

タンザニア連合共和国
タンザニア南部沿岸道路計画調査
報告書
第I巻 (本文編)

昭和52年9月

国際協力事業団



タンザニア連合共和国
タンザニア南部沿岸道路計画調査
報 告 書
第 I 卷 (本 文 編)

JICA LIBRARY



1063571[2]

昭和52年9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 84. 4. 17	416
登録No. 03488	61.4
	SDF

ま え が き

日本国政府は、タンザニア連合共和国政府の要請に基づき、同国の南部沿岸道路建設計画調査に協力することを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。

本道路計画は、同国の首都ダルエスサラームに隣接する都市キビチより南部地方の主要都市リンディに至る約320Kmに及ぶ全天候型道路の建設計画である。

国際協力事業団は、このプロジェクトの調査のために1974年に事前調査を、1975年には各専門家からなる調査団を編成し、3カ月に亘り本格調査を実施した。

調査は、経済、道路工学の見地よりの技術的可能性を検討したばかりでなく、タンザニア国政府の要望に応え計画道路の基本設計まで取り入れたものである。

本報告書がタンザニア国の開発計画を進めるうえに大いに役立つものと確信するとともに、調査の過程に於いて多大なる協力を惜しまれなかったタンザニア国政府関係機関、また日本国内にあっては、調査作業監理のため御足労いただいた監理委員の方々を初めとする関係各位に対し、深甚なる感謝の意を表するものである。

1977年9月

国際協力事業団
総裁 法眼晋作

伝 達 状

昭和52年9月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作 殿

日本国政府およびタンザニア連合共和国政府との間で合意をみた Scope of Works に基づいて行われたタンザニア南部沿岸道路計画調査の報告書をここに提出いたします。

この調査の主要な目的は、南部沿岸道路を全天候道路とする計画について技術的・経済的可能性を検討すると共に Preliminary Design を行い、かつ最新の交通資料に基づいてこの計画に関する経済評価を行うものであります。なお計画路線に沿う縮尺1/2000の地形図の作製も行いました。

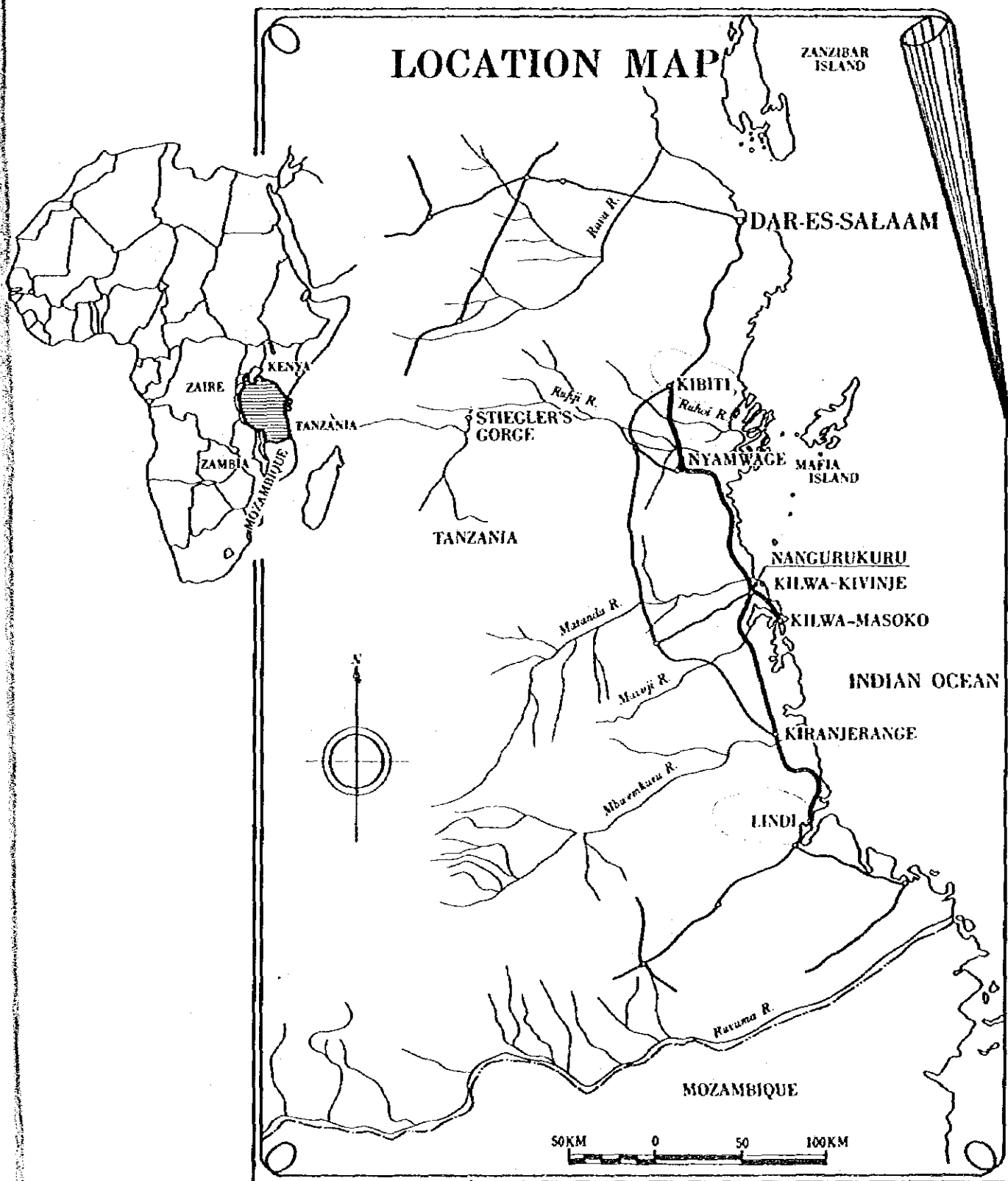
以上の目的を達成するために、調査団は監理委員会の指導と監理のもとに1975年9月から11月にかけて現地調査を行いまして、帰国後、調査団は全天候道路とするための幾つかの案について概略検討を行い、その結果をまとめて1976年8月にタンザニア国政府に中間報告致しました。その際の協議を踏まえてドラフトファイナルレポートを作製し、1977年6月にタンザニア国政府にそれを提出しました。1977年7月中旬東京においてドラフトファイナルレポートについてタンザニア国政府公共事業省 Kassamia 技監および Mboya 技師と最終的な会議を持ちました。この会議で提起されかつファイナルレポートに繰りこまれることに合意された事項や意見については検討の上その結果をこのレポートに十分に反映させました。

このレポートを提出するにあたり、貴事業団、在タンザニア日本大使館、監理委員会などの担当者の御指導とタンザニア国政府関係者の御協力に深く感謝し、御礼を申し上げます。

タンザニア南部沿岸道路計画調査団

団長 森 博

LOCATION MAP



ZANZIBAR ISLAND

DAR-ES-SALAAM

ZAIRE

KENYA

ZAMBIA

MOZAMBIQUE

TANZANIA

TANZANIA

STIEGLER'S GORGE

KIBITI

NYAMWAGE

MAFIA ISLAND

NANGURUKURU

KILWA-KIVINJE

KILWA-MASOKO

INDIAN OCEAN

KIRANJERANGE

LINDI

MOZAMBIQUE

50KM 0 50 100KM

目 次

要 約	1
1. 調査の目的	1
2. 調査概要	1
結論と勧告	7
第1章 序 論	1 - 1
1.1 本調査の範囲	1 - 3
1.2 南部沿岸道路計画の過去の経緯	1 - 4
1.3 本調査の経過	1 - 5
1.4 謝 辞	1 - 8
第2章 本調査の主要な前提	2 - 1
第3章 道路計画	3 - 1
3.1 道路計画の基本方針	3 - 1
3.2 設計基準	3 - 7
3.3 土質および骨材	3 - 7
3.4 道路の現状	3 - 15
3.5 線形および横断計画	3 - 18
3.6 土工計画	3 - 22
3.7 排水計画	3 - 26
3.8 舗装計画	3 - 30
第4章 橋梁計画	4 - 1
4.1 概 要	4 - 1
4.2 設計基準	4 - 2
4.3 水文調査	4 - 3
4.4 架橋地点の土質	4 - 23
4.5 現橋の状況と評価	4 - 35
4.6 構造計画	4 - 48

4.7	橋梁計画	4-66
第5章	事業費および建設計画	5-1
5.1	建設費	5-1
5.2	建設計画	5-2
5.3	維持、修繕費	5-27
第6章	経済調査	6-1
6.1	概要	6-1
6.2	地域交通の現況	6-1
6.3	将来交通量の推定	6-29
6.4	自動車走行単価	6-58
6.5	経済評価	6-62
6.6	Stiegler's Gorge のダムルートについて	6-77
Appendices		A-1
Appendix I	測量基準点資料	A-1
Appendix II	1971年レポートと今回のレポートとの比較	A-7
Appendix III	南部沿岸道路計画の歴史	A-15

図 表 目 次

<u>FIG.</u>		<u>PAGE</u>
1-1	LOCATION PLAN	1 - 1
3-1	TYPICAL CROSS SECTION AT FIRST STAGE FOR PLAN A	3 - 3
3-2	TYPICAL CROSS SECTION AT SECOND STAGE FOR PLAN A	3 - 5
3-3	SOIL DISTRIBUTION ALONG THE EXISTING ROAD	3 - 8
3-4	PAVEMENT CROSS SECTION FOR PLAN A	3 - 32
3-5	PAVEMENT CROSS SECTION FOR PLAN B	3 - 34
3-6	SECTION-1 (KIBITI ~ NYAMWAGE) PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A	3 - 36
3-7	SECTION-2 (NYAMWAGE ~ NANGURUKURU) PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A	3 - 37
3-8	SECTION-3 (NANGURUKURU ~ KIRANJERANGE) PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A	3 - 39
3-9	SECTION-4 (KIRANJERANGE ~ LINDI) PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A	3 - 41
3-10	SECTION-5 (NANGURUKURU ~ KILWA MASOKO) PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A	3 - 43
4-1	MEAN ANNUAL RAINFALL AND PRECIPITATION STATIONS	4 - 4
4-2	DEPTH-DURATION CURVE AND RAINFALL INTENSITY CURVE	4 - 6

<u>FIG.</u>		<u>PAGE</u>
4-3	MATANDU RIVER BRIDGE	4 - 1 1
4-4	MAVUJI RIVER BRIDGE	4 - 1 4
4-5	MBWEMKURU RIVER BRIDGE	4 - 1 6
4-6	SOIL PROFILE AT MATANDU RIVER	4 - 2 9
4-7	SOIL PROFILE AT MAVUJI RIVER	4 - 3 1
4-8	SOIL PROFILE AT MBWEMKURU RIVER	4 - 3 3
4-9	IMPROVED DESIGN OF THE EXISTING MATANDU RIVER BRIDGE	4 - 3 8
4-10	IMPROVED DESIGN OF THE EXISTING MBWEMKURU RIVER BRIDGE	4 - 4 1
4-11	COMPARISON OF PLANS 1 AND 2 FOR THE MATANDU RIVER MAIN BRIDGE	4 - 4 9
4-12	STANDARD CROSS SECTION OF MAIN BRIDGES (PONY TRUSS TYPE)	4 - 5 2
4-13	STANDARD TYPE OF SUBSTRUCTURE FOR MAIN BRIDGE	4 - 5 3
4-14	STANDARD CROSS SECTION OF SMALL TO MEDIUM BRIDGES (CAST-IN-PLACE R.C. TYPE)	4 - 5 6
4-15	STANDARD CROSS SECTION OF MEDIUM BRIDGES (CAST-IN-PLACE R.C. TYPE)	4 - 5 7
4-16	STANDARD CROSS SECTION OF SMALL TO MEDIUM BRIDGES (PRECAST R.C. TYPE)	4 - 5 8

<u>FIG.</u>		<u>PAGE</u>
4-17	STANDARD CROSS SECTION OF FLOOD- OPENING BRIDGES AND MEDIUM BRIDGES (PRECAST R.C. TYPE)	4 - 59
4-18	STANDARD TYPE OF SUBSTRUCTURE FOR FLOOD-OPENING BRIDGES AND SMALL TO MEDIUM BRIDGES (1)	4 - 60
4-19	STANDARD TYPE OF SUBSTRUCTURE FOR FLOOD-OPENING BRIDGES AND SMALL TO MEDIUM BRIDGES (2)	4 - 61
5-1	CONSTRUCTION SEQUENCE	5 - 22
6-1	ROAD TRAFFIC VOLUMES IN 1974	6 - 5
6-2	TRAFFIC DISTRIBUTION AT THE CENSUS POINT SEPT., 1968 - 0.55 (NANGURUKURU)	6 - 7
6-3	BUS ROUTE NETWORK AROUND THE COASTAL AREA IN 1974	6 - 10
6-4	TIMES OF CLOSURE AT NDUNDU AND UTETE FERRIES	6 - 11
6-5	DAILY TRAFFIC VOLUME (1967-1974)	6 - 37
6-6	FREQUENCY DISTRIBUTION AT FIXED CENSUS POINTS OF DRY AS AGAINST RAINY SEASON TRAFFIC	6 - 41
6-7	FLOW CHART FOR FORECAST OF TRAFFIC DIVERSION FROM SHIPPING LINES TO SOUTHERN COASTAL ROAD	6 - 43
6-8	CONTRIBUTION RATE CURVE FOR DETERMINATION OF TRAFFIC VOLUME DIVERSION RATE	6 - 44

<u>FIG.</u>		<u>PAGE</u>
6-9	FLOW CHART FOR FORECAST OF DIVERTED TRAFFIC VOLUME FROM DETOUR ROUTE TO COASTAL ROAD	6 - 4 6
6-10	RELATIONSHIP BETWEEN TRAFFIC VOLUME AND VEHICLE CLASSIFICATION	6 - 5 2
6-11	WORK SCHEDULE BY PLAN	6 - 6 2
6-12	RELATION BETWEEN B/C RATIO, COST, BENEFIT AND DISCOUNT RATE FOR PLAN A (PROJECT LIFE: 30 YEARS)	6 - 7 1
6-13	RELATION BETWEEN B/C RATIO, COST, BENEFIT AND DISCOUNT RATE FOR PLAN B (PROJECT LIFE: 30 YEARS)	6 - 7 2
6-14	SENSITIVITY ANALYSIS (BENEFIT: 100 %, COST: + 30 %, PROJECT LIFE: 20 & 30 YEARS)	6 - 7 3
6-15	SENSITIVITY ANALYSIS (BENEFIT: + 30 %, COST: 100 %, PROJECT LIFE: 20 & 30 YEARS)	6 - 7 4
6-16	IMPACT EFFECTS OF SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT	6 - 7 5
6-17	ACCESS ROAD TO STIEGLER'S GORGE DAM	6 - 7 7
I-1	AREA OF AERIAL PHOTOGRAPHY	A - 3
I-2	AREA OF MAPPING	A - 5

<u>Table</u>		<u>Page</u>
1	Sections of Project Road	1
2	Construction Costs	3
3	Yearly Costs and Benefits (Case 1, Plan A).....	4
4	Internal Rate of Return by Plan, Case and Section	5
3-1	Length of Road and Bridges by Section	3 - 1
3-2	Classification of Soils Found along the Proposed Route	3 - 9
3-3	Location of Crushing Plants and Quarries	3 - 13
3-4	Location and Estimated Volume of Available Fine Aggregates	3 - 14
3-5	Surface Conditions of the Existing Road	3 - 17
3-6	Soil Classification	3 - 23
3-7	Amount of Earthwork	3 - 25
3-8	Design Particulars of Box Culverts	3 - 27
3-9	Length of Pipe Culverts	3 - 29
3-10	Pavement Cross Section for Plan A	3 - 33
3-11	Pavement Cross Section for Plan B	3 - 35

<u>Table</u>	<u>Page</u>
4-1	Probable Daily Rainfall 4 - 5
4-2	Principal Particulars of Three Major Rivers 4 - 7
4-3-1	Discharge, under Matandu River Bridge 4 - 8
4-3-2	Return Period and Discharge 4 - 9
4-3-3	Matandu River Discharge at Different Return Periods 4 - 10
4-3-4	Matandu River H.W.L. at Different Return Periods . 4 - 10
4-4	Discharge under Mavuji River Bridge 4 - 13
4-5	Discharge under Mbwemkuru River Bridge 4 - 15
4-6	Planning Factor of Bridge 4 - 19
4-7	Recommended Pile Length for Foundation of Proposed Matandu River Bridge 4 - 25
4-8	Recommended Pile Length for Foundation of Proposed Mavuji River Bridge 4 - 26
4-9	Recommended Pile Length for Foundation of Proposed Mbwemkuru River Bridge 4 - 26
4-10	Recommended Pile Lengths for Foundation of Small and Medium Bridges 4 - 27
4-11	Comparison of Construction Costs (Matandu River Bridge)..... 4 - 36

<u>Table</u>	<u>Page</u>
4-12	Comparison of Construction Costs (Mbwenkuru River Bridge) 4 - 40
4-13	Comparison of Construction Costs (Mamburu River Bridge)..... 4 - 43
4-14	Existing Bridges and Pipe Culverts 4 - 45
4-15	Planned Bridges for Each Construction Section 4 - 66
4-16	Summary of Bridge Planning 4 - 71
5-1	Construction Cost (Plan A) 5 - 3
5-2	Construction Cost (Plan B) 5 - 5
5-3	Direct Construction Cost (Plan A) 5 - 7
5-4	Direct Construction Cost (Plan B) 5 - 9
5-5	Direct Construction Cost for Bridges 5 - 11
5-6	Construction Schedule 5 - 2
5-7	Work Schedule (Plan A) 5 - 23
5-8	Construction Cost by Year (Plan A) 5 - 25
5-9	Construction Cost by Year (Plan B) 5 - 26
5-10	Maintenance and Repair Costs of Road and Bridges 5 - 27
5-11	Maintenance and Repair Costs 5 - 28
6-1	Existing Conditions of Southern Coastal Link Road 6 - 1

<u>Table</u>	<u>Page</u>
6-2	OD Table of Goods by Type of Article (Census point: Mkwanga, Time of census: November, 1969) 6 - 8
6-3	Bus Companies Operating between Dar es Salaam and Lindi 6 - 9
6-4	Monthly Traffic Volume across the Rufiji at Utete and Ndundu Ferries 6 - 13
6-5	Typical OD Distribution at Ndundu Ferry 6 - 14
6-6	Typical OD Distribution of Utete Ferry 6 - 15
6-7	Daily Change in Traffic Volume at Rufiji Ferries 6 - 16
6-8	Passenger Fares 6 - 18
6-9	Number of Passengers Transported by Coastal Shipping Line (1974) 6 - 20
6-10	Volume of Cargoes Transported by Coastal Shipping Line (1974) 6 - 21
6-11	Shiploadings and Passengers at Lindi Port 6 - 22
6-12	Shiploadings and Passengers at Kilwa Masoko Port 6 - 22
6-13	Principal Cargoes Handled at Lindi Port 6 - 23
6-14	Principal Cargoes Handled at Kilwa Masoko Port ... 6 - 23
6-15	Amount of Freight Handled at Mtwara Port 6 - 24
6-16	Principal Exports from Mtwara Port 6 - 25

<u>Table</u>	<u>Page</u>
6-17	Flight Fares (as of March 3, 1975) 6-26
6-18	Air Passenger OD in 1973 6-27
6-19	Air Passenger OD in 1974 6-28
6-20	Simple Correlation Matrix 6-31
6-21	Annual Average Growth Rates of Population, GDP and Number of Vehicles in Use 6-32
6-22	Growth Rates of GDP in Future 6-33
6-23	Estimated Average Annual Rate of Traffic Growth along the Tanzam Highway 6-34
6-24	Traffic Volume along Southern Coastal Link Road 6-35
6-25	Diversion Rate 6-44
6-26	Commodity Movement within Traffic Diversion Area (ton/year) 6-44
6-27	Classification of Vehicle Types by Traffic Volume 6-48
6-28	Composition of the Types of Vehicles on the Southern Coastal Link Road 6-49
6-29	Composition of the Types of Vehicles on the Peripheral Roads around the Southern Coastal Link Road 6-50

<u>Table</u>	<u>Page</u>
6-30	Composition of the Types of Vehicles on the Southern Coastal Link Road 6-51
6-31	Daily Traffic Volume by Plan by Case Plan A (Basic Plan) - Case 1 6-54
6-32	Daily Traffic Volume by Plan by Case Plan A (Basic Plan) - Case 2 6-55
6-33	Daily Traffic Volume by Plan by Case Plan B - Case 1 6-56
6-34	Daily Traffic Volume by Plan by Case Plan B - Case 2 6-57
6-35	Summary of Vehicle Operating Costs on Varying Quality of Surface - Flat to Rolling Terrain 6-59
6-36	Summary of Vehicle Operating Costs on Varying Quality of Surface - Rolling to Hilly 6-60
6-37	Summary of Vehicle Operating Costs on Varying Quality of Surface - Hilly to Mountainous Terrain 6-61
6-38	Yearly Economic Costs and Benefits (Plan A) 6-66
6-39	Yearly Economic Costs and Benefits (Plan B) 6-67
6-40	Internal Rate of Return by Plan, Case and Section 6-68
6-41	Cost-Benefit Ratio by Plan, Section and Case 6-69

<u>Table</u>		<u>Page</u>
6-42	Internal Rate of Return - for a case in which Section 1 is paved as in Plan A with others left as engineered gravel road finished with first stage	6 - 70
I-1	Coordinates and Elevation of Control	A - 2
II-1	Comparison between 1971's and Current Reports...	A - 11
III-1	Estimated Future Traffic Volume	A - 17

要 約

要 約

1. 調査の目的

本調査は南部沿岸道路を全天候道路とする計画について、技術的、経済的可能性を検討すると共に、Preliminary Design を行いかつ最新の交通資料に基づいてこの計画に関する経済評価を行うものである。調査対象区間は、Rufiji 河架橋計画区間を除く、Kibiti - Lindi 間およびその feeder road である Nangurukuru - Kilwa Masoko 間である。

なお本調査では、タンザニア連合共和国政府の要望に応じて、縮尺 1/2000 の地形図を作製し、現地に 18ヶ処の測量基準点を設置した。これらの測量成果は、タンザニア国政府が将来この計画を推進しようとする場合に充分活用し得るものである。

2. 調査概要

(i) 計画の概要

i) 便宜上、対象とする道路を Table 1. のように 5つの工区に分けて検討した。

Table 1. 計画道路の工区

工 区	工 区 起 点	工 区 終 点	道路計画 延長(Km)	橋梁計画 延長(Km)	計 (Km)
第1工区	Kibiti	Nyamwage	35.966	0.034	36.00
第2工区	Nyamwage	Nangurukuru	99.513	1.187	100.70
第3工区	Nangurukuru	Kiranjerange	86.109	0.491	86.60
第4工区	Kiranjerange	Lindi	75.453	0.697	76.15
第5工区	Nangurukuru	Kilwa Masoko	30.330	0.020	30.35
計			327.371	2.429	329.80

ii) 舗装計画について次の4つの案を比較検討した。(a)当初より2車線の舗装を完成する。(b)当初は2車線の砂利道として供用し、その後の交通量の増加をまって2車線の舗装を行う。(c)交通量の多い第1工区は当初より2車線の舗装を行い、第2～第5工区については舗装は当初1車線だけ行う。供用開始後の交通量の増加をまって全線2車線の舗装を完了する。(d)(c)と基本的には同じであるが、第2～第5工区の未舗装部および路肩の瀝青コーティングは行わない。

以上の検討の結果についてタンザニア国政府と協議を行った。協議の結果とその後の検

討に基づいて、前記4つの案を2つに絞って検討を進めることになった。すなわち

A案：当初は2車線の砂利道として供用し、10年後に2車線の舗装を施工する段階施工案、この案を基本案とする。

B案：当初より2車線の舗装を含めて施工する同時施工案。

の2つの案について、計画、積算および経済評価を行った。

なおA案において、第1工区のみをA案と同じ計画によって施工し、第2工区以下は砂利道のまゝとしておく場合についても経済評価を行った。

(2) 道路計画

路線選定にあたっては工事費の節減に主眼をおき、極力現地形を利用した線形とした。道路の巾員は車道部6.5 m、路肩部1.2～1.8 m、全巾員8.9～10.1 mとした。

舗装については、表層は経済的な滲透式マカダムとした。上層路盤および下層路盤はセメント安定処理工法を主体に計画した。それらの材料はできるだけ現地産のものを利用する計画とした。

(3) 橋梁計画

1車線の現橋を利用し、それに1車線の新橋を附加して2車線の橋梁とする案を検討したが、長期的観点からすると、水文学的および構造的に好ましくないと判断し、すべて2車線の新橋を架橋する計画とした。

Matandu, Mavuji, Mbwemkuru の3つの主要河川の主橋については、鉄筋コンクリート橋と鋼橋とについて比較検討した。その結果、施工の容易性、使用材料の強度に対する信頼性、経済性などの得失を総合判断して、鋼橋を用いる計画とした。その他の橋梁は比較的短径間なので、タンザニア国内で調達し得る資材と技術を活用し得る鉄筋コンクリート橋とした。

(4) 事業費および建設計画

建設費はA案およびB案について各工区ごとに積算した。積算に用いた単価は1975年7月におけるものを用いた。建設費の内価、外価の区分は次のとおりである。

内価分

骨材、セメント、木材、労賃。

外価分

鋼材、建設機械、プラント器材、燃料、オイル、アスファルト、エンジニアリングフィー。

維持・修繕費は舗装および構造物の補修、表層のオーバーレイ、鋼構造物に対する再塗装費とし、A案およびB案について年度別投入費用を算出した。

建設計画としてはA案およびB案ともに1978年より5年間で建設期間とし、A案においてはこれを第1期工事としている。A案の第2期工事は第1期工事終了後10年目、すなわち1993年より3年間で舗装工事を行うものとして計画した。

建設費の総額は Table 2 に示すとおりである。

Table 2 建設費

(1,000 Shs.)

案	第1期工事	第2期工事	計	内 価	外 価
A	417,709	182,493	600,202	302,984	297,218
B	567,651	0	567,651	283,851	283,800

A案およびB案の維持・修繕費の総額は各々 312,090,000 Shs. および 377,570,000 Shs. である。

(5) 将来交通量

交通の現況調査および産業・経済指数などより将来交通量の伸び率を推定した結果、年5%となった。この値で伸びる将来交通量をケース1とし、経済分析ではこの値を基本値とした。また将来モザンビークとの国境の Ruvuma 河に橋梁が架けられると仮定し、その際の将来交通量の伸び率を7%と仮定した場合をケース2として検討を試みた。

将来交通量の検討結果の例として、A案、ケース1における予想交通量は、道路供用開始予定の1983年で、最も多い第1工区で192台/日、最も少ない第5工区で59台/日である。道路供用開始後30年目の2012年では第1工区で694台/日、第5工区で213台/日である。このように将来交通量は比較的少い。

(6) 経済評価

対象とする道路のプロジェクトライフは30年として検討を行なった。また参考のために、プロジェクトライフを20年と仮定した場合についても検討を試みた。

A案において、プロジェクトライフ30年、将来交通量ケース1の場合、各年に発生する経済的費用と便益は Table 3 に示すとおりである。またAおよびBの両案について計算された内部収益率を Table 4 に示す。

Table 3 経済的費用と便益 (A案, ケース1) - 1/2

(1,000 Shs.)

年次		経済的費用			便益
		建設費	維持修繕費	計	
1	1978	54,991		54,991	
2	1979	80,042		80,042	
3	1980	86,035		86,035	
4	1981	90,877		90,877	
5	1982	105,764	1,007	106,771	
6	1983		3,413	3,413	29,931
7	1984		3,413	3,413	31,408
8	1985		3,413	3,413	32,885
9	1986		3,413	3,413	34,361
10	1987		19,937	19,937	35,839
11	1988		19,573	19,573	37,315
12	1989		3,413	3,413	38,793
13	1990		3,413	3,413	40,269
14	1991		3,413	3,413	41,746
15	1992		4,790	4,790	43,223
16	1993	26,796	3,413	30,209	44,700
17	1994	87,626	3,413	91,039	47,528
18	1995	68,071	3,413	71,484	50,354
19	1996		3,413	3,413	61,429
20	1997		28,227	28,227	64,609
21	1998		27,863	27,863	67,790
22	1999		3,413	3,413	70,970
23	2000		3,413	3,413	74,150
24	2001		3,413	3,413	77,330
25	2002		29,240	29,240	80,511
26	2003		27,863	27,863	83,190
27	2004		3,413	3,413	88,613
28	2005		3,413	3,413	92,535
29	2006		3,413	3,413	96,958
30	2007		28,227	28,227	101,380
31	2008		27,863	27,863	105,803

Table 3 経済的費用と便益 (A案, ケース1) - 2/2

(1,000 Shs.)

年次		経済的費用			便益
		建設費	維持修繕費	計	
32	2009		3,413	3,413	110,225
33	2010		3,413	3,413	114,648
34	2011		3,413	3,413	119,070
35	2012		29,240	29,240	123,493
計		600,202	312,090	912,292	2,041,056

Table 4 各案, ケース, 工区毎の内部収益率 (%)

案	内部収益率		内部収益率 (20年)		内部収益率 (30年)	
			ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
A案: -						
第1	工区		11.59	14.15	13.45	15.84
第2	工区		5.46	8.31	8.40	10.98
第3	工区		-	3.12	4.69	7.47
第4	工区		-	2.72	4.37	6.85
第5	工区		1.21	5.37	5.97	9.23
計			3.30	6.32	6.99	9.55
B案: -						
第1	工区		9.91	12.39	11.72	14.05
第2	工区		5.03	7.61	7.69	10.11
第3	工区		0.41	3.29	4.41	6.90
第4	工区		0.35	2.93	4.11	6.37
第5	工区		1.04	3.99	4.66	7.37
計			3.23	5.82	6.32	8.71

なお、第1工区のみはA案と同じ計画によって舗装し、第2工区以下はA案の第1期段階の形態すなわち砂利道のまゝとしプロジェクトライフを通じて供用することを想定した場合についても経済評価を行なった。その結果によれば、プロジェクトライフ30年、将来交通量の伸び率ケース1における内部収益率は8.55%であり、各工区のそれは6.21から13.45%の範囲にある。

結 論 と 勧 告

(1) 本プロジェクトの検討に際しては、前述の通り4案を考え、タンザニア国政府と協議の結果、さらに次の2案に絞って比較検討した。

A案：当初は砂利道として建設し、その後交通量の増加をまって舗装する段階施工案。

B案：当初より舗装を含めて建設する同時施工案。

その結果、現時点から比較的近い将来にかけての交通量が余り多くないことを考えると段階施工計画のA案の方が同時施工計画のB案よりすぐれており、かつ現実的と言える。

(2) 然しながら、このA案でもプロジェクトライフ30年、将来交通量の伸び率5%（ケース1）の場合の全工区の内部収益率は6.99%であり、各工区についてみれば、最低437から最高13.45%と云う範囲にあり、この数値をみるかぎりにおいては、本プロジェクトは必ずしもフィージブルとはいえない。

(3) このため第1工区のみはA案と同じ計画で舗装し、第2工区以下はA案における第1期段階すなわち砂利道のまゝとして供用することを想定して内部収益率を計算した。その結果によればプロジェクトライフ30年、将来交通量の伸び率ケース1における全工区の内部収益率は8.55%であり、各工区のそれは6.21から13.45%となり若干の収益性があがることがわかった。

(4) さらに、将来モザンビークとの国境の河に橋梁が架設された際には、この南部沿岸道路が国際間道路へと発展することが考えられる。この場合には当然のことながら前記の経済的数値は好ましい側に変化するものと思われ、従って本プロジェクトに対する見解も自づと異なったものとなるであろう。

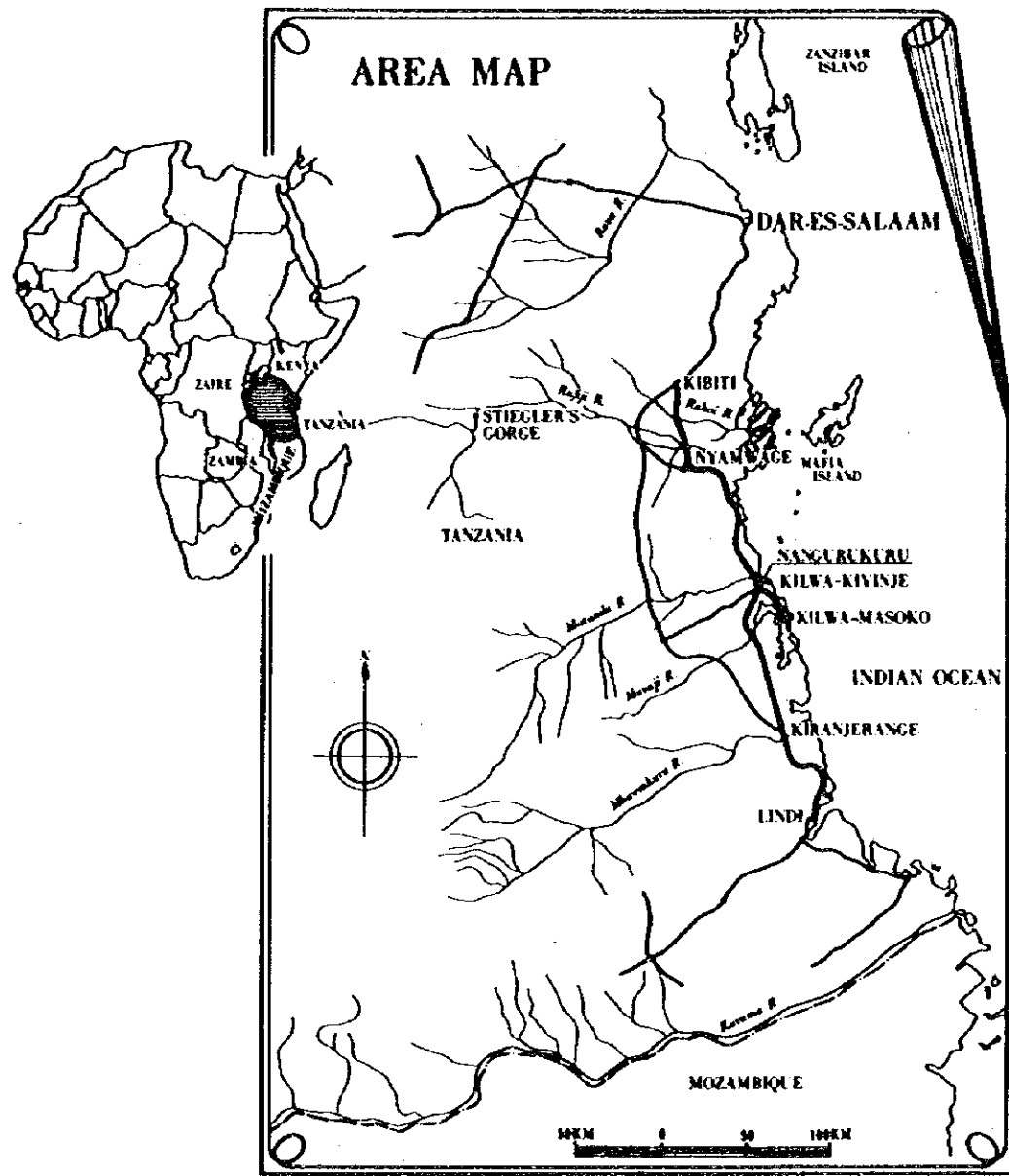
加えるに、首都 Dar es Salaam と南部地域を結ぶこの全天候道路の完成によって、首都および北部地域と南部地域との間の人的交流の促進、カシューナッツ、木材その他の産業の発展、中央と南部との間の行政の効率化、地域住民の福祉向上など、数字では表現しがたいがしかし社会的には重要な意義を持つ効果が期待される。従って本プロジェクトに対する総合的評価は、以上に述べた社会的効果をもあわせ考えた上でなされなければならない。

(5) なお、A案によってプロジェクトを実施する場合には、同案において供用開始10年後としている舗装の施工時期について、交通量の伸びの実態を見とどけた上で将来あらためて検討されることが望しい。

(6) 工区に着工順位を与えるとすれば、内部収益率および施工面の便宜を考慮して下記の順位とするのが望ましい。

- 1) 第1工区 (Kibiti - Nyamwage)
- 2) 第2工区 (Nyamwage - Nangurukuru)
- 3) 第5工区 (Nangurukuru - Kilwa Masoko)
- 4) 第4工区 (Kiranjerange - Lindi)
- 5) 第3工区 (Nangurukuru - Kiranjerange)

第 1 章 序 論



SECTION No.	SECTION	DISTANCE (KM)
1	KIBITI TO NYAMWAGE	35.00
2	NYAMWAGE TO NANGURUKURU	100.70
3	NANGURUKURU TO KIRANJERANGE	86.60
4	KIRANJERANGE TO LINDI	76.15
5	NANGURUKURU TO KILWA MASOKO	30.35
TOTAL (KM)		329.80

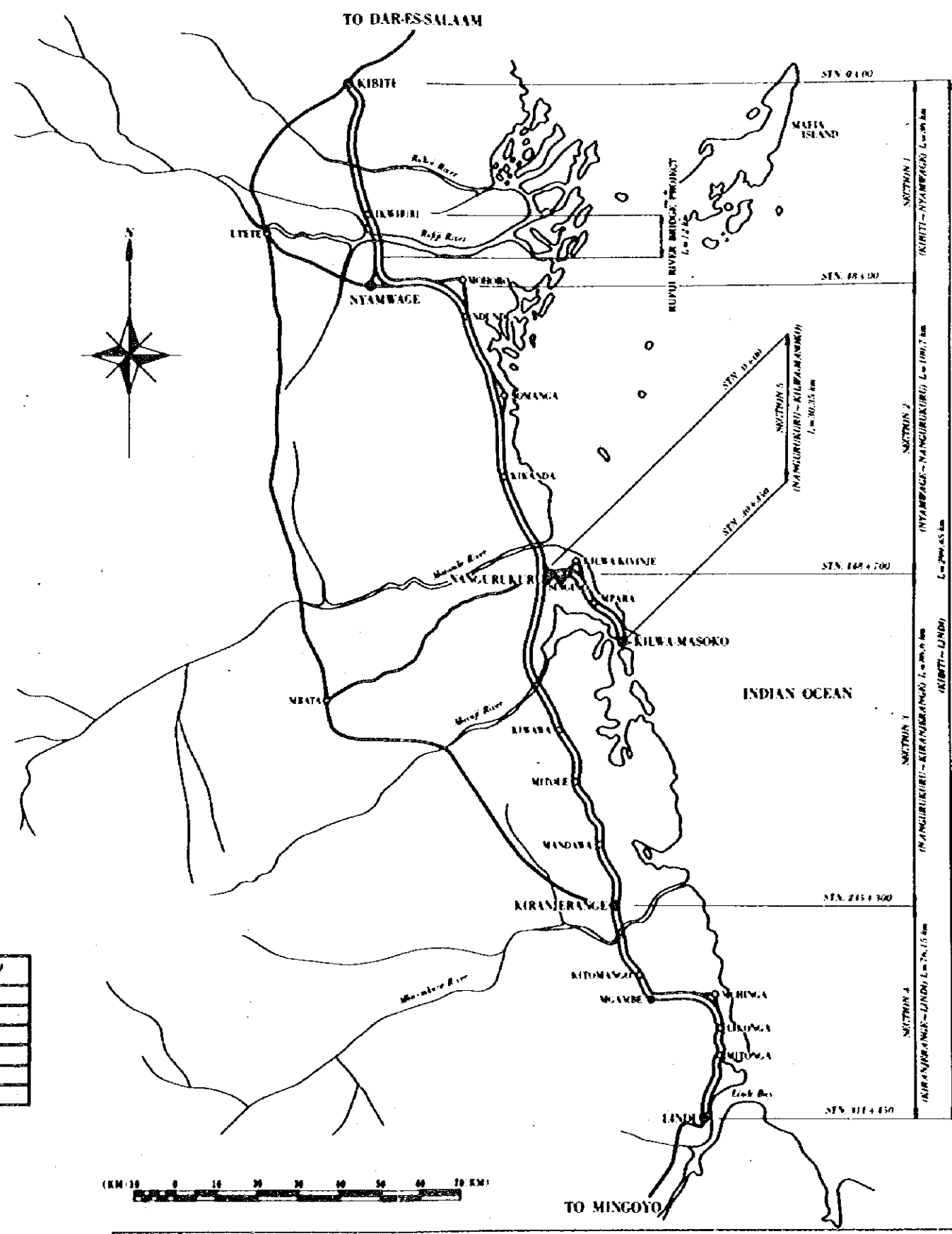


FIG. 1-1 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT LOCATION PLAN

1.1 本調査の範囲

国際協力事業団は、タンザニア共和国政府と日本政府との間で協定した Scope of Works に準拠し、南部沿岸道路建設に関する技術的および経済的可能性を調査した。Scope of Works によれば、本計画路線は、FIG. 1-1 に示すように、南部沿岸道路の Kibiti を起点とし、Nyamwage, Nangurukuru, Kiranjerange の各分岐点を経て Lindi に至るまでとし、この内 Rufiji 架橋計画区間の 12.0 Km を除いた 312 Km の区間と、南部沿岸道路の feeder road にあたる Nangurukuru 分岐点と Kilwa Masoko の間の約 37 Km の区間と定められている。

この計画路線を対象として、次のような調査が行われた。

- (1) 航空写真測量および主要河川の横断測量
- (2) 土質および材料調査
- (3) 河川および水文調査
- (4) 上記の技術的調査にもとづく路線選定
- (5) 選定された路線についての道路の概略設計
- (6) 橋梁の概略設計
- (7) 建設費および維持・修繕費からなる事業費
- (8) 地域交通や地域経済にもとづく交通量の予測
- (9) 便益と事業費による経済分析と計画の評価

1.2 南部沿岸道路計画の過去の経緯

首都 Dar es Salaam と Lindi を結ぶ南部沿岸道路は、雨期になると大小の河川の氾濫と路面の泥ねい化により著しく車の走行性を悪化させる。またある場所では半年近くも交通が途絶する。雨期におけるこのような交通の途絶は、Lindi, Mtwara を中心とする南部地域の産業・経済・文化の発展および首都とこれらの南部地域との間の行政の効率的な運営に対して著しい阻害要因となっている。

このような現状を打開することについてタンザニア政府は日本政府に技術協力を要請した。この要請に応え、日本政府は海外技術協力事業団（以下 O T C A と略称する）に委嘱して 1970 年に栗田英武氏を団長とする 9 名からなる調査団をタンザニアに派遣し現地調査を行った。その成果として 1971 年に「Feasibility Report on Dar es Salaam / Lindi Coastal Link Road Project」がタンザニア政府に提出された。

このレポートでは Kibiti - Lindi に至る全天候道路を建設する案としてタンザニア政府から提案された次の 3 つの候補ルートについて比較検討がなされている。

ルート 1 Kibiti - Utete - Nyanwage - Mohoro - Nangurukuru - Lindi

ルート 2 Kibiti - Ndundu - Nyanwage - Mohoro - Nangurukuru - Lindi

ルート 3 Kibiti - Utete - Njinjo - Mbata - Kiranjerange - Lindi

その結果ルート 2 をとりあげて、これを全天候道路とすることが最も有利であること、その場合ルートは現道を利用するように選び必要な箇所では現道を改良することが結論されている。そしてまた同レポートでは工事实施の計画に際しては、雨期における交通途絶の最大原因となっている Rufiji 河の架橋計画を第一に着手することを勧告している。タンザニア政府はこのレポートの結論と勧告に基づき Rufiji 河架橋計画に関する技術協力を日本政府に要請した。

日本政府はこの要請に応え、O T C A に委嘱して、山下宏氏を団長とする 9 名からなる調査団を 1971 年に現地に派遣し、1972 年に「Feasibility Report on Rufiji River Bridge Construction Project」がタンザニア政府に提出された。

1974 年 2 月、日本政府は Rufiji 河橋の詳細設計についての無償供与をタンザニア政府に提供することに同意した。この無償供与に基づいて、タンザニア政府は日本海外コンサルタントと契約し、1975 年に同橋の実施設計書がタンザニア政府に提出された。

以上が今回行った調査以前における南部沿岸道路計画の経緯である。

1.3 本調査の経過

本調査は日本の道路関係官庁の専門家によって構成された監理委員会の指導および監理のもとで、調査団によって実施された。

調査はつきに示す流れに沿ってなされた。

- 1) 1974年11月に事前調査団をタンザニアに派遣し、タンザニア政府と調査内容の事前協議をした。
- 2) 1975年9月にコンタクトミッションがタンザニアに派遣され、タンザニア政府と本調査について協議し、Scope of Works が締結された。
- 3) この Scope of Works にもとづき、1975年9月から約3ヶ月にわたって調査団をタンザニアに派遣し、道路、橋梁、水文、交通・経済、土質、骨材、測量調査を行なった。
- 4) この現地調査で収集されたデータおよび情報をもとに、解析、調査作業が行われ、その結果中間報告書にまとめられた。
- 5) 1976年8月に、この中間報告書の説明のために、監理委員2名と調査団は再びタンザニアに赴き技術的協議を行った。
- 6) 上記の技術的協議の結果を考慮し、ドラフトファイナルレポートを作製して1977年6月にタンザニア政府に提出した。
- 7) 上記のドラフトファイナルレポートについて、1977年7月に東京において、タンザニア政府からコメントを受けた。その結果を勘案してこのファイナルレポートを作製した。

現地に派遣された調査団および監理委員会は以下のとおりである。

(1) 事前調査団 (1974年11月)

団長	木倉正美	日本道路公団維持施設部調査役
団員	青木佑久	建設省北陸地方建設局河川管理課長
"	高田雅夫	建設省計画局建設振興課海外協力官
"	曾根学	日本海外コンサルタンツ㈱取締役
"	村上秀樹	国際協力事業団

(2) 調査の監理委員会

委員長	山根孟	建設省道路局道路企画課長
委員	国広哲男	建設省土木研究所構造橋梁部長

委員 木倉正美 日本道路公団技術部交通技術課長
 " 土肥規男 建設省国土地理院企画部測量指導課長補佐
 " 高田雅夫 建設省計画局総務課建設労務資材調査室長補佐

(3) コンタクトミッションおよび調査団 (1975年9月)

a) コンタクトミッション

団長 木倉正美 監理委員
 団員 土肥規男 "
 " 松岡和久 国際協力事業団

b) 調査団

団長		森 博	日本海外コンサルタンツ(株)・社長
副団長	道路	永嶋国村	三井共同建設コンサルタンツ(株)・取締役
"	土質	曾根 学	日本海外コンサルタンツ(株)・取締役
団員	測量	相賀祐信	アジア航測(株)・主任技師
"	道路	西川晴己	三井共同建設コンサルタンツ(株)
"	水文	渡辺幸治	"
"	橋梁	後藤勝敏	日本海外コンサルタンツ(株)
"	経済	朝日 輝	"
"	土質	大長欣弘	"
"	"	増見文昭	"
"	"	中嶋幸房	"
"	骨材	高野信男	"
"	土質技工	千葉 隆	"
"	"	菅谷国雄	"
"	"	河津良昭	"
"	測量技工	水沢敬治	アジア航測(株)
"	"	榎本照男	"
"	"	菊地 誠	"
"	"	根本次男	"
"	"	高橋清一郎	"
"	"	坂本 一	"

団員	パイロット	坂部 雄	アジア航測(株)
"	撮影士	田中 三也	"
"	整備士	後藤 満	"
"	車輛整備	杉田 信義	日本海外コンサルタンツ(株)
"	コーディネーター	松田 正行	"

(4) 中間報告 (1976年8月)

団長	木倉 正美	監理委員
団員	栗原 宏義	国際協力事業団
"	永嶋 国村	調査団副団長
"	朝日 輝	調査団員

1.4 謝 辞

タンザニア南部沿岸道路計画調査団が無事、任務を達成し、ここに Final Report を提出できることは、ひとえに、タンザニア政府の本プロジェクト担当者である Ministry of Works を中心としたタンザニア政府諸機関の親切な御協力によるものである。

ここに、この調査団に有益な助言と御協力を頂いた関係機関名と協力者名を記して、感謝の意に換えさせて頂く次第である。

Ministry of Works

Mr. J.A. Kassamia

Commissioner of Works

Mr. I.N. Kimanbo

Director of Roads and Aerodromes

Mr. A.E. Mboya

Senior Executive Engineer

Mr. V.E.D. Prakash

Senior Executive Engineer

Mr. R.S. Mahalaha

Senior Executive Engineer

Mr. Agrawal

Executive Engineer

なお、現地調査にあたっては、特に、在タンザニア日本大使館および次のカウンターパートの諸氏にお世話頂き、ここに深甚なる感謝の意を表する次第である。

Mr. D.J. Mariki for highway, structural and hydrologic engineering,

Mr. J. Komba and Mr. A. Mwakalonge for regional economic study,

Mr. M. Temba for topographic survey,

Mr. J. Miema for aggregate investigation,

Mr. A. Halahala, Mr. C. Ndunguru and Mr. M. Kuluva for soil investigation.

第 2 章 本調査の主要な前提

本調査の主要な前提は次のとおりである。

1. Rufiji 河の架橋は本調査でとりあげる道路の施工よりも先行して行われているものとする。
2. 現地調査および国内作業の過程の考察の結果、本調査区間を次の5つの工区に分けて検討するのが妥当であると判断した。(FIG. 1-1 参照)

工 区	区 間	
区 1	Kibiti ~ Nyamwage	360.0
区 2	Nyamwage ~ Nangurukuru	1007.0
区 3	Nangurukuru ~ Kiranjerange	866.0
区 4	Kiranjerange ~ Lindi	761.5
区 5	Nangurukuru ~ Kilwa Masoko	303.5
	計	3298.0

ただし Rufiji 架橋計画区間 1.20 Km は本調査で取扱い範囲外とする。

3. この道路における交通量の伸びは、調査の当初から、それほど大きくはないことが想定された。それで、この道路を当初から2車線の舗装道として完成することの妥当性に疑問を生じた。それ故道路断面は2車線道として計画し、比較的費用のかかる舗装は将来2車線舗装を必要とする交通需要に達した段階で施工する案も代替案として検討した。

すなわち、舗装の計画および施工について次の4つの案をとりあげて概略の検討を行った。

1案：当初より2車線の舗装を行う。

2案：交通量の多い第1工区は当初より2車線の舗装を行う。交通量が相対的に少ない第2工区～第5工区は当初1車線だけ舗装する。ただし、未舗装部および路肩部は瀝青材でコーティングしておく。交通量の増加をまって、1案と同じ2車線舗装の形態とする。

3案：2案と略同じであるが、第2工区～第5工区の未舗装部および路肩部の瀝青材コーティングは行わない。

4案：当初は2車線の砂利道として供用開始する。路肩には張芝を施す。交通量の増加をまって2車線舗装の形態とする。

橋梁は当初より2車線の巾員で建設するものとして、上記4案に組入れて概略の建設費を積算し、かつ経済評価を行った。この時点で中間報告書をタンザニア政府に提出し、同政府と協議した。協議の結果、1案および4案についてさらに検討を進めることになった。

その後の検討においては4案をA案、1案をB案と呼称し、かつA案を基本案として検討を行うこととした。

A案：当初は2車線の砂利道で供用開始し、交通量の増加をみて10年後に舗装を施工する段階施工案。

B案：当初より2車線の舗装を含めて施工する同時施工案。

すなわち、AおよびB案について5つの工区の各々の設計、積算および経済評価を行い、もっとも妥当な投資計画を提案する方法をとった。

なお、第1工区のみはA案と同じ計画によって舗装し、第2工区以下はA案の第1期段階の形態すなわち、砂利道のままとしてプロジェクトライフを通じて供用することを想定した場合についても内部収益率を計算した。

4. 調査の対象とする道路のプロジェクトライフは30年とする。計画を検討する上で必要な将来交通量の伸び率は、その推計の結果として得られた値5%を基準とし、これをケース1とした。なお将来モザンビークとの国境のRuvuma河に橋梁が架設されると仮定し、その際の将来交通量の伸び率を7%としたケース2およびこの道路のプロジェクトライフを20年と仮定した場合などについても参考として検討を試みた。

第 3 章 道 路 計 画

3.1 道路計画の基本方針

1) 設計基準

道路設計のための幾何構造基準は "GEOMETRIC DESIGN CRITERIA FOR RURAL ROADS, UNITED REPUBLIC OF TANZANIA" および "STANDARD SPECIFICATION FOR GEOMETRIC DESIGN OF RURAL HIGHWAY, AASHO" による。

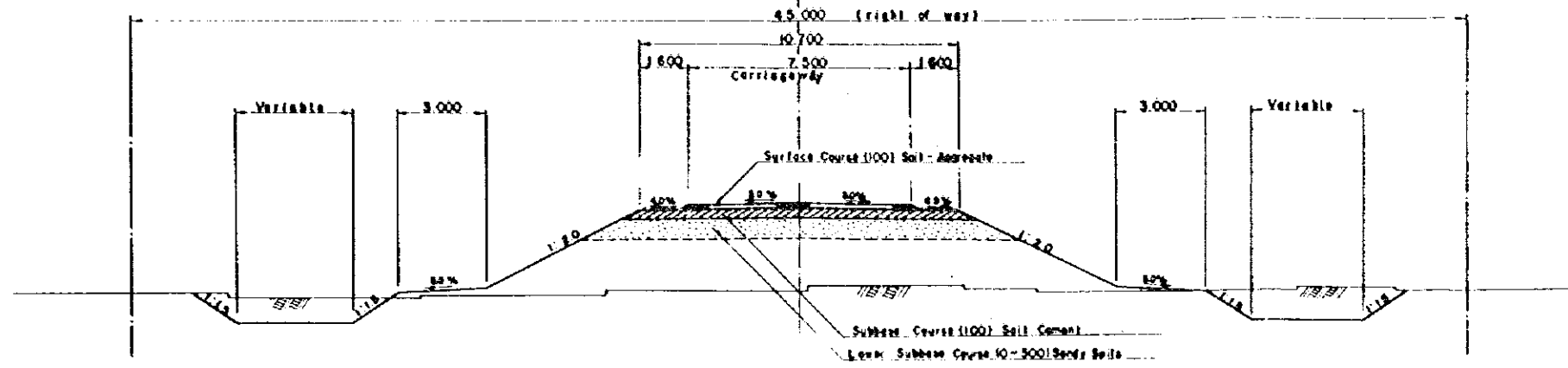
- 2) 平面線形は原則として人口密度の高い現道沿いに選定する。
- 3) 縦断線形は土工量を少なくするために、なるべく地形に順応して選定する。
- 4) 河川横断箇所においては計画洪水量を安全に流下出来るように計画高を設定し、盛土計画高は計画高水位から下層路盤までに1 Mのクリアランスをとって設計する。
- 5) 幅員構成は車道部2車線6.5 M, 路肩部標準1.8 M, 深い切土部1.2 Mとする。(FIG. 3-1, 2参照)
 なお集落部には両側に3 Mのバス用駐車帯を設ける。
- 6) 排水構造物は水文解析の計画流量によって断面寸法を定め、数種類の規格に限定して使用する。
- 7) 舗装計画は完成断面同時施工案と経済的な見地から交通量の伸びに応じて段階施工とする2案について検討する。
- 8) 数量計算, 積算, 経済評価等は Table 3-1 の工区, 区分毎に行う。

Table 3-1 Length of Road and Bridges by Section

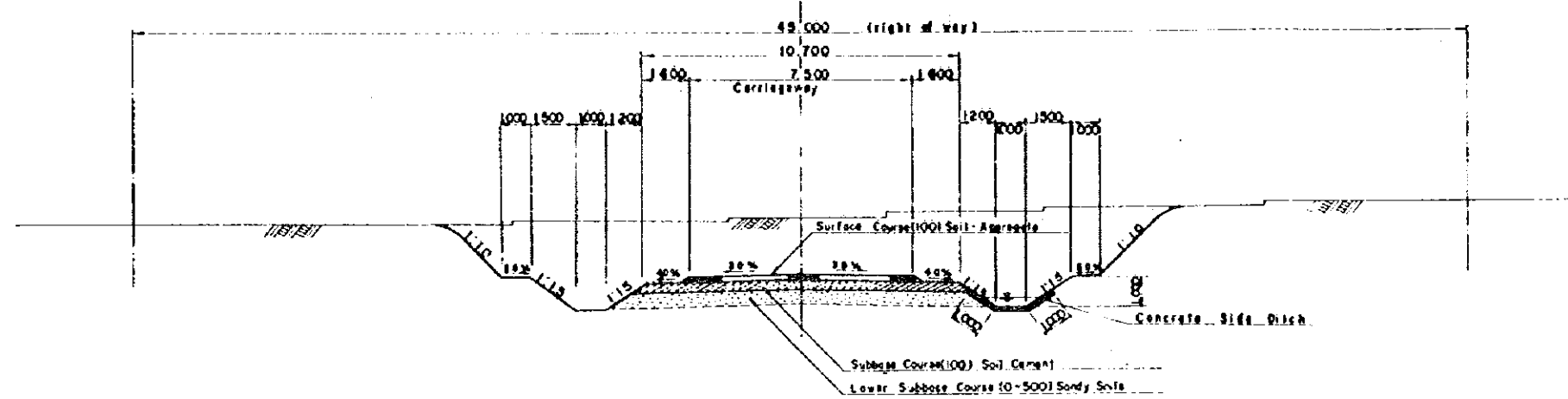
(m)

Classifi- cation Section	Road			Bridge	Total
	Flat Terrain	Hilly Terrain	Mountainous Terrain		
No.1	28,466	3,000	4,500	34	36,000
No.2	78,313	8,000	13,200	1,187	100,700
No.3	31,109	24,000	31,000	491	86,600
No.4	32,353	8,900	34,200	697	76,150
No.5	19,030	3,400	7,900	20	30,350
Total	189,271	47,300	90,800	2,429	329,800

EARTH-FILL SECTION



EARTH-CUT SECTION I (SHALLOW CUT)



EARTH-CUT SECTION II (DEEP CUT) deeper than 2 m

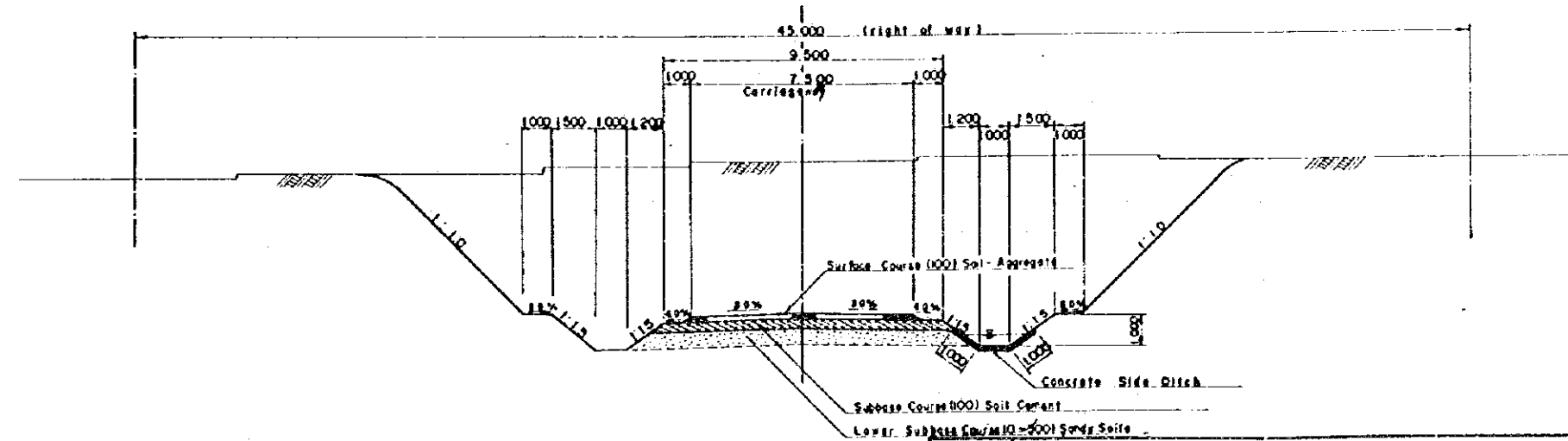
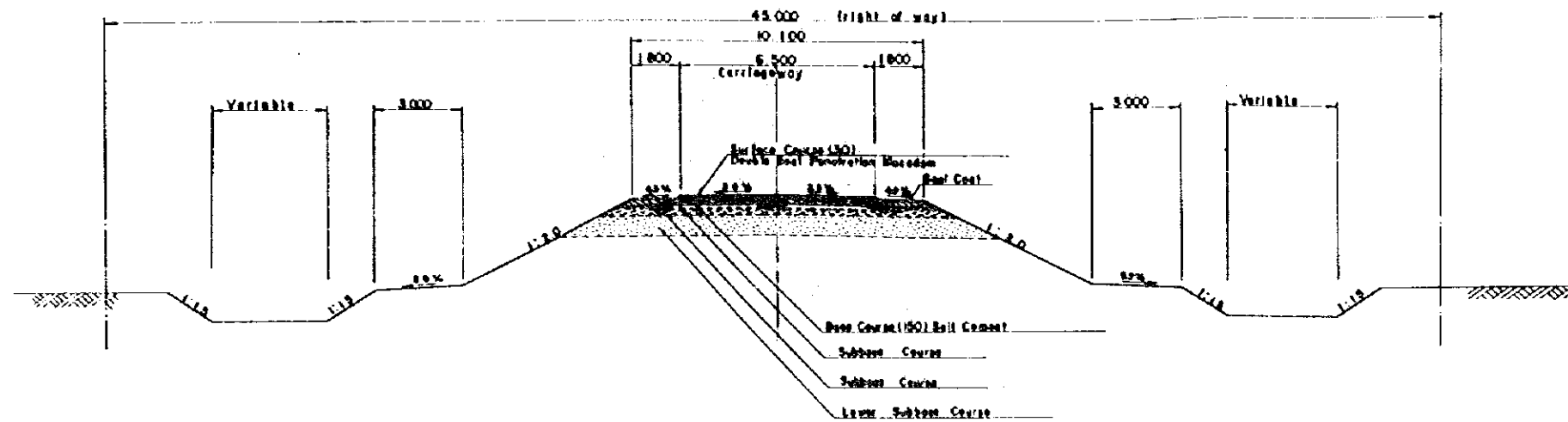


FIG. 3-1

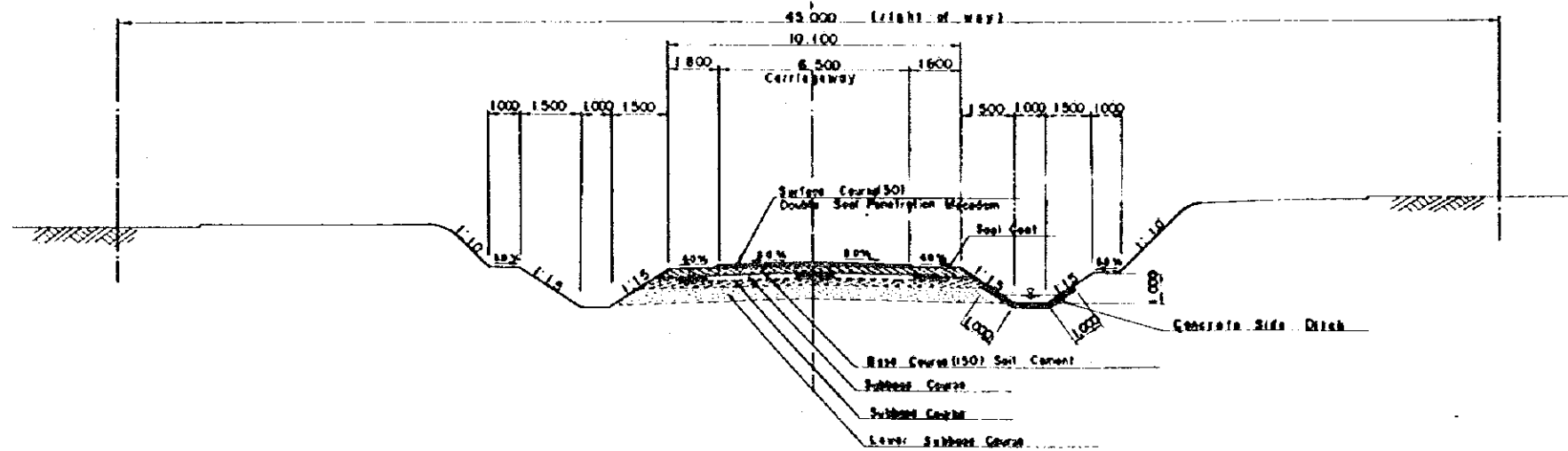
SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT

TYPICAL CROSS SECTION
AT FIRST STAGE FOR PLAN A

EARTH-FILL SECTION



EARTH-CUT SECTION I (SHALLOW CUT)



EARTH-CUT SECTION II (DEEP CUT) deeper than 2m

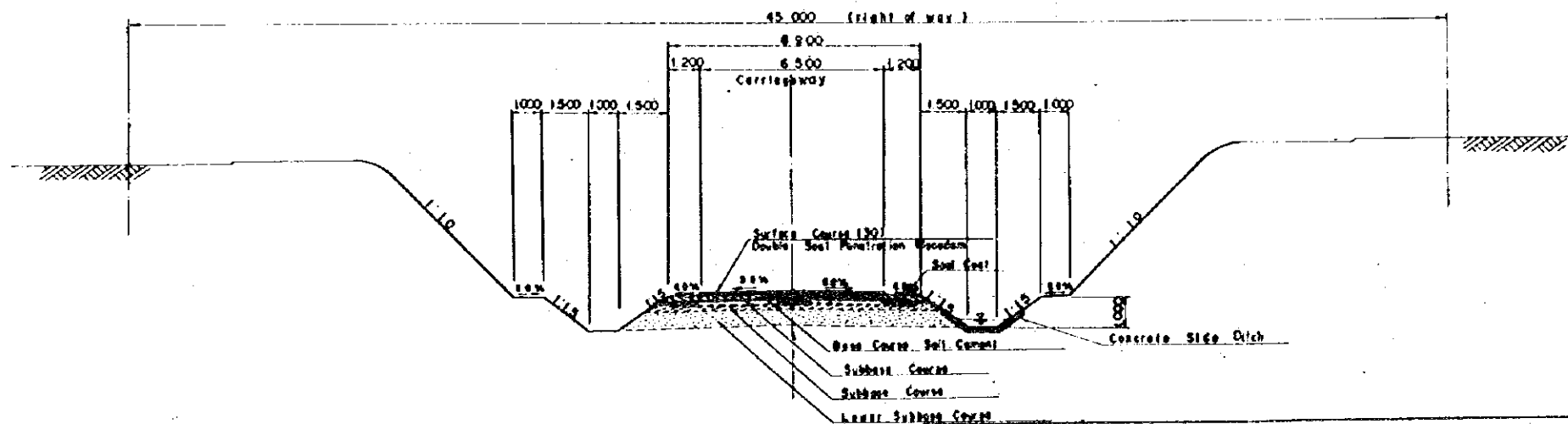


FIG. 3-2

SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT

TYPICAL CROSS SECTION AT SECOND STAGE FOR PLAN A

3.2 設計基準

3.2.1 設計速度

平地部	100 Km/hr
丘陵部	80 "
山岳部	60 "

3.2.2 車道幅員と路肩幅員

車道	6.5 m
路肩	1.8 "

(但し2 m以上の切土部では1.2 mとする)

3.2.3 最大縦断勾配

平地部	5 %
丘陵部	6 "
山岳部	8 "

3.2.4 片勾配

最大片勾配	8.0 %
標準横断勾配	3.0 "

3.2.5 最小曲線半径

平地部～丘陵部	300 m
山岳部	230 "

3.3 土質および骨材

以下に述べる内容の詳細については、別冊の“SOIL AND MATERIAL INVESTIGATION, VOL. Ⅱ”を参照されたい。

3.3.1 計画路線の土質

路線に分布する土をその物理的、力学的特性値から Grade Ⅰ～Ⅳの4種に分類した。Table 3-2にその分類基準と道路材料としての適性を示す。FIG. 3-3には計画路線をそれらの土質分類(Soil Grades)に対応して分割した結果を示す。

Grade Ⅰの土は AASHO 分類で A-1 b, A-3 および A-2-4 に分類され、下層路盤材として良ないし使用可能である。これらの土に適当な粒度の骨材かセメント、又は骨材とセメントの混合物などの混和剤を加えて安定処理を施せば、一般には

FIG. 3-3

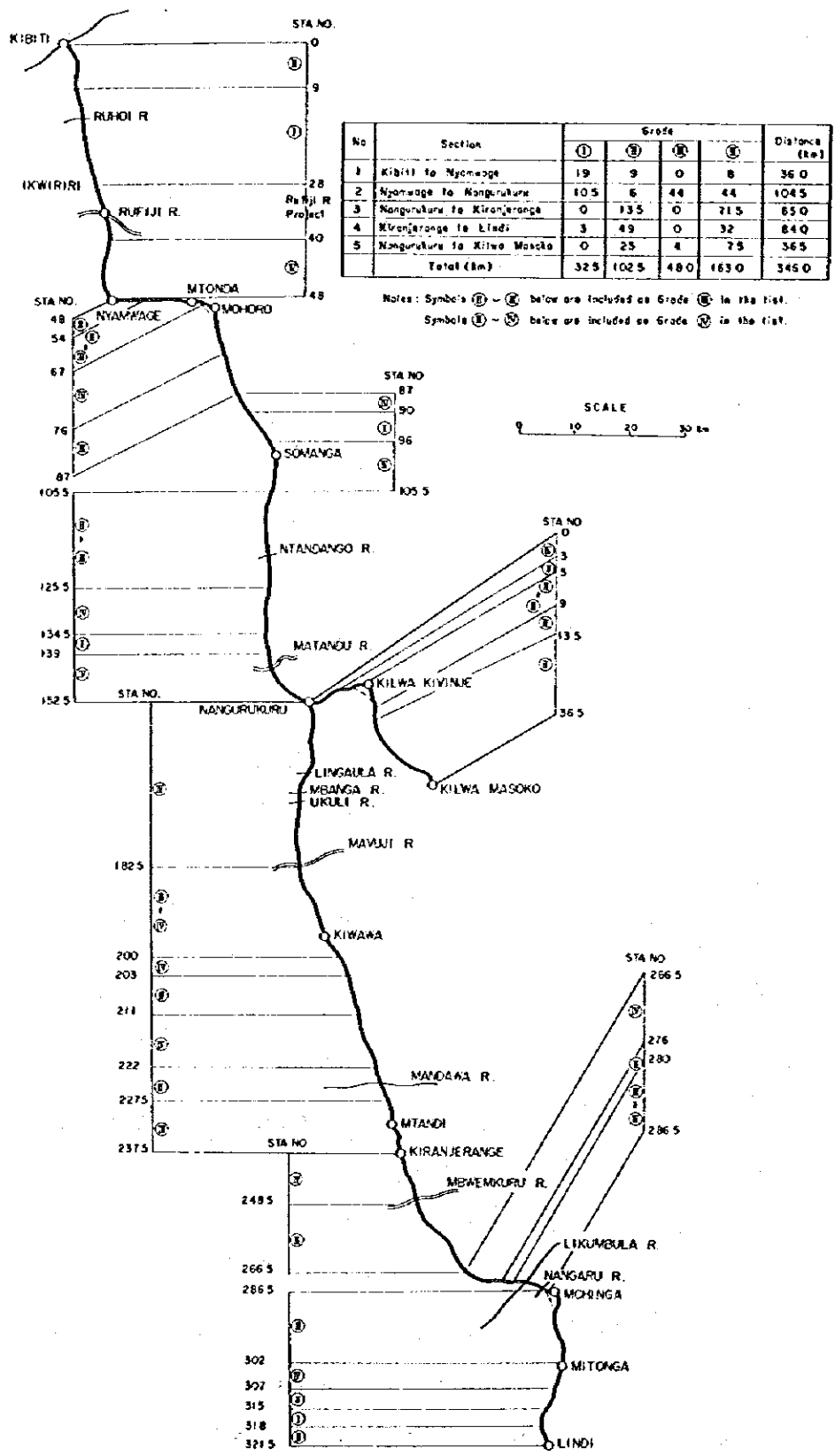


FIG. 3-3 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT SOIL DISTRIBUTION ALONG THE EXISTING ROAD

Table 3-2 Classification of Soils Found along the Proposed Route

Grade	Classification Criteria	Suitability for Road Material				For Base Course Material	Remarks
		For Embankment Material	For Replacement Material	For Subgrade Material	For Subbase Course Material		
I	AASHO Classification A-1-6, A-3 and A-2-4 CBRs = 17~40 % Estimated CBR _m > 25 %	Excellent	Excellent	Excellent	Good to Acceptable	Acceptable when mechanically stabilized by adding granular materials. Acceptable when stabilized with cement. Admixtures of granular materials and these soils are acceptable when stabilized with cement or bituminous materials. Sand near the Ruhoi River is acceptable when stabilized with bituminous materials.	Sandy soils found in flat planes are included in this Grade.
II	AASHO Classification A-3, A-2-4 and A-2-6 Lateritic soils of A-6 are included. CBRs = 3~8 % CBR _m = 10~25 %	Excellent to Good	Excellent to Medium	Excellent to Good	Acceptable to Unacceptable for Lower Subbase Course	A-3, A-2-4 and A-2-6 groups are acceptable when stabilized with cement. Admixtures of granular materials and lateritic soils of A-2-4 and A-2-6 are acceptable when stabilized with cement. Admixtures of granular materials and these soils of A-3 and A-2-4 are acceptable when stabilized with bituminous materials.	Lateritic soils and some of sandy soils in flat planes are included in this Grade.
III	AASHO Classification A-6 and A-7-6 Excluding lateritic soils of A-6 and black cotton clay and yellowish brown kaolin clay of A-7-6. CBRs = 1~4 %	Acceptable	Unacceptable	Poor. Recommended to use the material of Grade I or II for upper part of subgrade.	Unacceptable	Unacceptable	Clayey soils of decomposed soft rock in hilly areas are included in this Grade. Some clayey soils in flat planes are also included.
IV	AASHO Classification A-6 and A-7-6 Excluding soils of Grade III. CBRs < 1 %	To be avoided in principle	Unacceptable	Unacceptable. Recommended to use the material of Grade I or II for upper part of subgrade.	Unacceptable	Unacceptable	Black cotton clay found in both hilly and flat areas is included in this Grade. Yellowish brown kaolin clay in hilly area is also included.

Note: CBRs denotes the CBR value of the soaked specimen compacted under natural moisture content with the compaction effort of 18.4 kg.cm/cm³

CBR_m denotes the CBR value at soaked condition corresponding to 95 % of the maximum dry density, γ_{dmax} . γ_{dmax} is obtained by compacting sample under the compaction effort of 25.6 kg.cm/cm³ (the modified Proctor).

上層路盤材として使用可能である。

Grade IIの土はA-3, A-2-4およびA-2-6に分類される。ラテライト土はA-2-4, A-2-6およびA-6に分類されるが、これらをこのGradeに属するものとした。このGradeの土は入念に含水比調節を行いつ十分に転圧すれば、一般に下層路盤下部層材(Lower Subbase Course Material)として使用できる。セメント安定処理を施せば、下層路盤上部層材および上層路盤材としても使用可能である。また石灰安定処理を施せば、下層路盤上部層材としても使用できる可能性がある。ただしこのGradeに入れたラテライト土のうち、A-6に分類されるものは、塑性が高いため、下層路盤および上層路盤の材料として使用しない方がよい。

Grade IIIの土は粘性土で、AASHTO分類によればA-6およびA-7-6である。このGradeの土は盛土材料として使用してもよいが、下層路盤および上層路盤材料として使用することはできない。またこのGradeの土は一般にCBR値が小さいので、表層、上層路盤および下層路盤の標準厚さに対しては、Grade IまたはIIの土によって下層路盤下部層を設ける必要がある。

Grade IVの土はブラックコットンクレイ(black cotton clay)およびカオリンクレイ(kaolin clay)より成り、A-6およびA-7-6に分類される。このGradeの土は、乾燥している時は問題ないが、雨期に吸水すると強さの低下が著しい。原則としてこれらの土を盛土材として使用するのを避けた方がよい。また切土の場合も、Grade IまたはIIの土によって、充分な厚さの下層路盤下部層を設け安定な舗装とする必要がある。

3.3.2 安定処理試験結果

セメント安定処理試験

ラテライト土を含むGrade IおよびIIの土は6~8%のセメントで安定処理することによって12~22 kg/cm²程度の一軸圧縮強さが得られた。ただしRufiji河の砂のように、0.074mm以下の細粒子が10%以下であるような材料では、そうでない砂に比べて、同じセメント量における強さが小さい傾向がある。しかしRoad Research Laboratory (O'Reilly and Millard, 1969)の検討結果を引用するとRufiji河の砂の場合でもセメント量6~8%における一軸圧縮強さは130%~264%のCBR値に対応する。

瀝青安定処理試験

Matandu 河の砂と、Kibiti 附近の軟い砂岩、Nangurukuru および Mchinga 附近の硬い石灰岩の混合物ストレートアスファルトで安定処理したもののマーシャル安定度は 500 kg 以上で路盤として十分な強さを示した。ただし、Matandu 河砂と 3ヶ処の粗骨材との混合比は 62 : 38 であり、ストレートアスファルトの使用量は混合物の 4 ~ 6.5 % である。

Ruhoi 川附近の川砂は、粗骨材を混合することなくアスファルト乳剤で安定処理することによって 250kg 以上のマーシャル安定度を示した。これに対して Rufiji 河および Ntandango 附近の砂は、粒径の小さい粗骨材を混合すれば 250 kg 以上のマーシャル安定度を得られることがわかった。ただしこの場合、砂と粗骨材の混合比は概略 60 : 40 である。使用したアスファルト乳剤の量は 9.5 ~ 12 % の範囲である。

石灰安定処理について

今回の調査では石灰安定処理に関する試験を行っていない。しかし、文献 "Laterite And Lateritic Soils And Other Problem Soils of Africa : June 1971, The U.S. Agency For International Development" によればアフリカのラテライト土のほとんどについて石灰安定処理の効果が認められる。従ってこの路線に分布するラテライト土を石灰安定処理することによって少なくとも下層路盤上部層に使用できると推定され、土によっては上層路盤材料としても有望かもしれない。しかしそれらの可能性については、実際に安定処理を行なった上で判断するのが望ましい。

3.3.3 骨 材

粗 骨 材

全線にかけて礫の分布は少なく、かつ土中に混じて存在する場合が多くしたがって能率的な採取が困難である。それ故このプロジェクトに必要な粗骨材は砕石を主とする必要がある。

Nangurukuru から Lindi にかけては石灰岩を主とする原石山候補地が適当な距離をおいて存在し、粗骨材の供給は比較的容易である。これに反して Nangurukuru より Kibiti にかけては、良質でかつ豊富な量の岩石を産出する原石山にとほしい。したがって Nangurukuru より Kibiti にかけては、舗装などの道路材料としての骨材が極力少くなるように計画する必要がある。

岩石の埋蔵量，質，採取の容易性，生産された碎石の現場までの運搬距離などを考
えて，碎石プラントと原石山の位置を選定する必要がある。

A案（段階施工案）において計画した碎石プラントと原石山の位置は Table 3-3
のとおりである。Mpingoの原石山は現道から約1Km離れているので，そこに至る運
搬道路を建設する必要がある。

Table 3-3 Location of Crushing Plants and Quarries

Construction Stage	Crushing Plant	Quarry	Reserves of Rock in m ³
1st stage	Nangurukuru	Nangurukuru	100,000
		Mitole	500,000
	Mpingo	Mpingo	1,000,000
2nd stage	Mitole	Mitole	—
	Mpingo	Mpingo	—

なお，碎石プラントを設置する位置では多量の水が得られないので，プラントの設
備は乾式（dry process）として計画する必要がある。

細骨材

見出された細骨材用の砂は全般に細い。それらの中でも細骨材として一般に要求さ
れる粒度に近いものを選んで各工区における利用性を示すと Table 3-4のとおり
である。

Table 3-4 Location and Estimated Volume of Available Fine Aggregates

Section	Fine Aggregate Material
No.1	Rufiji River sand (sufficient to supply the required volume)
No.2	Rufiji River sand (sufficient to supply the required volume) Matandu River sand (available volume: 6,000 m ³)
No.3	Matandu River sand (surplus of the volume required in No.2 Section) Sand near Mpara (sufficient to supply the required volume)
No.4	Sand near Mpara (sufficient to supply the required volume) Sand at borrow pit near Lindi (available volume: 10,000 m ³ . Requires to displace overlying soils.)
No.5	Matandu River sand (surplus of the volume required in Section No.2) Sand near Mpara (sufficient to supply the required volume)

3.4 道路の現状

Kibiti ~ Lindi 間32.5kmおよび Nangurukuru ~ Kilwa Masoko 間37kmの現道は、Table 3-5の如く大部分が未改良の土道である。

気候が良好な乾期でさえ、自動車の平均走行速度が30km/hrという状態である。

特にブラック コットン クレイの分布する区間は、路面状態が最悪であり、車の走行に支障をきたしている。

又、山地部の急斜面や谷間を渡る前後は大部分が地形なりの縦断勾配で、12%を越える急勾配が随所にあり、見透しが悪いうえに、ジープによる登坂走行がやっとという状況である。

3.4.1 第1工区 (Kibiti ~ Nyamwage)

Kibitiの高地より Ruhoi 川附近の低地に下る所に一部縦断勾配が10%を越える箇所があるが、その他は平坦地である。

Ikwiririの丘を下りた所から Nyamwage までは Rufiji 川の洪水氾濫区域であり、特にブラック コットン クレイの分布する低地部は路面状態が非常に悪い。

3.4.2 第2工区 (Nyamwage ~ Nangurukuru)

Nyamwage から Matandu 川までは海岸線に近い平地部で Matandu 川から Nangurukuru までは山地部である。

Nyamwage から Somanga に至る平地部は細砂の路面であり、自動車の走行に支障をきたしている。

Mohoro 附近の低地部は Rufiji 川の洪水時に冠水した跡があり、路面状態は特に悪い。

Matandu 川より Nangurukuru に至る山地部の路面はブラック コットン クレイが大部分にわたって分布している最悪の状況である。

3.4.3 第3工区 (Nangurukuru ~ Kiranjerange)

Nangurukuru 以南約8km区間は路面にラテライトを含んだ改良土道で線形も良好である。

大部分が排水条件の比較的良好な山頂部の尾根を通っている。この区間には Ringakuru 川、Mavuji 川および Mandawa 川の深い谷間があり、橋梁前後の縦断線形は非常に悪い。

3.4.4 第4工区 (Kiranjerange ~ Lindi)

Kiranjerange から Mchinga までは山地部でブラック コットン クレイが随所に分布している。この間の道路には附近に点在する礫をまいて補修してあるが路面状態は悪い。

Mchinga から Lindi 間は石灰岩およびラテライトによる改良がなされ、比較的良好的な路面状態である。

特に Lindi から北方約 2 Km 区間は浸透式による簡易舗装済みであり、平面・縦断線形ともに良好である。

Mbwemkuru 川から山地部にはいる個所、Mchinga から Likonga の台地に登る個所および Mitonga の台地から Lindi Bay に下る個所で縦断勾配が 10% 以上の区間があり、平面線形、縦断線形ともに非常に悪い。

3.4.5 第5工区 (Nangurukuru ~ Kilwa Masoko)

Nangurukuru から Kilwa Kivinje 間は、山地部で数箇所縦断線形が悪い所がある。

路面状態は、ラテライトおよび礫をまいて改良がなされ、比較的良好的である。

Kilwa Kivinje から Kilwa Masoko 間は、平地部で路面状態は安定し、平面・縦断線形ともに良好であるが、Kilwa Kivinje よりの低地部には洪水により冠水した跡があり、路面状態の悪い所が数箇所ある。

Table 3-5 Surface Conditions of the Existing Road

Item		Section							(km)
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Total		
Flat	Paved	Good	-	-	-	-	-	-	
		Poor	-	-	-	1.5	-	1.5	
		Bad	-	-	-	0.5	-	0.5	
	Im- proved Earth	Good	3.0	-	-	2.0	4.0	9.0	
		Poor	2.2	6.0	-	4.0	4.0	16.2	
Bad		2.0	4.0	-	2.0	3.0	11.0		
Earth	Good	5.0	-	-	6.0	-	11.0		
	Poor	6.0	2.0	2.5	3.0	5.0	18.5		
	Bad	20.0	61.3	12.1	3.6	4.0	101.0		
Subtotal		38.2	73.3	14.6	22.6	20.0	168.7		
Hilly	Paved	Good	-	-	-	-	-	-	
		Poor	-	-	-	-	-	-	
		Bad	-	-	-	-	-	-	
	Im- proved Earth	Good	2.0	-	8.7	1.0	-	11.7	
		Poor	2.0	-	8.0	3.0	-	13.0	
Bad		1.0	-	7.0	4.0	2.0	14.0		
Earth	Good	-	-	-	1.3	-	1.3		
	Poor	-	4.0	6.0	2.0	1.9	13.9		
	Bad	-	16.0	4.0	4.5	3.0	27.5		
Subtotal		5.0	20.0	33.7	16.3	6.9	81.9		
Mountainous	Paved	Good	-	-	-	-	-	-	
		Poor	-	-	-	-	-	-	
		Bad	-	-	-	-	-	-	
	Im- proved Earth	Good	1.0	-	8.0	6.1	-	15.1	
		Poor	3.0	1.0	14.5	5.0	2.0	25.5	
Bad		1.5	3.2	5.5	8.0	2.8	21.0		
Earth	Good	-	-	-	-	-	-		
	Poor	-	1.0	4.0	2.0	2.0	9.0		
	Bad	-	9.0	9.0	18.0	3.0	39.0		
Subtotal		5.5	14.2	41.0	40.1	9.8	110.6		
Total		48.7	107.5	89.3	79.0	36.7	361.2		

3.5 線形及び横断計画

3.5.1 平面計画

平面線形は、原則として現道沿いに計画した。低地部は極力さけて、高地部を通るように、又、山地部については雨水の集中する谷間、および不安定な斜面はできるだけさけてルートを選定した。

設計基準によると最小曲線半径は300m、絶対最小半径は230mであるが、できるだけ地形の許す範囲で曲線半径を大きくとり、車の走行性に重点を置いて計画した。

又、曲線半径1,500m未満の曲線については緩和曲線をそり入した。

1) 第1工区

Kibiti 附近を除いて Rufiji 川をはさんだ平地部は現道沿いの雄大な線形とした。

Kibiti 以南10km区間の山地部は、高低差が約120mあり、縦断線形を考慮した数本の線形を比較検討し、最良のルートを選定した。

すでに詳細設計が完了している Rufiji 地区の12kmは、設計どおりの線形として今回のルートを計画した。

Nyamwage の直角に近い屈曲部には大きい曲線半径($R=600m$)をそり入してショートカットするように計画した。

2) 第2工区

Matandu 川までは海岸線に近い平地部で現道沿いにルートを選定したが、Mohoro 附近は Rufiji 川の洪水冠水地域であり、山側の高い所にルートを変更し、大きくショートカットした。

又、Somanga の現道は、集落内を悪い線形で蛇行しているため、集落部をさけて山側にバイパスさせ、線形改良と同時にショートカットした。

Matandu 川の渡河地点は、現道と現在工事中の橋梁の間に直線のルートを選定した。

Nangurukuru のジャンクションは、現在最も高い山頂部に位置しているため、本線の縦断線形をよくするために、西側の比較的平坦な低地にルートを変更し平面線形、縦断線形とも改良した。

3) 第3工区

この区間は大部分が山地部である。

現道は、排水条件の良好な段丘の峰をぬりように走っているため、極力、現道に沿ったルートを選定した。

Mavuji 川の渡河地点は、現橋梁が西側に迂回しているため現橋梁の東側に直線でルートを選定した。

Mandawa 川の深い谷間は現橋の東側に最適の渡河地点を選定し、前後の関係を考慮し、 $R = 1,500 \text{ m}$ の線形を設置した。

4) 第4工区

この区間は、Mbwenkuru 川の平地部より Mchinga の海岸線をはさむ山地部をぬけて Lindi の海岸線に出るルートである。

Mbwenkuru 川の渡河地点は現橋梁の東側とし、現河川および洪水氾濫原を直線でぬけるルートを選定した。

Mchinga 以北約 5 Km 区間には数本の蛇行河川があり、できるだけ河川をさけてルートを選定した。

Mchinga の海岸線より Likonga の台地に登る区間、および Likonga の台地より Lindi の海岸線に出る登坂区間は、縦断勾配が急な個所で、数本のルートと比較検討し、最良の線形を選定した。

Lindi 以北約 3 Km 区間は、現道巾も広く路面状態も良好で、出来るだけ現道を利用出来るようにルートを選定した。

5) 第5工区

Nangurukuru より Kilwa Kivinje を経て Kilwa - Masoko に行く支道である。

このルートは Kilwa Kivinje によるためかなりの迂回をしている。よって今回のルート選定は Kilwa Kivinje をバイパスさせるショートカットのルートを選定した。

その結果、現道の延長に比べ約 8 Km 短縮となった。

Nangurukuru 以東約 10 Km は山地部で残りは海岸線に近い平地部である。

平地部の現道線形は、非常に良好で一部で線形の改良をしたが、大部分は現道に沿ったルートを選定した。又、Nangurukuru 以東約 8 Km の現道と計画道が分岐する地点

から、Kilwa Kivinje 間の約 3.75 Kmの現道も、改良を行ない、取付道路として道路建設費を計上した。

3.5.2 縦断計画

縦断勾配の最大値は山地部において 8%とし、平地部における最小値は路面排水を考慮して 0.2%とした。

盛土高については、Grade IV の区間は舗装厚にみあう 1.0~1.5 mとし Grade I~III の区間は 0.5~1.0 mを標準とした。

又、洪水による冠水地域、洪水痕跡、ききこみおよび水文解析等から H.W.L. を想定し、橋梁桁下から H.W.L. までの余裕高を3大河川では 1.2 m、その他の中小河川では 1.0 mとして計画高を決めた。切土部についてはできるだけ土工量が少なくなるように排水条件を考慮しながら計画した。

1) 第1工区

Rufiji 川の洪水氾濫区域の道路計画高は、すでに詳細設計が完了している Rufiji 川架橋プロジェクトの H.W.L. の値 17.5 mを採用し、1.0 mの余裕高を加算し 18.5 mとした。

又、当計画高は Rufiji 川架橋プロジェクトの起終点の計画高と一致させた。

Kibiti 以南 5Km附近の山地部は起伏が大きいため最急縦断勾配 8%を使用した。

2) 第2工区

聞きこみによると Mohoro 附近は、Rufiji 川の洪水氾濫期には現道が最大 2.0 m冠水している。

よって H.W.L. を 10.0 mと想定し、計画高は余裕高 1.0 mを加算し、11.0 mを最小値として設計した。

Matandu 川についても、ききこみによる洪水痕跡および、水文解析結果より H.W.L. を 10.5 mとして計画した。

Matandu 川から Nangurukuru ジャンクションまでの山地部に、地形の状況からやむなく数箇所最急勾配 8%を使用した。

3) 第3工区

大部分が緩やかな丘陵地で現地地形に沿った縦断計画をした。

この区間には、深い谷間を流れる Ringakuru, Mavuji および Mandawa 川があり、橋梁下部工およびアプローチの土工費を減らすために、極力縦断を下げるように

計画した。

なお、Mavuji 川の H.W.L. は 35.00 m として計画した。

この工区の最急勾配は、8.0% を使用した。

4) 第4工区

Kiranjerange から Mbemkuru 川までの山地部は緩やかな地形で、現地形に整合する線形とした。

Mbemkuru 川の H.W.L. は 24.50 m とした。

Mbemkuru 川から山地部に入る個所、Mchinga から Likonga の台地に登る個所、および Lindi の空港の台地から海岸線に下る個所に最急勾配 8% の値を使用した。

Lindi 以北約 3 Km 区間は路面状態および線形も良好なので現道に沿った縦断を計画した。

5) 第5工区

山頂部に位置する Nangurukuru の分岐点から、Kilwa Kivinje をバイパスする山地部の区間は山腹部に沿った緩やかな線形を計画した。

Kilwa Masoko 以北約 20 Km 区間は、平坦な半島のほぼ中央部を通る現道に沿った平面線形で、横断方向の排水を考慮しながら最小盛土高 0.5 ~ 1.0 m になるように計画した。

Kilwa Kivinje に向かって分岐する現道との交差部は現道の高さに一致するように縦断を計画した。

3.5.3 横断計画

巾員構成は、タンザニア政府との打合せの結果に基づき FIG. 3-1 ~ FIG. 3-2 に示すようなものとした。

車道巾員は 6.5 m (2車線)、路肩巾は 1.8 m、全巾 10.10 m とした。但し、切土深が 2.0 m を越える区間の路肩については土工量を減少させるため 1.2 m に縮小した。

又、現道沿いにある集落部にはバスストップを兼ねた拡巾部を両側に設置した。

拡巾部は巾 3.0 m、延長 50.0 m でその前後に各々 2.5 m のテーパーを付けた。

標準部の横断勾配は、車道部は 3% とし、路肩部は 4% とした。

盛土部の法面勾配は 1 : 2 とし、切土部の法勾配は 1 : 1 を標準とした。

なお、法面の保護については植生を考えたが、特に洪水時に流水の被害を受ける橋梁前後の巻込み部や、海水の影響を受ける海岸線沿いの区間には、メゾンリー工による特殊法面を計画した。

3.6 土工計画

計画路線沿いを土質調査した結果をもとに、計画路線通過地域を Grade I～IV に分類した。

土工の種別として Table 3-6 に示す。

Grade I～II の盛土区間は、両側に道路排水土側溝を計画し、その掘削土を盛土材として使用した。

Grade IV の盛土区間は雨期になると地盤が悪くなるため、交通荷重の影響が基礎地盤までおよばないように盛土高をやや高めに計画し、舗装が安定維持されるように配慮した。路体・路床は Grade I 又は II の土を客土する計画とした。

Grade IV の切土区間の土は、路床および路体に使用できないため、適当な土捨場を選定し、残土を処理する計画である。

また CBR 値および交通量に応じて下層路盤より下部の Grade IV の土を 30～60 cm 掘削して捨土処理しこの分は Grade I または II の良質土に置替える計画とした。

以上による工種別、工区別土工量は Table 3-7 のとおりである。

Table 3-6 Soil Classification - 1/2

Section	Grade	Subsection	Length(m)	Remarks
No. 1	II	No. 0 ~ No. 9	9,000	
	I	No. 9 ~ No. 28	19,000	
		(No. 28 ~ No. 40)	(12,000)	Rufiji River Bridge Project
	IV	No. 40 ~ No. 48	8,000	
	Total	No. 0 ~ No. 48	36,000	Kibiti ~ Nyamwage
No. 2	II	No. 48 ~ No. 54	6,000	
	III	No. 54 ~ No. 63	9,000	
	IV	No. 63 ~ No. 75	12,000	Mohoro
	III	No. 75 ~ No. 83	8,000	
	IV	No. 83 ~ No. 87	4,000	
	I	No. 87 ~ No. 94	7,000	
	IV	No. 94 ~ No. 104	10,000	
	III	No. 104 ~ No. 123	19,000	
	IV	No. 123 ~ No. 130+500	7,500	
	I	No. 130+500 ~ No. 136	5,500	
	IV	No. 136 ~ No. 148+700	12,700	
	Total	No. 48 ~ No. 148+700	100,700	Nyamwage ~ Nangurukuru
No. 3	IV	No. 148+700 ~ No. 202	53,300	
	II	No. 202 ~ No. 209	7,000	
	IV	No. 209 ~ No. 219	10,000	
	II	No. 219 ~ No. 226	7,000	
	IV	No. 226 ~ No. 235+300	9,300	
	Total	No. 148+700 ~ No. 235+300	86,600	Nangurukuru ~ Kiranjerange
No. 4	IV	No. 235+300 ~ No. 244	8,700	
	II	No. 244 ~ No. 263	19,000	
	IV	No. 263 ~ No. 271	8,000	
	II	No. 271 ~ No. 274+200	3,200	
	IV	No. 274+200 ~ No. 281+100	6,900	

Table 3-6 Soil Classification - 2/2

Section	Grade	Subsection	Length(m)	Remarks
No. 4 (Cont'd)	II	No.281+100 ~ No.296	14,900	
	IV	No.296 ~ No.300	4,000	
	II	No.300 ~ No.304	4,000	
	I	No.304 ~ No.308	4,000	
	II	No.308 ~ No.311+450	3,450	
	Total	No.235+300 ~ No.311+450	76,150	Kiranjerange ~ Lindi
No. 5	IV	No. 0 ~ No. 4	4,000	
	II	No. 4 ~ No. 7	3,000	
	III	No. 7 ~ No.12	5,000	
	II	No.12 ~ No.30+350	18,350	
	Total	No. 0 ~ No.30+350	30,350	Nangurukuru ~ Kilwa Masoko
Total	I		35,500	
	II		94,900	
	III		41,000	
	IV		158,400	
	Total		329,800	

Table 3-7 Amount of Earthwork

Section	Work	Amount in m ³	Remarks
No. 1	1. Excavation	130,531	1. Excavation Work Excavated soil is planned to be used for embankment.
	2. Banking (1)	138,310	
	3. Banking (2)	110,844	
	4. Disposing	—	
	Subtotal	379,685	
No. 2	1. Excavation	215,658	2. Banking Work (1) Soil excavated out of side ditch is planned to be used for embankment.
	2. Banking (1)	657,018	
	3. Banking (2)	706,359	
	4. Disposing	270,978	
	Subtotal	1,850,013	
No. 3	1. Excavation	472,078	3. Banking Work (2) Soils of Grade I or II transported from other places are used for embankment.
	2. Banking (1)	—	
	3. Banking (2)	43,535	
	4. Disposing	572,492	
	Subtotal	1,088,105	
No. 4	1. Excavation	761,255	4. Disposing Work Soils of Grade IV in cutting sections are planned to be disposed.
	2. Banking (1)	—	
	3. Banking (2)	—	
	4. Disposing	494,062	
	Subtotal	1,255,317	
No. 5	1. Excavation	79,155	
	2. Banking (1)	—	
	3. Banking (2)	18,205	
	4. Disposing	30,330	
	Subtotal	127,690	
Total	1. Excavation	1,658,677	
	2. Banking (1)	795,328	
	3. Banking (2)	878,943	
	4. Disposing	1,367,862	
	Grand Total	4,700,810	

3.7 排水計画

3.7.1 側溝

切土部の排水は道路の両側に側溝を設けて縦方向に排水することとし、水文資料に流速 1.0 m/sec 以下は土側溝、流速が 1.0 m/sec 以上はコンクリート側溝とした。コンクリート側溝の断面は上巾 2.65 M 、底巾 1.0 M 、高さ 0.55 M の規格断面を用い、流末は随所で自然の谷部に放流する計画とした。

盛土部の排水溝は路体の安定を保つために、法尻より 3 M 離れた位置に土側溝を設置し、掘削土質が Grade I ~ II の場合はこれを盛土材に充当した。

路面排水のための横断勾配は車道部 3% 、路肩部 4% とし、これを集水する縦方向の排水溝勾配は平地部においても 0.2% 以上となるように計画した。

3.7.2 横断排水工

道路横断方向の排水施設として橋梁（第4章）の外に小河川に対してはボックスカルバート、さらに小規模の水路にはパイプカルバートを布設する計画とした。

1) ボックスカルバート

24ヶ所の小河川について計画流量を算定し、これを安全に流下させるボックスカルバートを31ヶ所に計画した。計画流量は $1/50$ で確率 Rational formula によって計算した（詳細は4.3参照）。

ボックスカルバートは下記4種類とし計画流量に応じてこれを組合せて配置した。

- | | |
|--|--|
| a) $2.0 \text{ M} \times 2.0 \text{ M} \times 2 \text{ 連}$ | b) $2.0 \text{ M} \times 2.0 \text{ M} \times 3 \text{ 連}$ |
| c) $2.5 \text{ M} \times 2.0 \text{ M} \times 3 \text{ 連}$ | d) $3.0 \text{ M} \times 2.5 \text{ M} \times 3 \text{ 連}$ |

各河川の流域諸元、計画流量およびボックスカルバートの諸元は Table 3-8のとおりである。

2) パイプカルバート

地形的に見て低地、または降雨時に流水の集まる箇所には小規模な排水施設としてコルゲートパイプ $\phi 600$ 、 $\phi 900$ 、 $\phi 1200$ の3種類を403ヶ所に布設した。

なお、本道路に接続する道路、集落部の連絡道路下にも $\phi 600$ を布設した。

区別の数量は Table 3-9のとおりである。

Table 3-8 Design Particulars of Box Culverts

Section	Station No.	Catchment Area Length and Slope		Time of Concentration and Rainfall Intensity		Run-off and Specific Run-off		Box-Culvert (m)	Existing Facility		
		Area (km ²)	Length (km)	Time of Concent. (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Run-off (m ³ /s)	Specific Run-off (m/s/km ²)				
2	No.65	No.65+800						3 cell 2.0x2.0			
		No.66+100	18.92	10.7	1/180	221	51.2	81	4.3	3 cell 2.0x2.0	
		67+ 10								3 cell 2.0x2.0	
		101+442	2.72	3.0	1/250	89	104.2	24	8.8	3 cell 2.0x2.0	
		102+250								3 cell 2.0x2.0	
		No.102	102+700	12.93	9.0	1/165	181	60.5	66	5.1	2 cell 2.0x2.0
			102+869								3 cell 2.5x2.0
			111+663	6.40	5.0	1/160	107	91.3	49	7.7	3 cell 3.0x2.5
			113+150	10.67	8.8	1/160	174	62.0	55	5.2	3 cell 3.0x2.5
			131+870	3.25	3.6	1/80	62	132.2	36	11.1	3 cell 2.5x2.0
			139+725								2 cell 2.0x2.0
		No.139	139+930	1.13	1.0	1/15	24	212.7	20	17.7	φ1200x2
			141+200								3 cell 2.0x2.0
		No.141	141+300	3.40	3.0	1/50	46	157.2	45	13.2	2 cell 2.0x2.0
		No.142	142+930								3 cell 2.0x2.0
	No.143	143+250	5.93	5.2	1/60	71	121.3	60	10.1	3 cell 2.5x2.0	
3		185+950	2.20	3.0	1/90	57	139.1	26	11.8	3 cell 2.0x2.0	
		187+366	1.38	1.9	1/100	45	159.1	19	13.8	2 cell 2.0x2.0	
		188+250	2.70	2.3	1/100	50	150.1	34	12.6	3 cell 2.5x2.0	
		189+790	4.12	4.0	1/105	74	118.1	41	10.0	3 cell 3.0x2.5	
		200+ 76	2.77	3.7	1/40	48	153.6	36	13.0	3 cell 2.5x2.0	
		No.201	201+966								3 cell 2.0x2.0
		No.202	202+ 32	4.51	4.0	1/45	53	145.2	55	12.2	3 cell 2.0x2.0
			238+480	3.00	2.4	1/65	44	161.1	41	13.7	3 cell 3.0x2.5
			272+100	2.22	2.5	1/40	39	171.5	32	14.4	3 cell 2.5x2.0
			278+550	2.12	2.4	1/30	35	180.8	32	15.1	3 cell 2.5x2.0
			305+565	2.20	2.6	1/30	37	176.0	33	15.0	3 cell 2.5x2.0
			307+715	2.53	2.4	1/15	30	194.0	41	16.2	3 cell 3.0x2.5
			310+ 50	3.30	3.9	1/20	40	169.3	47	14.2	3 cell 3.0x2.5
			4+597	1.78	1.6	1/20	28	199.8	30	16.9	3 cell 2.5x2.0
	5		15+200	3.33	2.0	1/170	56	140.6	39	11.7	3 cell 3.0x2.5
		18+805	2.20	1.0	1/85	32	188.5	35	15.9	3 cell 2.5x2.0	
										1200mmφ corrugated pipe	

Table 3-9 Length of Pipe Culverts

(m)

Section \ Size	φ600		φ900		φ1200		Total	
	Number of places provided	Total length	Number of places provided	Total length	Number of places provided	Total length	Number of places provided	Total length
No. 1	7	126	14	241	7	148	28	515
No. 2	12	229	34	597	65	1,550	111	2,376
No. 3	40	802	44	991	30	902	114	2,695
No. 4	52	996	22	466	21	585	95	2,047
No. 5	20	302	29	471	6	230	55	1,003
Total	131	2,455	143	2,766	129	3,415	403	8,636

3.8 舗装計画

舗装断面の設計指針としては、**“AASHO INTERIM GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURE, 1972”**を参考にした。

設計の主要な条件は次のとおりである。

- 1) 交通量は**“第6章 経済調査”**に述べられているA案のケース1の将来交通量の推計値によった。
- 2) サービス指数 (terminal serviceability index) を2.0とした。
- 3) 地域係数 (regional factor) を1.5とした。
- 4) 土の支持値 (soil support value) はCBRから推定した。

3.8.1 A案の舗装断面

交通量の少い当初は、1983年より10年間砂利道として供用し、1993年に舗装する計画とした。

舗装構成を検討した結果は次のとおりである。

第1期工事段階 (砂利道) …… FIG. 3-4 参照

表層

厚さ10cmのレキまたは砕石層とする。これらの材料は若干の土を含むソイルアグリゲイトとする。その土は液性限界が35以下で塑性指数が4から9の間のものであって、粒度構成はAASHO M-147-65に規定される200番フルイを通過する細粒土分が最低8%以上のものである。この層は第2期工事段階の舗装の下層路盤の役割を果す。

上層路盤

Grade IまたはIIの砂質土をセメント安定処理した厚さ10cmの層。その一軸圧縮強さは6%以上とする。この層も第2期工事段階の下層路盤の役割を果す。

下層路盤

CBRが10%以上の土で構成する。この層は第2期工事段階の下層路盤下部層の役割を果す。したがって、その厚さはあらかじめ第2期工事段階の舗装断面で要求される厚さに施工しておく。

第2期工事段階 (舗装道路) …… FIG. 3-4 参照

表層

2層仕上げで合計厚3cmの浸透式マカダム層。

上層路盤

厚さ15cmのセメント安定処理上層路盤、骨材が不足するSomangaより北では現地のGrade IまたはIIの砂質土をセメント安定処理したソイルセメントとする。骨材が得やすいSomangaより南では骨材と現地のGrade IあるいはIIの上との混合物即ちソイルアグリゲイトをセメント安定処理したソイルアグリゲイトセメントとする。ソイルセメントあるいはソイルアグリゲイトセメントの一軸圧縮強さは15%以上とする。

下層路盤

第1期工事段階の表層および上層路盤を構成していたソイルアグリゲイトおよびソイルセメント層が、下層路盤の役割を果たすと考える。その合計厚は20cm。

下層路盤下部層

第1期工事段階の下層路盤がこれに該当する。CBRが10%以上の土で構成する。その厚さは、ルート上に分布する土のGradeから路床土の支持値を推定し、これに各工区について予測されている将来交通量を加味して決定した。Table 3-10参照。

A案の舗装断面設計の結果をルートに沿って示すとFIG. 3-6~FIG. 3-10のとおりである。

3.8.2 B案の舗装断面

1983年の当初より舗装道として供用開始する案である。舗装構成は次のとおりである。FIG. 3-5参照。

表層

A案の第2期工事段階の表層と同じ。

上層路盤

A案の第2期工事段階の上層路盤と同じ。

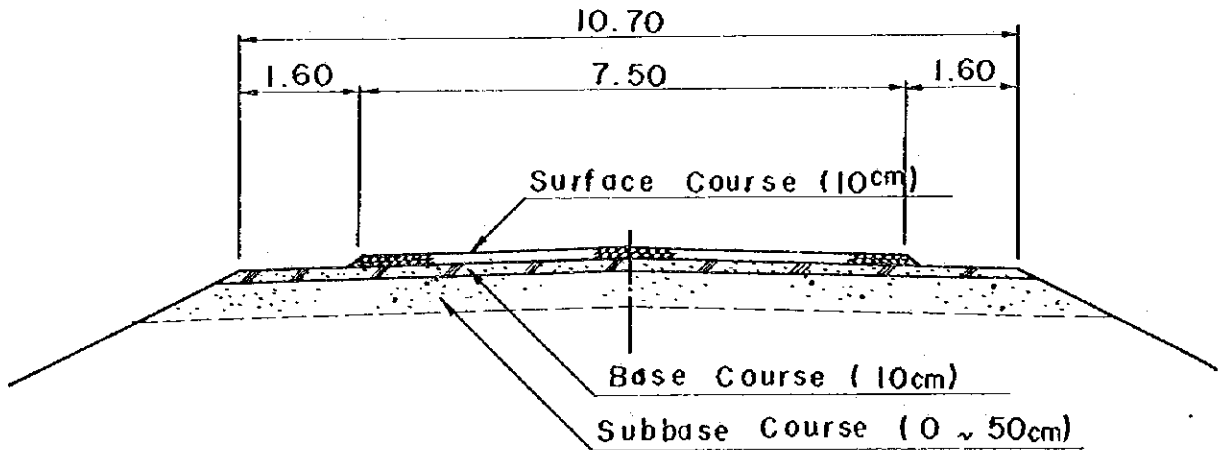
下層路盤

厚さ15cmのソイルセメント層、その一軸圧縮強さは6%以上とする。

下層路盤下部層

CBRが10%以上の土で構成する。路床土の支持値と将来交通量とからその厚さを決定した。Table 3-11参照。

1st Stage



2nd Stage

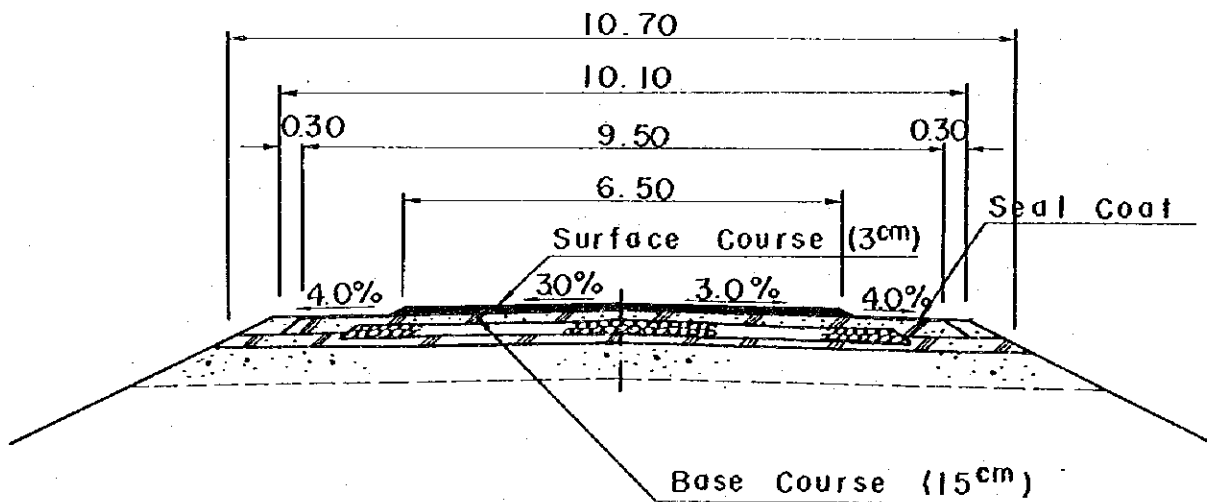
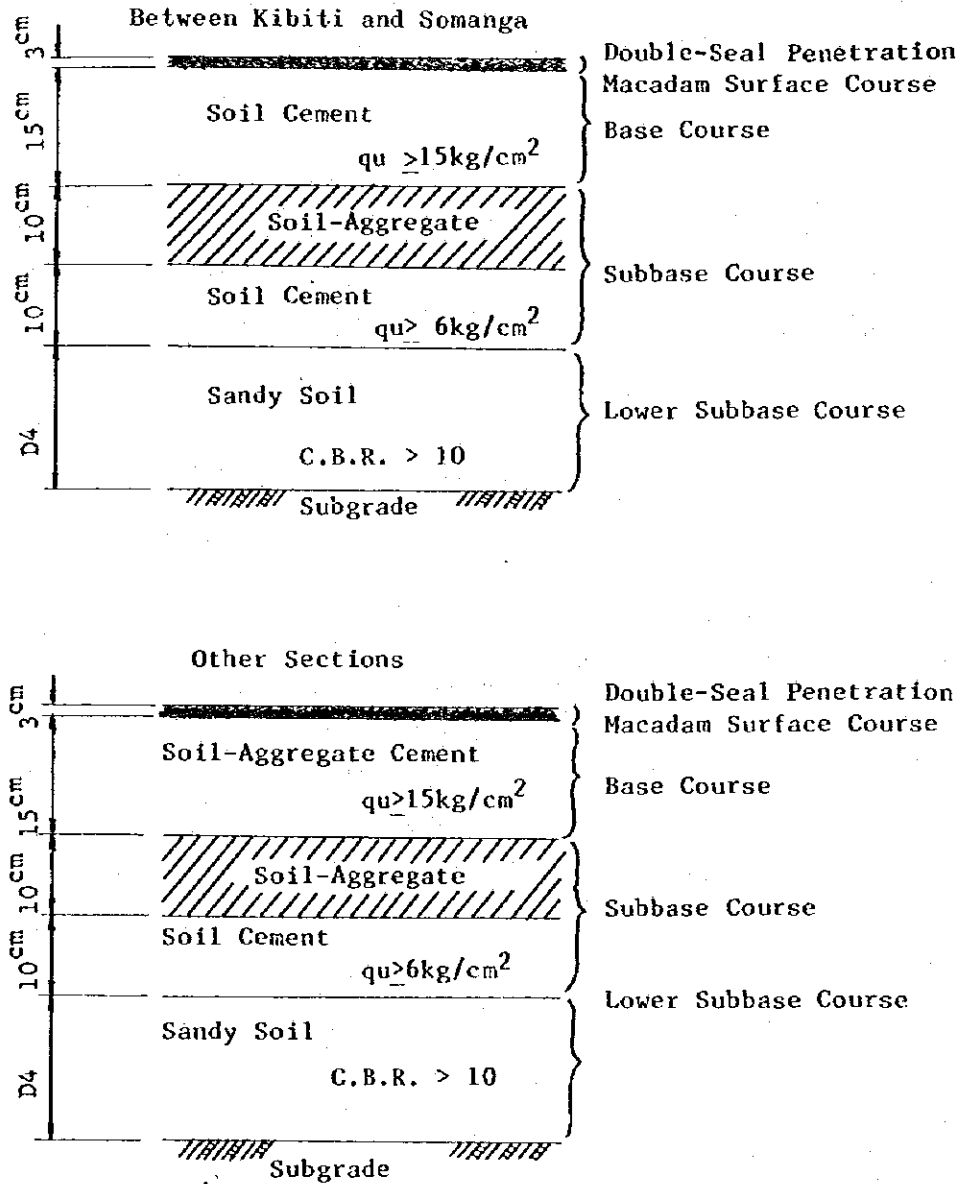


FIG.	SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
3-4	PAVEMENT CROSS SECTION FOR PLAN A

Table 3-10 Pavement Cross Section for Plan A



D4 in Centimeters

Section Soil Grade	No.1	No.2 (NYAMWAGE ~ SOMANGA)	No.2 (SOMANGA ~WANGURUKURU) No.3, No.4	No.5
I	0	0	0	0
II	0	0	0	0
III	40	40	20	10
IV	50	50	40	30

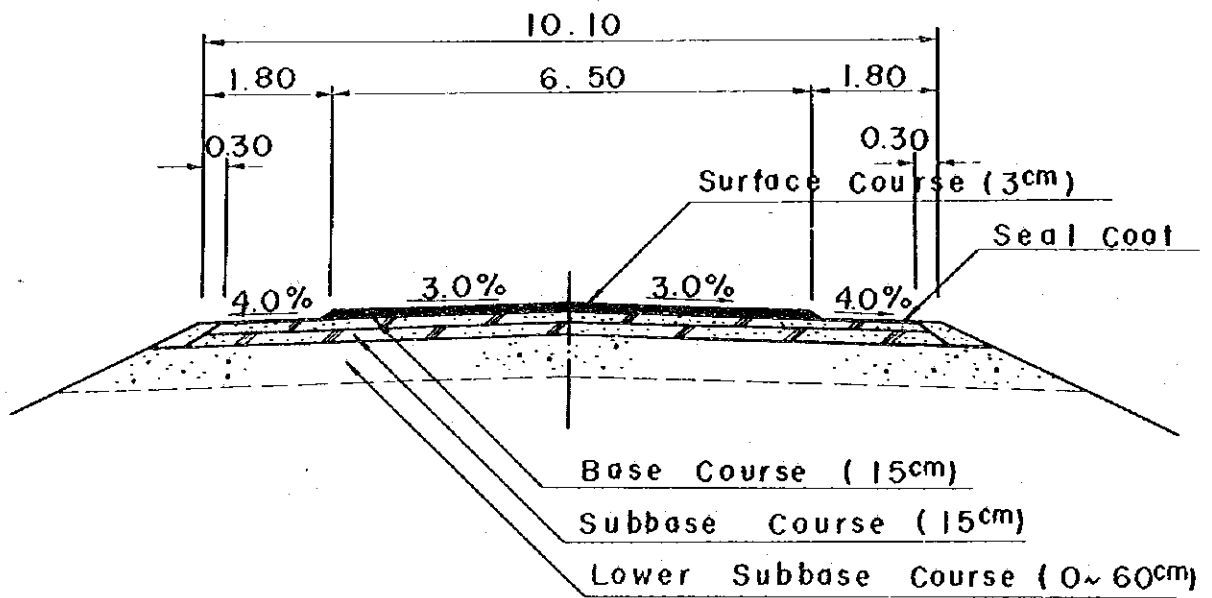


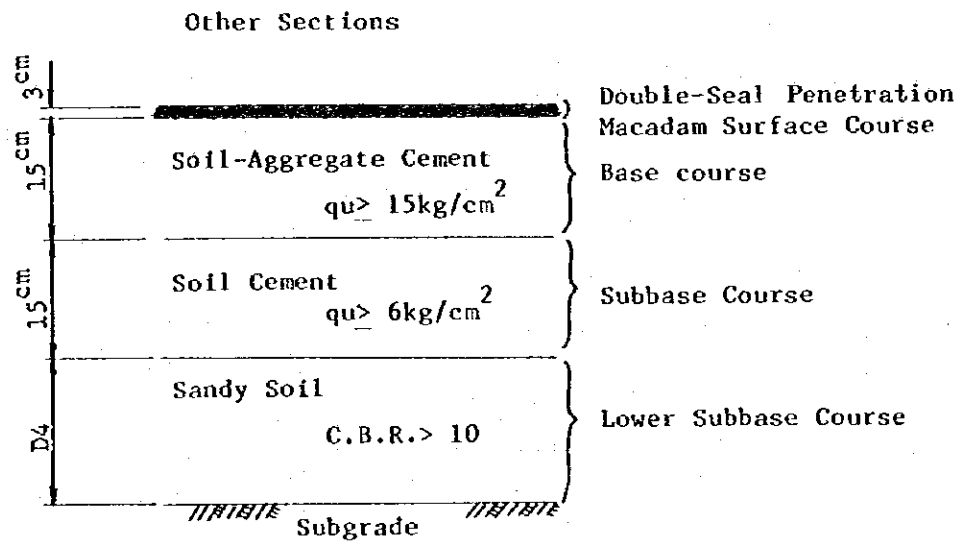
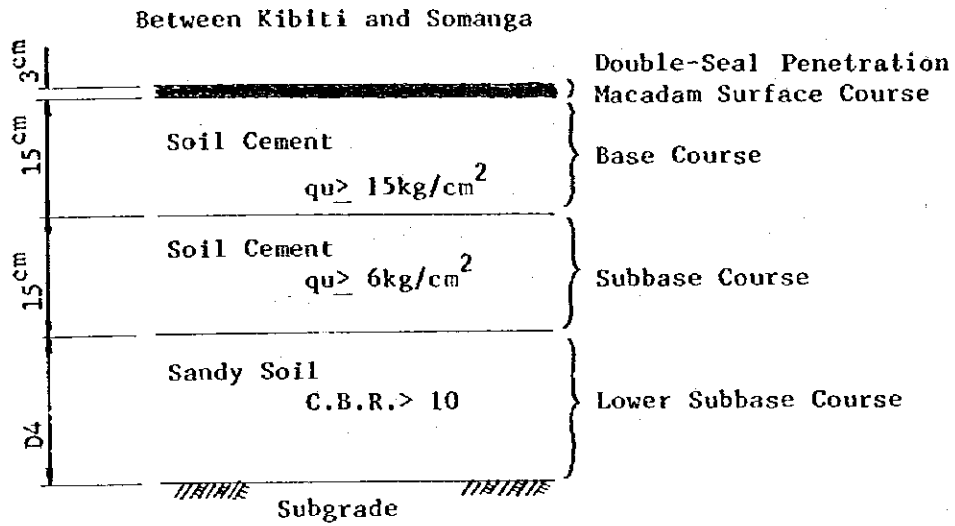
FIG.

SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT

3-5

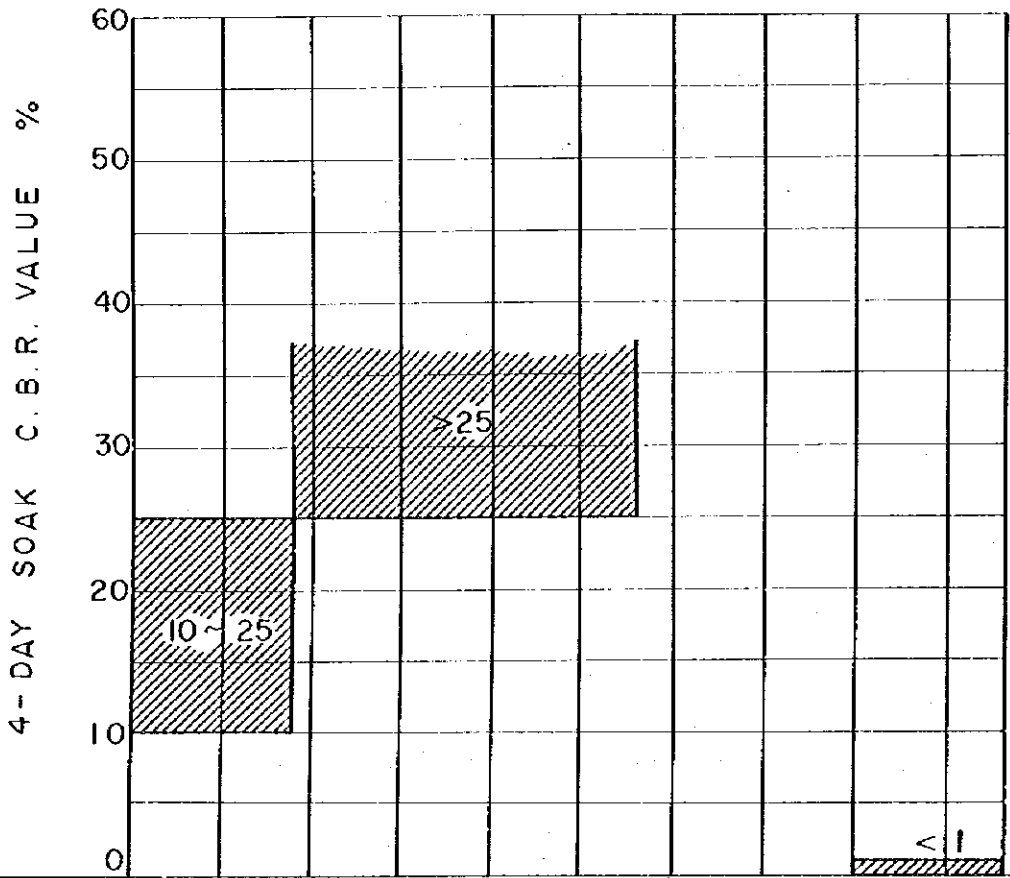
PAVEMENT CROSS SECTION FOR PLAN B

Table 3-11 Pavement Cross Section for Plan B



D4 in Centimeters

Section / Soil Grade	No.1	No.2 (NYAMWAGE ~ SOMANGA)	No.2 (SOMANGA ~ NANGURUKURU) No.3, No.4	No.5
I	0	0	0	0
II	0	0	0	0
III	50	40	30	20
IV	60	60	40	30



STATION (KM)	0	10	20	30	40	48
SOIL GRADE	II		I		RUFJI RIVER BRIDGE PROJECT IV	
PAVEMENT STRUCTURE	Double-Seal Penetration Macadam Surface Course (30)					
	Soil Cement Base Course (150) $q_u \geq 15 \text{ kg/cm}^2$					
						(500)
	Lower Subbase Course Sandy Soils, C.B.R. >10					
Soil Cement Subbase Course (100) $q_u \geq 6 \text{ kg/cm}^2$						
Soil-Aggregate Subbase Course (100)						

FIG. 3-6 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT SECTION - I (KIBITI ~ NYAMWAGE) PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A

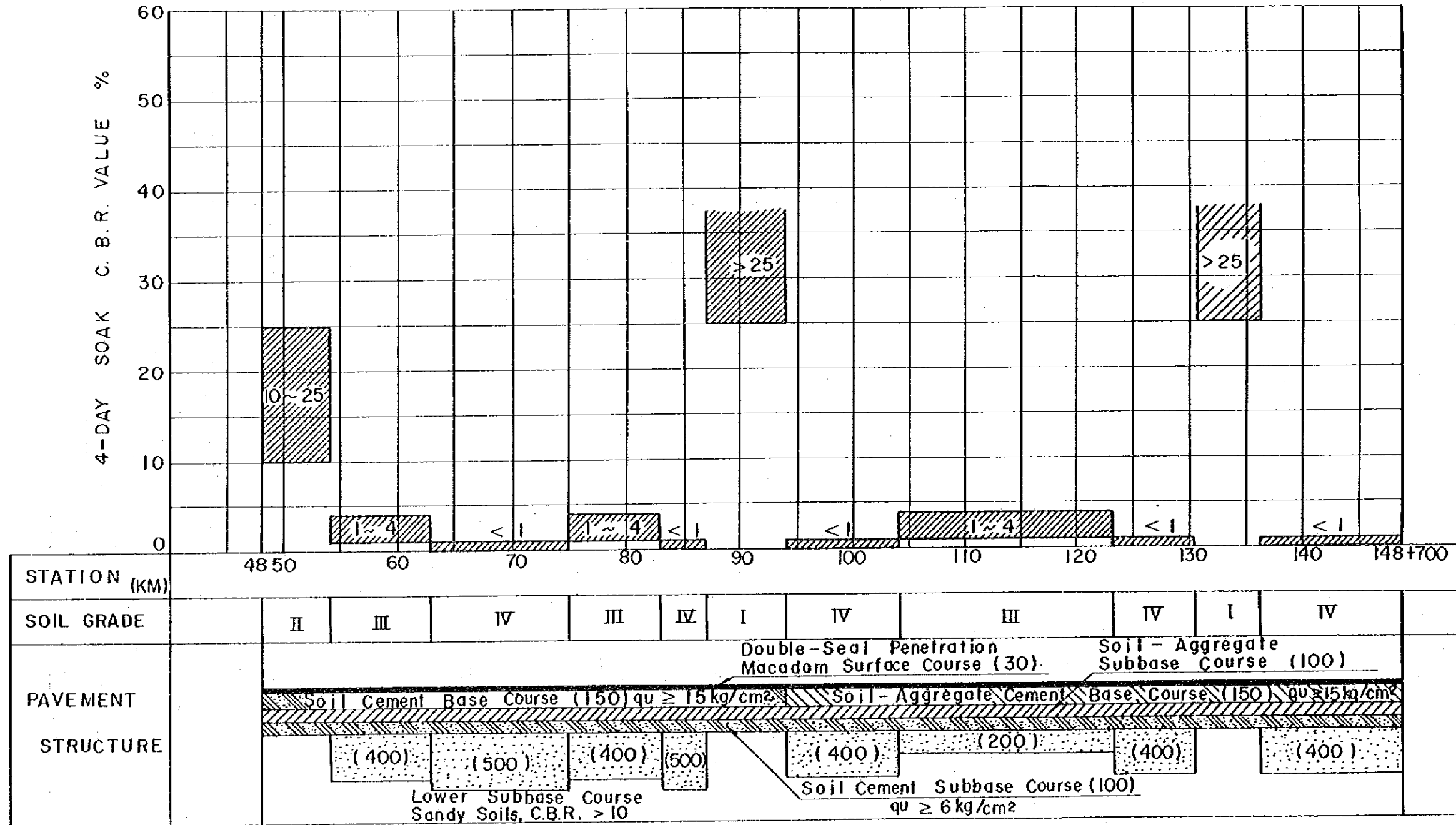


FIG. 3-7 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
SECTION - 2 (NYAMWAGE ~ NANGURUKURU)
PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A

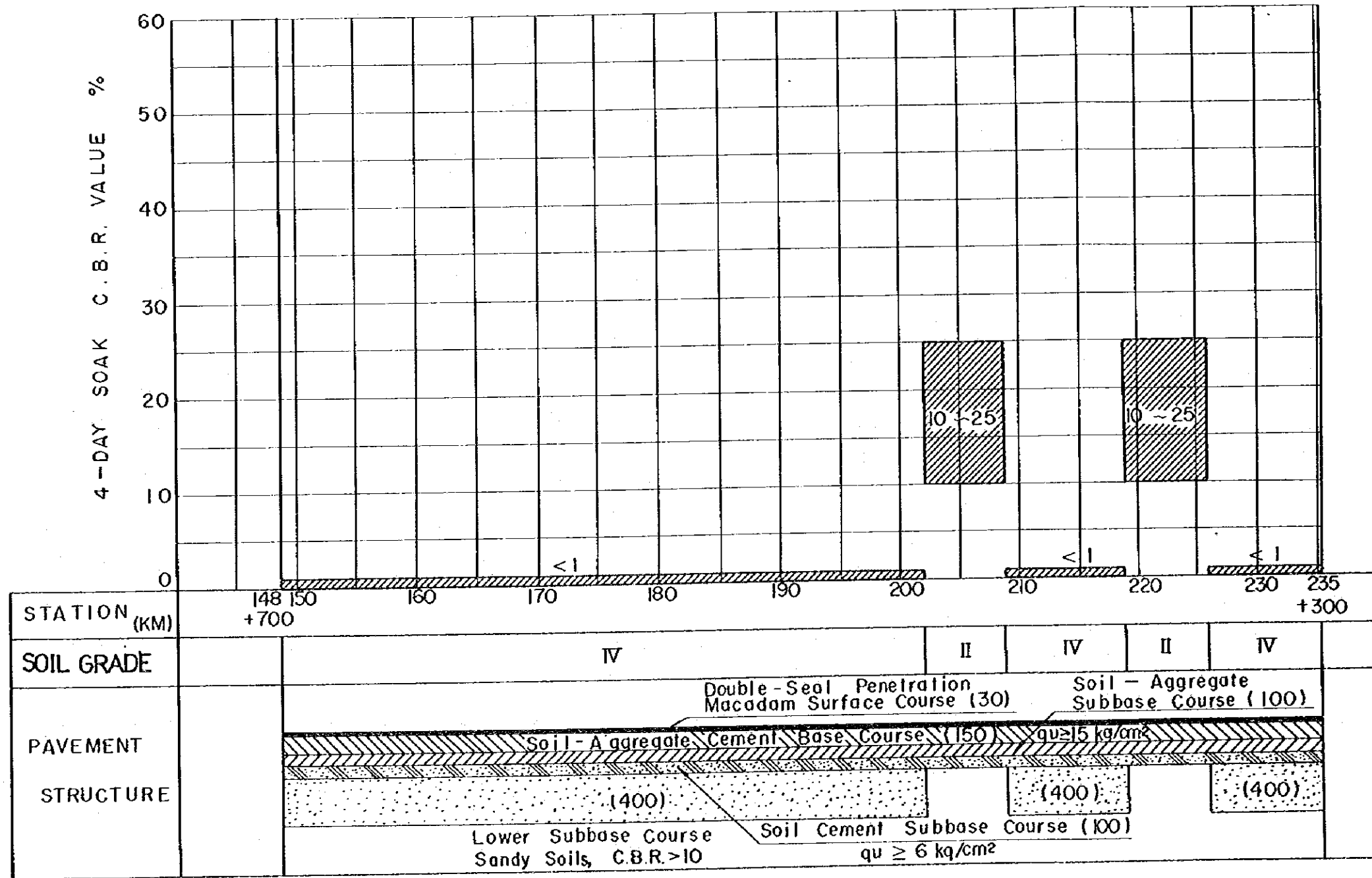


FIG. 3-8 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT SECTION - 3 (NANGURUKURU ~ KIRANJERANGE) PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A

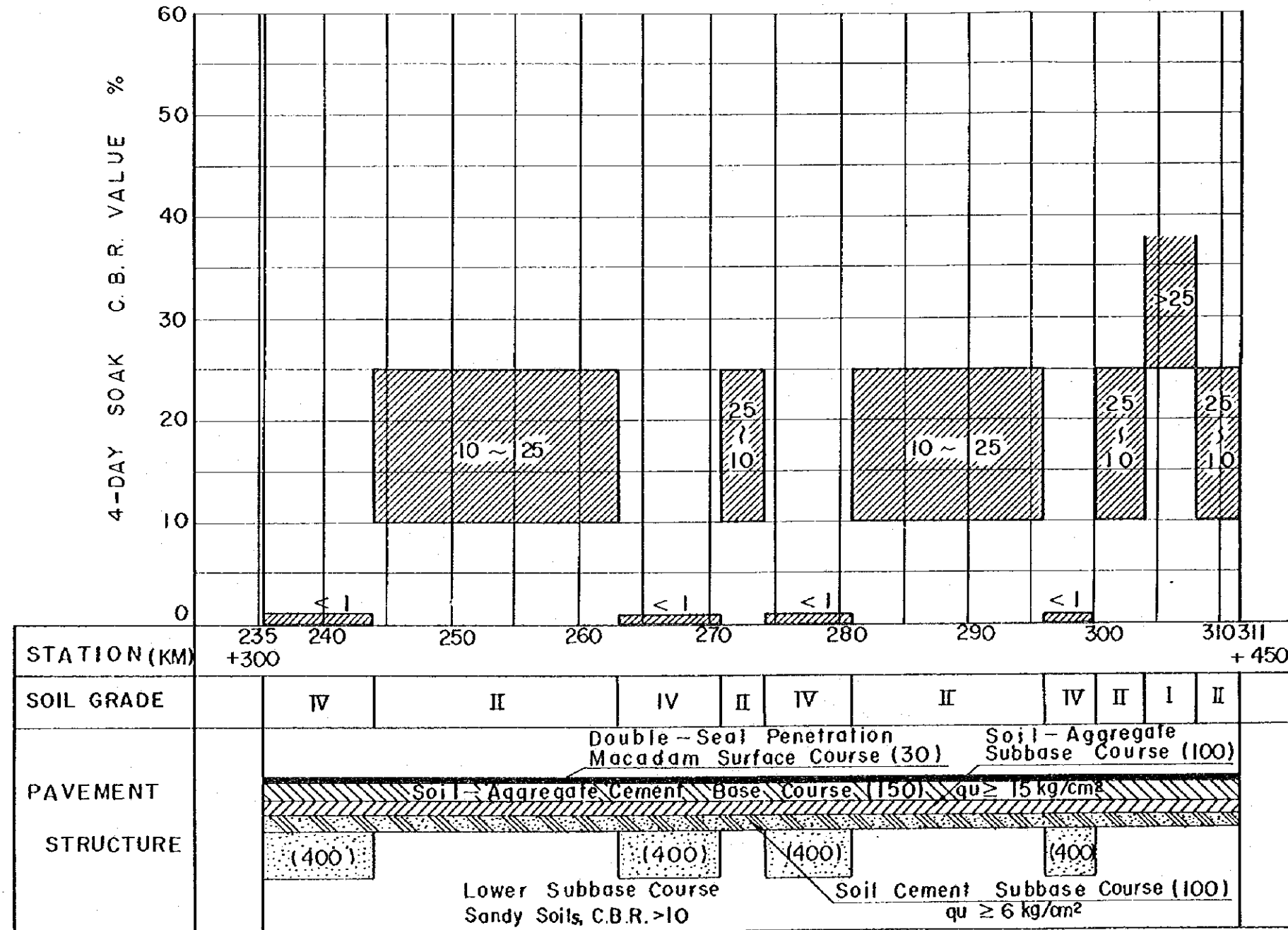


FIG. 3-9 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT SECTION - 4 (KIRANJERANGE ~ LINDI) PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A

FIG. 3-10

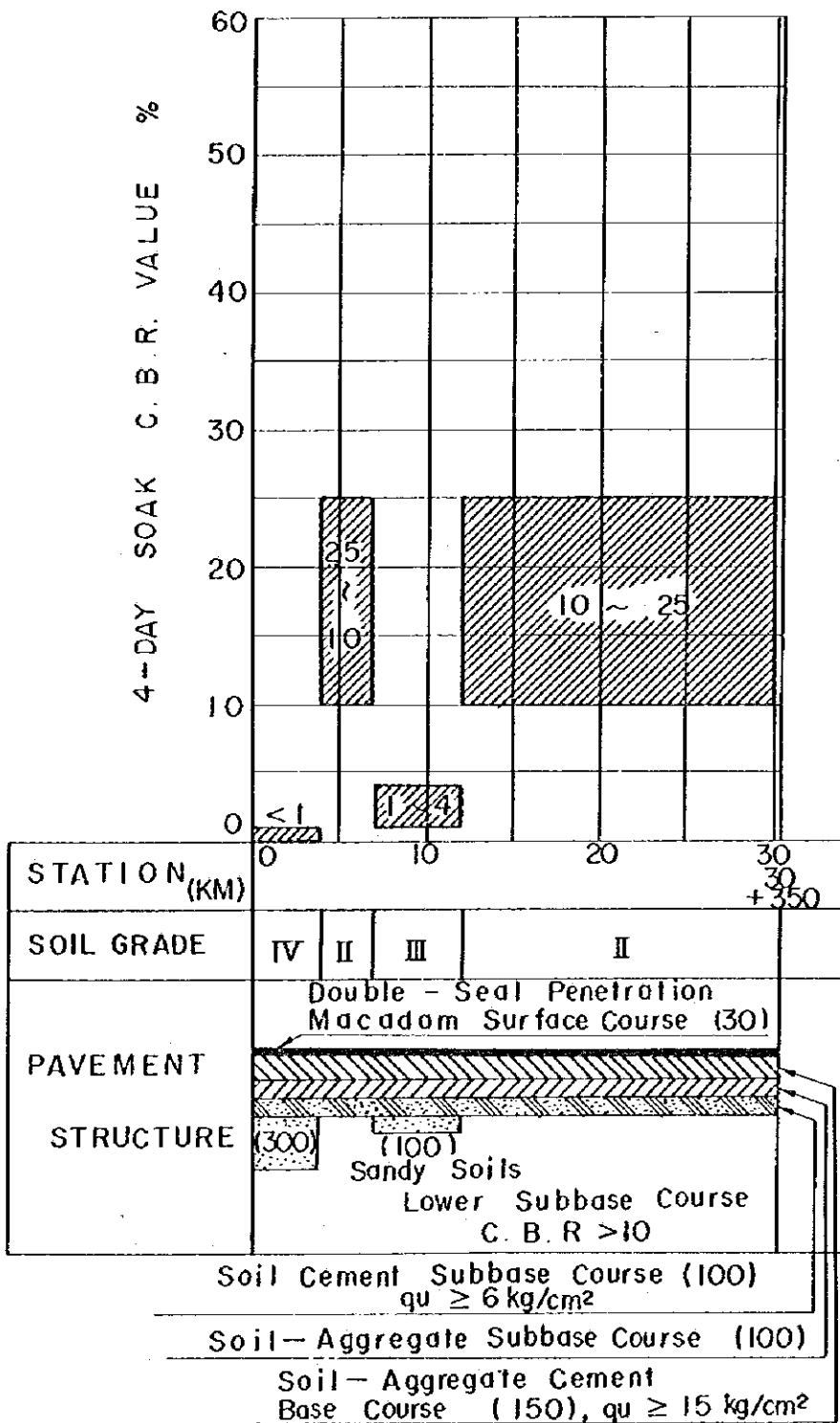


FIG. 3-10

SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
SECTION - 5 (NANGURUKURU ~ KILWA MASOKO)
PAVEMENT DESIGN FOR PLAN A

第 4 章 橋 梁 計 画

4.1 概 要

Kibiti ~ Nangurukuru ~ Lindi および Nangurukuru ~ Kilwa Masoko 間の計画路線には、Matandu, Mavuji, Mbwemkuru の 3 大河川を含めて多くの横断河川がある。

これらの河川に架橋せねばならない橋梁の技術的、経済的な問題の解決策は本プロジェクトにとって最も重要である。

本章ではまず、計画路線の周辺にある雨量観測所の降雨データを統計解析し、架橋規模および架橋位置について水文学的な検討を行っている。

次に架橋位置の土質についてその概要を述べ橋梁基礎工の土質工学上の検討を行い、基礎工の型式、規模について報告している。

4.5 では現道構造物の現況について調査結果を報告し、また構造上、水文学上より考察した構造物の評価を行っている。

以上の検討の結果を把握したうえで 4.6, 4.7 では橋梁型式、構造および施工性などを検討し、南部沿岸道路計画路線を横断する河川の架橋計画について報告している。

4.2 設計基準

橋梁計画のための設計基準およびそれらの運用については下記の通りである。

4.2.1 活荷重

BS 153, HA 荷重と AASHO, H 20 - S 16 - 44 荷重のいずれか設計に対して安全側となる荷重を採用する。

これについて比較検討を行い安全側の設計となる HA 荷重を使用した。

4.2.2 材 料

1) 鉄 鋼

BS 4360 等級 43A (鋼板), BS 785 (鉄筋) に相当する強度の JIS 材料を使用した。

2) コンクリート

普通ポルトランドセメントおよび骨材調査によって得られた骨材を使用して実施したコンクリート圧縮試験の結果, 材令 28 日圧縮強度は $330 \text{ kg/cm}^2 \sim 350 \text{ kg/cm}^2$ であった。この試験値と施工時の条件などを検討し, 設計に用いる曲げ圧縮許容応力度は 60 kg/cm^2 とした。

4.2.3 橋梁巾員

1) 車道巾員

2 車線で 7.5 m 巾とする。

2) 歩道巾員

3 大河川橋梁 ; 片側に 1.5 m 巾とする。

避溢橋および

中小橋梁 ; 橋長 30 m 以上の橋梁に対しては片側 1.0 m 巾, 30 m 以下の橋梁に対しては設けない。

4.2.4 建築限界

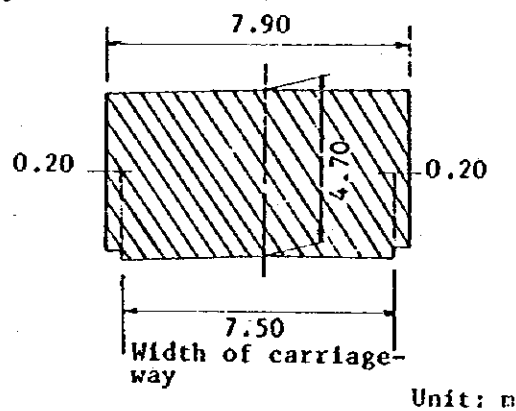
巾 ; AASHO に準換する。

高さ ; 4.70 m

4.2.5 桁下空間

3 大河川橋 ; H.W.L. 上 1.2 m

その他の橋梁 ; H.W.L. 上 1.0 m



4.3 水文調査

4.3.1 降雨資料と統計解析

対象地区の年間雨量は1000 mm/year前後で大部分は12月から4月にかけての雨期に集中している。降雨の形態は比較的小さな雨域に対して短時間に激しい雨が降る。

本調査では、計画路線の周辺にある雨量観測所の日雨量記録を整理し、統計解析を行った。雨量観測所の位置はFIG. 4-1に、また確率日雨量の計算結果はTable 4-1に示す通りである。

各雨量観測所の位置は互いに10 Kmから50 Km離れており、相互の相関は小さいため、河川の流域平均雨量を算定する事は難しい。このため計画雨量は路線の中間に位置し、確率雨量がこれらの観測所のうちで大きな部類に属するKilwa Kivinje 観測所の資料で代表させた。

中小河川の流出算定に用いる確率降雨強度式は、FIG. 4-2に示す累加雨量の特性と確率雨量を用いて作成した。

4.3.2 三大河川の諸元検討

1) 基本方針

Matandu, Mavuji, Mbwemkuru の各河川は、蛇行の著しい自然のままの河道で、流域の大きさに比べて河道が小さく、広い氾濫原を形成している。

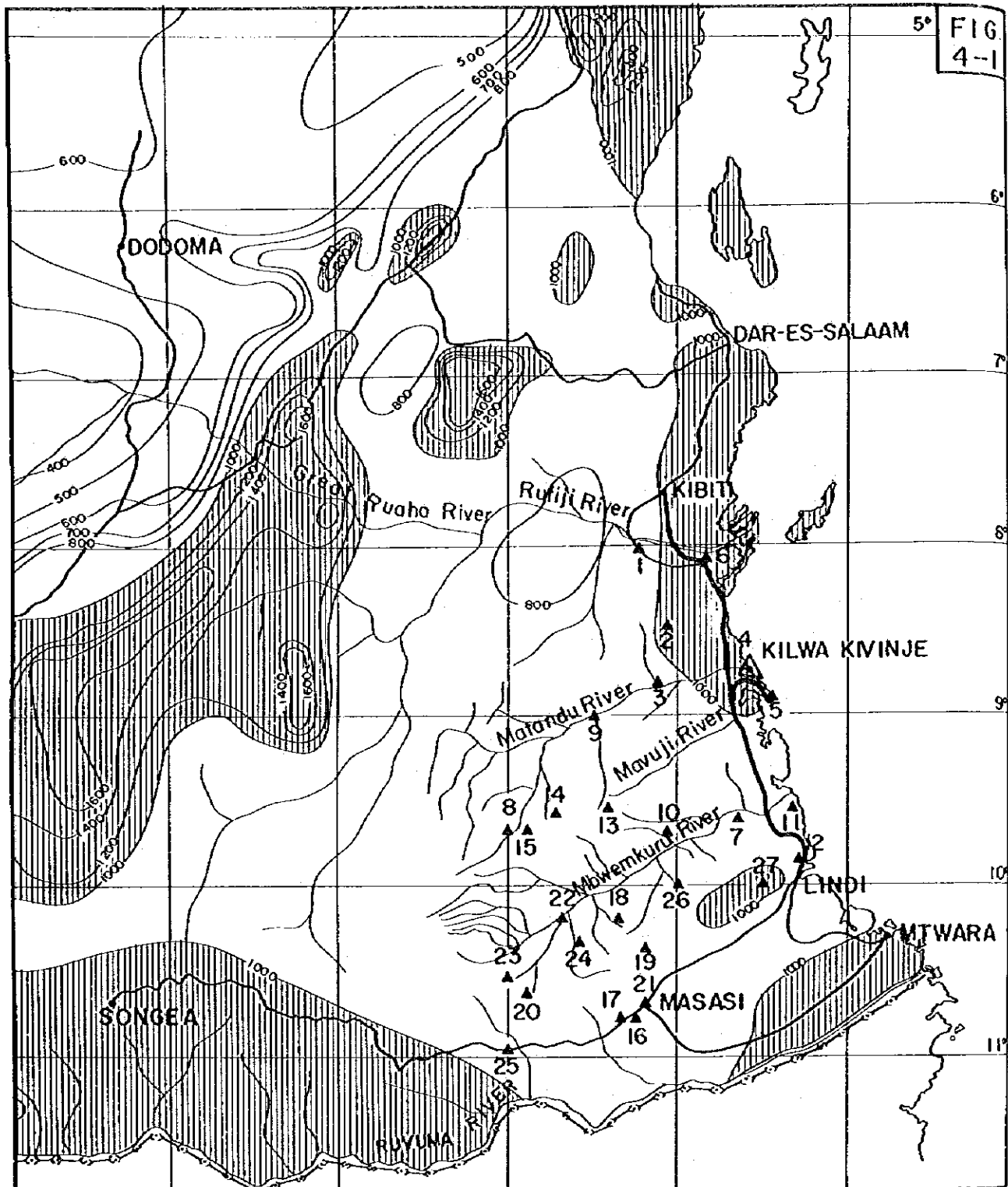
この傾向は、とりわけMatambu川およびMavujiが著しく、洪水は兩岸に広く氾濫して流下し、橋梁の未完成なMatandu川は洪水期間の交通が不能となる。

3河川のうちではMbwemkuru川が比較的河道も安定し流水断面も大きい。

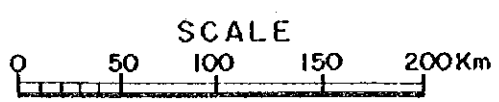
各河川の架橋計画として、既往洪水位を上回る高さにH.W.L.を設定し、計画流量を安全に流下させる橋梁の延長を検討した。

計画流量については、1971年レポートでは既往洪水および各河川の流域面積等を考慮して設定されている。

本調査では、この諸元を再検討したところ妥当と思われたため、これを準用した。



36° 37° 38° 39° 40°



LEGEND

OVER 1000mm/year
 PRECIPITATION STATION

FIG. 4-1 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
MEAN ANNUAL RAINFALL AND PRECIPITATION STATIONS

Table 4-1 Probable Daily Rainfall

Gumbel Method
(mm)

No.	Registered Number		Return Period (1/year)										Remarks
			1/2	1/3	1/5	1/10	1/20	1/25	1/30	1/50			
1	9838002	Utete, District Office	47.9	55.1	63.2	73.4	83.2	86.3	88.8	95.8	15 years records		
2	9838004	Kipatimu Mission	66.3	77.0	89.0	104.0	118.5	123.1	126.8	137.1	11		
4	9839000	Kilwa Kivinje	82.6	102.7	125.2	153.4	180.4	189.0	196.0	215.4	11		
5	9839004	Kilwa Masoko	84.7	96.6	109.8	126.3	142.2	147.3	151.4	162.8	9		
11	9939000	Mkoe Plantation	75.9	85.8	96.7	110.5	123.7	127.9	131.3	140.8	7		
12	9939001	Kikwetu Saisal Estate	85.5	112.7	143.1	181.1	217.7	229.3	238.7	265.0	16		
16	10038000	Masasi Mission	67.5	77.6	84.6	95.9	106.8	110.2	113.0	120.8	16		
17	10038002	Masasi District Office	60.5	74.3	89.6	108.9	127.3	133.2	137.9	151.2	15		
18	10038003	Mnero Mission	75.7	93.5	113.4	138.3	162.2	169.8	176.0	193.2	13		
19	10038007	Nachingweapart-Timu Station	65.0	77.7	91.9	109.8	126.9	132.3	136.8	149.1	16		
26	10039032	St. Cyprian College (Negala)	62.0	70.7	80.5	92.7	104.5	108.2	111.2	119.7	12		

FIG. 4-2

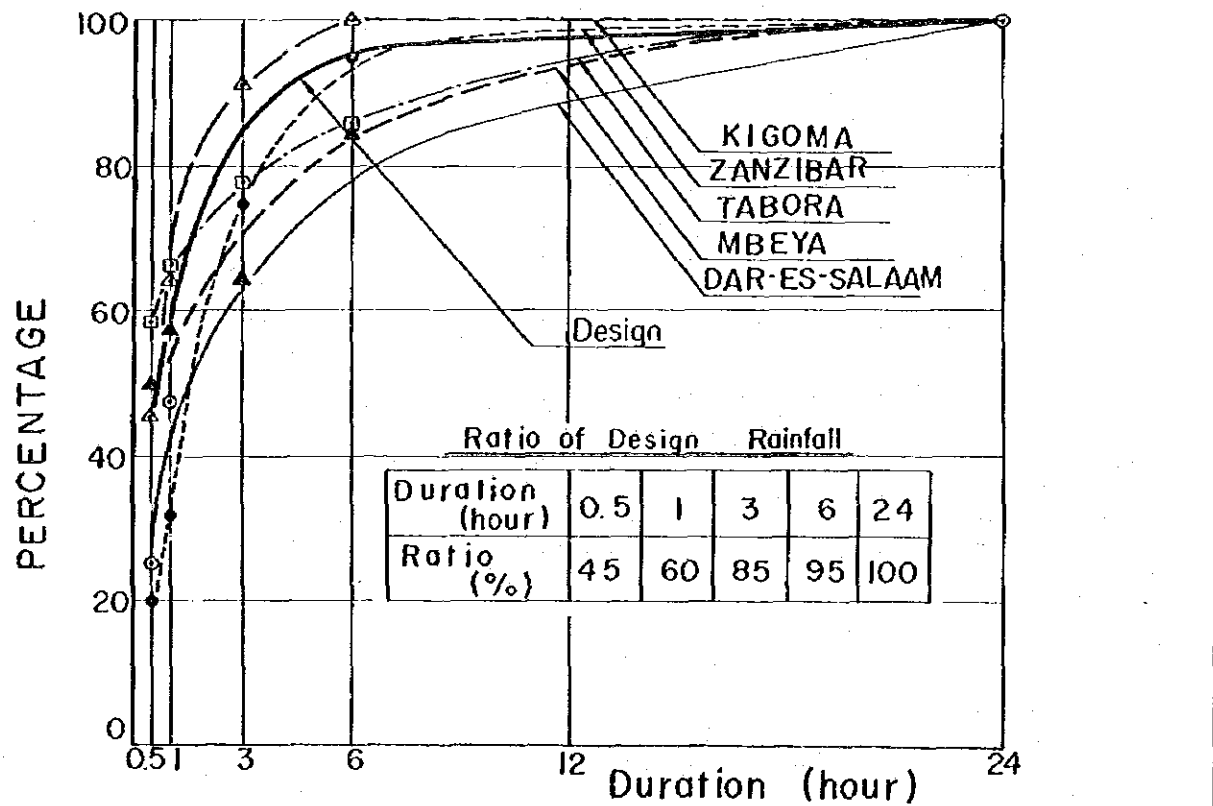
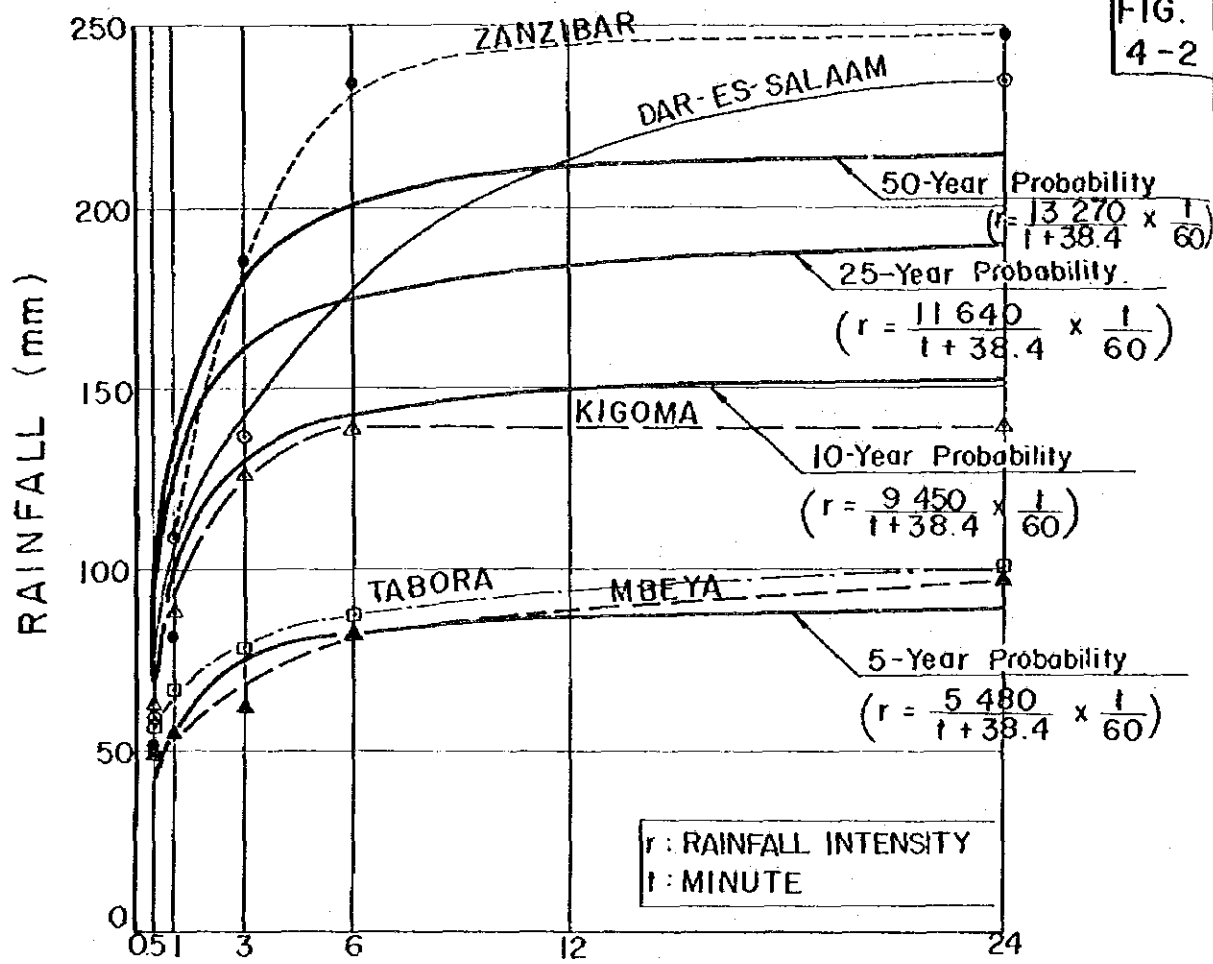


FIG. 4-2 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
 4-2 DEPTH-DURATION CURVE AND RAINFALL INTENSITY CURVE

Table 4-2 Principal Particulars of Three Major Rivers

River	Matandu	Mavuji	Mbwemkuru
Catchment area (km ²)	15,210	3,030	16,460
Discharge (m ³ /sec)			
Design	2,000	1,000	2,000
Unusual flood	4,530	1,980	4,810

橋梁部の流下量は i) 式によつた。

$$U = 1 / n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \dots\dots\dots i)$$

$$Q = A \cdot U$$

ここで Q : 流 量 (m³ / s)

A : 河 積 (m²)

U : 流 速 (m / s)

n : 粗度係数 { 河道部 n = 0.030
 { 汜濫部 n = 0.045

R : 径 深 (m)

I : 勾 配

橋梁の桁下と H.W.L. 間の余裕高は 1.2 m である。

異常洪水による堰上げは、下流水位が約 1.0 m 上昇した場合でも、Mbwemkuru 川が 15 cm で他の 2 大河川は 5 cm 以下のため余裕内である。

2) Matandu 川

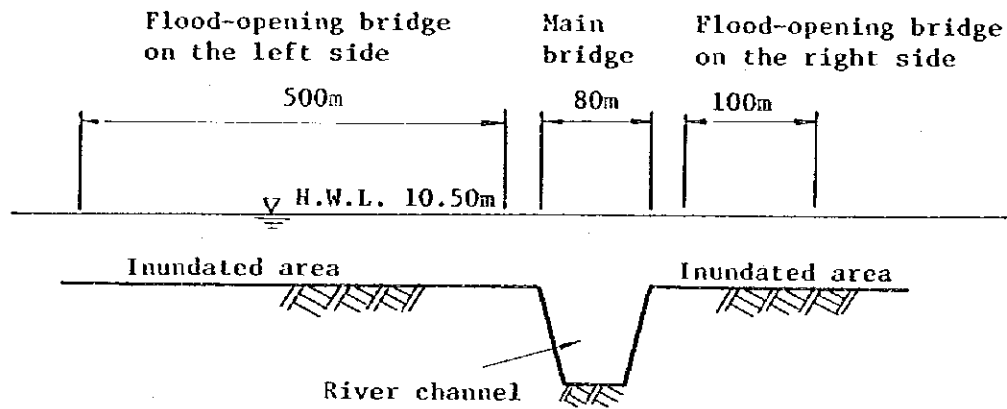
計 画 流 量 $Q = 2,000 \text{ m}^3/\text{s}$

計 画 高 水 位 $H = 10.5 \text{ m}$

橋梁の計画諸元は、河道計画が立案されている場合はこれに合わせるべきであるが、ここでは当面未改修の状態であるとして避溢橋方式で計画した。

なお架橋地点の河道を計画河道に改修する場合は、掘込河道にすると申員を現況河道の約4倍である200mに拡幅し上、下流に長い区間の取付けが必要となるし、築堤方式では山付けをするため約10km上流まで築堤が必要となる等、大規模な工事量となるため実施は難しい。

ここに計画した河道部橋梁および避溢橋の規模と配置は以下の通りである。



橋梁部の流下量は、水面勾配を地形勾配 $I = 1/1000$ にとって以下に計算した。

Table 4-3-1 Discharge under Matandu River Bridge

Particulars	Cross-sectional area, $A \text{ (m}^2\text{)}$	Velocity, $v \text{ (m/s)}$	Discharge, $Q \text{ (m}^3\text{/s)}$	Remarks
Main bridge	318	2.38	756	Coefficient of roughness, $n = 0.03$
Flood-opening bridge				
Left	950	1.07	1,016	$n = 0.045$
Right	250	1.25	312	$n = 0.045$
Total	1,518		2,084	

以上により、ここに計算した橋梁の縦断、平面は FIG. 4 - 3 に示す通りである。
 なお、Matandu 川は約 3 km に及ぶ広い氾濫原を形成し、河道の移動した跡も各所に見うけられる。

将来の問題として河道を安定させるため、上流側 300 m 程度の法線を FIG. 4 - 3 の破線の様に川筋を変更して、法勾配 1 : 2 程度の石張護岸をする事が望ましい。

なお、参考迄に、計画の規模をレベルダウンした場合の流量とここに設定した架橋条件のもとでの高水位を以下に検討した。

流量と確率年については、Rufiji 河の解析結果(1971年レポート)と今回の中小河川の解析結果より推定する。

Table 4-3-2 Return Period and Discharge

(Q: Discharge in m³/s)

Return Period River (Catchment Area)	50-year	25-year		10-year		5-year	
	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₂₅ (m ³ /s)	$\frac{Q_{25}}{Q_{50}}$	Q ₁₀ (m ³ /s)	$\frac{Q_{10}}{Q_{50}}$	Q ₅ (m ³ /s)	$\frac{Q_5}{Q_{50}}$
Rufiji (Stiegler's Gorge) (158,000 km ²)	9,800	8,500	0.87	6,800	0.69	5,500	0.56
Likumbra River (No. 277+153) (561.5 km ²)	719	630	0.88	510	0.71	302	0.42
Mean ratio of discharge			0.88		0.70		0.50

Table 4 - 3 - 2 より確率 50 年の流量に対する 25 年、10 年、5 年の各流量の比を 0.88、0.70、0.50 とし、これらの数値を低減率として Matandu 川の確率年別流量を求めると Table 4 - 3 - 3 の通りである。

Table 4-3-3 Matandu River Discharge at Different Return Periods

(Q: Discharge in m³/s)

Return Period Matandu River (Catchment Area: 15,210 km ²)	50-year Q ₅₀	25-year Q ₅₀ × 0.88	10-year Q ₅₀ × 0.70	5-year Q ₅₀ × 0.50
Discharge	2,000	1,760	1,400	1,000

主橋と遊益橋の橋長と位置を変更しないで、Table 4-3-3に示す確率年別の流量が流下する場合の水位はTable 4-3-4に示す通りである。

Table 4-3-4 Matandu River H.W.L. at Different Return Periods

Return Period	50-year	25-year	10-year	5-year
H. W. L. (m)	10.5	10.3	10.0	9.6

FIG. 4-3

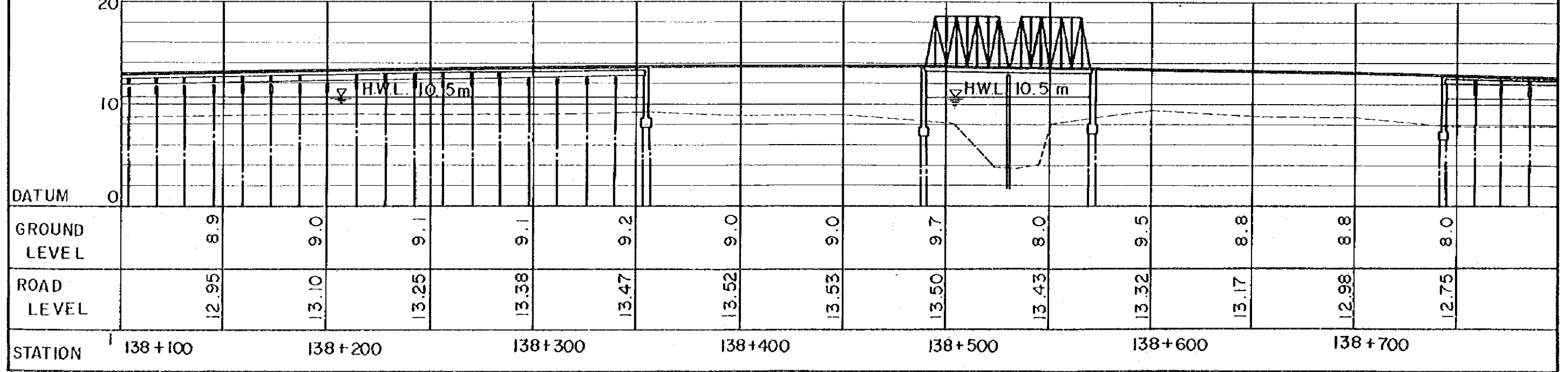
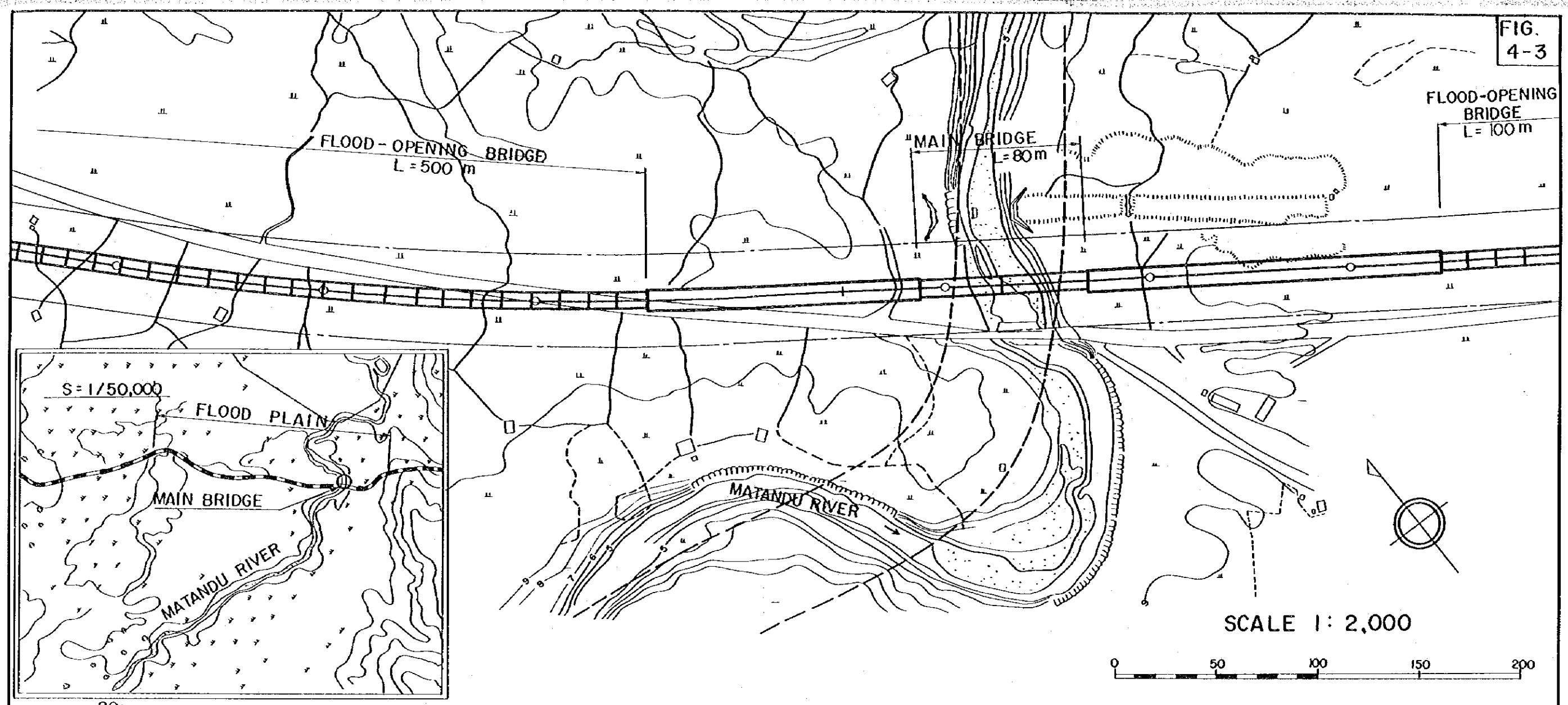


FIG. 4-3 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
MATANDU RIVER BRIDGE

3) Mavuji 川

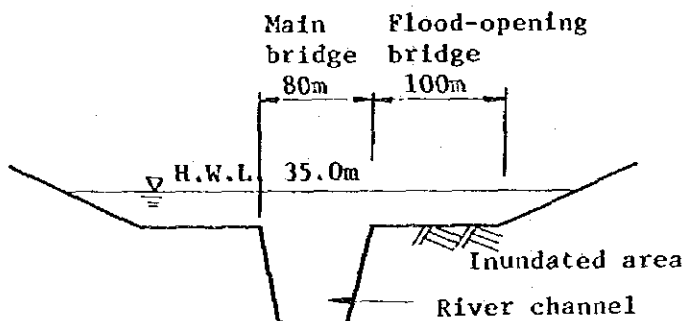
計 画 流 量 $Q = 1,000 \text{ m}^3/\text{s}$

計 画 高 水 位 $H = 35.0 \text{ m}$

Mavuji 川 に現在設置されている24mのベアリー橋は規模も小さく、桁下高も低いためかけ換える必要がある。

H.W.L.は既往の洪水位を上回る高さとし、また一方附近の人家に影響を与えない程度の高さに定めて、橋梁の延長をできるだけ短くなるようにした。

ここに計画した河道部橋梁および遊益橋の規模と配置は以下の通りである。



橋梁部の流下量は、水面勾配を地形勾配 $I = 1/800$ として以下に計算した。

Table 4-4 Discharge under Mavuji River Bridge

Particulars	Cross-sectional area, $A \text{ (m}^2\text{)}$	Velocity, $v \text{ (m/s)}$	Discharge, $Q \text{ (m}^3\text{/s)}$	Remarks
Main bridge	255	2.45	599	Coefficient of roughness, $n = 0.03$
Flood-opening bridge	300	1.57	471	$n = 0.045$
Total	555		1,070	

以上により、ここに計画した橋梁の縦断、平面はFIG. 4-4に示す。

FIG. 4-4

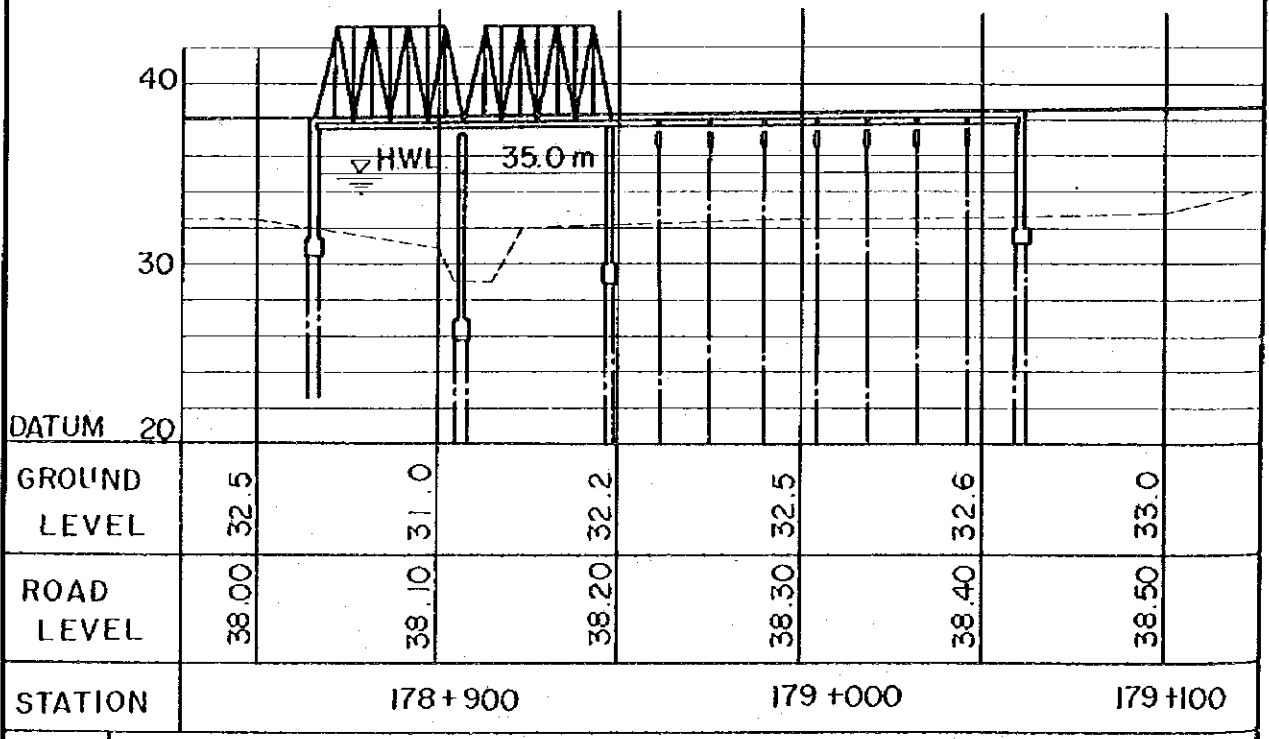
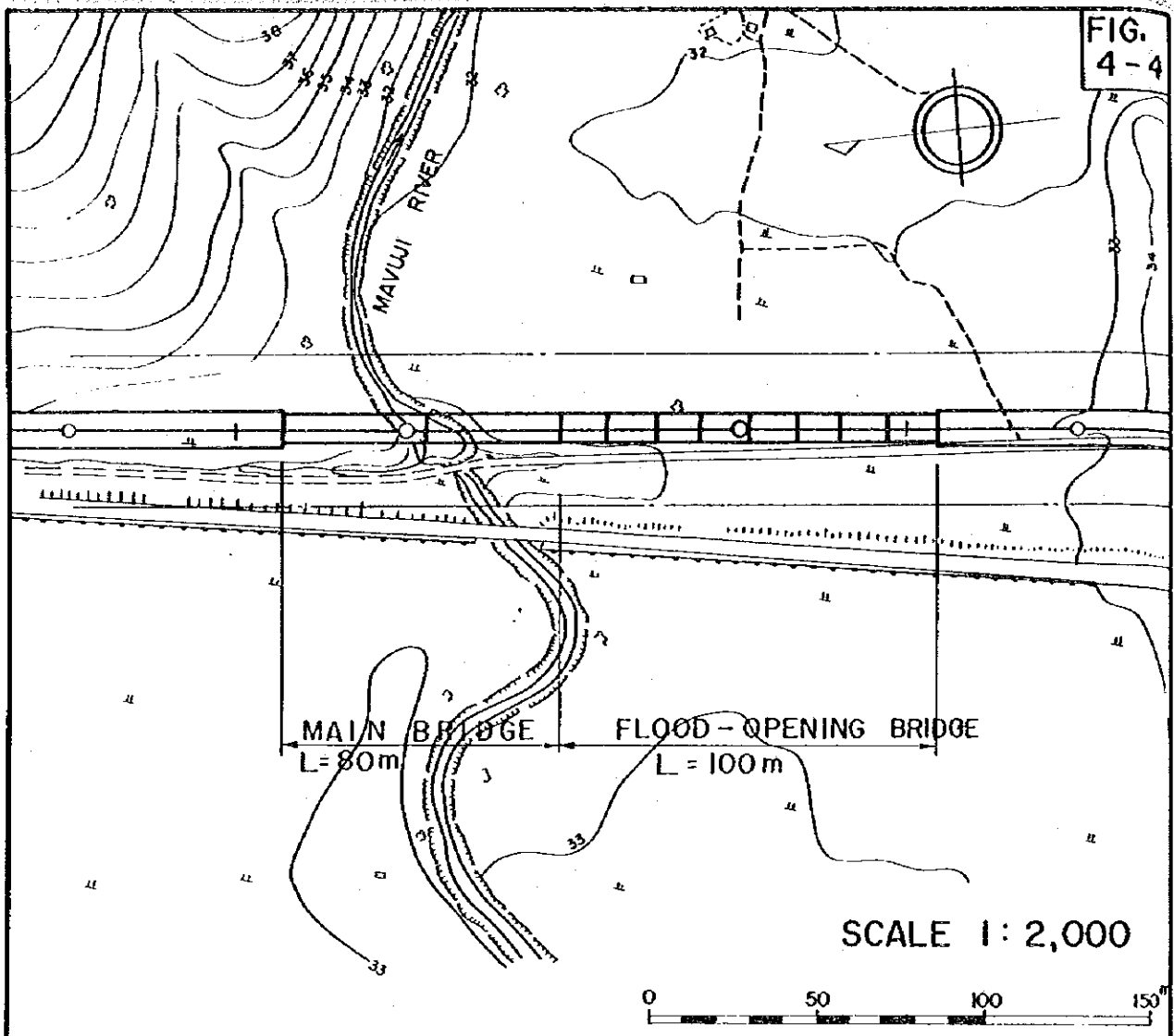


FIG. 4-4 SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
MAVUJI RIVER BRIDGE

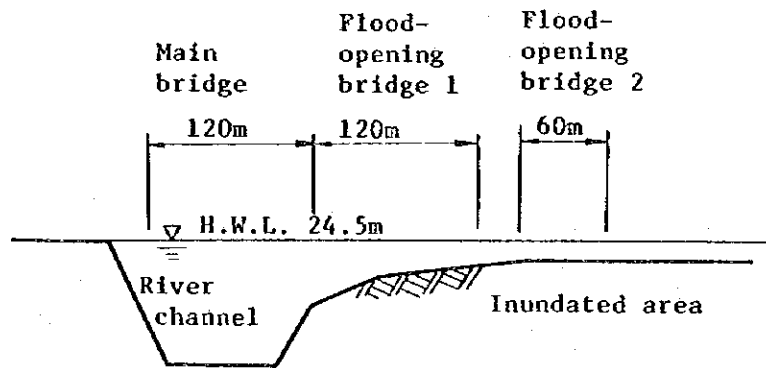
4) Mbwenkuru 川

計画流量 $Q = 2,000 \text{ m}^3/\text{s}$

計画高水位 $H = 24.5 \text{ m}$

Mbwenkuru 川は、他の2河川に比べて河積も大きく、河道も安定している。現在設置されている118mのベアリー橋は規模も大きく、桁下高も十分に高い。ここに計画した橋梁は、現橋の下流側に設置し、河道部橋梁は右岸側の洗掘を考慮して3スパンの延長120mとした。また河道に続く低位部に避溢橋を連続させた。

河道部橋梁および避溢橋の規模と配置は以下の通りである。



橋梁部の流下量は水面勾配を地形勾配 $1 = 1/400$ として以下に計算した。

Table 4-5 Discharge under Mbwenkuru River Bridge

Particulars	Cross-sectional area, A (m ²)	Velocity, v (m/s)	Discharge, Q (m ³ /s)	Remarks
Main bridge	423	3.73	1,577	Coefficient of roughness, n = 0.03
Flood-opening bridge				
No. 1	220	1.63	358	n = 0.045
No. 2	90	1.41	126	n = 0.045
Total	733		2,061	

以上によりここに計画した橋梁の縦断、平面はFIG. 4-5に示す。

FIG. 4-5

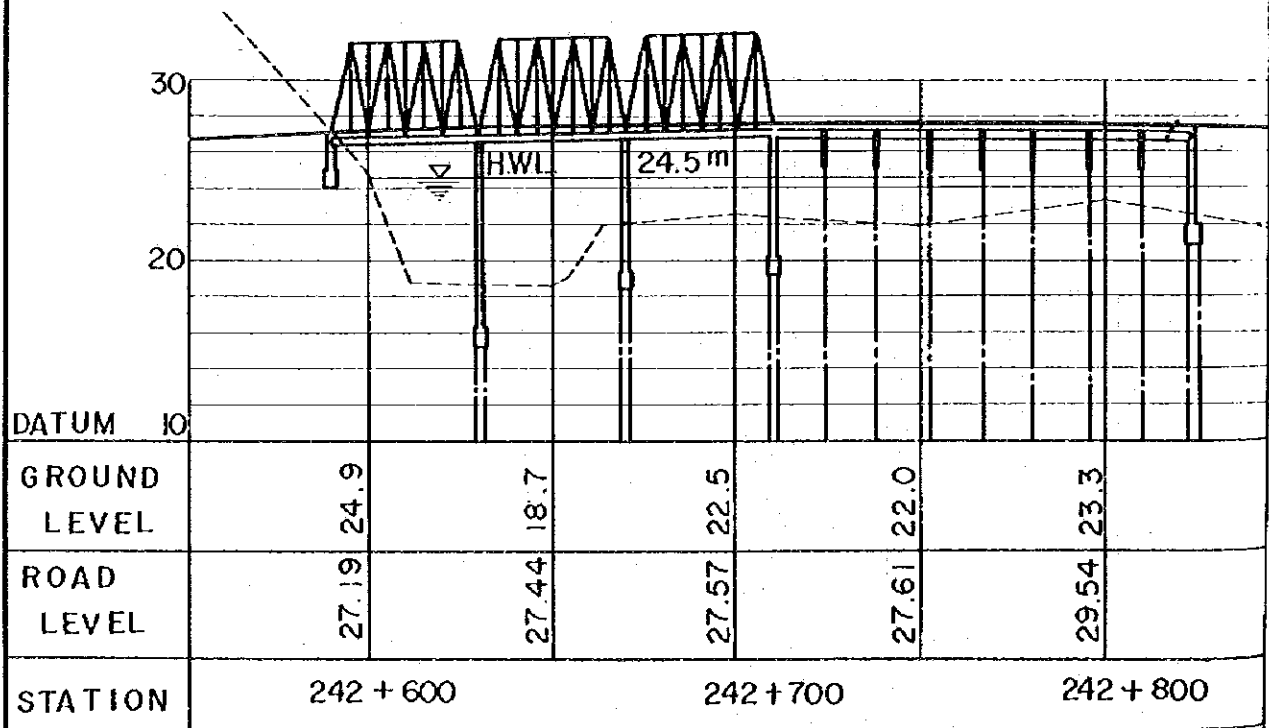
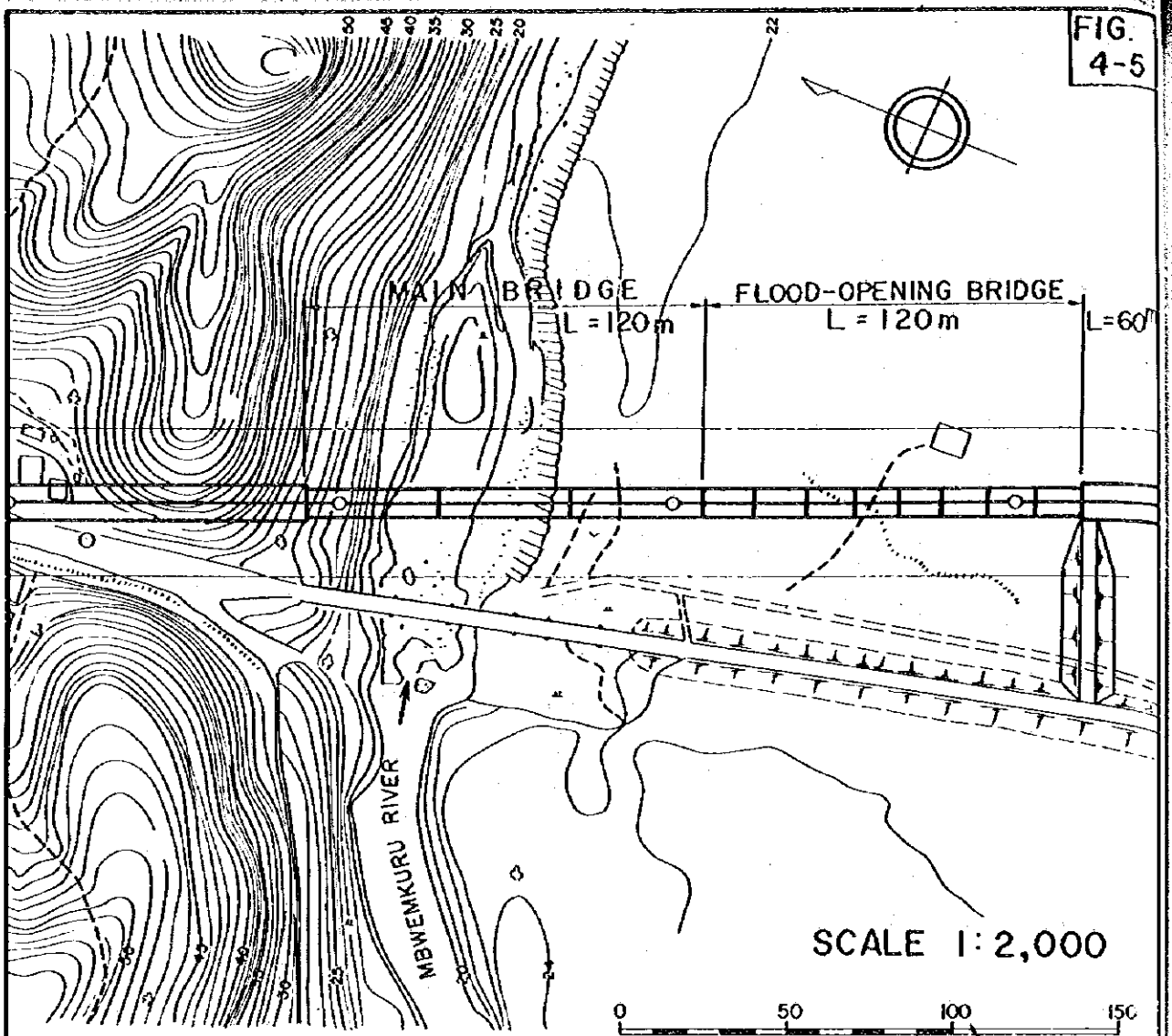


FIG. 4-5

SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT

MBWEMKURU RIVER BRIDGE

4.3.3 中小河川の検討

中小河川の中で、橋梁が架けられているのは Lindi の周辺が多い。その他の大部分はコルゲートパイプを設置したり、河床に石を並べる等して交通を確保しているため、降雨時には洪水が路面をオーバーフローして交通の障害となる。

ここでは三大河川を除く 52ヶ所の中小河川に対して流量を算定し、橋梁の延長と配置を計画した。

計画は 50年確率に基づいて検討した。

計画流量の算定は以下の Rational 式によった。

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot A \cdot r$$

Q : 流出量 (m^3/s)

f : 流出係数 (= 0.3)

A : 流域面積 (Km^2)

r : 致達時間 t 分に於ける確率 1/50 降雨強度 (mm/hr)

$$r = \frac{13,270}{t + 38.4} \quad (mm/hr)$$

$$t = \frac{\text{河道延長}}{\text{流速}} + \text{斜面から河道に流入する時間}$$

$$= \frac{L}{20 \cdot 1.06 \times 60} + 20 \quad (\text{分})$$

計画流速は 2.5 ~ 3.0 m/s を標準とし、大規模な場合は 3.5 m/s とした。

各河川の流域諸元、計画流量および橋梁の延長は Table 4-6 に示す。

なお、H.W.L. と橋梁桁下間の余裕高は 1.0 m である。

Table 4-6 Planning Factor of Bridge - 1/2

Section	Station No.	Catchment Area Length and Slope		Time of Concentration and Rainfall Intensity		Run-off and Specific Run-off		Bridge Length (m)	Existing Structure	
		Area (km ²)	Length Slope (km)	Time of Conc. (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Run-off (m ³ /s)	Specific Run-off (m/s/km ²)			
1	No. 14+670	21.10	10.0	1/105	156	68.3	120	5.7	14.0	5.0m arch bridge
	24+665	13.27	5.0	1/220	126	80.7	90	6.8	20.0	12.3m arch bridge
	50+700	55.60	14.5	1/125	239	47.8	222	4.0	34.5	300mmφx5 400mmφx3 corrugated pipes
	No.57 57+550								28.0	400mmφx5 corrugated pipes
	No.58 58+600	150.00	40.4	1/80	487	25.3	316	2.1	28.0	
	68+700	147.77	32.5	1/95	436	28.0	345	2.3	34.5	
	74+410	115.20	35.0	1/130	561	22.1	213	1.8	23.0	5.0m bridge
	80+366	19.80	8.5	1/70	110	89.4	148	7.5	14.0	
	86+920	64.52	20.6	1/145	360	33.3	179	2.8	20.0	
	87+700	37.70	13.8	1/95	197	56.4	177	4.7	20.0	1200mmφ corrugated pipe
2	98+315								14.0	
	99+450								14.0	
	100+280	365.40	62.5	1/120	941	13.5	413	1.1	14.0	
	100+645								14.0	
	103+325	86.83	20.0	1/105	292	40.2	290	3.3	28.0	
	106+880	219.08	42.4	1/160	762	16.6	303	1.4	28.0	
	116+945	81.15	25.8	1/135	428	28.5	193	2.4	28.0	Ntandango River
	117+600	8.42	6.0	1/100	99	96.6	68	8.1	14.0	
	120+ 50	19.82	10.3	1/110	164	65.6	109	5.5	14.0	
	126+350	7.10	3.8	1/70	61	133.5	79	11.1	14.0	
	128+150	24.60	12.0	1/85	164	65.6	135	5.5	23.0	
	130+550	67.05	18.3	1/120	290	40.4	226	3.4	34.5	1500mmφ corrugated pipe
	136+120	8.53	6.8	1/110	115	86.5	62	7.3	14.0	
	144+450	15.95	5.9	1/70	83	109.3	146	9.2	20.0	400mmφx3 corrugated pipes
	160+805	338.00	39.0	1/135	637	19.6	554	1.6	34.5	Lingakuru River 54m bridge
	165+573	80.20	23.0	1/85	296	39.7	265	3.3	23.0	Mbanga River 1300mmφ, 600mmφ corrugated pipes
	167+ 5	96.40	22.0	1/70	255	45.2	364	3.8	28.0	Ukuei River 11.5m bridge
	169+650	8.60	6.0	1/65	81	111.1	80	9.3	14.0	Namitanba River 1300mmφx2 corrugated pipes
182+580	6.67	4.7	1/80	74	118.1	66	9.9	14.0	1400mmφ corrugated pipe	
186+400	20.60	12.0	1/45	118	84.8	146	7.1	20.0	800mmφ corrugated pipe	
196+610	76.20	16.0	1/80	205	54.5	347	4.6	34.5	1200mmφx3 corrugated pipes	
198+970	5.45	4.4	1/40	53	145.2	66	12.1	14.0		
217+963	157.77	23.5	1/102	314	37.7	495	3.1	28.0	Mandawa River 18.0m Bailey bridge	
224+315	48.00	16.0	1/40	142	73.6	295	6.1	28.0	500mmφx2 corrugated pipes	
225+247	33.10	8.8	1/40	87	105.8	292	8.8	14.0	400mmφ corrugated pipe	
225+425									400mmφ corrugated pipe	
231+397	8.25	6.0	1/50	72	120.2	83	10.1	11.5	400mmφ corrugated pipe	
235+60	18.40	7.6	1/55	90	103.3	159	8.6	20.0	600mmφ corrugated pipe	
3										

Table 4-6 Planning Factor of Bridge - 2/2

Section	Station No.	Catchment Area Length and Slope		Time of Concentration and Rainfall Intensity		Run-off and Specific Run-off		Bridge Length (m)	Existing Structure	
		Area (km ²)	Length (km)	Slope	Time of Conc. (min)	Rainfall Intensity (mm/hr)	Run-off (m ³ /s)			Specific Run-off (m/s/km ²)
4	No. 238+750	9.40	5.8	1/55	74	118.1	93	9.9	14.0	
	239+500	6.62	4.2	1/60	61	133.5	74	11.2	11.5	
	253+580	5.92	4.4	1/35	51	148.4	74	12.5	11.5	
	255+330	8.25	5.3	1/20	47	155.4	107	13.0	11.5	
	257+ 85	3.27	4.4	1/20	42	165.1	45	13.8	11.5	
	270+388	90.77	14.5	1/50	146	72.0	544	6.0	34.5	24.4m Bailey bridge
	270+570	6.10	4.3	1/35	50	150.1	77	12.6	11.5	4.0m bridge
	274+248	7.92	4.8	1/50	62	132.2	88	11.1	11.5	4.0m bridge
	277+153	561.50	51.0	1/135	826	15.4	719	1.3	69.0	35.7m bridge
	285+ 23	10.48	5.3	1/50	66	127.1	111	10.6	11.5	6.0m bridge
	289+855	46.35	12.4	1/60	141	74.0	286	6.2	34.5	12m bridge and another bridge
	292+ 50	6.85	4.9	1/70	72	120.2	69	10.1	14.0	
	295+995	15.10	10.3	1/40	99	96.6	122	8.1	23.0	23.0m bridge
	298+650	112.65	23.5	1/130	383	31.5	296	2.6	34.5	15.8m) bridge 39.0m
	302+368	1.85	2.2	1/50	39	171.4	27	14.6	11.5	10m bridge
	304+690	4.63	5.0	1/35	55	142.1	55	11.9	28.0	3.0m bridge
	306+450	13.00	4.1	1/20	41	167.1	181	13.9	28.0	Many corrugated pipes
308+615	7.65	3.6	1/25	41	167.1	107	14.0	23.0	60m bridge	
13+125	17.00	6.5	1/50	77	115.0	163	9.6	20.0	5.0m and 1.1m bridges 600mm ϕ , 1200mm ϕ corrugated pipes	

4.4 架橋地点の土質

4.4.1 計画路線の地層構成

Kibiti より約9 Kmの間は標高の比較的高い区間で、地表面から数mの間をラテライト土が覆っている。

それから先は Miteja まで標高の低い平坦な平原で、この区間内の標高差はおおむね10 m以内である。この区間の地表面は砂質土、粘性土、ブラックコットンクレイなどに覆われている。1974年に行われた Rufiji 河架橋プロジェクトの詳細設計のために行われた土質調査の結果によれば、同河の架橋地点では沖積の緩い砂や軟弱な粘性土が最大60 m程度まで堆積し、その下位に締まった砂層が分布していることが確かめられている。

Miteja から Lindi の手前数Kmまでは丘陵ないし山岳地地形となる。この区間の地表は砂質土、ラテライト土、粘性土、ブラックコットンタレイに覆われている。今回の調査で判明したことは、少なくとも Matandu 川から Mbwekuru 川にかけての間は軟岩が基盤層をなしていることである。この軟岩は場所によりその上部の数mの間が風化されているか、あるいはほとんど未風化の状態である。風化を受けていない軟岩に対する標準貫入試験のN値は50以上である。このような新鮮な軟岩は支持層として申し分ない。Matandu, Mavuji, Mbwekuru 川ではこの軟岩が比較的深く侵蝕されたそのあとに、緩い砂質土や柔らかい粘性土などの沖積土が堆積している。従ってこれらの河川に架かる橋梁は深い基礎によって支持される必要がある。これに反して例えば Lingaula, Mbauga, Ukuri, Mandawa, Mbanja 等の中小河川では、沖積土の厚さが薄いので軟岩が比較的浅く出現する。従ってこれらの河川の橋梁の基礎は比較的短いクイかまたは軟岩に直接支持される基礎とすればよい。ただし、Mehinga 附近の Nangaru 川橋の架橋サイトは海岸に近い位置にあり、沖積土が厚く堆積しており、深さ約23 mの調査深度以内に信頼すべき支持層が見当たらなかった。従ってこの地点では摩擦クイによって橋梁を支持することになろう。

Mbwekuru 川から Lindi にかけての区間の調査資料が少ないので明確な指摘はできないが、Mitonga 附近の Mbanja 川で行ったテストボーリングでも軟岩が認められているので、当該区間も軟岩が基礎層をなしていると推定される。

Nangurukuru から Kilwa Masoko の間では Mpara 附近でテストボーリングが行われた。この結果によると、やはり深さ約13.5 mに軟岩が出現する。従ってこ

の区間の基礎層も軟岩であろうと推定される。

4.4.2 Matandu, Mavuji, Mbwemkuru 川架橋サイト

FIG. 4-6～FIG. 4-8に各々 Matandu, Mavuji, Mbwemkuru 川の土質断面図を示す。

Matandu 川橋梁

FIG. 4-6において、Cu, Cl, 及び Su 層は沖積の柔らかい粘土または緩い砂であるから、橋梁を安全に支持することはできない。従ってテストボーリング版 5 B および版 5 で代表される部分は S1 層に、版 5 A, 版 6 および版 7 で代表される部分では Rs 層に達するクイによって橋台・橋脚を支持するのが適当である。

Mavuji 川橋梁

FIG. 4-7において Cu, Su 層は沖積土で、支持層として不安定である。Se 層はそれに対して行なった標準貫入試験の N 値が深さによって 30～50 であって支持層として好ましい値であるが、その反面柔らかい粘性土層を挟んでいて均一性に問題がある。今後の精査によって S1 層の均一性が問題とならないことが判明した場合は設計変更するものとして、当面は Rs 層に達するクイによって橋台、橋脚を支持することを考える。

Mbwemkuru 川橋梁

FIG. 4-8において Cu, Cl, Su 層は支持層として不安定である。左岸橋台は転石混り粘土層 Cb で直接支持させることができる。テストボーリング版 16 および版 17 で代表される部分の橋台と橋脚は Rs 層に達するクイによって支持するのが適当である。橋梁版 46 の基礎が以上の記述に該当する。橋梁版 47 については、その架橋サイトに対応するテストボーリング資料がないので、サイトに一番近いテストボーリング版 17-A の結果を参考として必要なクイ長を判断せざるを得ない。

以上の考察に基づいて各橋梁の基礎クイの提案長を示すと Table 4-7, Table 4-8, Table 4-9 の通りである。これらの表において A および P は各々橋台および橋脚を意味し、これらは両方共壁型式のものである。Pb はパイルベント型式の橋脚を意味する。A および P のクイ長はフーチング底面からクイ先端までの、Pb のそれは地表面からクイ先端までの長さとして示してある。

なお Table の内容に関する以上の説明は、あとに述べる他の橋梁基礎の説明についても全く同様である。

ただし同表の中で、版 27 の橋梁のサイトは FIG. 4-6 に示すテストボーリング

Table 4-7 Recommended Pile Length for Foundation
of Proposed Matandu River Bridge

No. of Bridge	Abutment or Pier	Recommended Bearing Stratum	Recommended Pile Length in Meters
24	A ₁	Sl stratum	16
	P _b	ditto	17.3
	A ₂	ditto	16
25	A ₁	Rs stratum	17
	P _b	ditto	19
	A ₂	ditto	18
26 (main bridge)	A ₁	ditto	19
	P ₁	ditto	12
	A ₂	ditto	18
27	A ₁	ditto	13
	P _b	ditto	14.3
	A ₂	ditto	13

版5-B～版7でカバーされる調査範囲の外に位置する。従って支持層の深さは調査の結果を外挿して推定したものであるから、それに基づいて提示したクイ長の精度は低い。それ故版27の橋梁の基礎については、新たに土質調査を行って検討する必要がある。

Table 4-9に示す版47の橋梁サイトにおける土質調査は行われていないので、それに一番近いテストボーリング版17-Aの結果を参考にしてクイ長を仮定した。このクイ長は恐らく安全側の値と思われる。しかし今後新たに土質調査を行って正確なクイ長を決定すべきである。

4.4.3 中小河川橋

前記の3河川以外の中小河川の内、計画サイト又はその附近でテストボーリングが行われた橋梁の基礎としてクイを使用する場合の提案クイ長をTable 4-10に示す。同表中、長さ10m以下の短いクイについては、それらの支持力が充分発揮されるために、標準貫入試験のN値が50以上の強固な層まで打込まれることを前提としてクイ長を示している。

Table 4-8 Recommended Pile Length for Foundation
of Proposed Mavuji River Bridge

No. of Bridge	Abutment or Pier	Recommended Bearing Stratum	Recommended Pile Length in Meters
33	Main bridge: -		
	A ₁	Rs stratum	17
	P ₁	ditto	18
	P ₂	ditto	21
	P _b	ditto	20 to 22
	A ₂	ditto	17

Table 4-9 Recommended Pile Length for Foundation
of Proposed Mbwenkuru River Bridge

No. of Bridge	Abutment or Pier	Recommended Bearing Stratum	Recommended Pile Length in Meters
46	Main bridge: -		
	A ₁	Rs stratum	Footing foundation
	P ₁	ditto	15
	P ₂	ditto	20.5
	P ₃	ditto	21.5
	P _b	ditto	25 to 28
	A ₂	ditto	27
47	A ₁	-	28 (assumed)
	P _b	-	28 (ditto)
	A ₂	-	28 (ditto)

**Table 4-10 Recommended Pile Lengths for Foundation
of Small and Medium Bridges**

No of Bridge	Abutment or Pier	Recommended Pile Length in Meters	Referred Test Boring
9	A ₁	10	No. 2
	P _b	11	
	A ₁	10	
17	A ₁	14	No. 4
	P _b	14	
	A ₂	14	
29	A ₁ P ₁ & P ₂	4 Footing foundation supported by soft rock stratum	No. 8
	A ₂	4	
30	A ₁	7	No. 9
	P ₁	3	
	A ₂	7	
31	A ₁ P ₁ A ₂	Footing foundation supported by soft rock stratum	No. 10
	A ₁ P ₁	4 Footing foundation supported by soft rock stratum	
	A ₂	4	
54	A ₁	17	No. 18
	P _b	18	
	A ₂	17	
59	A ₁	12	No. 19
	P _b	12	
	A ₂	12	
64	A ₁	10	No. 20
	P _b	10	
	A ₂	10	

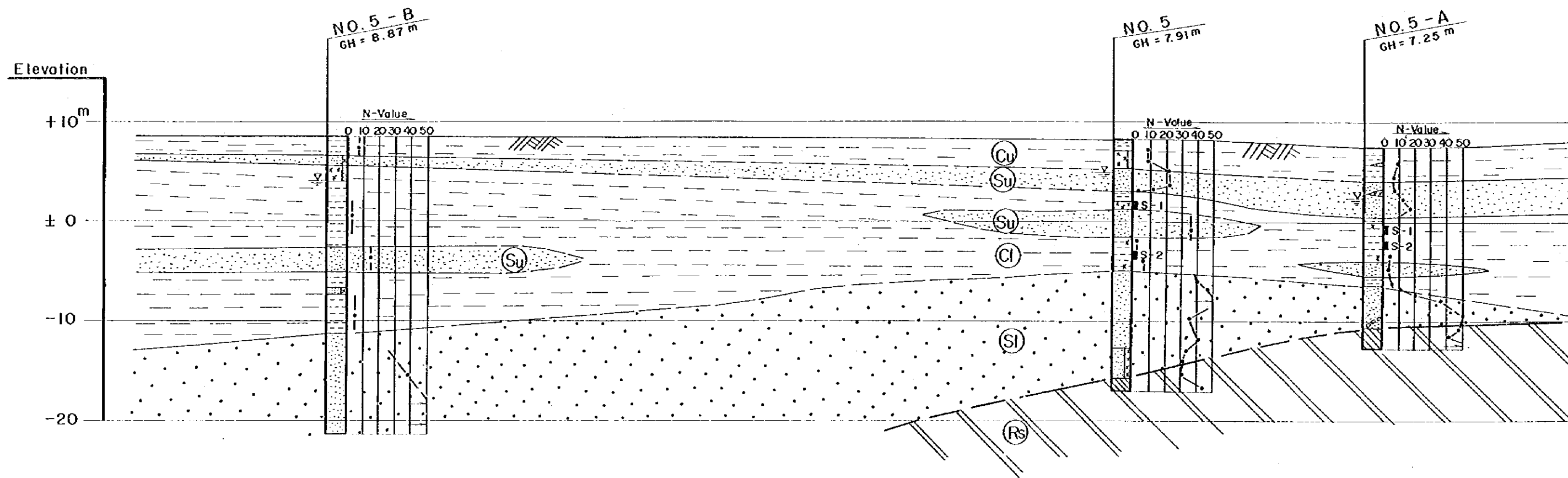
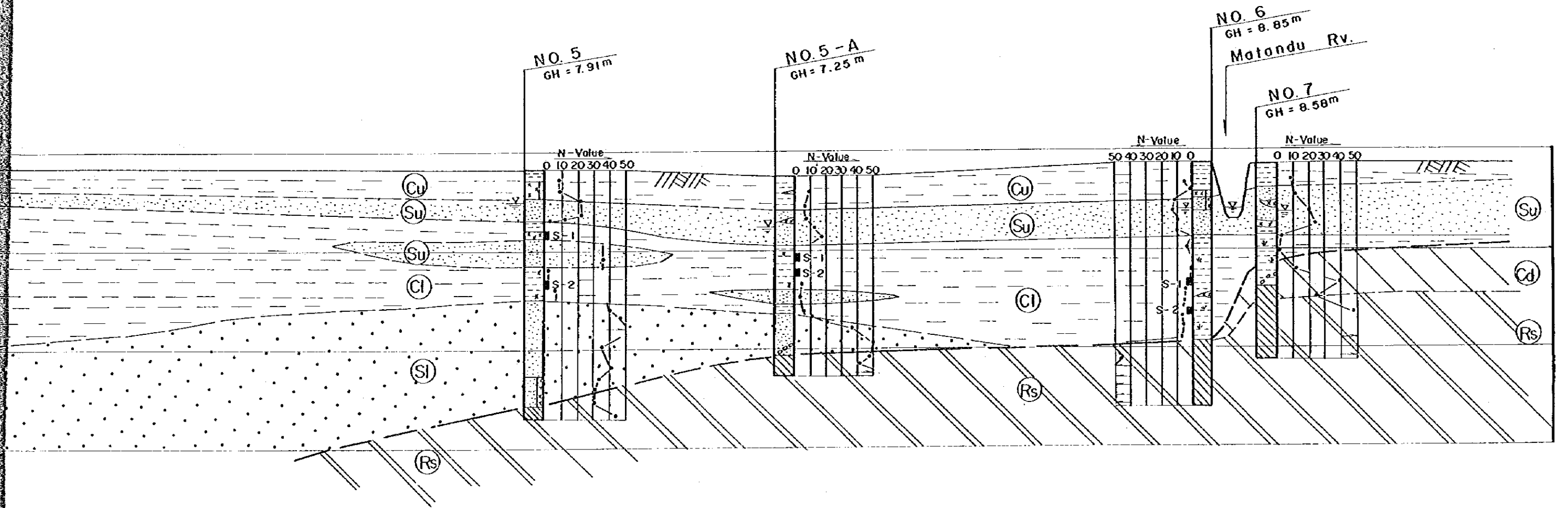


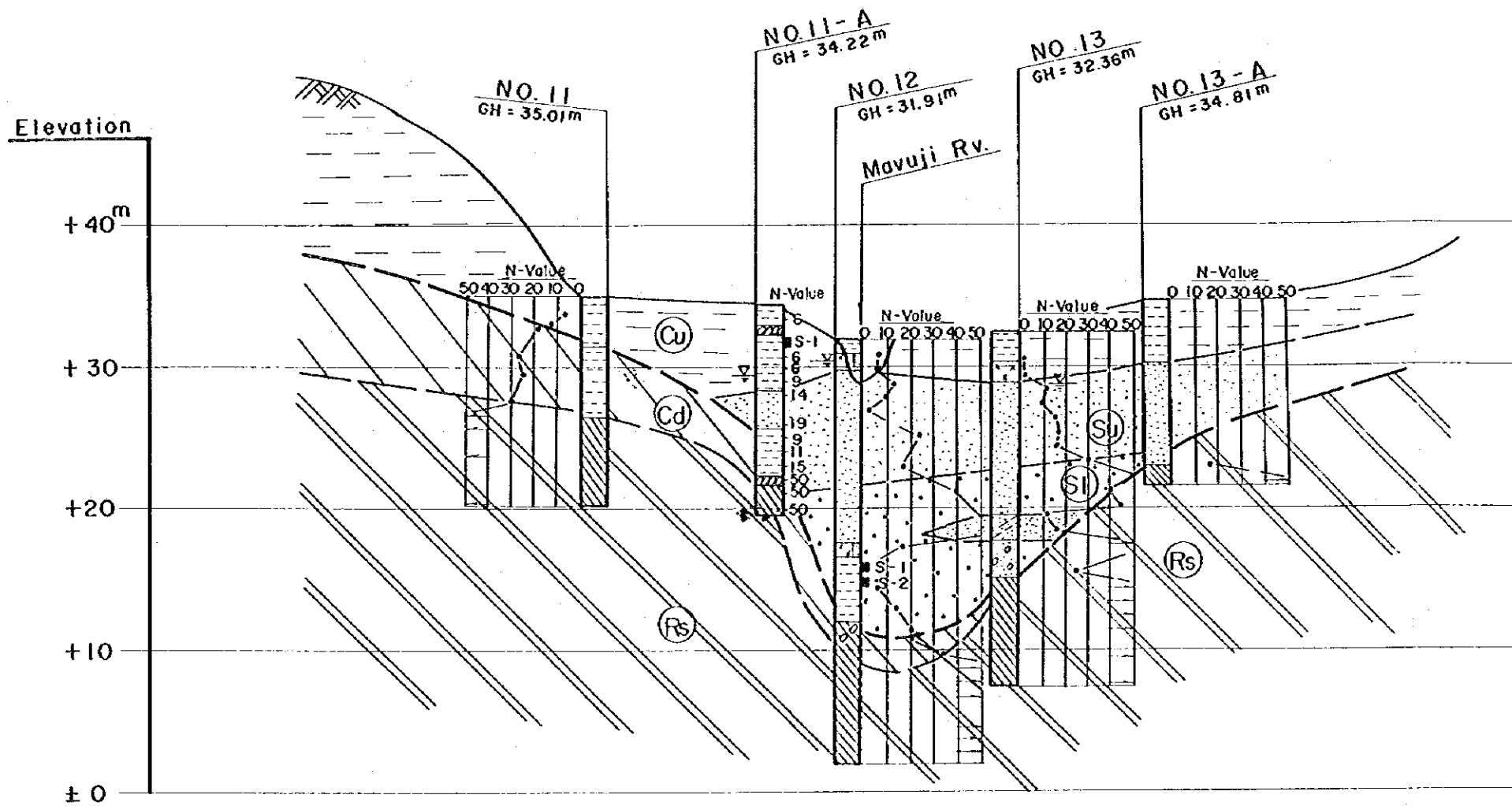
FIG
4-6



Legend	
(Cu)	Upper Clay Stratum
(Su)	Upper Sand Stratum
(Cl)	Lower Clay Stratum
(Sl)	Lower Sand Stratum
(Cd)	Decomposed Stratum of Soft Rock
(Rs)	Soft Rock Formation

Scale { H = 1 : 5.000
V = 1 : 400

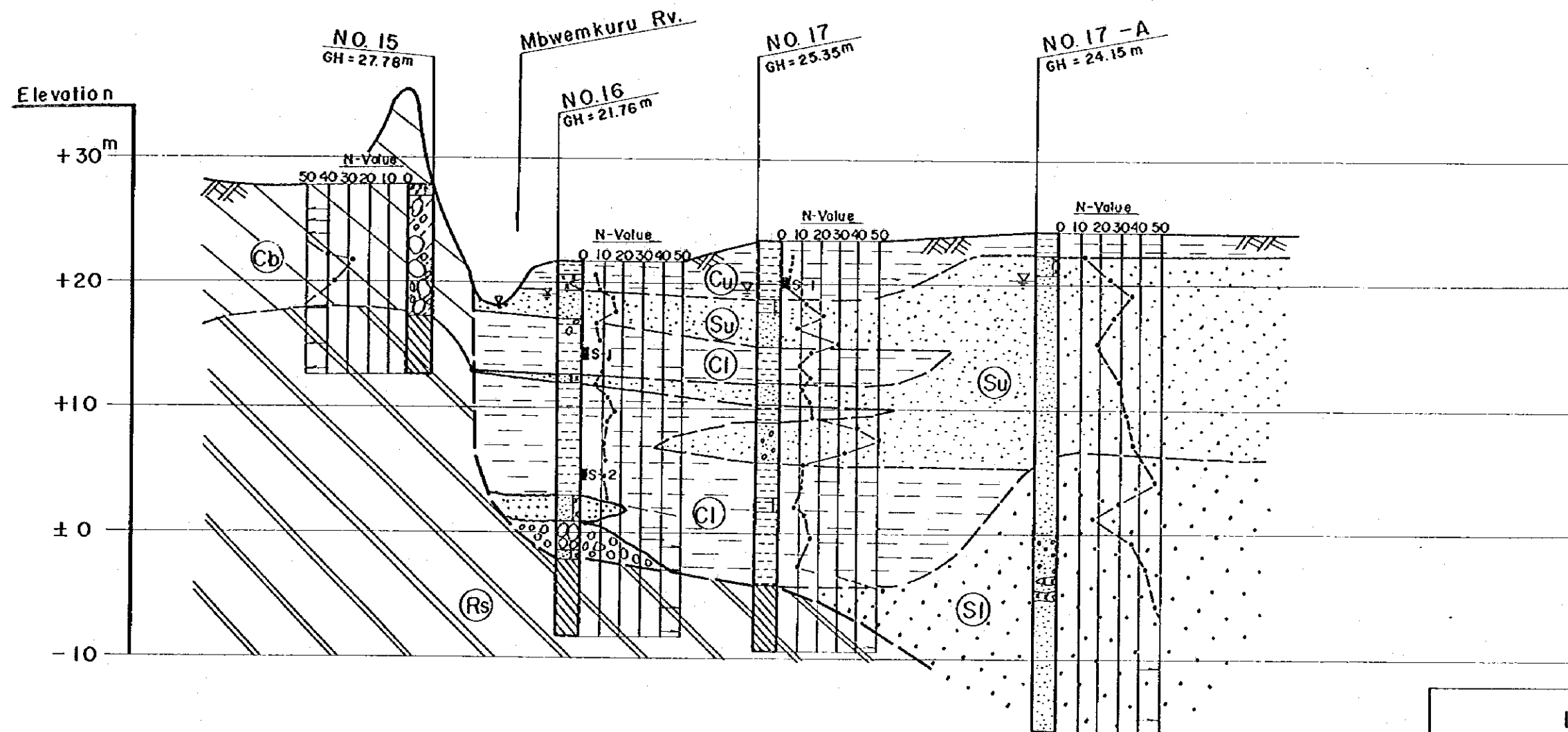
FIG. 4-6	SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
	SOIL PROFILE AT MATANDU RIVER



Legend	
(Cu)	Upper Clay Stratum
(Su)	Upper Sand Stratum
(Sl)	Lower Sand Stratum
(Cd)	Decomposed Stratum of Soft Rock
(Rs)	Soft Rock Formation

Scale { H = 1 : 5.000
V = 1 : 400

FIG.	SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
4-7	SOIL PROFILE AT MAVUJI RIVER



Legend

- (Cu) : Upper Clay Stratum
- (Su) : Upper Sandy Stratum
- (Cl) : Lower Clay Stratum
- (Sl) : Lower Sandy Stratum
- (Cb) : Boulder Clay Stratum
- (Sg) : Sandy Gravel Stratum
- (Rs) : Soft Rock Formation

Scale { H = 1 : 5.000
V = 1 : 400

FIG. 4-8	SOUTHERN COASTAL LINK ROAD PROJECT
	SOIL PROFILE AT MBWEMKURU RIVER

