.000	③	N3.36 +700.000	④	N3.36 +800.000	⑤	⑥
CURVE BAND									

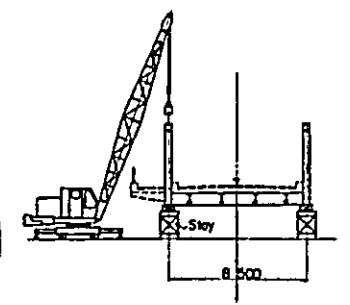
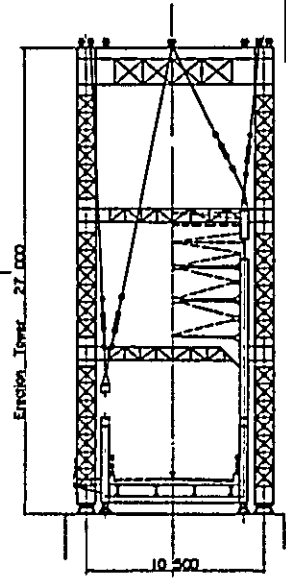
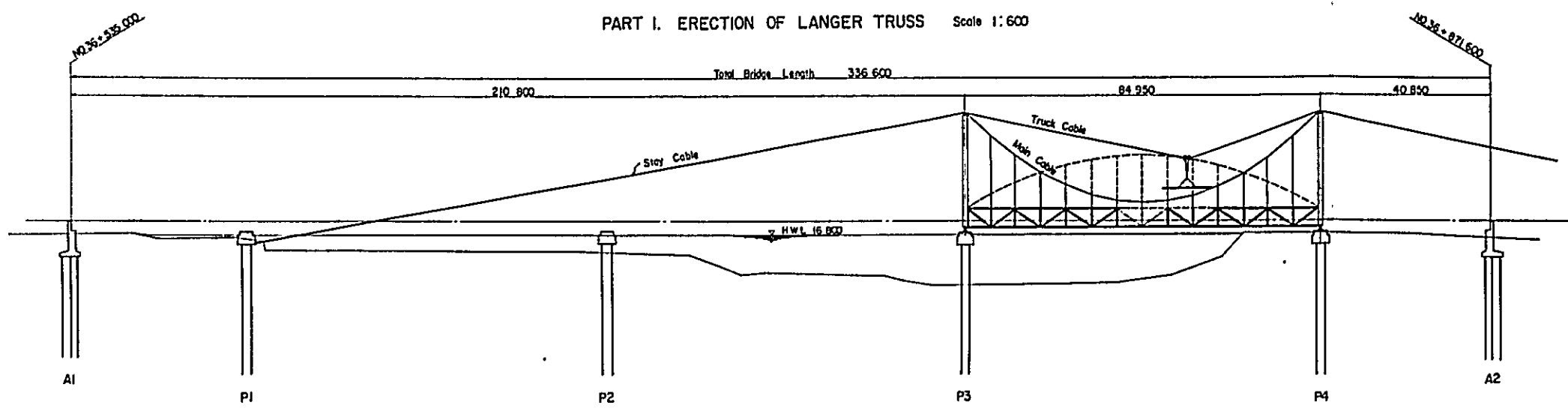


PLAN Scale 1:800

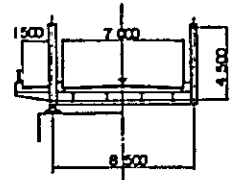
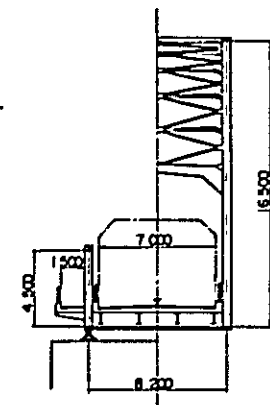
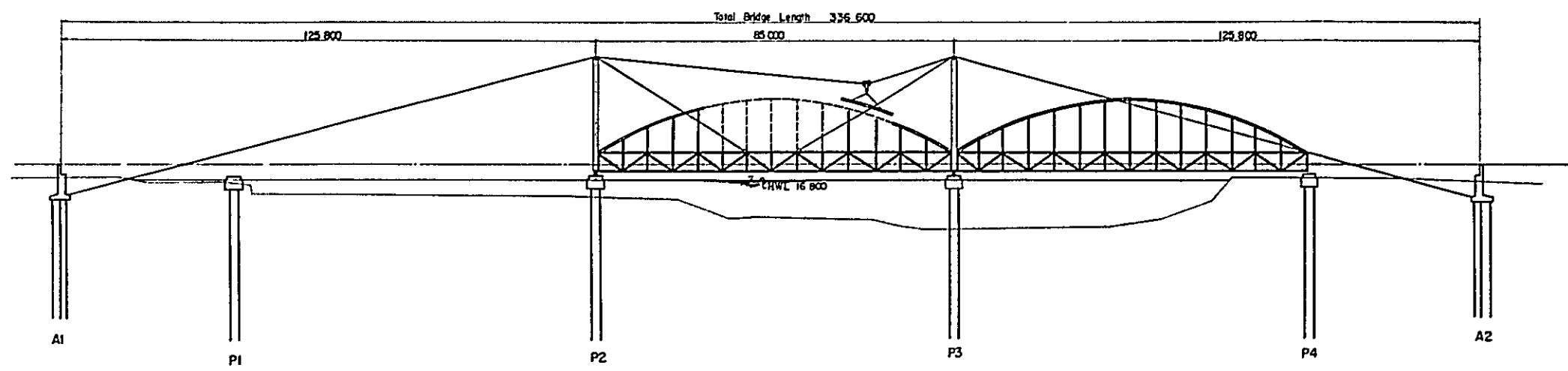


RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)	
RUFJI RIVER MAIN BRIDGE	
ERECTION WORKS	
DRAWN BY	CHECKED BY
DATE: JUNE 1972	DWG NO. 35

PART I. ERECTION OF LANGER TRUSS Scale 1:600



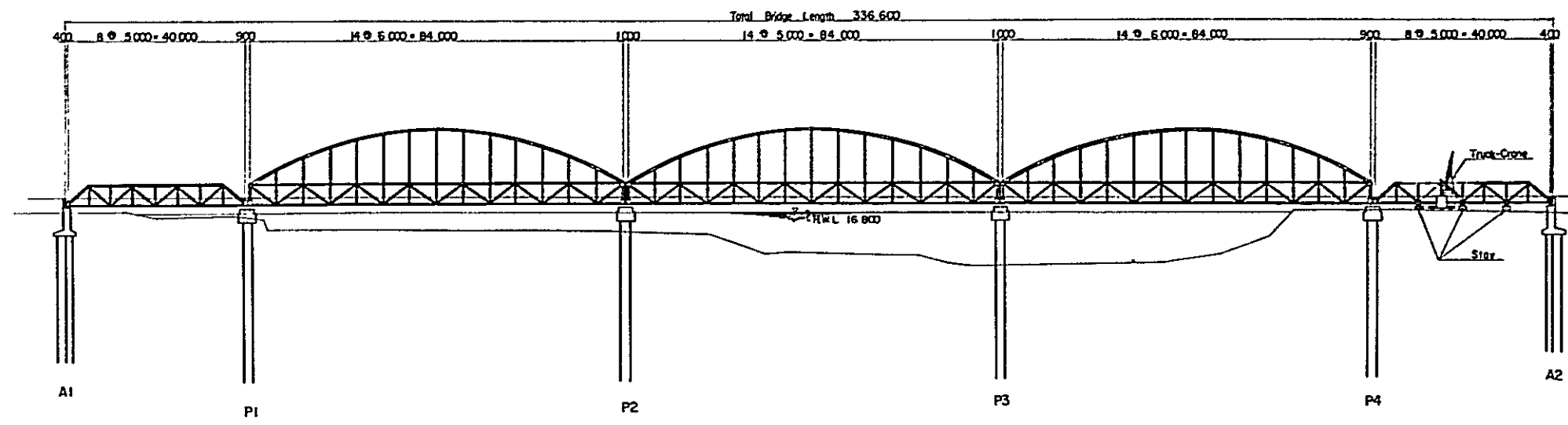
PART 2. ERECTION OF PONY TRUSS Scale 1:600



LANGER TRUSS

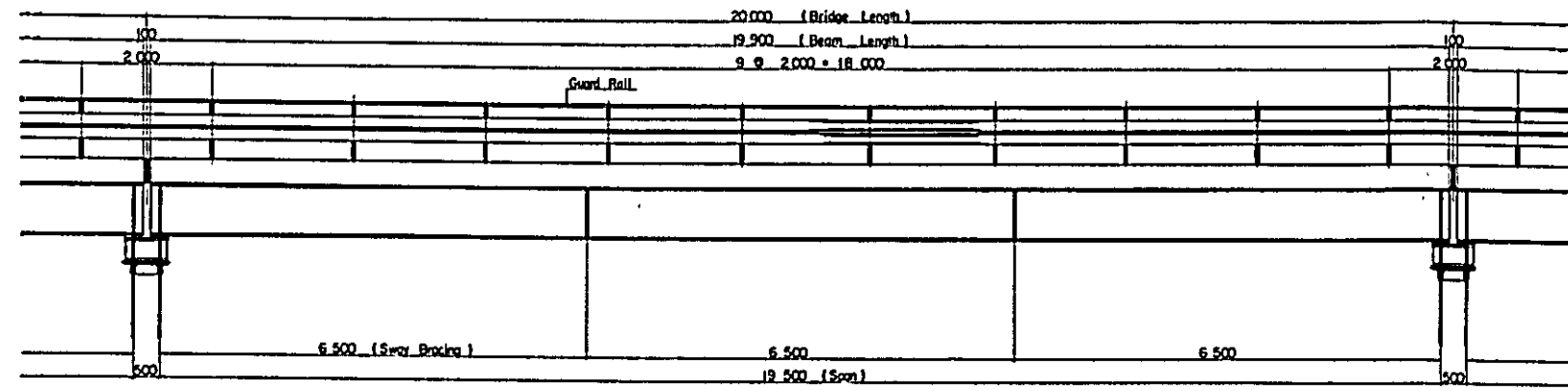
PONY TRUSS

PART 3. ERECTION OF BRIDGE DECK Scale 1:600

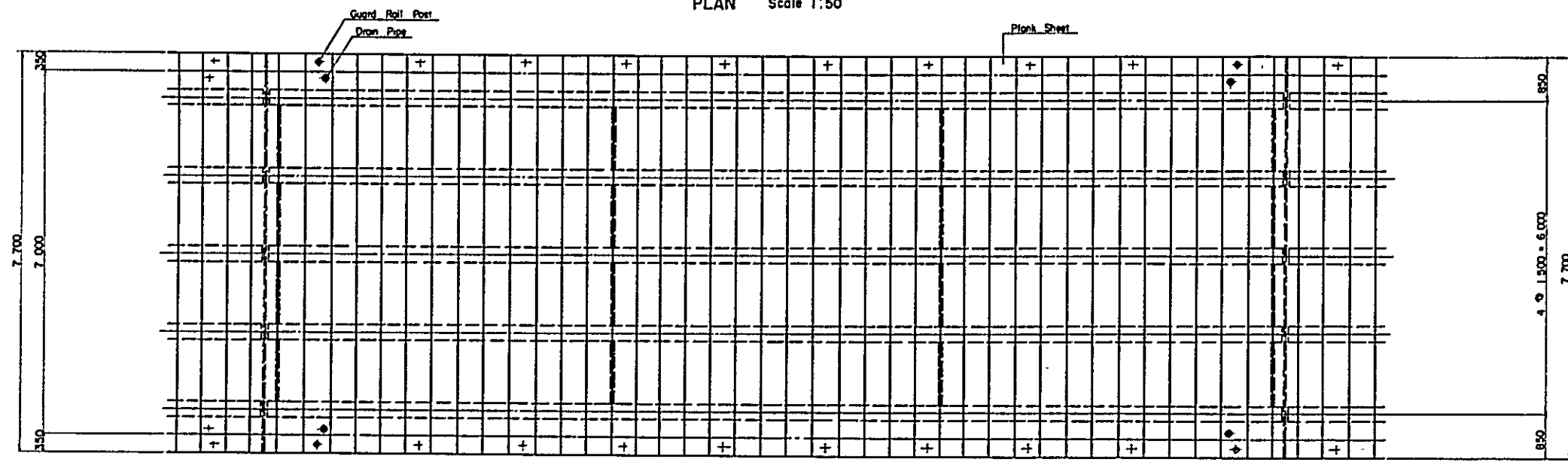


RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT (DAR ES SALAAM-LINGI COASTAL LINK ROAD)	
STANDARD BEAM BRIDGE	
GENERAL VIEW (ROAD-WAY ONLY)	
DRAWN BY	CHECKED BY
DATE / JUNE 1972	DWG NO. 36

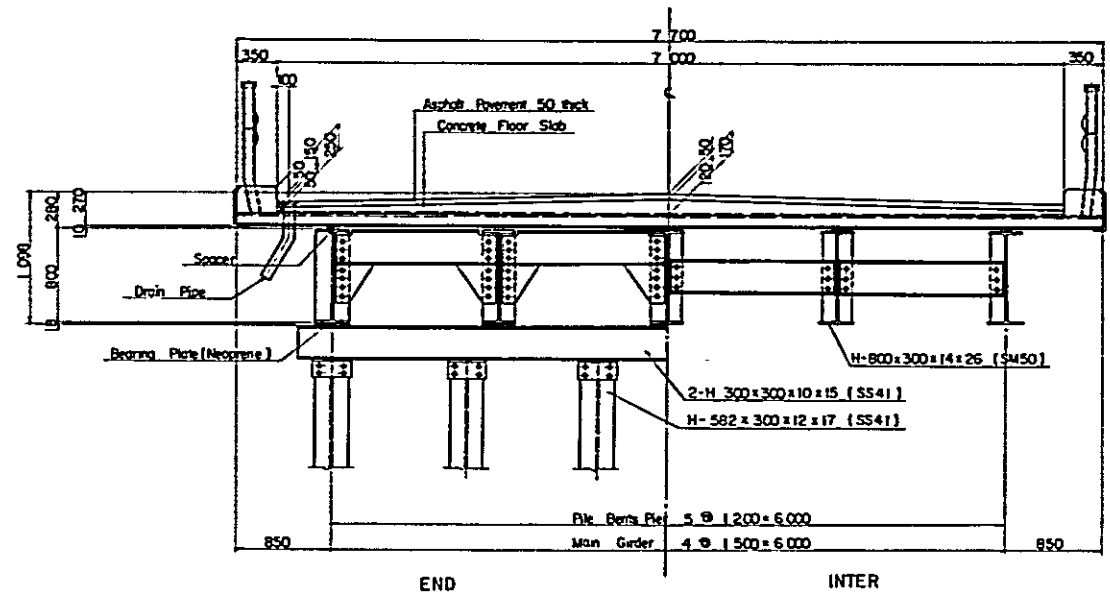
SIDE VIEW Scale 1:50



PLAN Scale 1:50

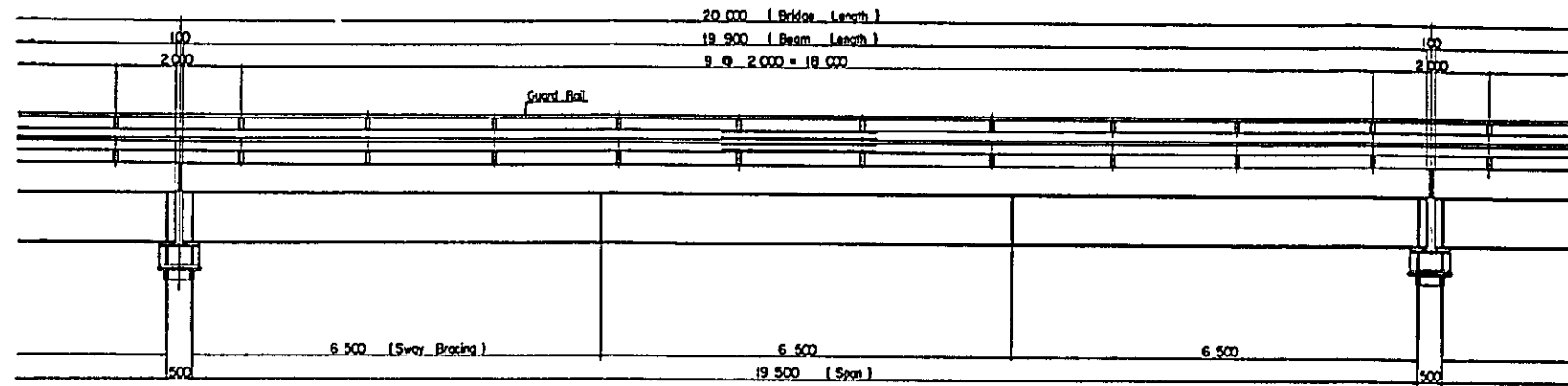


CROSS SECTION Scale 1:30

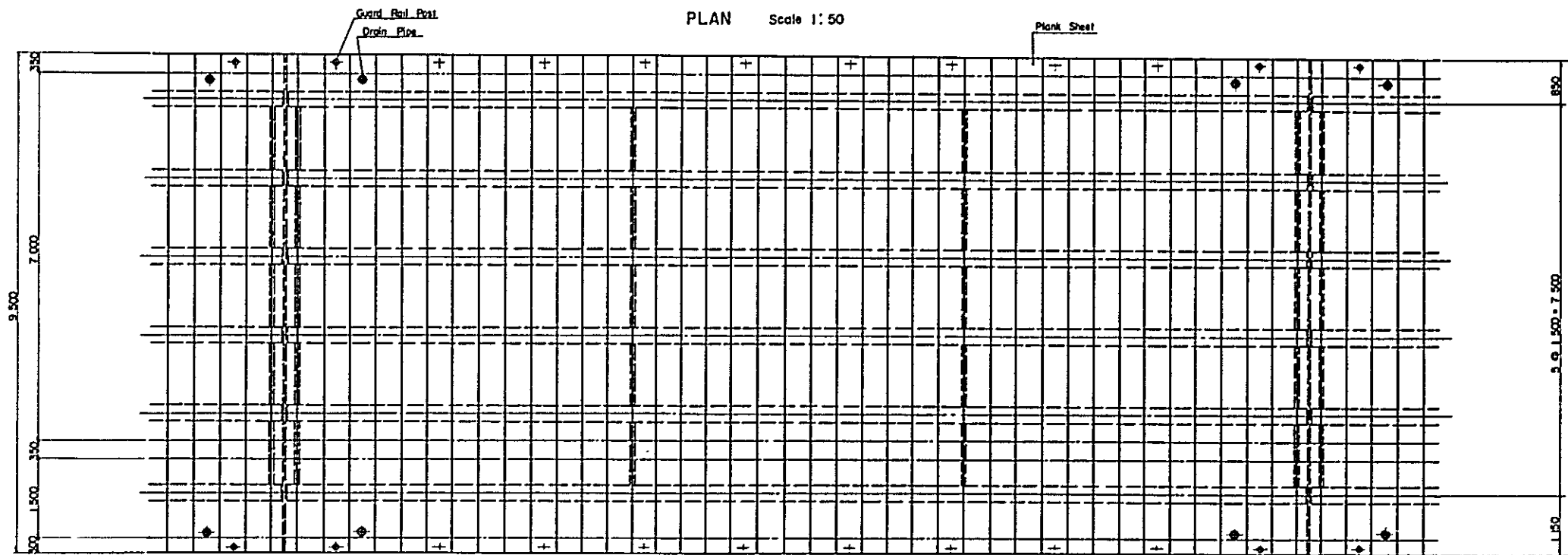


RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)	
STANDARD BEAM BRIDGE	
GENERAL VIEW (ADDITION TO FOOTWAY)	
DRAWN BY	CHECKED BY
DATE: JUNE 1972	DWG. NO. 37

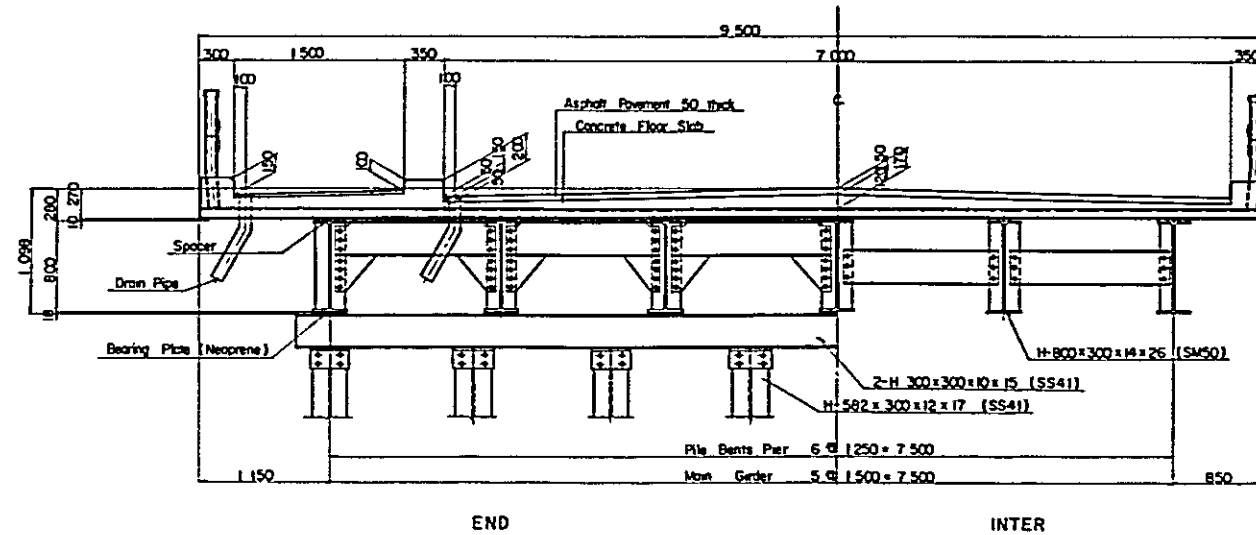
SIDE VIEW Scale 1:50



PLAN Scale 1:50

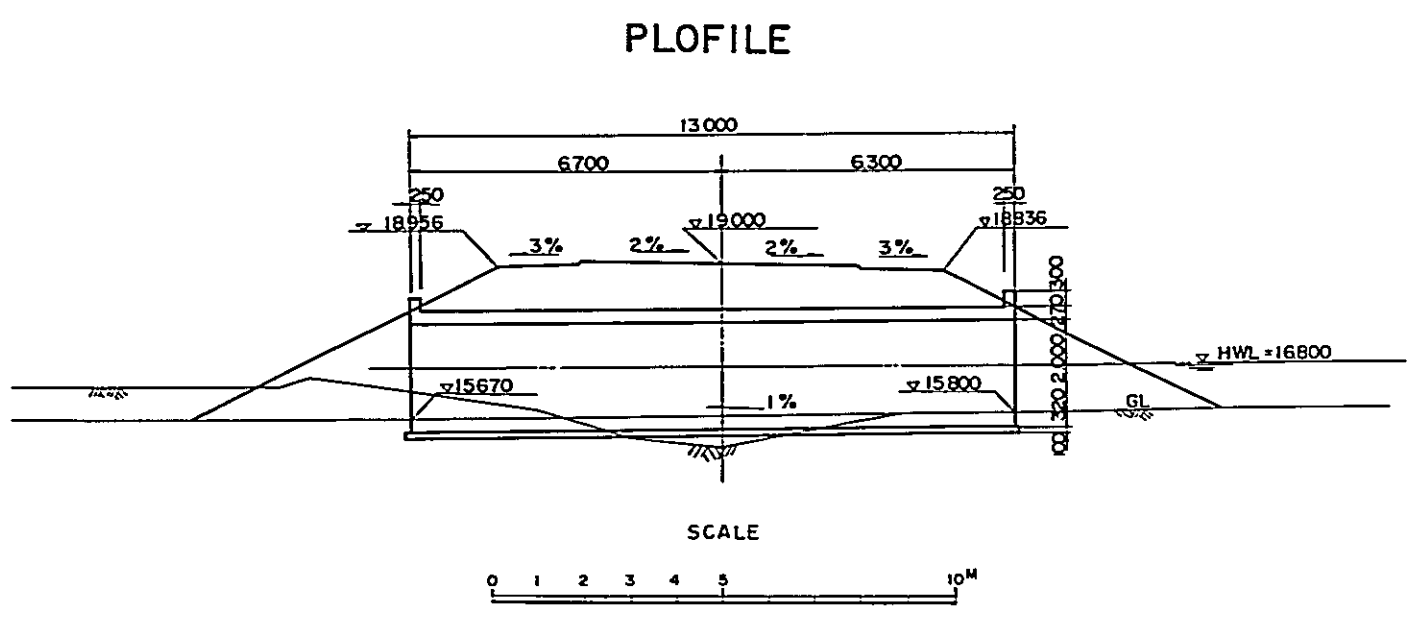
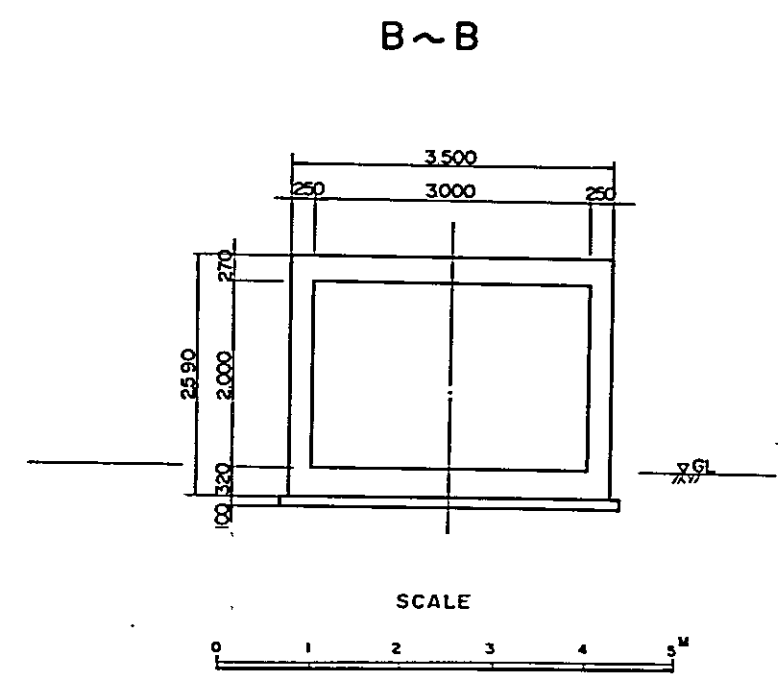
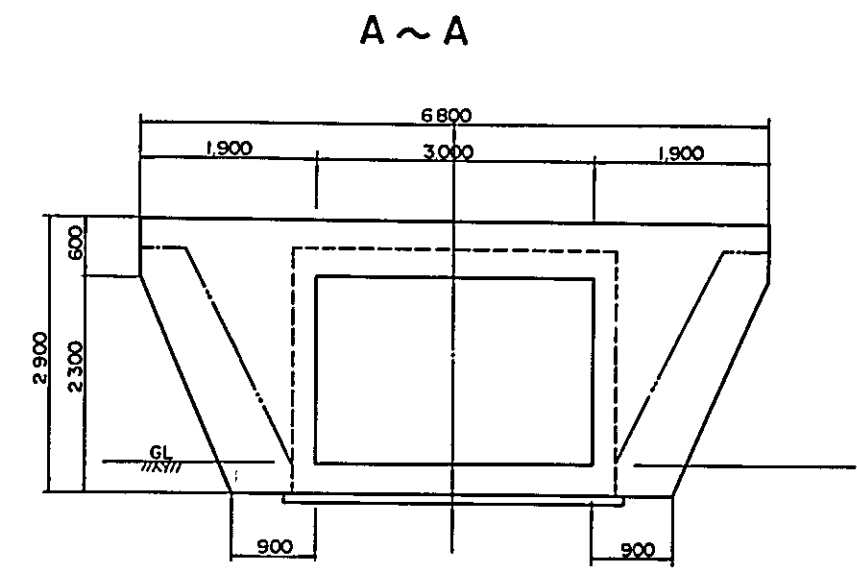
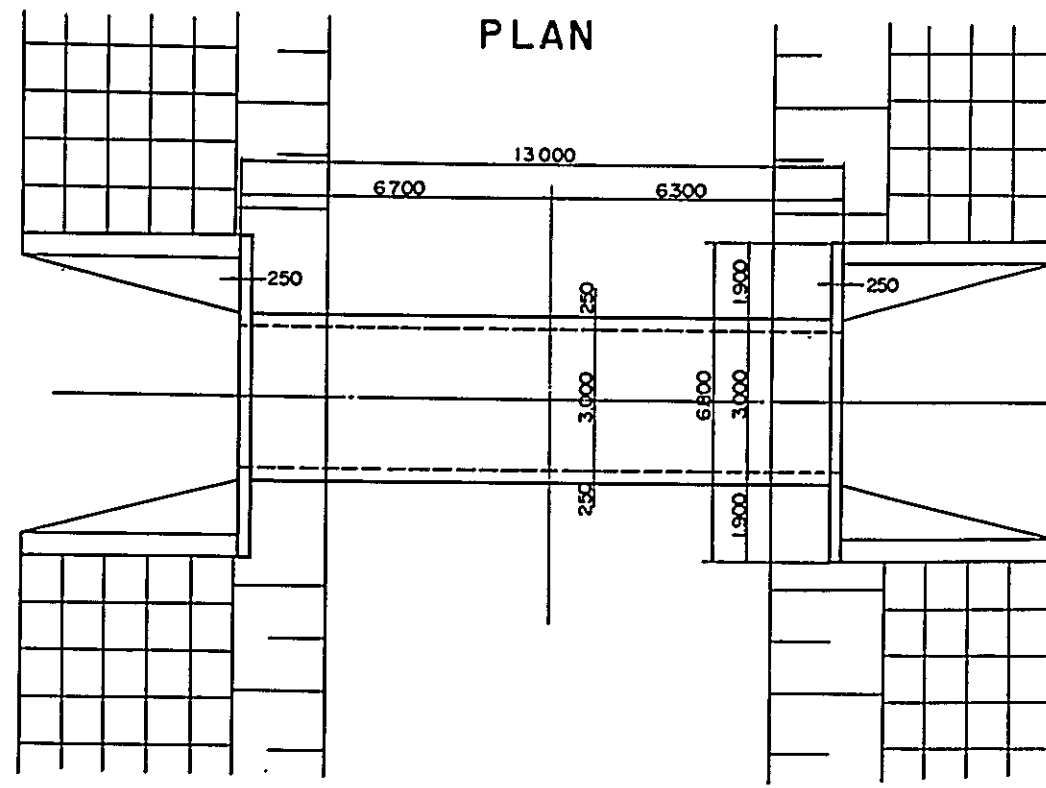


CROSS SECTION Scale 1:30



RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT	
(DAR ES SALAAM-LIMB COASTAL LINK ROAD)	
APPROACH ROAD	
BOX CULVERT (STA. 36+150)	
DRAWN BY	CHECKED BY
DATE: JUNE 1972	DWG NO. 38

# BOX CULVERT (STA. 36+150)

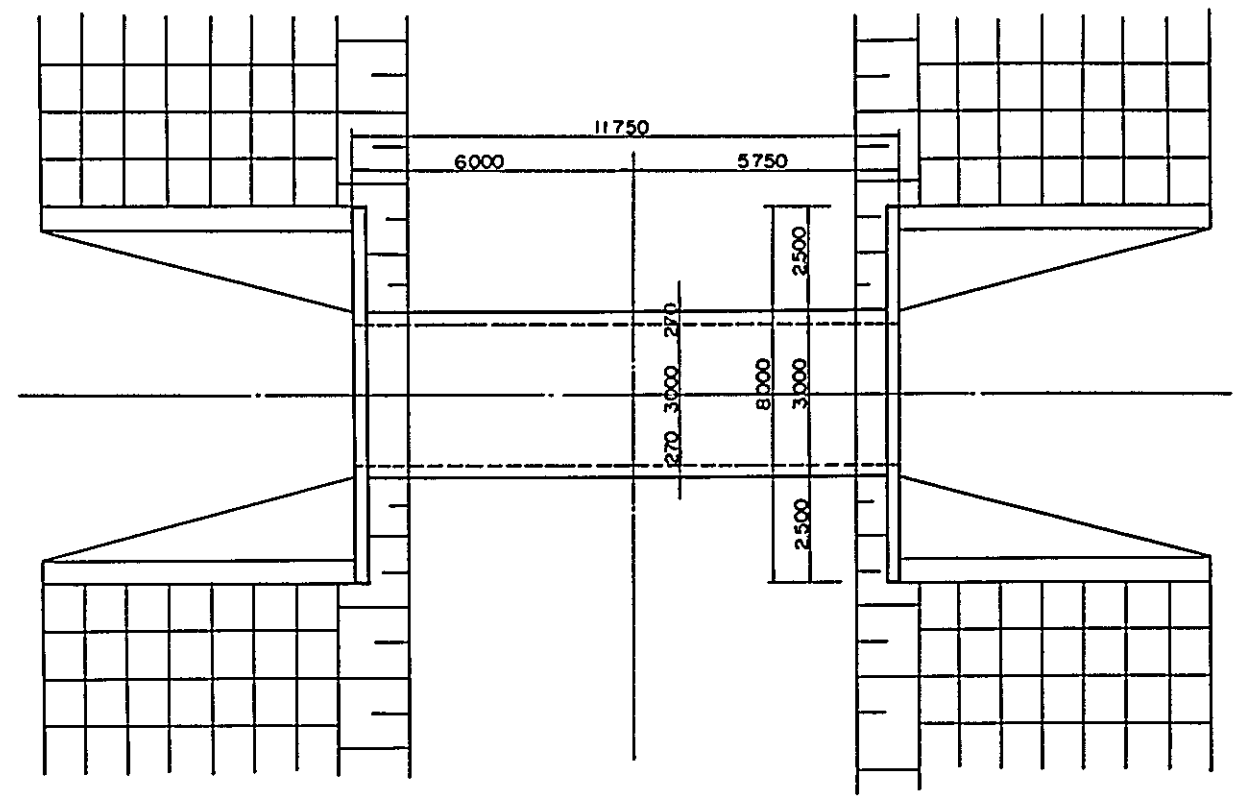




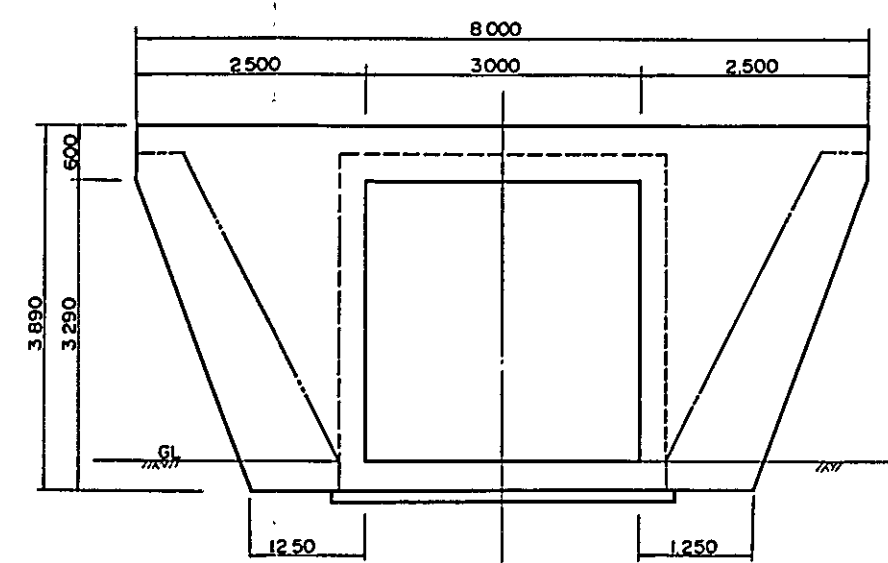
RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT			
IDAR ES BALAHAM-LINGI COASTAL LINK ROAD			
APPROACH ROAD			
<b>BOX CULVERT (STA.38+200)</b>			
DRAWN BY	CHECKED BY		
DATE. JUNE 1972	DWG NO	39	

# BOX CULVERT (STA.38+200)

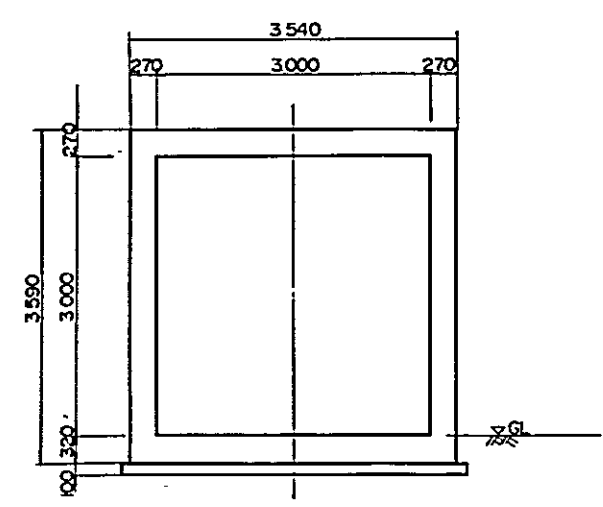
PLAN



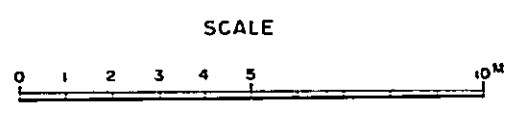
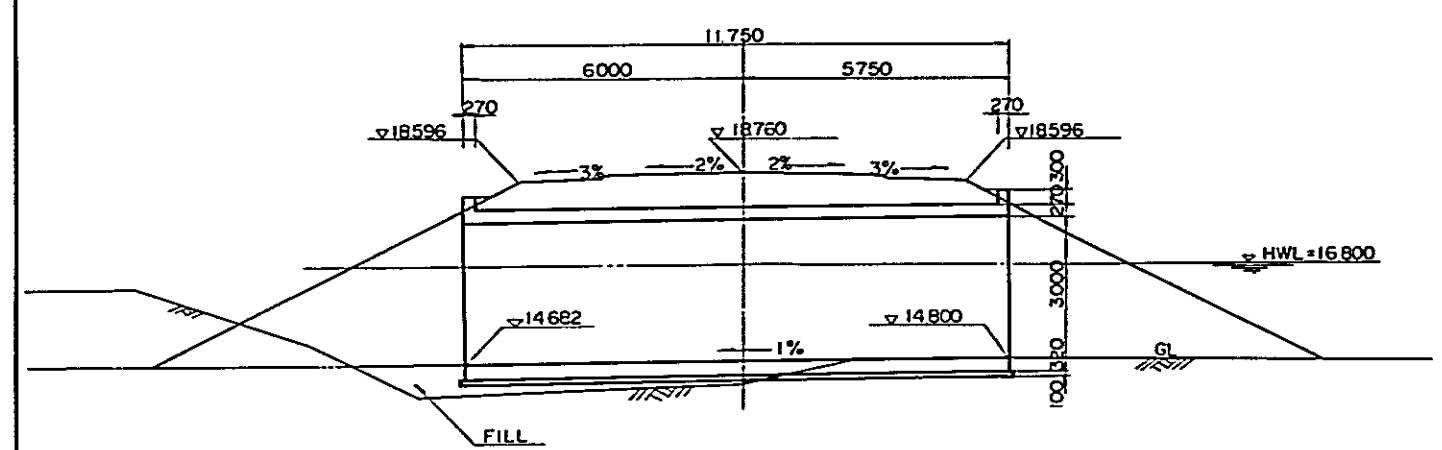
A ~ A



B ~ B



PROFILE

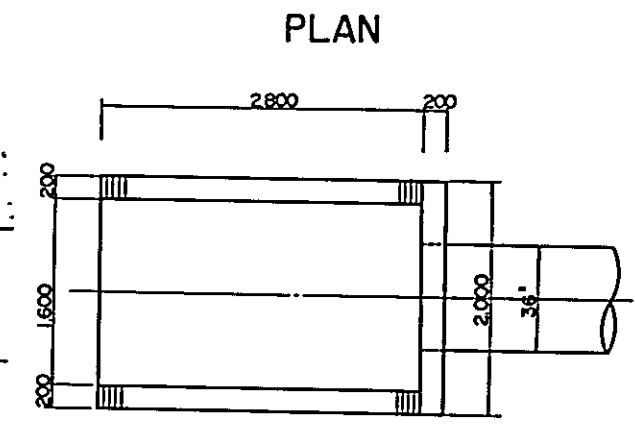
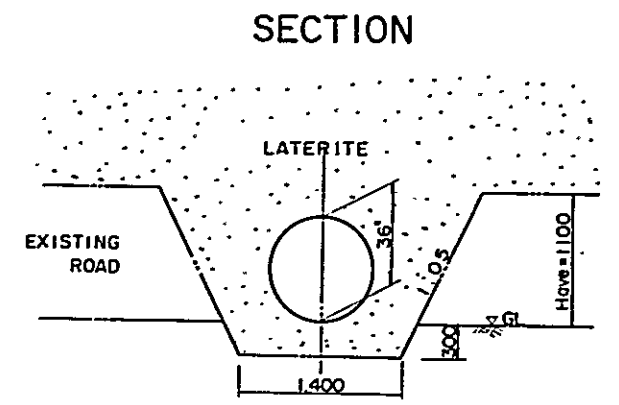
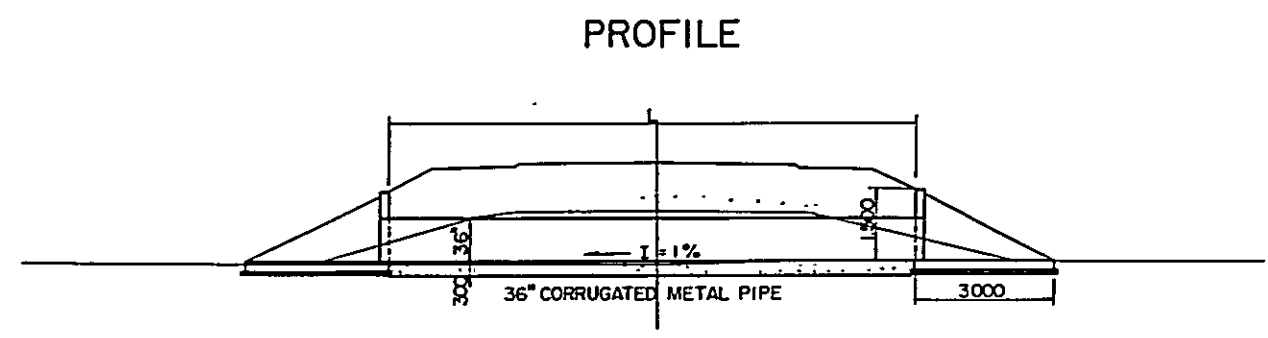
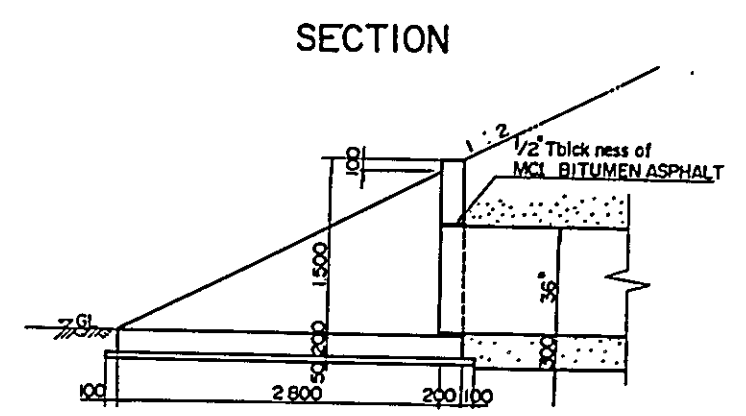
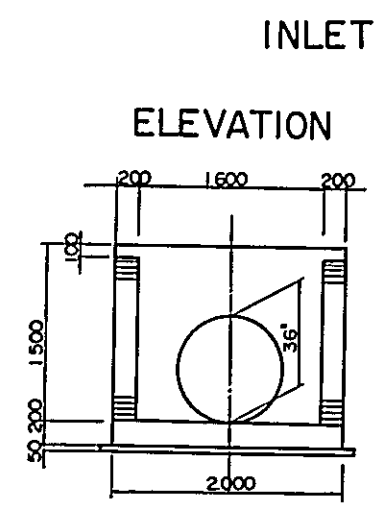
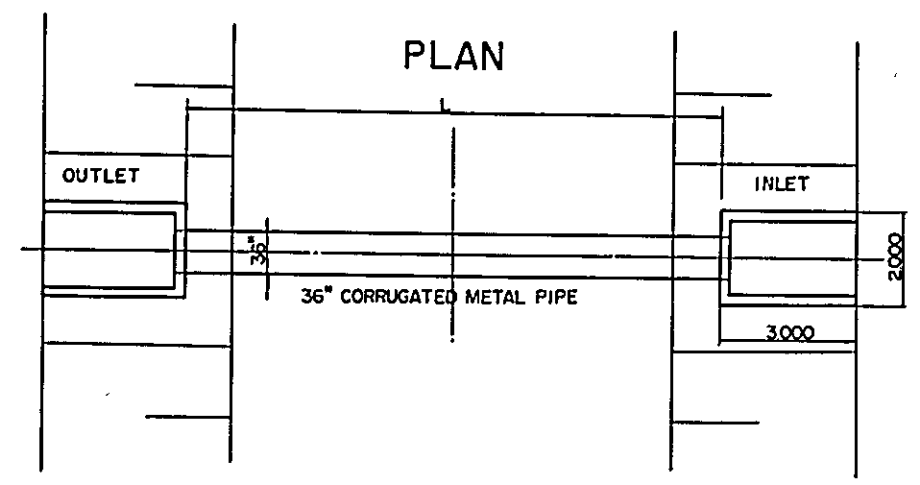


SCALE



RUFJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT (DAR ES SALAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)	
APPROACH ROAD	
CORRUGATED METAL PIPE	
DRAWN BY	CHECKED BY
DATE: JUNE 1972	DWG NO 40

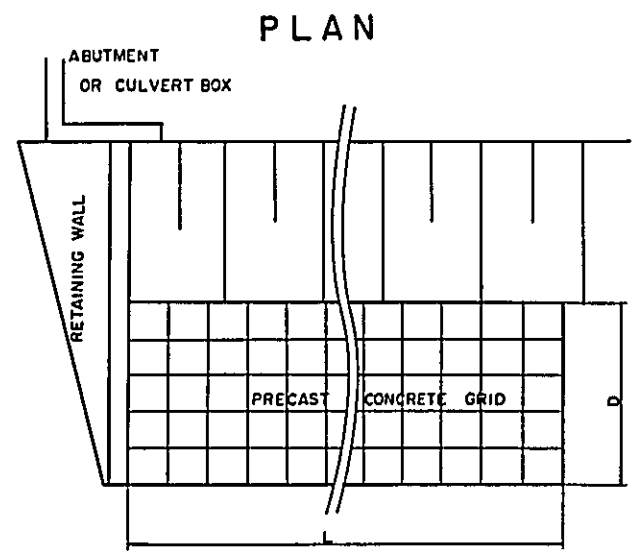
# CORRUGATED METAL PIPE





RUFUJI RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT  
 (DAR ES SALAAM-LINDI COASTAL LINK ROAD)  
 APPROACH ROAD  
**PRECAST CONCRETE GRID**  
 DRAWN BY \_\_\_\_\_ CHECKED BY \_\_\_\_\_  
 DATE JUNE 1972 DWG NO 42

# PRECAST CONCRETE GRID



## DIMENSION

	SIDE	UNIT - M					
		LEFT			RIGHT		
		GL	D	L	GL	D	L
KILAGASA - RIVER BRIDGE	IKWIRIRI	15 80	500	2000	16 40	300	2000
	NYAMWAGE	16 00	400	*	16 30	300	*
VIADUCT L = 4000 <sup>M</sup>	IKWIRIRI	14 90	700	*	14 70	700	*
	NYAMWAGE	14 60	700	*	14 50	800	*
RUFUJI - RIVER BRIDGE	IKWIRIRI	15 80	500	*	16 20	400	*
	NYAMWAGE	16 40	300	*	16 40	300	*
VIADUCT L = 700 <sup>M</sup>	IKWIRIRI	15 70	500	*	15 50	500	*
	NYAMWAGE	14 80	700	*	14 80	700	*
VIADUCT L = 300 <sup>M</sup>	IKWIRIRI	14 20	900	*	14 80	700	*
	NYAMWAGE	13 70	900	*	14 00	800	*
STA 36+150 C-Bx	BOTH	15 80	500	1000	15 80	500	1000
STA 38+200 C-Bx	BOTH	14 80	700	*	14 80	700	*



## FRONT ELEVATION

