

タンザニア連合共和国

モロコシ道路改修計画基本設計調査

報 告 書

昭和 59 年 4 月

国際協力事業団

無償設

84-27

JICA LIBRARY



1029593191

タンザニア連合共和国

モロゴロ道路改修計画基本設計調査

報 告 書

昭和 59 年 4 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 6. 19	416
	614
登録No. 10395	GRB

序 文

日本国政府はタンザニア連合共和国政府の要請に応え、同国モロゴロ道路改修計画に協力することを決定し、国際協力事業団が本件調査を実施した。

当事業団は、昭和59年1月27日より12月22日まで、建設省東北地方建設局塩井幸武氏を団長とする調査団を同国に派遣して、同国政府関係者と協議を行ない、本計画の基本設計に必要な調査を実施し、ここに本報告書完成の運びとなった。

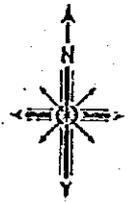
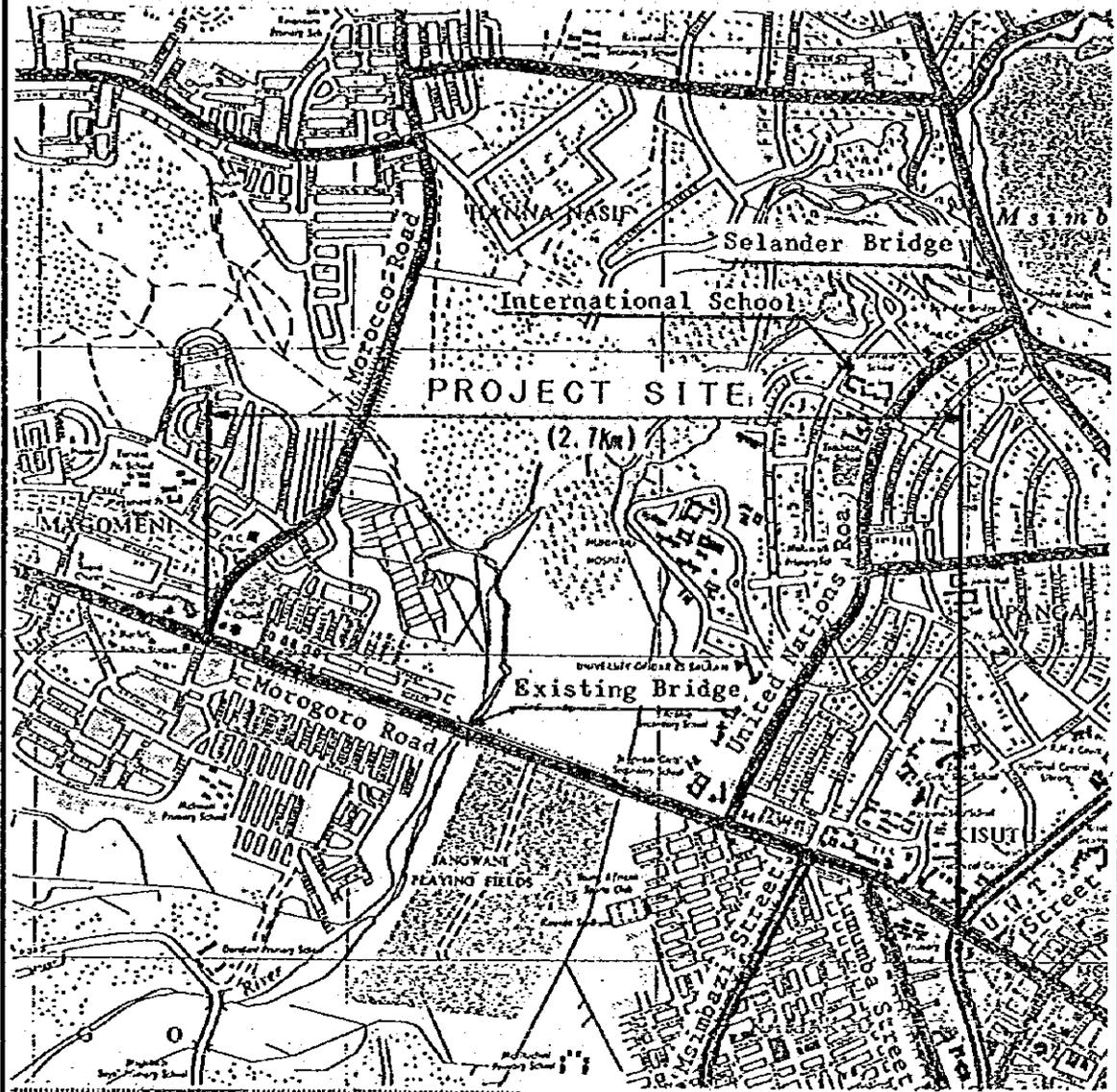
この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、タンザニア国における交通事情改善の礎となり、ひいては両国の友好親善の促進に資すれば幸いである。

おわりに、本件調査に御協力いただいたタンザニア連合共和国政府および日本国政府関係者の各位に深甚なる謝意を表する次第である。

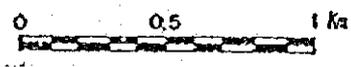
昭和59年4月

国 際 協 力 事 業 団
総 裁 有 田 圭 輔

LOCATION MAP



SCALE 1:25,000



要約

要約

日本国政府はタンザニア連合共和国政府のダルエスサラーム市内モロゴロ道路改修計画に対する無償資金協力要請に応えるため、国際協力事業団（JICA）を通じ、昭和59年1月27日より2月22日まで基本設計調査団を派遣した。

本報告書は、この結果をとりまとめたものである。

タンザニアでは国民1人当りのGDPがUS\$100にも満たず、国内の道路網も未整備又は十分な維持管理が行われていないような状態であるが首都ダルエスラサーム周辺には人口の集中が非常に激しく（人口増加率は全国平均の約3%/年に比べ約8%/年）、特にモロゴロ道路沿いには住宅、その他一般企業の新規の立地も多い。したがって市内のモロゴロ道路は、2車線道路の1日あたりの容量の限界10,000台/日を遙かに超過する14,000台/12時間の交通量があり、車の渋滞がしばしば発生して、通勤者の悩みの種となっている。これに加えて雨期には本道路を横断するムシンバジ河の洪水によって、交通遮断されることもあって、ダルエスサラームは首都としての機能そのものが大きく阻害されている実情である。

この弊害を除くための措置として、次の3つが本プロジェクトの内容となる。

- (1) 本プロジェクトの改修全区間（約2.7km）を現況の2車線から4車線に拡幅し、さらにその中にある5交差点についてこれを改良して、道路の容量を増大させ、もって現況における交通渋滞と混雑を緩和し、解消させる。
- (2) 洪水による冠水の可能性を減少させるため、現況の道路がムシンバジ河を横断する部分については、3.0mの嵩上げ盛土工事を行って、10年に1度くらいの洪水（約300m³/秒）に対しては、1m程度の余裕をもって冠水を防ぐ。
- (3) 洪水を可及的すみやかに流下させるために橋梁（2ヶ所、4橋）と涵渠（1ヶ所、6径間）を設ける。

工事内容の詳細は、次のとおりである。

拡幅部全長 2,730m

（5交差点の改良を含む。）

巾員 24.0m

中央分離帯 1@3.0 = 3.0m

車線 4@3.25=13.0m

路肩 2@0.50= 1.0m

自転車道 2@1.25= 2.5m

歩道 2@2.25= 4.5m

盛土区域においては、上記の更に外側に 0.5mの盛土の保護路肩を左右両側に設けるため、全幅は25.0mとなる。

盛土高さ EL.6.70m……………(現道上約 3.0m)

橋梁、函渠等

№1 橋梁：橋長17.9m，2橋，支間17.2m，全幅 11.75m，R.C. T桁橋，基礎工，φ 500未鋼管杭50@12m

函渠：全長 25.42m，内空寸法 (B=3.70m，H= 3.0m)，3径間×2，流水方向長さ25.0m，鉄筋コンクリート製

№2 橋梁：橋長47.0m，2橋，支間3@15.4m，全幅 11.75m，R.C. ホロー
スラブ，(中空床版)橋，基礎工，500mmφ鋼管杭40@18.0m，
同32@15.0m

附帯工事

電力線移設：11kvおよび33kv電力線高上げ，延長 100m，鉄塔2基新設

国際電話線移設

および新設：延長 1,300m，新設4条

水道本管移設

および新設：φ 450mm，延長 850m，1本

工事工程計画は、工事中の交通に対して障害を与えないよう現道を通しながら段階切替え施工を行なうものとする。

工期は、各工事内容の工程より23ヶ月と考えられる。

工事費は、約 1,787百万円と見込まれる。このうち第1期が約 842百万円，第2期が約 945百万円と見込まれる。

ただし、タンザニアにおける極端な物資不足に鑑み、同国政府による施工業者への燃料(ディーゼル油およびガソリン)の十分な手配が必要である。

竣工後において、道路の維持・運営・管理に年額 100万円くらい必要と見なされる

が、これはタンザニア政府の公共事業省の予算によってまかなわれる。

本計画の実施により、モロゴロ道路の交通の流れがスムーズになり、ひいてはダルエスサラーム市全体の交通状況の改善となり、タンザニアの社会・経済に高い効果が十分に期待できる。

目 次

	ページ
要約	
第1章 緒論	1-1
第2章 計画の背景	2-1
2-1 一般情勢	2-1
2-2 道路一般	2-2
2-3 モロゴロ道路の性格	2-6
第3章 計画地概況	3-1
3-1 一般概況	3-1
3-2 土質調査および試験	3-2
3-3 測量および埋設物	3-6
3-4 交通量	3-9
3-5 気象および潮位	3-11
第4章 基本計画および基本設計	4-1
4-1 目的および内容	4-1
4-2 基本計画	4-1
1) 現道拡幅	4-1
2) 交差点改良	4-1
3) 盛土計画および工事中の交通	4-2
4) 橋梁および函渠の配置	4-3
5) 埋設物の移設	4-6
6) 水文および水理解析	4-9
4-3 基本設計	4-23
1) 平面線形	4-23
2) 縦断線形	4-23
3) 舗装設計	4-23
4) 歩道	4-24
5) 縁石	4-24

	ページ
6) 道路照明	4-24
7) 交通信号	4-25
第5章 工事工程計画	5-1
5-1 工程計画の要因	5-1
5-2 実施工程	5-1
第6章 工事費積算	6-1
第7章 事業実施体制	7-1
7-1 建設工事中の事業実施体制	7-1
7-2 竣工後の維持・補修・管理・運営	7-1
第8章 事業評価	8-1
第9章 結論・提言	9-1

APPENDIX	ページ
I. タンザニア政府よりの要請	A-1
II. 調査団の活動	A-3
1) 調査団の構成	A-3
2) 現地調査の日程	A-4
III. ミニッツ	A-5
IV. GDP	A-10
V. 水文および水理解析	A-11
1) 雨量観測所データの精度について	A-11
2) 1978年の洪水について	A-14
3) 海面の満（又は高）潮位がMsimbazi Creekの流量（又は水位） に与える影響について	A-16
4) 雨量関係データ	A-27
VI. 便益の計算	A-30
1) 走行費節減による便益	A-30
2) 走行時間節減による便益	A-35
VII. 基本設計図	A-38

第1章 緒論

第1章 緒論

モロゴロ道路は、タンザニア連合共和国の首都ダルエスサラーム市内の主要な幹線道路であると同時に、首都と内陸部の各地を結ぶほとんど唯一の幹線でもある。市街地内におけるモロゴロ道路沿線は、近年の急激な人口増加により住宅地開発あるいは企業の立地が進み、このため交通量が著しく伸びた。しかし、交通量が増加したにもかかわらず、モロゴロ道路の拡張改修が行なわれなかったため、毎日のように非常に交通混雑が繰り返されている。

また、モロゴロ道路はムシンバジ・クリークにおいて標高が低くなっているため（河床上数10cm程度）、雨期の洪水時に道路が冠水して交通が遮断され都市機能を低下させるたどがしばしばある。

このような背景のもとに、タンザニア政府は日本政府に対してモロゴロ道路の改修計画の実施を要請してきた。この要請に答えて、日本政府は国際協力事業団（JICA）を通じて建設省東北地方建設局、環境審査官、塩井幸武氏を団長とする基本設計調査団を編成し、昭和59年1月27日より同年2月22日まで調査団をタンザニア連合共和国に派遣し、基本設計を行うに必要な調査を実施した。（タンザニア側からの要請、調査団の構成・日程、Minutes of DiscussionsはAppendix-Iを参照のこと）

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2-1 一般事情

タンザニア連合共和国は、東アフリカ東岸の南緯1°～11°の間に位置して、面積945,087km²、人口は1978年の人口調査によれば1,748万人で、それ以降も年率約3%で増加しており、1984年には約2,080万人程度になっていると推定される。

タンザニアは1961年独立、1964年サンジバル併合後、1967年2月のアリュウシャ宣言によって社会主義政策をとるところとなった。

その主なものは、ウジャマ村運動に代表される農業の集団化、計画生産体制の確立と工業化を図らんとするものであった。また、これらを通じて生産、流通、価格統制を行ない、アフリカ人のための理想的平等社会の実現をはかろうとするものでもあった。

しかし、工業化優先政策は農業部門への手当に遅れをとることになり、農業生産が停滞するところとなった。また、生産者価格の抑制その他が農民の意欲を減殺し、計画生産は流通機構の不備、交通網の低い信頼性によって頓座し、農民は昔どおりの自給自足に戻るようになり計画生産体制は著しく損なわれ、農業生産額は頭打ちもしくは低下している。さらに肥料の不足、近代化への怠り、人口増加（年率3%）が農業経営を苦しいものにして、年間20万tonの食糧を輸入するほどになっている。

一方、工業化政策も輸入代替産業の域を脱しておらず、さらに工業化による原料や機械、部品などの輸入が増加して国際収支の改善にはあまり貢献できていないのが実情である。また、大きなものには国営企業として手厚い保護を与えているために競走原理が働かず、国際競走力でも大きな格差が生じている。それとともに工業化は交通網の不足から港湾を中心にした地域（ダルエスサラーム、タンガ、キリマンジャロ、ムワンザ、タンザム道路沿い）では少しは具体化しているものの、交通の不便な南部、西部では著しく立遅れている。このような事情に加えて、石油危機（1973年）以降の厳しい経済情勢の下で、国内では激しいインフレと経済活動の停滞、国外では国際収支の悪化、輸入統制、外国からの援助の削減という事態を惹起している。そのために政府の財政政策も自由度が著しく制約され、自らの力ではこの危機を克服できない状態に迄落ち込んでいる。

現在、政府は国際収支の赤字分を借入金や援助で補っているものとみられ、社会の安定のために政策の中心を農業振興に向けるとともに、平価の切下げを数次にわたって行ない、経済の均衡を必死に追い求めている状態である。

これらの状態を一般的に救うものとみられるのが、IMFによるStand by Creditと世銀からの借款再開、援助国会議等による計画的な経済再建政策であるが、タンザニア政府はIMFの要求する条件が国内情勢になじまないとして抵抗しており、合意に達するまでにまだ時間を要するものとみられる。

2-2 タンザニアの道路一般

タンザニアの主要幹線は図-1に示すとおり、国内各州の中心都市をかるうじて結んでいる程度で、その多くは雨期に交通止めになったり、日常でも未舗装もしくは穴だらけの舗装という状態で重要な物資を大量に輸送する機能を果たしえない状態である。例えば、チャリンゼーゼゲラ間の道路は北部の農業地帯及び工業地帯とグルエスサラームを結ぶ重要路線であるが、維持管理の不備から穴だらけになり道路としての最低の機能だけを辛うじて保持しているにすぎない。それに対してタンザムハイウェイは、タンザニアとザンビアの共同の管理主体があるため比較的良好に管理され、路線に沿って工業等の進出がみられる。

このような事情から国内輸送における道路と鉄道の間では、最近鉄道の占める割合が比較的大きくなり、1980年においては貨物の総量 3,586千トンのうち 2,050千トン(57%)を分担している。ちなみに1977年には、Port Access 道路がなかったにもかかわらず、総量 4,258千トンのうち 2,967千トン(70%)を道路が分担していた。このように最近における道路の荒廃が輸送に与える影響が非常に大きいといわざるを得ない。

特に農業に対しては集荷体制、流通機構、肥料の供給などの支障となり、折角の輸用作物の集荷、量の確保、品質の保持なども十分にできていない。そのために農産物は、輸出の大宗でありながら国際市場では高い価格を得られず国際収支に悪影響を与えている。また換金作物や食糧なども市場との結びつきが悪いために生産者の意欲の昂進、経営の合理化、規模の大型化などを図ることができず、消費者にとっても品不足、高値などに悩まされるところとなっている。

工業にとっても原料の量の確保、定期的な補給、計画どおりの出荷、荷いたみの防止などの観点から道路網の不備、荒廃は大きな障害となっている。特に雨期（3～5月、10～11月）に交通の途絶する地域での企業活動は不活発であるが、全天候型道路のタンザムハイウェイ沿いではザンビア国境付近のムベヤ地方に最近8社ほどの企業進出があったといわれ、信頼性における道路輸送が企業にとっていかに重要であるかを示している。

タンザニアの道路は国道17,000km、地方道17,000km、計34,000kmといわれる。これらの道路を対象に道路整備20ヶ年計画（1981～2000年）が立案されており1981年より第1次5ヶ年計画に入っている。全体で約50億タンザニアシリング（TS、約900億円、1TS=約18円）の事業費を予定しており、年間約10億TSの予算が計上されている。これに対して、維持補修費は約1億5千万TS（約27億円）とのことである。

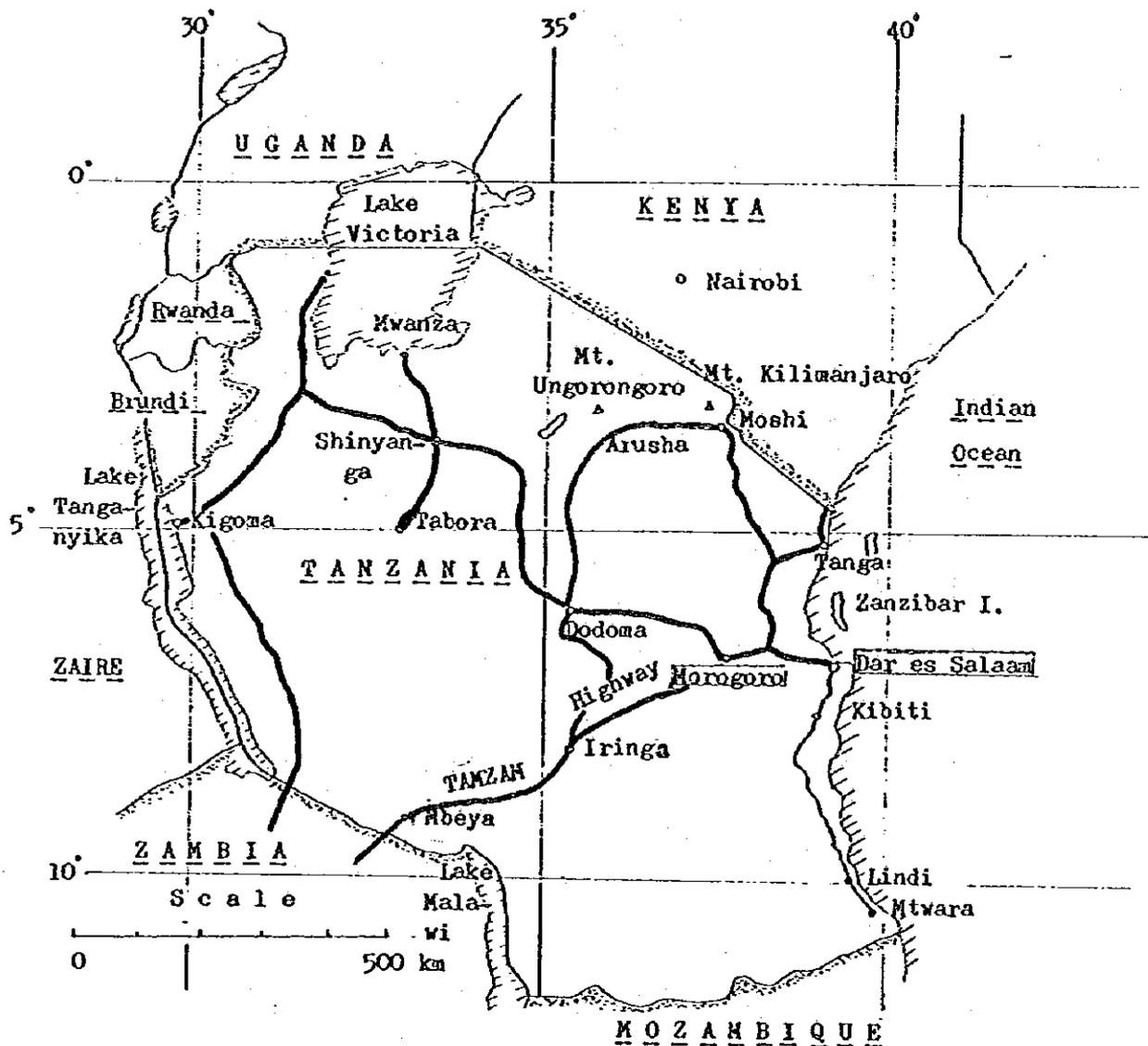
しかし、タンザニアにおいて道路の重要性が認識されはじめたのは最近のことといわれ、長い間放置されていたために舗装が破損したり、雨等で洗刷されて通行不能になっているところも少なくない。また、通行不能にならなくても乗用車での通行ができず、トラックやジープなどに頼らざるをえないものもある。

そういう中で公共事業省は第1次5ヶ年計画で15路線（約3,000km）の改修を目指している。現在、着手しているものはムワンザームソマ間184km（EC）、ソングアーマカンバコ間322km（イギリス）、モロゴロードマ間256km（ブラジル）、コペローイサカ間332km（アフリカ開発銀行、EC）、キビチーリンディ間330km（日本）、チャリングータンガ間325km（自国）、アルーシャードマ間525km（イタリア）などである。その他サレンダー橋（日本）、ポートアクセス（西独）、エアポートアクセス（西独）（Pugu Road）、モロゴ道路のような都市道路の建設も行なっているが、しかし、これらもそのほとんどは外国の援助の下で行なわれている（表2-1参照）。（ ）内は、援助する国又は機関名である。

中でも北部の農業、工業の発達したタンガ、キリマンジャロ、アルーシャ各県とダルエスサラームを結ぶチャリンゼーセゲラ間の改築及び開発が遅れているが大プロジェクトの予定されている南部とダルエスサラームを結ぶキビチーリンディ間（南部沿岸道路）の改築に重点がおかれている。

このようにタンザニアの経済の復興は農業と工業の活性化にかかっており、そのためには輸送網、特に道路網の拡充が前提となっている。

Fig. 2-1 GENERAL MAP OF TANZANIA



Number of Enterprises In Tanzania

By District

Dar Es Salaam	468		Morogoro	44	
Tanga	107	} Along the sea,	Iringa	19	} Along Tanzam Hiway.
Zanzibar Island	29		Mbeya	16	
Mwanza	84	} Lake Victoria.	Tabora	20	
Arusha	86		Shinyanga	15	
Moshi	73	} Northern district.	Other 13 dis-		
			tricts incl.	76	

Table 2-1 UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MINISTRY OF WORKS
PROJECTS FINANCING

FIGURES IN 1,000,000 T.SHS.

PROJECT TITLE	LENGTH	DONOR	1976/77		1977/78		1978/79		1979/80		1980/81		1981/82		1982/83		1983/84		TOTAL	
			Loc	For	Loc	For	Loc	For	Loc	For	Loc	For	Loc	For	Loc	For	Loc	For	Local	Foreign
<u>ROAD DIVISION</u>																				
Major Bridges	-	AD Bank	0.4	2.7	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	3.3
D'Salaam Port Access Road	16	FRG Germany	0.4	16.0	3.3	-	0.3	38.0	2.0	52.5	1.0	20.0	-	-	-	-	-	-	7.0	126.5
Rugu Road		FRG	0.1	44.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	44.5
Cotton Feeder Road		W/Bank	5.7	0.5	-	-	-	-	-	-	3.5	35.0	-	-	-	-	-	-	9.2	35.5
Mwara-Mingoyo-Masasi Road		W/Bank	5.0	32.5	10.0	25.7	1.0	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.0	60.6
Trunk Road Maintenance-I		W/Bank	2.0	36.3	5.0	16.4	2.8	13.7	5.0	16.7	0.5	3.2	3.6	13.0	3.3	0.9	6.8	29.0	100.2	
Trunk Road Maintenance-II		W/Bank	-	-	-	-	-	-	7.0	34.0	5.0	5.7	15.1	20.0	9.7	1.8	13.5	19.0	50.3	80.5
Kiirumi Bridge	1.82	ADB	1.0	11.7	2.8	3.9	0.7	2.5	6.0	24.0	1.0	22.6	20.0	-	10.0	-	12.0	-	53.5	64.7
Ruvuvu Bridge		ADB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mwanza - Musoma Road	184	ERC	-	-	0.1	-	7.5	7.4	1.2	45.0	2.2	48.6	2.5	80.0	10.0	45.0	39.6	30.0	63.1	256.0
Songea-Makambako Road	322	UK England	-	-	-	-	-	-	3.0	120.0	65.0	81.2	24.0	100.0	15.6	27.0	15.0	20.0	122.6	348.2
Morogoro-Dodoma Road	256	Brazil	-	-	-	-	-	-	40.4	45.0	12.0	99.6	32.8	50.0	32.5	48.0	4.3	-	122.0	242.6
Kobero-Rusumo-Isaka Road	332	IBR/ADB/EC	0.2	-	-	-	1.6	21.5	12.0	82.0	5.9	31.7	22.0	48.6	17.6	18.0	36.4	25.0	95.7	226.2
Dar es Salaam-Tunduma Road	905	W/Bank	-	-	-	-	-	-	-	-	9.7	-	11.7	-	5.5	-	5.7	-	32.6	-
Kibiti-Lindi Road	330	Japan	-	-	-	-	-	-	2.0	-	0.1	88.0	18.7	-	16.1	5.0	8.7	-	52.6	93.0
Chalinze-Mkumbura-Tanga Road	325	-	-	-	-	-	-	-	28.6	-	48.8	3.9	20.0	-	17.0	-	7.0	-	121.4	3.9
Salender Bridge	0.76	Japan	-	-	-	-	-	-	0.3	-	0.5	4.5	25.0	-	-	-	-	-	25.8	4.5
Pyrethrum Feeder Roads		W/Bank	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	3.0	0.9	5.0	1.0	6.0	2.6	14.0
Arusha-Dodoma Study	525	Italy	-	-	-	-	-	-	-	-	15.1	-	-	-	2.0	11.9	1.4	6.0	18.5	17.9
Transport Study	-	Italy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	0.3	-
Mufindi Pagar Mills Access Road	47	EC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0	25.0	49.0	38.0	89.0	63.0
Mombo-Lushoto Road		FRG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	0.1	30.0	0.1
Tea Feeder Roads		W/Bank Norway	0.5	13.3	1.4	1.5	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	15.2
TOTAL			15.3	157.5	22.6	48.1	13.9	85.9	109.6	419.2	180.2	444.0	187.4	314.0	137.3	192.6	200.8	174.0	893.9	1,835.3

2-3 モロゴロ道路の性格

モロゴロ道路は、南部を除くタンザニアの各地に、首都ダルエスサラームから行く場合にいずれにせよ通過せねばならない道路であり、この意味ではタンザニアの最重要幹線であると言っても過言ではない。そして、本プロジェクトは、そのモロゴロ道路の首都への入口部分を正に改修せんとするものである。

しかも、モロゴロ道路はこのような全タンザニア的な観点の他にも、近時急速に本道路沿いに展開しつつある住宅及び商工業地区から発生する交通量（これは後に述べるように両方向で約 8,000台/12時間と考えられる）によって、一般大衆の需要に密接に結びついた多量の交通量を処理する必要に毎日迫られているのである。

この間の事情は、次のような諸データによってあきらかになる。

ダルエスサラーム市内の主要道路の12時間交通量

(1982年3月調査)

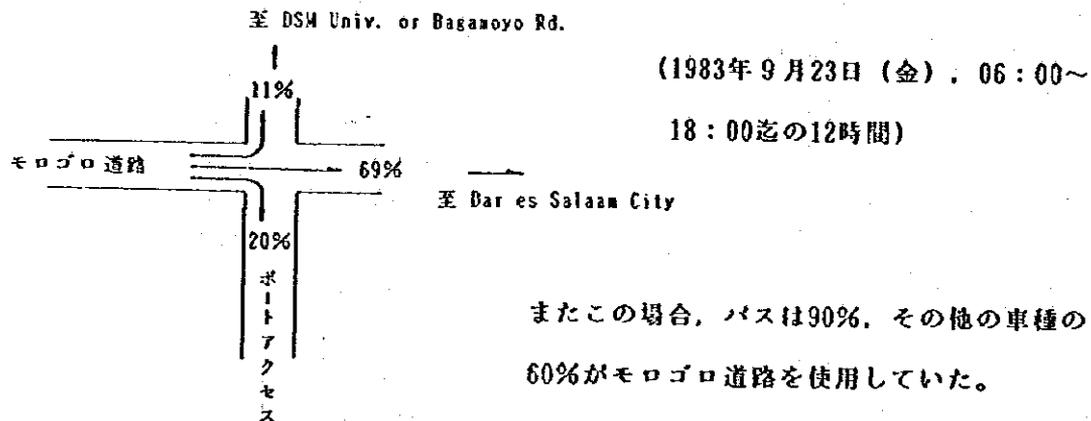
道路名	車線数	12時間交通量
Bagamoyo Rd.	4	20,504
Morogoro Rd.	2	13,919*
Uhuru Street	2	11,505
Pugu Rd.	6	30,830
Kilwa Rd.	2	8,922

注：*既に述べた14,000台の出所である
 なお、2車線道路の1日当り交通量は10,000台が大体の限度とされている。

さらに、上記交通量の車種別構成は下記の如くであって、モロゴロ道路におけるバス台数の総交通量中に占めるパーセンテージの高いことが特徴となっている。（なお；Articulated Bus は、2台連結のバスのことである）

Road	Sedan	Taxi	Common Buses	Articulated Buses	Trucks	Total
BAGAMOYO	14,671	4,244	460 (2.2%)	42 (0.2%)	1,087	20,504
MOROGORO	6,889	4,161	1,285 (9.2%)	305 (2.2%)	1,279	13,919
UHURU	5,466	3,975	737 (6.3%)	75 (0.6%)	1,252	11,505
PUGU	19,969	7,045	825 (2.7%)	270 (0.9%)	2,721	30,830
KILWA	4,900	2,358	602 (6.7%)	70 (0.8%)	992	8,922

さらにまた、都心から約9 km離れたモロゴロ道路上のポートアクセス道路との分岐点（ウブンゴ交差点）におけるOD調査（origin&destination survey）によっても、同地点を通る都心向けの交通量（总台数 2,911台）の分布は次のようであったと報告されている。



またこの場合、バスは90%、その他の車種の60%がモロゴロ道路を使用していた。

2,911台の交通量のうち、60%がドルエスサラーム近郊から発生し、30%がモロゴロ市、残りの10%が他のタンザニア国内（但し、一部にザンビアを含む）から発生したものであった。

以上の結果、ウブンゴ交差点からジャングワニ迄のモロゴロ道路沿いの地区からの都心向け交通の発生量は、次のように大略 4,000台/12時間と考えられる。

$$6,867 \text{台} * / 12 \text{時間} - 2,911 \text{台} / 12 \text{時間} = 3,956 \approx 4,000 \text{台} / 12 \text{時間}$$

これは、一方向の台数であるから帰ってくる台数も考えれば、2倍になって本節の始めに述べた 8,000台/12時間が得られる。

(注：*1982年3月実施したモロゴロ道路の交通量調査（都心向けの台数）による。)

以上のように、モロゴロ道路は首都に勤労者を送り込むための、最も重要な通勤路であり、バス又はそれ以外の車で通勤する人以外にも、1982年3月の調査で 2,400人/時の徒歩による通勤者も観測されている。したがって、本道路はドルエスサラーム市の首都としての機能に非常に密接不可分に結びついた道路であると考えて良い。

Fig. 2-2 EXISTING CLASSIFIED ROAD SYSTEM



Table 2-2 TRAFFIC VOLUME BY TYPE OF VEHICLE ON MOROGORO ROAD

(Mar. 1982)

Time	Private Cars	Taxi	Common Buses	Articulated Buses	Trucks	Total
7-8	233	110	59	12	43	457
	249	103	63	12	63	490
	(482)	(213)	(122)	(24)	(106)	(947)
8-9	246	182	43	12	46	529
	220	155	38	16	43	472
	(466)	(337)	(81)	(28)	(89)	(1,001)
9-10	269	157	45	12	48	531
	234	148	49	10	44	485
	(503)	(305)	(94)	(22)	(92)	(1,016)
10-11	306	165	45	9	31	556
	271	186	41	10	44	552
	(577)	(351)	(86)	(19)	(75)	(1,108)
11-12	297	176	37	7	44	561
	284	161	40	5	47	537
	(581)	(337)	(77)	(12)	(91)	(1,098)
12-1	234	189	60	9	48	540
	330	181	39	13	65	628
	(564)	(370)	(99)	(22)	(103)	(1,158)
1-2	327	146	41	4	41	559
	326	190	53	7	68	644
	(653)	(336)	(94)	(11)	(109)	(1,203)
2-3	252	129	42	14	36	473
	349	173	54	27	83	686
	(601)	(302)	(96)	(41)	(119)	(1,159)
3-4	357	294	102	30	91	874
	372	197	56	6	69	700
	(729)	(491)	(158)	(36)	(160)	(1,574)
4-5	284	232	89	17	76	698
	389	170	54	13	80	706
	(673)	(402)	(143)	(30)	(156)	(1,404)
5-6	326	198	78	20	39	661
	286	204	73	14	60	637
	(612)	(402)	(151)	(34)	(99)	(1,298)
6-7	205	134	43	11	35	428
	243	181	41	15	45	525
	(448)	(315)	(84)	(26)	(80)	(953)
Total	6,889	4,161	1,285	305	1,279	13,919

UPPER : S → C
 MODEL : C → S
 LOWER : TOTAL

Sub. to City 6,867
 City to Sub. 7,052

第3章 計画地概況

第3章 計画地概況

3-1 一般状況

ダルエスサラーム市は、タンザニアの首都であると同時に、インド洋に面する港のひとつであり、その名の示す如く“平和な”東アフリカの主要な良港として、古くから繁栄してきた。その人口は1978年の人口調査によれば約85万人程度であったが、以後流入する人口を含めて毎年3%程度の割合で増加しており、現在はほぼ130万人程度と推定される。(これは約3%程度とされるタンザニア全土の人口増加率に比較して非常に大である。)

ダルエスサラーム近辺では、月平均気温は最低23.3℃、最高27.6℃、4月が最も蒸し暑く、湿度82%、雨期は4～5月、10～11月の年2回あり、平均雨量は約1,000～1,100 mm程度であって、あまり多くはなく、雨期のときのことは別にしても、乾期には強い日光の直射の下で、非常に乾燥した感じを受ける。

モロゴロ道路の今回の改修計画の対象となっている約2.7kmは、ダルエスサラーム市内のU.W.T. Streetとの交差点(Kisutu地区)から、市街地を通過してUnited Nations Roadとの交差点を通過してムシンバジ河床に下り、これを横断する、(河床横断部の長さ約800m)。さらにふたたびMapipa地区で対岸に上り、モロッコ道路の交差点(Magoneni地区)迄の区間である。

始点付近の市街地内及び終点付近の新築住宅地付近は、特に地質的に問題はないように思われる。左岸に再び上るMapipa地区の両切り土部分においては、今回調査団の滞在中にMORが路盤及び路床を緊急に改良する工事を実施していたので、今後の問題はないと思われる。

ムシンバジクリークを渡るところは、ジャングワニブレイイングフィールドと呼ばれて、サッカーグラウンド等があって市民のリクリエーションの土地として親しまれている。この部分は数10cmの表土層を取り除くと、厚さ同じく数10cm程度(と思われる)の粒径2～4mm位の大変美しく白い砂層が堆積している。

その下は、多少なりとも粘土分を含む土質になるが、概して水はけは良いものが多く、したがって長期にわたって徐々に起るような圧密沈下が多量に発生するとは思えない。(なお、この地区の地下水位は、乾期でも地表面下0.5m内外であって、かな

り高い。)

なお、本件実施の場合、問題となると見られる事項としては、次の3点があげられる。

- ダルエスサラームは、上水道はあるもののビルの2～3階以上では、水の出が悪く、また水質もあまり良いとは言えない。
- 電力は、一応供給されていて停電は殆んどないが、工事用電力は一般市内用の配電線にたよるか否かは、今後の調査により決める必要がある。
- 工事用機械のためのディーゼル油（その他、多少のガソリン）については、輸入量から品不足が考えられるため、十分確保する必要がある。

3-2 土質調査および試験

〈実施した調査項目〉

今回の調査期間に実施した土質調査および室内試験は以下のとおり。

a. 機械ボーリング（2ヶ所）

場所

No 1 Jangwani Playing Field 中央部 10.5m

No 2 Msimbazi Bridge（現橋）付近 16.5m

合計深さ27.0m

b. ラム・サウンディングテスト（4ヶ所）

場所

No 1 Msimbazi Bridge (現橋)

上流部左側 11.0m

No 2 Msimbazi Bridge (現橋)

上流部右側 9.0m

(機械ボーリングと同位置)

No 3 Jangwani Field内水路

上流部右側 6.0m

No 4 Jangwani Field内水路

下流部右側 7.0m

合計深さ 33.0m

c. 室内試験

機械ボーリングからの試料に関する試験項目

ふるい分け試験	2
ハイドロメーター試験	2
比重試験	2
自然含水比試験	2
アッターベルク試験	2
直接せん断試験	2
三軸せん断試験	2

盛土材料、路盤材料の試料に関する試験項目

ふるい分け試験	5
ハイドロメーター試験	3
比重試験	3
自然含水比試験	3
アッターベルク試験	3
4日水浸CBR試験	3

d. モロゴロ道路沿いの骨材原石産地調査

コンクリート骨材、アスファルト骨材の原石産地について、クンドチ、ムソル

ワ、ミケセ等の産地を訪問し、原石を調査した。

砂の産地としてはダルエスサラーム市内に多くみられ、MBAGALA (18km)、TATABATA (13km)、BUNJU (22km)、BOKO (18km)があった。

(調査および試験の結果)

a. 高盛土、ボックスカルバートの基礎

No 1 ボーリング結果

地下水位	-0.30m
表土層	0.6 m
粗砂層	6.0 m
SPT (N)	5~10
被圧水	-7.0 m以深にあり、N=15~17

b. Msimbazi橋(改修)工事の基礎

No 2 ボーリング結果(現橋右岸橋台附近)

地下水位	-0.50m
表土層	0.75m
粗砂層	15m以上
途中 4.5m深土で、粘土分の多い細砂層が 0.9m程あり	
SPT (N)	深土10mより、N=20以上
	16.5mでN=37.5

杭基礎を採用する場合でも15m以上と考えられる。

No 1 ラムサウンディング結果(現橋左岸橋台附近)

深さ11mで貫入不能に近い状態であったが、右岸のN=20程度に相当すると思われた。

c. Jangwani Field内Waterway橋工事の基礎

No 3, No 4 のラムサウンディング結果(排水路附近)

12m程度の杭基礎が望ましい。

d. 盛土材料

4日水浸CBR試験によると

ラテライト (2 サンプル) ……いずれも CBR = 3

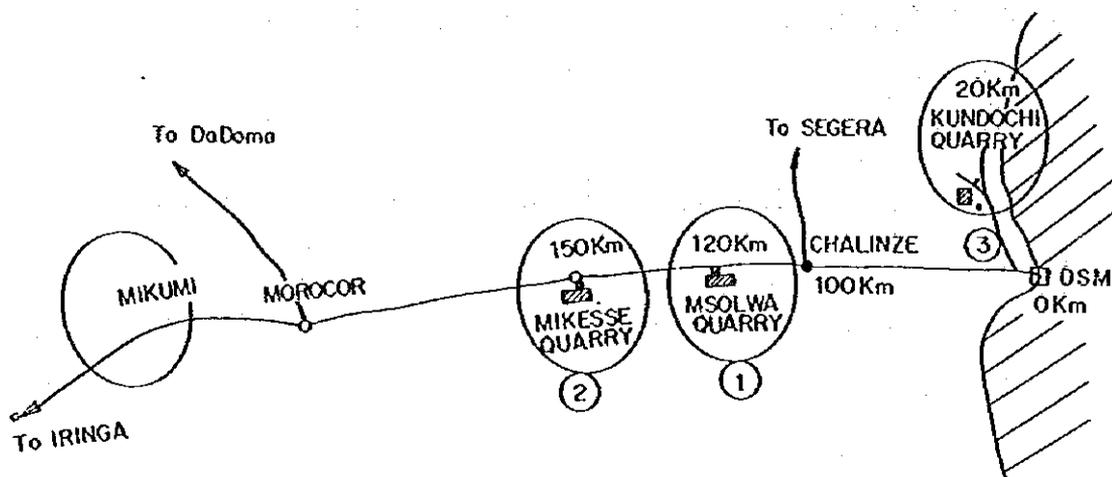
砂 (テストピット材料) …… CBR = 11

という結果が得られた。

洪水による浸水が予想される本盛土工事ではクンドチで得られるラテライト質の材料より、ジャングワニ地域内で得られる砂の流用が望ましいと思われる。

e. 骨材の原石産地

各原石産地の観察からは、ムソルワ (MSOLWA) の片麻岩系の原石が良質であった。しかし、プラントの設備が不備のため土砂分が9%程混入する砕石を生産していたことが問題点といえる。それぞれの産地の分布図は下図のとおり。



3-3 測量および埋設物

1) 測量

(1) 改良対象路線の実測結果

A地区(市街地拡巾部)	-U.W.T.St. ~U.N.Rd.	870m
B地区(郊外盛土拡巾部)	-U.N.Rd. ~現橋	900m
C地区(郊外切土拡巾部)	-現橋~ロータリー	500m
D地区(郊外拡巾部)	-ロータリー~MOROCCO Rd.	460m
合計		2,730m

(2) 路線縦断測量

C地区を除いて、路面にポイントを設置して路線水準測量を実施した。

更に現橋部路面高と下流のスレンダ-橋歩道橋(旧橋)(E1. 4.01m)とを結ぶ水準測量を実施し、その差が約2.0mであることを確認した。

(3) 横断測量

既に実施されている横断測量を確認する目的で数本の横断測量を実施した。

(4) 平面測量

交差点の平面形状を5ヶ所の交差点において実施し、主要点の高さも観測した。

(5) 地形測量

ムシバジ河橋梁附近の地形平面測量を実施した。

(6) 地上障害建物調査

一部街路の中心線を移動して、可能なかぎり障害物を少なくする目的で、新たな中心線を想定し、しかる後に拡巾改良工事に障害となる地上建物の影響する範囲を測量した。

2) 埋設物

今回の調査期間内で得られた対象埋設物は、水道管、電話線、電力線、排水・下水管が主なものであり、各家庭別の水道管、電話線の調査は実施していない。

(1) 水道管 (Water Supply Pipe)

管轄事務所 : DSM WATER CORPORATION SOLE

担当者 : MR. J.L. SIMA

Water Distribution Engineer

図 3-1 に示すように、18インチパイプの海側への移設が 800m プラスの間
わたり求められる。

(2) 電話線 (International Telephone line)

管轄事務所 : TANZANIA POSTS AND TELECOMMUNICATION CORPORATION

担当者 : POSTA HOUSE -MR. NDEDYA

External Planning Officer

TELEPHON HOUSE -MR. YA. SIGARA

Underground Telephone Cable

Maintenance Engineer

図 3-1 に示される 4 本のケーブルの明細は以下のとおり。

- a. 300/0.5 LC PCUT No 1 1.40 "
- b. 100/0.5 LC PCUT No 2 1.0 "
- c. Laxative Cable 8 tubes 28.2mm
- d. LC PCQL 250/0.63~1.88mm Red cover

(3) 電力線 (Electric Power Line)

管轄事務所 : TANESCO ELECTRICAL CABLES

担当者 : MR. MTAITA

Regional Manager DSM

図 3-1 に示されるとおり、11KV、33KV が地上 6.5m の高さで横断しているの
で、モロゴロ道路の高上げのためこれらの高圧線の高上げ工事が必要である。

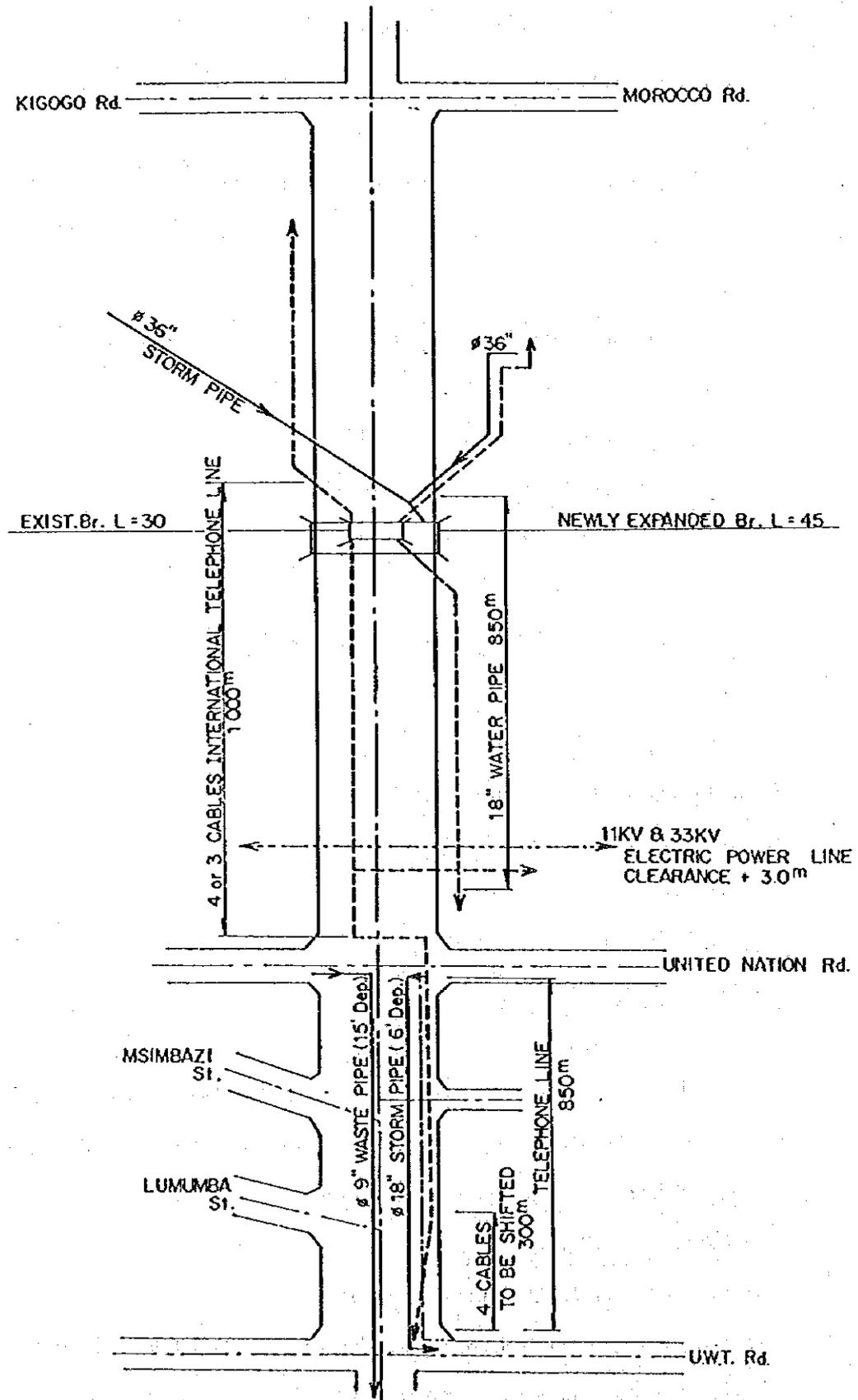
(4) 排水・下水管 (Sewer & Storm Water Pipe)

管轄事務所 : CITY COUNCIL

担当者 : MR. S. TIBANYENDA City Engineer

図 3-1 に示すように U.N. Rd. より U.N.T. Rd. に向かって 9 インチパイプと 18
インチパイプが道路路面下に埋設されているが、特に移設は必要ないと判断され
るが連絡するパイプは必要と思われる。

Fig. 3-1 PRESENT CONDITION OF THE UNDERGROUND FACILITIES



3-4 交通量

交通量調査はモロゴロ道路の道路規格決定およびモロゴロ道路と交差するU.W.T.道路、ルムンバ道路、ムシバジ道路、UNITED NATIONS道路およびモロゴロ道路との各交差点の基本設計に必要な資料とするために行なうものである。

しかしながら、現在モロゴロ道路はジャングワニの現橋より西側の約200mの区間において道路局により改修工事が実施されており、UNITED NATIONS道路との交差点からマゴメニのロータリーまでの間が全区間通行止めとなっているため、迂回交通が多数発生して通常の交通量を把握するのは極めて困難であった。

従って、今回は図3-2に示した地点において交通量調査を行ない、迂回交通量を推定した上で、モロゴロ道路の交通量を推定するに止めるものとする。

交通量調査結果（台/時、両方向、1984年2月16日）

観測点 番号	道 路	7～8時	8～9時
1	BAGAMOYO道路	3,363	2,653
2	MOROGORO道路	82	79
3	MOROCCO 道路	733	489
4	MOROGORO道路	735	498
5	PORT ACCESS 道路	672	369
6	MOROGORO道路	584	326
7	PORT ACCESS 道路	494	274
8	MOROGORO道路	584	383

注) 上記の観測点番号については次頁の図を参照のこと。

Fig. 3-2 TRAFFIC SURVEY POINTS



3-5 気象および潮位

気象記録は、Directorate of Meterology からダルエスサーラム市周辺の降雨量を入手した。主な降雨量観測所と入手した雨量の種類は次のようなものであった。

降雨観測所名	入手した降雨量資料	
	年間降雨量	年間最大日雨量
(1) DSM Airport	1957~1982	1954~1982
(2) Msimbazi Mission	1956~1982	1953~1982
(3) Chemical Laboratory	1954~1982	1954~1982
(4) Tanganyika Packers	1967~1982	1952~1982
(5) Ubuugo Maji	1959~1982	1981及び82のみ
(6) Pugu Forest	なし	1950~1982

さらに、後に述べる洪水の痕跡調査から、1978年の多雨期（3～5月、11月～12月）につき、上記(1)、(2)及び(3)の3雨量観測所における毎日の日雨量の記録も集めた。

海の潮位については、1984年分の潮位を全部入手し、さらに1978年11月の潮位（これは上記の日雨量資料により、1978年の洪水が11月の後半に発生したことが全く、確定的と判断されたためである）も入手した。

また、洪水痕跡の調査は、ムシンバジクリーク右岸の学校、病院等で集中的にこれを行い、この結果をもとにして更に左岸地区の民家に聞き込み調査を行って、1978年の洪水は既存橋梁（左岸側）の桁下約30cm位のところまで水没する程度（水位にして、El. +4.50m程度）であったこと、そして約1週間～10日間位、モロゴロ道路が交通不能になったことを確かめた。（なお、昨年11～12月にも1～2日の短時日ではあるが、交通不能になったことが2回位あり、今年の1月初め位まで周辺が水に浸っていたとのことである。）

調査結果より、ハガモヨ道路の交通量はモロゴロ道路を利用して市内の中心地区へ向う交通量を含んでいると思われるので、今回の調査結果より通常のハガモヨ道路へ転換したと思われる交通量を推定することができる。ハガモヨ道路の通常の交通量は最近の資料が無いため、1978年のピーク時交通量1950台/時をもとに、年率6%の増加率を用いて推定すると、2,770台/時と想定される。従って、転換交通量は590台/時と推定される。一方、ウブンゴ交差点においてPORT ACCESS 道路へ転換する交通量も発生していると推定される。昨年、PORT ACCESS 道路で観測された交通量は401台/時であり、今回の観測値は672台/時であった。単純に考えると、今回の観測値と昨年の観測値との差し引き270台/時が転換交通量と言えよう。

以上より、転換交通量の合計は860台/時と想定され、モロゴロ道路のジャングワニ地区の通常交通量は、現在の観測値80台/時にこの転換交通量を加えることにより940台/時と想定される。

この結果は、1982年3月に観測された947台/時とほぼ同様である。

従って、モロゴロ道路の12時間交通量も1982年3月の観測値と同様と考えられ、約14,000台/12時間と想定される。

なお、この交通量調査の結果、スレンダー橋建設の効果としてBagamoyo道路の交通が極めてスムーズになり、午前7時～9時の2時間のうちに、実に6,016台もの車を通過させていることもあきらかとなったのは、大きな収穫であった。

第4章 基本計画および基本設計

第4章 基本計画および基本設計

4-1 目的および内容

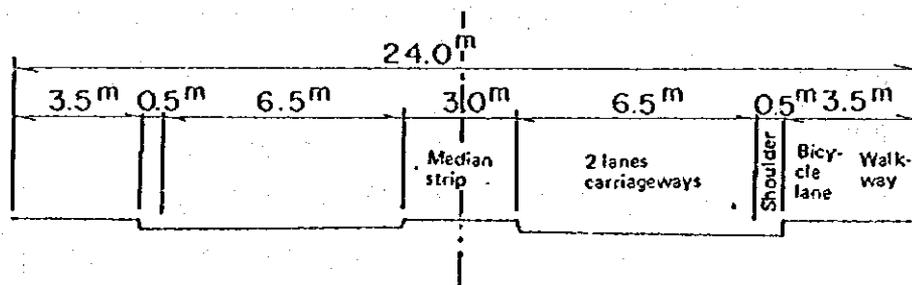
本計画は、モロゴロ道路の交通混雑の解消および洪水時の道路冠水を防止するための改修計画を立案し、必要かつ最適な基本設計を行うことを目的としている。

本計画の内容は、現道の拡幅、交差点改良、盛土計画、橋梁・雨渠の配置および埋設物等の移設である。

4-2 基本計画

1) 現道の拡幅

現在、モロゴロ道路の交通量は、約14,000台/12時間（1982年3月の観測）で、すでに容量が不足しており、毎日のように混雑しているため、幅員を2車線から4車線に拡幅し、モロゴロ道路が市内幹線であることから中央分離帯および歩道等を設置する。計画幅員は、現地の事情および日本の主要都市内道路を参考にして24mとする。同様に、設計速度は一般部は60km/h、交差点部は40km/hとする。（計画道路断面を次図に示す。）



2) 交差点改良

U.W.T, LUMUMBA, MSIBAZI, UNITED NATION, MOROCCO の各交差点のうち、U.W.T. 交差点は、すでに改良済みと判断されるため、モロゴロ道路の取り付けを考慮した部分的改良に止める。その他の交差点については、必要に応じて全体的に改良する。

(i) 左折車線

グルエスサラーム市内のほとんどの交差点において左折車線が既に設置されて

いることと、および左折する交通を円滑に流すために、原則的に各交差点において左折車線を設置する。

(2) 右折車線

右折する交通を円滑に流すために、原則的に各交差点において右折車線を設置する。右折車線は、中央分離帯の幅が 3.0mあるため設置が容易である。

3) 盛土計画および工事中の交通

(1) 盛土計画

a. 洪水による冠水をうける可能性のある特殊な盛土であるため、1:2.0のゆるい法面勾配を採用する。

b. 盛土材料は、ムシンバジクreek内より砂質土を採取、ストックパイルにて水を分離した後、盛土に流用する。工事完成後クreek内の河川敷は材料採取の跡を残さぬように整地するものとする。

c. 橋台付近の法面は、中心線間隔10m×5m程度の枠内に、コンクリートブロック50cm×50cm×10cmを使用して保護する。但し、他の部分はラテライト又は粘性土にて保護し、植生を計画する。

d. 上流側の盛土尻には、土工終了後トレンチ（深さ最大10cm）を設け、洪水がブレイキングフィールドを冠水する初期に、その排水を中央の函渠に円滑に導くものとする。

(2) 工事中の交通

道路天端巾は24mあり、盛土断面では下部で40mを超すことになるので、断面内段階切替え施工により完成断面内で工事中の現況交通を通過させる事が可能である。

ただし、MAPIPA地区切土坂巾区間では片側施工の必要上、最初は一方通行を余儀なくされる時期もある。



① ② & ③ denotes passages of public traffic in stages

4) 橋梁および函渠の配置

(1) ムシンバジ河集水域内の道路

ムシンバジ河の 240km にわたる集水域内には、モロゴロ道路のジャングワニ地区と同じように、ポートアクセス道路とキゴゴ道路が河川敷を横断している。その位置と道路に施工された排水構造物の延長は次のとおりであった。

ポートアクセス道路

モロゴロ道路より約 4 km 上流に位置し、長さ 90 m にわたりムシンバジ河の流域を横断している。

橋長（支間割）：90 m（40 m + 25 m + 25 m）

キゴゴ道路

モロゴロ道路より約 1.5 km 上流に位置し、長さ 50 m にわたりムシンバジ河の流域を横断している。

排水構造物の延長：10 + 10 + 20 + 6 = 50 (m)

このキゴゴ道路は、ほぼ完成に近い工事中のものであった。

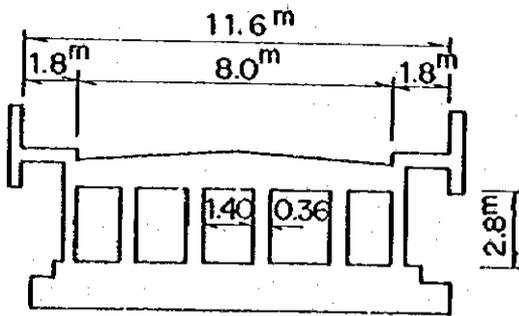
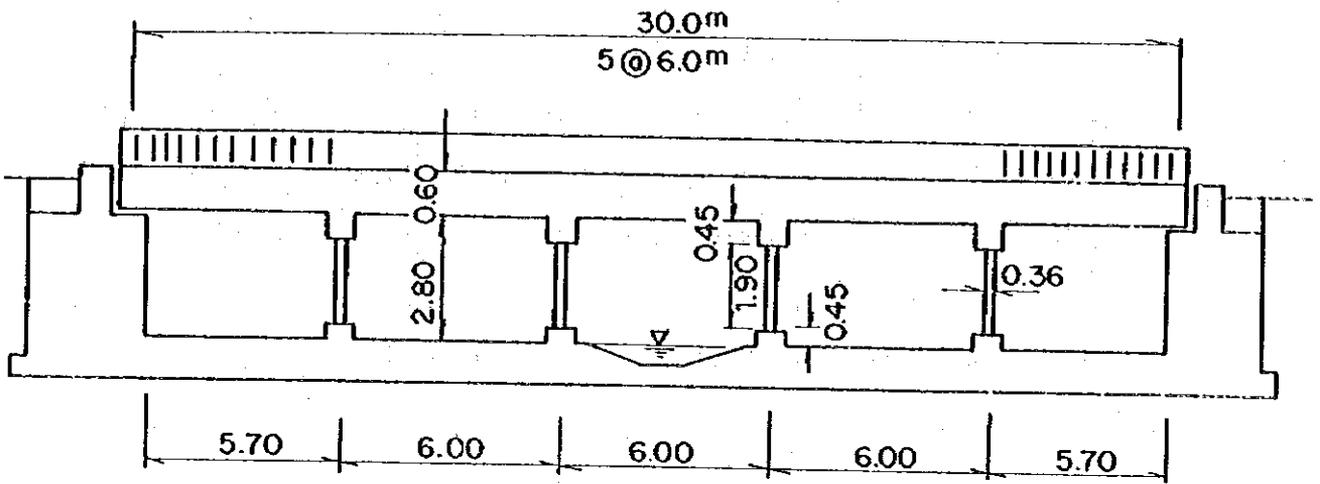
(2) モロゴロ道路の現橋（ムシンバジ河橋）

モロゴロ道路上の橋梁「ムシンバジ河橋」は延長 30 m あり、1954～1957年の頃、イタリヤ人の手で建設されたものであるとの情報以外、とくにその設計図は入手することが出来なかった。したがって基礎工に杭が使用されているのかいないのかは不明のままである。

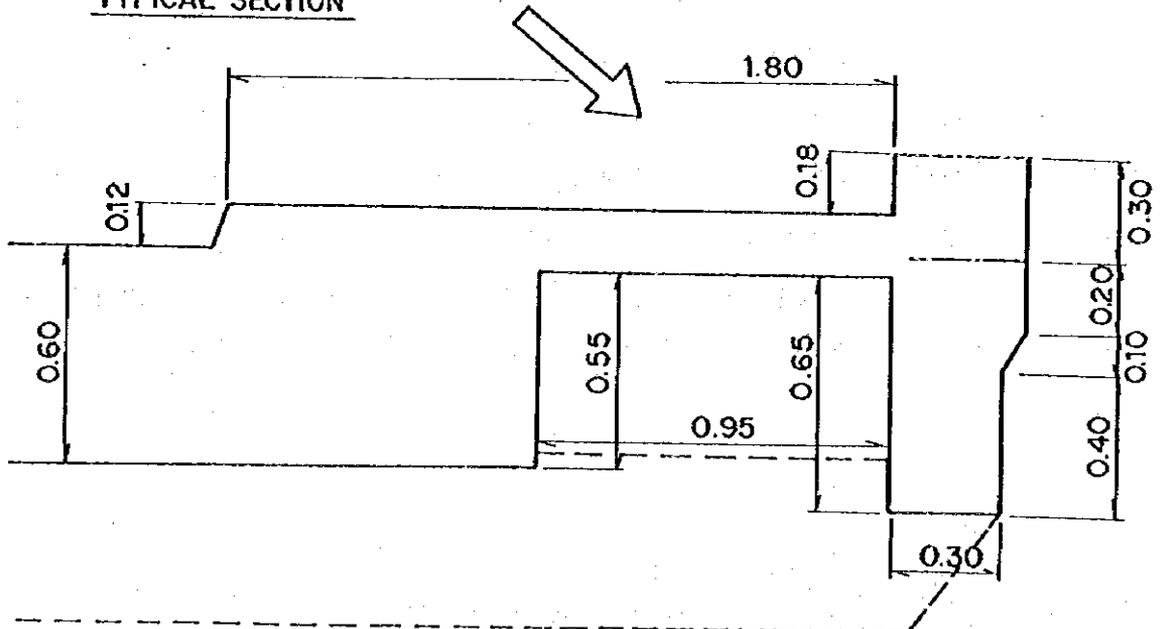
現地で測定した寸法図等は図 4-1 に示される。

現橋のコンクリート表面を観察したところ、とくにコンクリートの、劣化現象はなかったが、今後の交通量の増加を考慮すると、引き続き使用することは問題があるためこれを取りこわし、同じ位置に拡巾・拡張された新橋を建設することとした。

Fig. 4-1 EXISTING BRIDGE



TYPICAL SECTION



(3) 配置計画

現況のジャングワニ地区におけるモロゴロ道路の縦断は、次の3種の構造物に要約される。

—ジャングワニ旧橋：（左岸側）鉄筋コンクリート製、橋長31m、桁下空間約2.8m

—工場排水路：（右岸側）鉄筋コンクリート製、函渠、幅2.5m、高さ2.0m

—以上ふたつの排水構造物にはさまれるモロゴロ道路の被越流部（現地盤上の高さ1m以内）（この部分には排水構造物はない）

本プロジェクトのひとつの目的が、洪水によるモロゴロ道路の冠水の可能性をできるだけ減少することにあるのであるから、上記の被越流部は嵩上げせざるを得ない。（その高さは水文解析の結果、3.0m程度が必要ということが判明した。4-2.6）参照）

このような条件を加味しながら、本改修工事には次の3種の避溢構造物を配置することを提案する。

a. 工場排水路（No 1 橋）

ビール工場からの排水を主として流しているものであるが、排水路としては3～6.5m程度の幅を有しており、現道の下は幅2.5m、高さ2m程度の鉄筋コンクリート函渠である。これを、幅16mの橋梁に改築して洪水の流下をはかるものとする。この幅16mは、掘削のための精切り鋼矢板打ち込み等の関係、及びムシンバジクリークの流心がこの辺でやや右岸よりになる傾向もあることにより決定した。

b. 函渠

中央部プレイングフィールドの上に冠水した水を排水するため、内空高さ3.0m、幅3.7mの鉄筋コンクリート函渠を6径間、被越流部のほぼ中央にまとめて並列に配置する。

c. ジャングワニ新橋（No 2 橋）

現況のジャングワニ旧橋を長さ31m（高さ標高6.0m）から45m（高さ標高6.70m）に延長し、高い位置に新橋を築造する。この橋の長さを長くすることは、旧橋の上流側において低水敷の幅が何故か縮小されていて、洪水の流下を

阻げる結果となっているため、これをあるべき姿にまで戻すということである。

以上の3種の構造物により、洪水の疏通は図るものとするが、その結果として発生する平均流速その他については、4-2, 6) 水文および水理解析を参照のこと。

(注：建設省発行の砂防技術基準(案)(昭和52年版)によると、計画高水流量 $500\text{m}^3/\text{sec}$ の川は、川幅60~80mで設計することが望ましいとされている。本クリークは、100年洪水で $424\text{m}^3/\text{sec}$ だから、このクラスに相当する。一方、提案された3種の橋梁および Box Culvertの総流水幅は $16+22.2+43.3=81.5\text{m}$ であり、以上の基準に大体一致する。)

5) 埋設物等の移設

(1) 移設方針

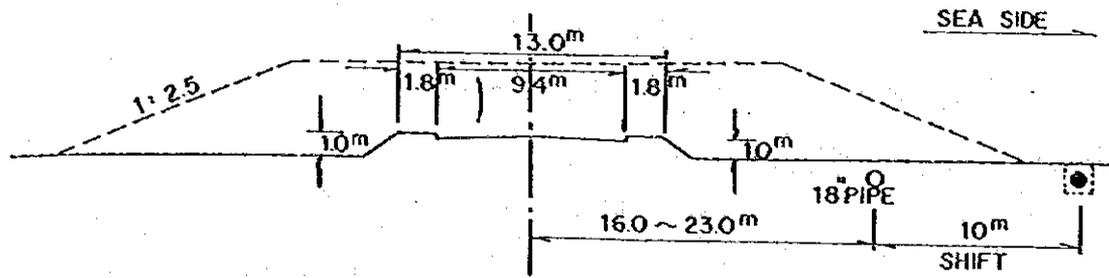
都市内工事の特徴として、次の諸工事が準備工事としてどうしても必要となる。(ただし、家屋とりこわしの前提としての住民の立退きが必要であるが、これはタンザニア政府によって行なわれる。)

- 家屋のとりこわし
- 水道管の移設(道路と平行埋設)
- 送電線の嵩上げ
- 国際電話線の移設(仮りの移設及び本移設)
- 下水渠(Storm Water Pipe)への既存連絡パイプの開塞
- 各家庭・事務所への水道管、電話線の連結

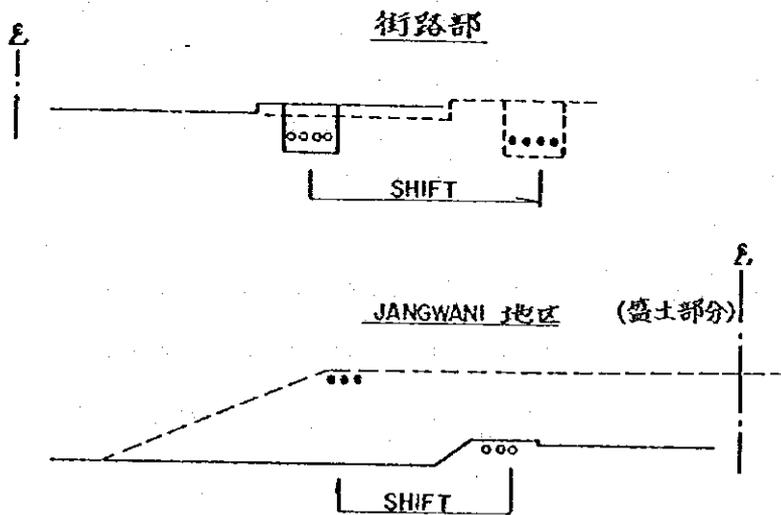
(2) 各埋設物の移設工法

a. 水道管

道路と平行に下流側に埋設されている18インチWater Pipeは、10m以上更に下流側への新設移設が求められる。移設時期は、盛土工事の開始前に完了する必要がある。現橋と同じようにムシンバジ河の渡河部分は歩道下部に架設する案に対して、低水流量が少ないことから低水敷の下に埋設する案も検討対象となろう。



b. 国際電話線



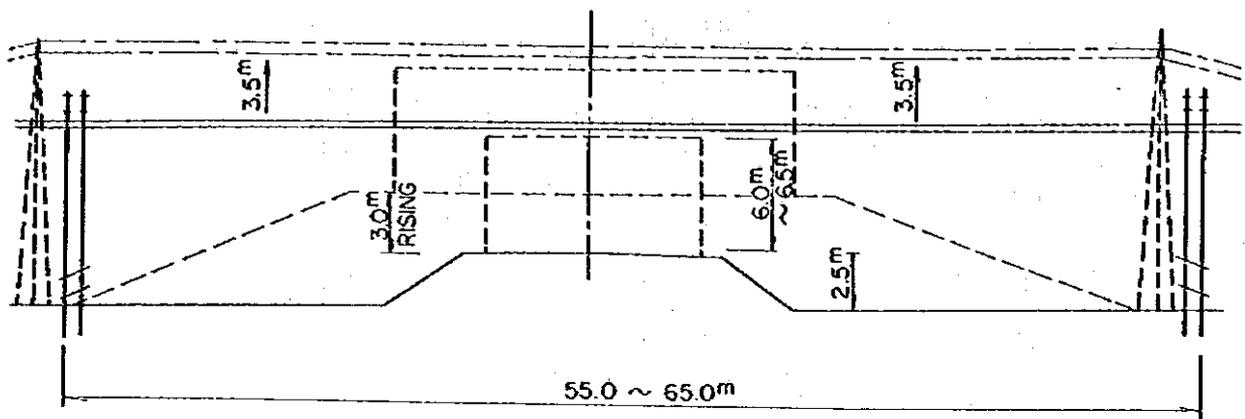
国際電話線の移設には、市内街路部の車道部拡市に伴う単なる水平移設と、ジャングワニ地区のように盛土完成後に新設移設される場合がある。移設時期は、市内街路部の移設は工事開始前に可能であり、またそれが必要である。ジャングワニ地区の移設は、土工事の完成時期にあわせることが必要になる。

ムシンバジ河橋への架設は、水密性なパイプ内を通して行っているので、歩道部下部への架設が必要である。工事中は、旧橋の取りこわしのときに、十分注意して脇に仮に移設しておく必要がある。

なお、市街部のU.W.T.St. よりU.N.Rd. 間において、海側歩道部には市内用の電話線も埋設されており、これも合わせて移設することが必要となろう。

c. 電力線

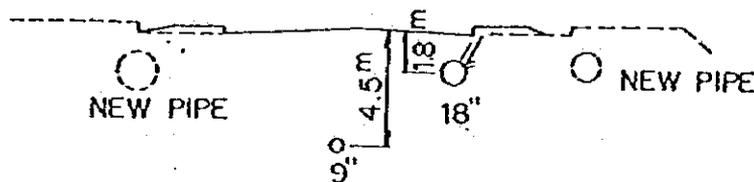
ムシンバジクリーク内の道路上に電力線（33kvと11kv）が横断している。現在の頭上のクリアランスは6.5mあるが、新道を拡市し嵩上げした場合、更に3.5m程度の嵩上げ（電力線の鉄塔2基を含む）が必要である。



移設時期は、工事初期が望ましい。

d. 下水、排水管

U.W.T.St. とU.N.Rd. 間のSEWER PIPE (9インチ) とSTORM WATER PIPE (18インチ) がそれぞれ深さ 4.5m と 1.8m の位置に埋設されている。拡巾に伴い STORM WATER PIPE (600mmφ) は新たに両側に設置されることになる。



e. 家屋・建物等の移転

モロゴロ道路の改修工事にもない、家屋・建物等の移転を必要とされる地上物件の概要は次のとおり。

- 民家建物 14軒
- 公共建物 1箇
- 路線沿い電柱 40本程度
- 路線沿い照明柱 20本程度

移設（または立退き）時期は、いずれも工事初期が望ましい。

ただし、住民の移転が完了するまでは市街内の工区の工期は、住民感情を不必要にしげきしないよう調整することが大切であろう。

6) 水文及び水理解析

本プロジェクトにおける水文及び水理解析の目的は、大略次の3点に要約される。

- a. ムシンバジクreekに発生する洪水の大きさは、大体どのようなものであるか？
- b. それによってジャングワニ地区の水位が大体どのようなものになるのか？（これによって、盛土の必要とされる嵩上げ高を決定する）
- c. その場合の流速（橋梁の下、あるいは涵渠の中）はどれ位か？また、これによる新モロゴロ道路の上、下流の水位差はどの程度か？

ここでは以上のような疑問について可能な限りの定量的解析を行なうが、同時に派生的に次のような問題も平行して発生する。

- d. 複数個ある雨量観測所間のデータの比較による精度の比較
- e. 海水位がムシンバジクreekの流量（結果的には水位）に与える影響がどの程度であるか？
- f. 一番最近に発生して、約1週間から10日間位の間、モロゴロ道路の交通を止めてしまった、1978年の洪水は大略どの程度のものではあったのか？

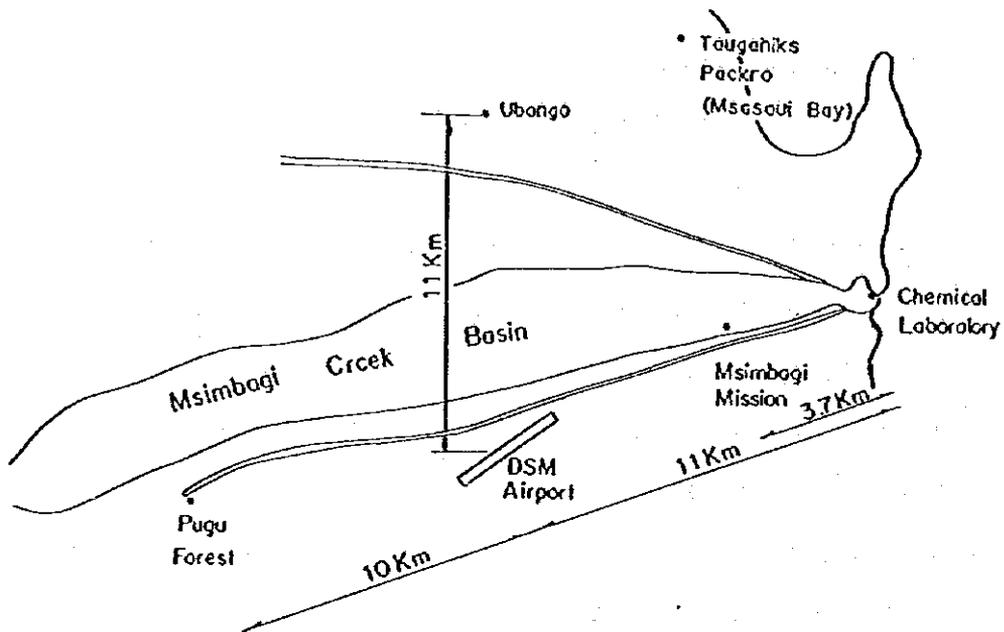
以上のd, e, fのような問題もある訳ではあるが、これらは上記a, b, cの事項についての通読を容易にするため、一括してAppendix-Vにまわして、ここではa, b, cについてのみ次の順序で述べる。

- 雨量観測所とその分布
- ダルエスラサーム空港の雨量データについての確率計算
- 雨量から流量への換算
- 洪水のハイドログラフとジャングワニ地区の水位
- 橋梁及び涵渠工の配置と洪水の流下速度

(1) 雨量観測所とその分布

雨量観測所としては、下記の6ヶ所があることが判明したのでその大略の位置と共に下に示す。

番号 観測所名	入手した降雨資料の種類		
	(1) 年間降雨量	(2) 年最大日雨量	1978年(3) 3~5月、 10~11月の日雨量
1. DSM 空港	1957~ '82	'54~ '82	有
2. Chemical Laboratory	'54~ '82	'54~ '82	有
3. Msimbazi Mission	'56~ '82	'53~ '82	有
4. Tanganyika Packers	'57~ '82	'52~ '82	無
5. Ubungo Maji	'59~ '82	'81~ '82	無
6. Pugu Forest	無	'50~ '82	無



(2) ダルエスサラーム空港の雨量データについての確率計算

以上の各雨量観測所からの降雨資料データをAppendix-Vに一括して表示する。各観測所の毎年の最大日雨量データについては、Appendix-Vに示すように、これら相互間に比較検討を行った結果、ムシンバジクreekの流域面積内の平均雨量としては、ダルエスサラームの空港の雨量データが最も精度良く測定されていると推定されたので、これによって代表させることにした。次頁に示すダルエスサラーム空港の年最大日雨量の確率計算により、確率雨量R (mm/day) は次式で与えられる。

$$\log (R - 37.8) = 0.3039 \xi + \log (35.1)$$

ただし、 ξ = 正規分布に関する係数

(表4-1の右下の表を参照のこと)

(3) 雨量から流量への換算

上記のように定まった確率雨量を用いて、洪水流量をRational公式によって算定する。

$$T = \frac{L}{12 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6}} = 8.2 \text{時間}$$

ただし、T = 洪水到達時間

H = 高低差 = 210m = 0.21km

L = 流路長 = 30km

A = 流域面積 = 240km²

R24 = 日雨量 (mm/H)

f = 流出係数 = 0.50

$$r = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{\frac{3}{2}} = 0.0853 R24$$

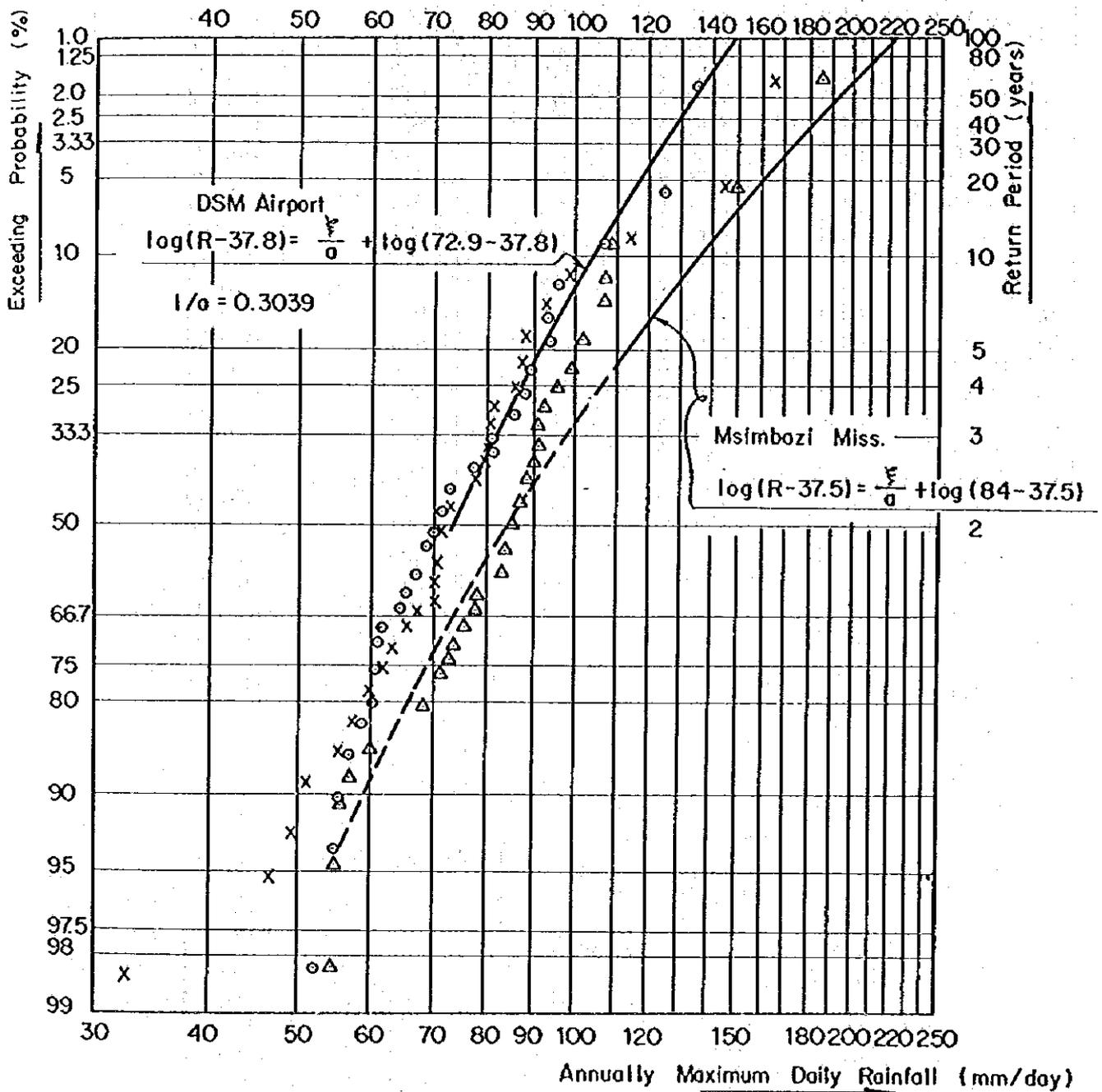
$$QP = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A = 2.843 R24$$

ここで、流出係数 (f) として0.50と比較的小さな値を用いたのは、河川の縦断勾配が0.7%と非常に緩いこと、年間降雨量が1,000mm内外で比較的になく、したがって流域が乾いた状態にあることが多い事等を考慮した結果である。(日本では、しばしばf=0.70位を採用することが多いがこれは勾配が急なこと、年平均雨量がタンザニアの1,000mm内外よりは多いこと等の結果である。) 参考のために、土木学会水理公式集から、日本内地河川のfの値を示しておく。

日本内地河川の流出係数 f の値

急峻な山地	0.75~0.90
三紀層山丘	0.7 ~0.8
起伏のある土地および樹林	0.5 ~0.75
平坦な耕地	0.45~0.60
かんがい中の水田	0.7 ~0.8
山地河川	0.75~0.85
平地小河川	0.45~0.75
流域のなかば以上が平地である大河川	0.55~0.75

Fig. 4-2 Exceeding Probability & Return Period of the Annually Maximum Daily Rainfall



- Legend:
- DSM AIRPORT
 - △ Msimbozi Mission
 - x Tanganyika Packers

Table 4-1 DSM AIRPORT, RETURN PERIOD OF ANNUALLY MAXIMUM RAINFALL

	Date	R (mm/day)	log R	R-37.8	log (R-37.8)	$\left\{ \log \frac{R-37.8}{35.1} \right\}^2$
1	6-4-68	136.9	2.1364	99.1	1.9961	0.2032
2	10-11-63	126.5	2.1021	88.8	1.9484	0.1625
3	13-11-79	108.4	2.0350	70.6	1.8488	0.0921
4	2-5-55	95.5	1.9800	57.7	1.7612	0.0466
5	20-11-80	94.1	1.9736	56.3	1.7505	0.0421
6	3-5-57	94.0	1.9731	56.2	1.7497	0.0418
7	22-5-54	89.7	1.9528	51.9	1.7152	0.0289
8	4-2-61	88.1	1.9450	50.3	1.7016	0.0244
9	10-12-59	86.4	1.9365	48.6	1.6866	0.0200
10	8-5-82	81.0	1.9085	43.2	1.6355	0.0081
11	16-4-72	80.5	1.9058	42.7	1.6304	0.0072
12	12-4-60	77.7	1.8904	39.9	1.6010	0.0031
13	7-4-78	72.4	1.8597	34.6	1.5391	0.0000
14	28-4-73	70.2	1.8463	32.4	1.5105	0.0012
15	4-5-79	70.1	1.8457	32.3	1.5092	0.0013
16	25-4-69	69.1	1.8395	31.3	1.4955	0.0025
17	26-11-77	68.2	1.8338	30.4	1.4829	0.0040
18	28-4-64	66.8	1.8248	29.0	1.4624	0.0069
19	16-4-65	65.4	1.8156	27.6	1.4409	0.0109
20	10-4-62	62.0	1.7924	24.2	1.3838	0.0261
21	20-4-58	61.7	1.7903	23.9	1.3784	0.0279
22	25-1-56	61.2	1.7868	23.4	1.3692	0.0310
23	3-5-81	61.1	1.7860	23.3	1.3674	0.0317
24	14-1-74	59.1	1.7716	21.3	1.3284	0.0470
25	11-4-66	57.4	1.7589	19.6	1.2923	0.0640
26	21-12-67	55.8	1.7466	18.0	1.2553	0.0841
27	15-3-76	55.4	1.7435	17.6	1.2455	0.0899
28	4-5-70	52.7	1.7218	14.9	1.1732	0.1385
TOTAL			52.5025			1.2470
Average			1.8751		1.5450	
			Rg = 75.0		Ro = 35.1 - b = 72.9	

$$b_1 = \frac{136.9 \times 52.7 - 75.0^2}{2 \times 75.0 - (136.9 + 52.7)} = -40.1$$

$$b_2 = \frac{126.5 \times 55.4 - 75.0^2}{2 \times 75.0 - (126.5 + 55.4)} = -43.4$$

$$b_3 = \frac{108.4 \times 55.8 - 75.0^2}{2 \times 75.0 - (108.4 + 55.8)} = -29.8$$

Average Value $b = -37.8$

$$S_x = \sqrt{\frac{1.2470}{28}} = 0.2110$$

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2N}{N-1}} \cdot S_x = \sqrt{\frac{2 \times 28}{27}} \times 0.2110 = 0.3039$$

$$\log (R-37.8) = \frac{t}{a} + \log(72.9 - 37.8)$$

Return Period (Years)	Value of \bar{Y}	Value of Daily Rainfall (mm)
2	.0000	73
3	.3045	81
5	.5951	91
10	.9062	104
20	1.1631	117
30	1.2978	125
40	1.3859	130
50	1.4522	135
100	1.6450	149

以上のような計算の結果、次の表の第(3)欄に示されるような洪水のピーク流量が得られ、同じく第(4)欄に示されたような総流出量を得られた。

表 4 - 2 確率雨量及び流量

(1) 確率年	(2) 予想される 最大日雨量 (mm/日)	(3) 予想される ピーク流量 (m ³ /sec)	(4) 総流出量 (10 m ³)
10	104	296	12.5
20	117	333	14.0
30	125	355	15.0
40	130	370	15.6
50	135	384	16.2
100	149	424	17.9

(4) 洪水のハイドログラフとジャングワニ地区の水位

10年及び50年洪水に対応する、ジャングワニ地区への流入洪水のハイドログラフを次頁の上を示すように設定した。ハイドログラフ決定の大要は次のとおりである。

ピーク流量は前記の値とする。

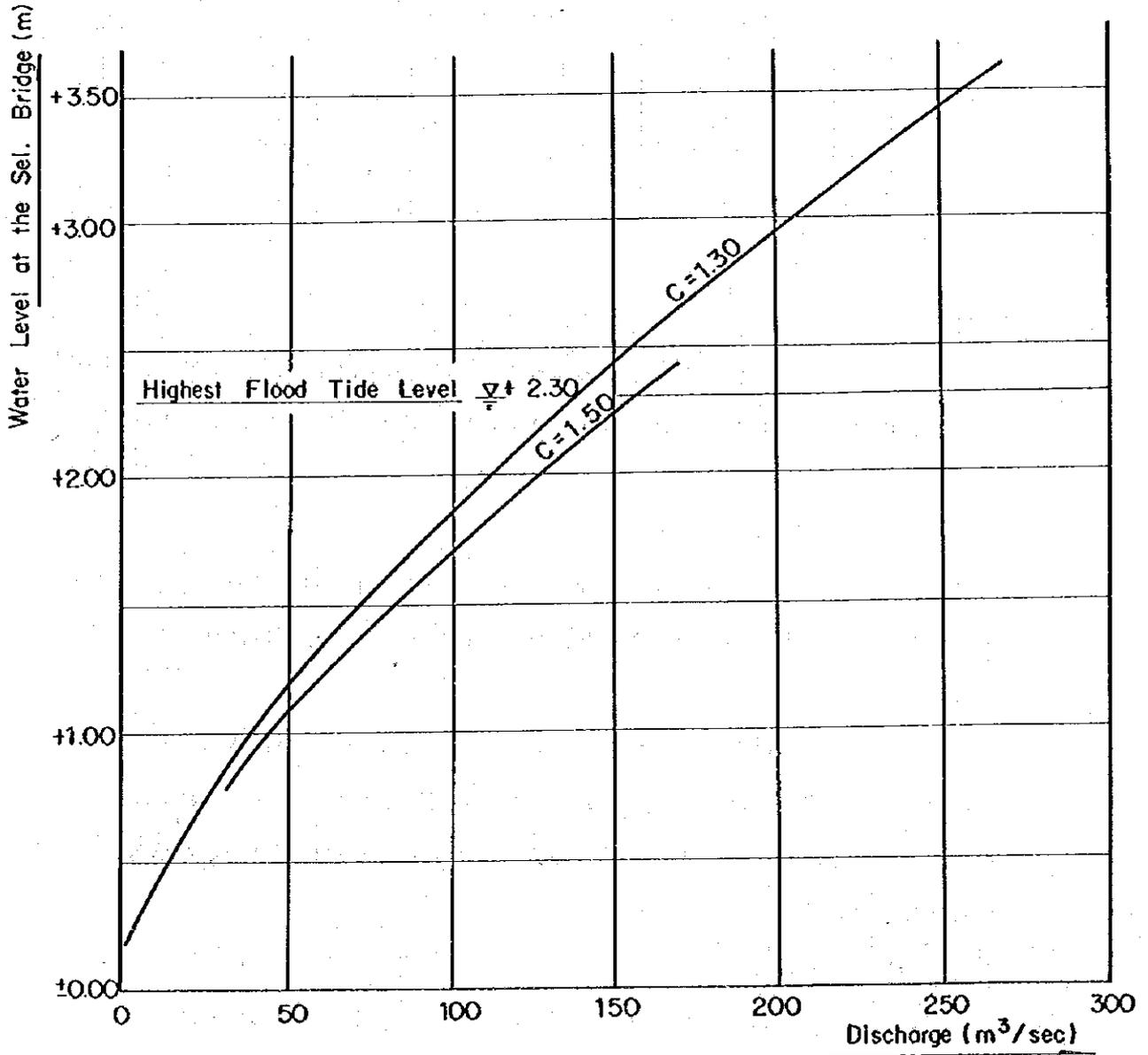
洪水到達時間は、10年洪水 8.0時間、50年洪水 9.0時間として、前記の計算上の8.2時間にできるだけ一致させた。総流出量も前記の計算にほぼ合致するようにした。

さらにスレンダー橋からの流出量は、標高±0.00に長さ30mの越流頂を有する越流セキと仮定し、越流係数についてはC=1.30およびC=1.50の2種類を仮定して、10年洪水についてはこのCの値の差によりどれだけ水位の差が出るか比べてみた。

$$Q_{out} = C B H^{\frac{3}{2}}$$

上記の流入する洪水の流量とスレンダー橋の下から流出する流量との差が、キゴゴ道路附近より下流、モロゴロ道路を経てスレンダー橋迄の約4kmの河道に貯流されることになる。(この区間の貯水面積は2.125km²(=2.125×10⁶m²)である。)

Fig. 4-3 DISCHARGE RATING CURVE
(SELANDER BRIDGE)



時間の単位を30分 (= 1,800秒) 毎にして、この時間毎に流入する量及び流出する量を計算し、その差は貯留される量 (m³) となり、それを面積2.15×10 m²で割って、水位変化とした。*

(注：*四角の弁当箱のような貯水池を考えたということである。したがって、水位と貯水容量の関係は全く1次的であるという事を計算の簡便の為に仮想したことになる。)

以上の計算結果を次頁に、流出量および水位の時間変動曲線として示す。

計算結果で、当面の問題として一番重要な水位の時間的变化は図4-4の下半分に示すが、計算の結果を一括して表示すれば次のようになる。

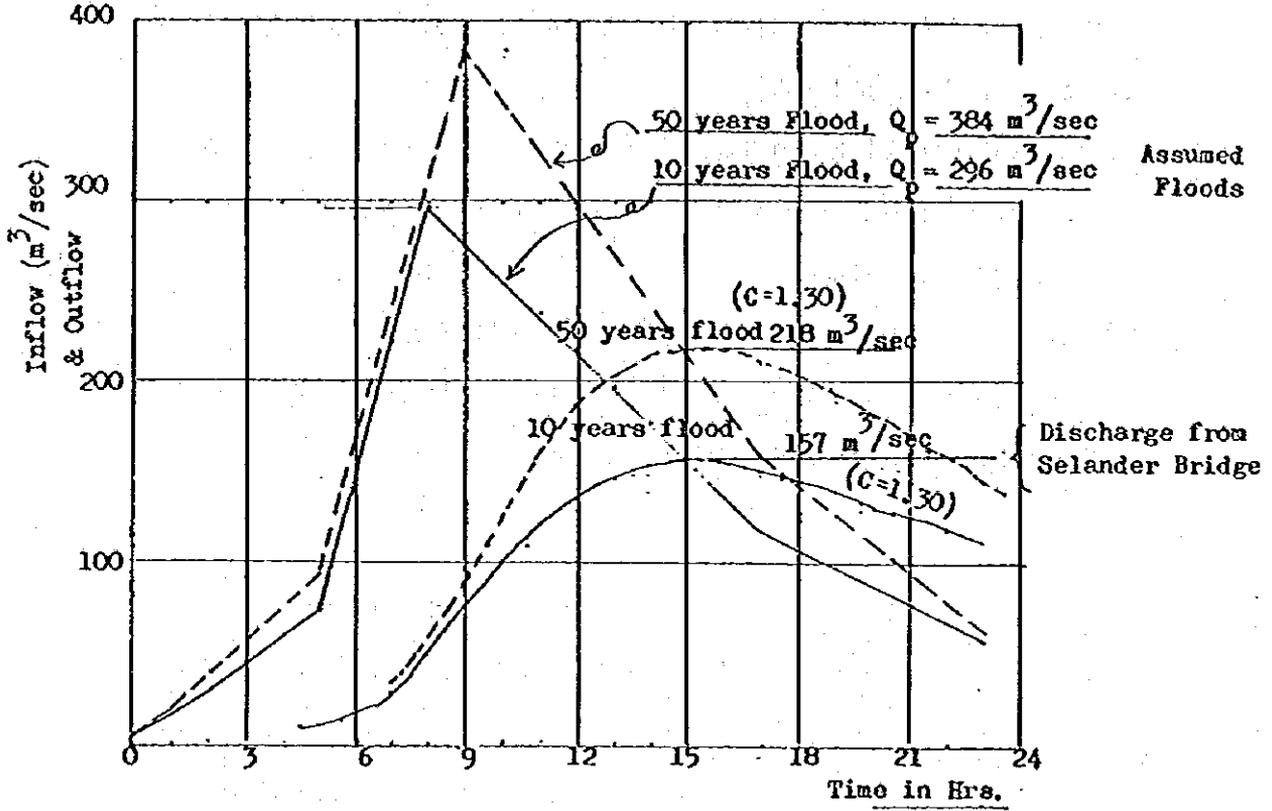
表4-3 計算結果一覧

	(1) 流入する洪水の ピーク流量	(2) 使用した 越流係数 (c)の値	(3) スレンダー橋 からの流出の ピーク流量	(4) 最高水位	
				スレンダー橋	ジャングワニ 地区
10年洪水	296m ³ /sec	1.30 1.50	157m ³ /sec 166m ³ /sec	2.54m	5.74m
				2.39m	5.59m
50年洪水	384m ³ /sec	1.30	218m ³ /sec	3.15m	6.35m

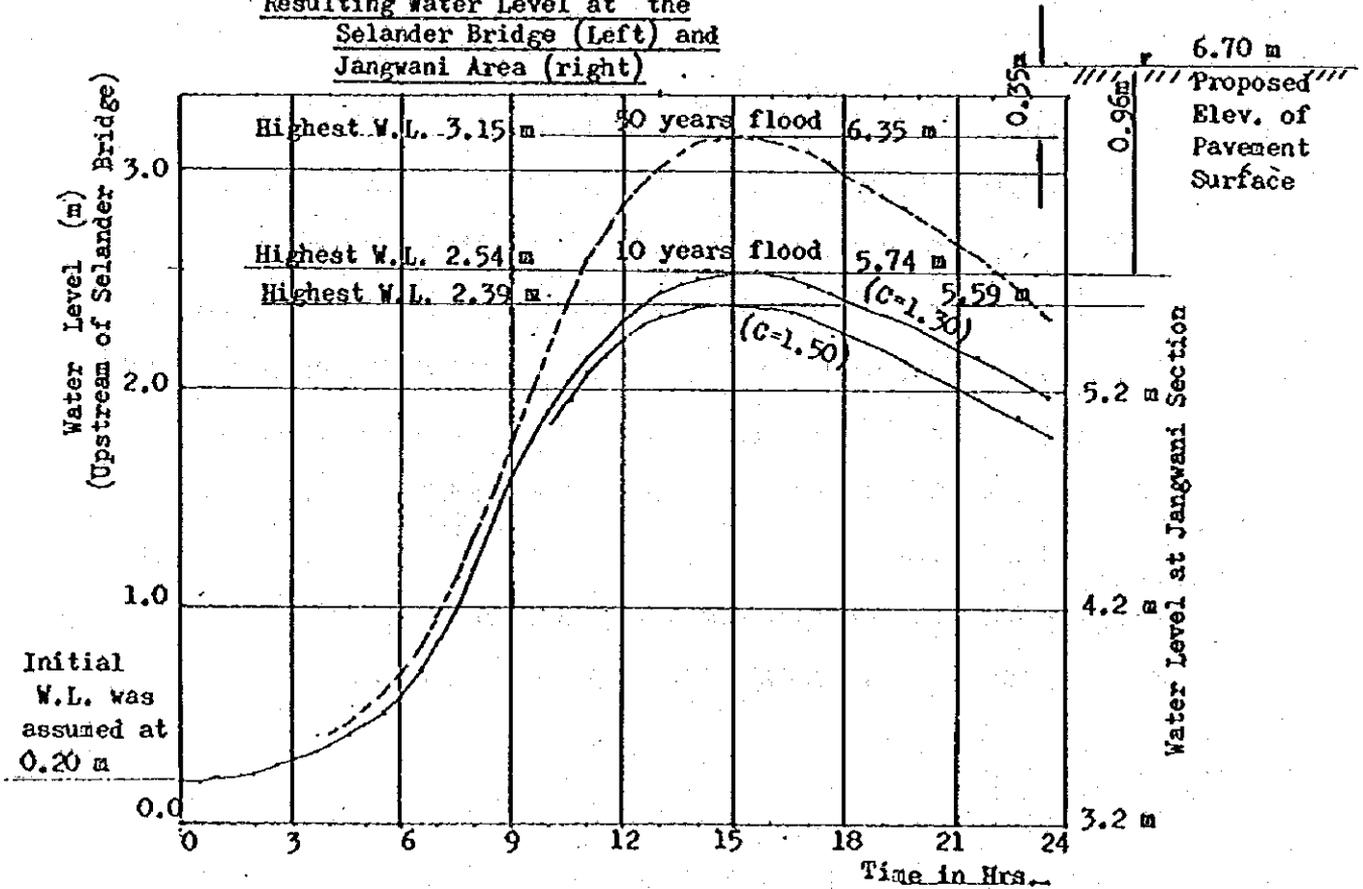
(注：(4)欄の左側はスレンダー橋における水位を示し、同欄の右側はジャングワニ地区における水位を示す。計算上の仮定として、前者における水位上昇(又は変動)は、そのままの大きさで後者に同時に表われるものとした。つまり、スレンダー橋である時間内に1.20mの水位上昇があれば、ジャングワニでも同時間内に1.20mの水位上昇がある筈だと仮定したということである。さらに両地点の間に原地盤高の差が約3.2m位あるので、ジャングワニの水位は常に(スレンダー橋の水位+3.20m)として示すものとした。)

以上の計算において上の表の(2)欄に示したように、越流係数(c)の値として、1.30及び1.50のふたつの値を使用した理由は次のとおりである。

Fig. 4-4 Inflow to Msiabazi Creek (Jangwani Area)
And Discharge from Selander Bridge



Resulting Water Level at the
Selander Bridge (Left) and
Jangwani Area (right)



- a. Cの値としては、1.30～1.50程度の値になる可能性があるが、これを実際に現地で決定することは、雨期に洪水の水位及び流量の測定をスレンダー地区で行なわない限り、不可能であること。
- b. Cの値が1.30であるか1.50であるかで、同一の洪水に対してどの程度水位が違ってくるのか比べる必要があった。

このため、10年洪水（ピーク流量 $296\text{m}^3/\text{sec}$ ）に対して、両方のCの値を用いて計算を試みたのであるが、その結果は上記(4)欄の右側に示したように、

	<u>最高水位</u>
C=1.30の場合	5.74 m
C=1.50の場合	5.59 m
差	0.15 m = 15 cm

精々15cm程度の水位の差でしかないことが判明した。

したがって、現状においてはCの値として1.30と1.50のいずれが正しいかは決定出来ないけれども、両者の水位の差が10年洪水に対しては15cm程度でしかない故に、以下安全のためにC=1.30と仮定して議論を進め、必要な盛土の高さ高さを決定するものとする。

ここで、盛土高さ高さを決定するひとつの目安として10年に1度程度の洪水（ピーク流量 $296\text{m}^3/\text{sec}$ ）に対しては、その水面上に約1.0m程度の余裕高さが、一般交通の安全上望ましいものと仮定する。このように考えると、上記のように（C=1.30の場合には）ジャングワニ地区の水位は5.74mであったのであるから、同地区の新道は大略6.74mを高さ上げる必要がある。一方、同地区の現道の高さは最低点において3.73mであるので、大略3.0mの高さ上げて新道の高さを6.70mにすれば、余裕高さは、 $6.70\text{m} - 5.74\text{m} = 0.96\text{m} = 96\text{cm}$ となってほぼ1.0mの余裕高さの目安を満足する。

以上のようにして、新道の高さ6.70mを決定した。

(注：(1)もしも $C = 1.50$ であるなら、更に 15cm 位水位が低いので余裕高は、 $96\text{cm} + 15\text{cm} = 111\text{cm}$ となって、更に安全であることは言うまでもない。

(2)表 4-3 によれば、50年洪水（ピーク流入量 $218\text{m}^3/\text{sec}$ 程度）でも計算上は新道の路面が冠水されることなしに、洪水を流下させることは可能ではあるが、実際問題としては洪水による水位上昇期にはどこまで水位が上るのか予想することが困難で、従って一般交通の安全のために少し早期に交通を遮断することも又止むを得ない面もある。

このような意味を含めるならば、50年洪水（ピーク流入量 $384\text{m}^3/\text{sec}$ ）程度の洪水が発生すると、交通を一時遮断する必要も生ずる。）

3 m の嵩上げをしていない現況と、3.0 m の嵩上げ後でどの程度冠水の可能性が異なってくるか、表示すれば次のようになる。

洪水の規模	現況（嵩上げせず）	3.0mの嵩上げ後
中以上の洪水	1週間～10日程度の交通遮断が10年間に1～2回程度	40～50年に一度位は、路面近く迄水面が上昇することもある。またこれよりは低い頻度で路面が冠水することもあり得るしかし、交通遮断は半日～1日位で回復するであろう。
小洪水	1日～2日位の交通遮断が、年平均1～2回位	小洪水による交通遮断は一切発生しない

嵩上げの効果は大略以上のようなものであると推定されるが、以上のような事を根拠として 3.0 m の嵩上げはほぼ妥当なものと思われる。

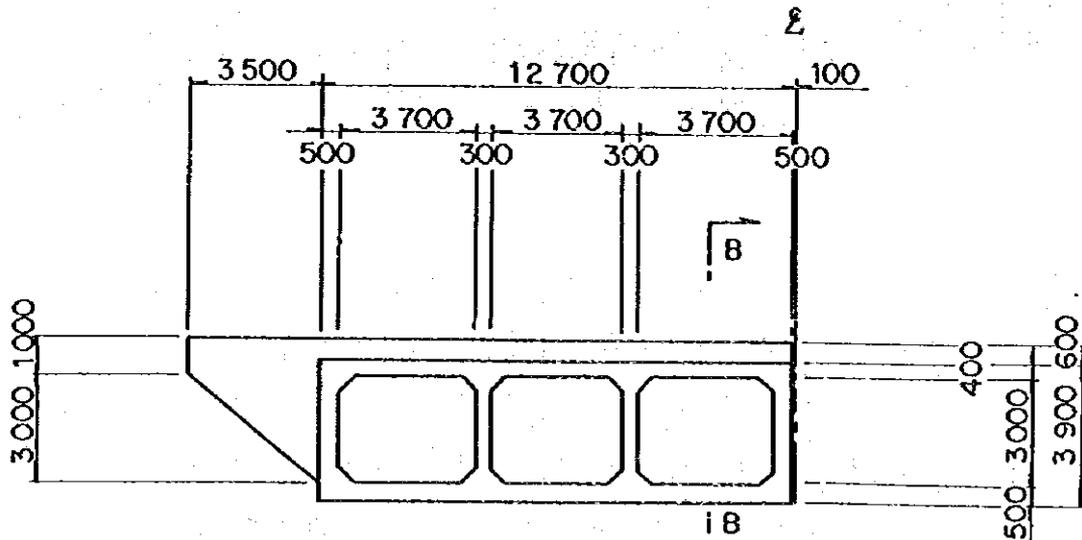
(5) 橋梁及び函渠工の配置と洪水の流下速度

現況のジャングワニ地区には、次の現況欄に示す2種類の橋と函渠がひとつずつある。

現 況		改良後	
R. C. 橋	31m	R. C. 橋	45m*
		函渠	25.5m
函渠	3.2m	R. C. 橋	16m*

注：*クリアースパン（双方の橋台の内側から内側迄）

改良後は、中央部のプレイングフィールド（サッカー場）の部分が冠水（この部分は大体標高 3.0m 位である）した場合に、この水を下流に流下させるために新しく中央に鉄筋コンクリート製函渠（総長 25.5m）を設けるものとする。



以上のような橋梁および函渠工の寸法および配置の結果、10年及び50年の各洪水がこれらの構造物の下（又は中を流下するときの、全通水断面に対する平均流速の値は、次表の(5)欄に示すように、大略 0.9～1.2m/sec となる。

ただし、この流速の値は構造物中の全通水断面の平均値であるから、局部的にはこの値よりかなり大きい流速、例えば 1.5～1.8m/sec 程度も発生する可能性は十分にあると考えられる。したがって、上記の構造物の寸法は流下する洪水量に対してほぼ妥当な寸法と考えられる。

	(1) 流入流量 (ピーク) (m ³ /sec)	(2) Cの値	(3) スレンダー橋 からのピーク 流出量 (m ³ /sec)	(4) ジャングワニ地区 における推定ピ ーク流量 (m ³ /sec)	(5) 洪水断 面積井 (m ²)	全断面の 平均流速 (m/sec)
10年洪水	296	1.30	157	244 *	273.21	0.89
"	"	1.50	166	247 **	273.21	0.90
50年	384	1.30	218 *	322 ***	273.21	1.18

注：* $157 + (296 - 157) \frac{2.5}{4.0} = 244$
 ** $166 + (296 - 166) \frac{2.5}{4.0} = 247$
 *** $218 + (384 - 218) \frac{2.5}{4.0} = 322$

上に示す3種の計算は、洪水がその流下に伴って河川延長に比例してそのピーク流量を(河道貯留のために)減じてゆくとして、中間点のジャングワニ地区における流量を計算したものである。(4.0kmはキゴゴからスレンダー、2.5kmはジャングワニからスレンダー迄の距離)

井通水断面積の計算

	(1) 水路敷高	(2) 水位付	(3) 構造物の上限 高さ	(4) (3)-(1) 水深	(5) 有効 水路幅	(6) 有効通水 断面積 (m ²)
Jangwani新橋	EL. +1.90m	10年5.74	EL. +5.60m	3.70m	43.3m	160.21
R. C. 函渠工 (排水)水路橋	EL. +2.70m	50年6.35	EL. +5.60m	3.00m	22.2m	66.6
	EL. +2.20m		EL. +5.70m	2.90m	16.0m	46.4
合計						273.21 (m ²)

4-3 基本設計

1) 平面線形

U.W.T.St. からU.N.Rd. 迄のこの街路中心線は右側（海側）へ 1.5~2.0 mシフトさせて、障害物件を最少のものとする。特にムシンバジ交差点附近のPETROL STATIONの地下タンクは最大のコントロールポイントとなったので、これに十分注意した。

UNITED NATIONS交差点を過ぎてからの道路中心線については、現道の中心線と同じものとする。

2) 縦断線形

a. ムシンバジクリーク横断部以外のすべての区間はオーバーレイ厚さを考慮して（現況高さ+ 5.0cm）の計画高とする。

b. ただし、U.N.St. の交差点附近の勾配（現況 4.5%）を改良するため、交差点中心部を 0.5m程度切下げる。B地区よりU.N.Rd. 交差点への上り勾配を 3.0%に改良して、運転を容易にして併せて容量の増大を図る。

c. ムシンバジクリークの横断部の計画盛土高は、EL. +6.70mとして計画する。
これは現在のムシンバジ橋の路面より0.70m嵩上げしたことになる。

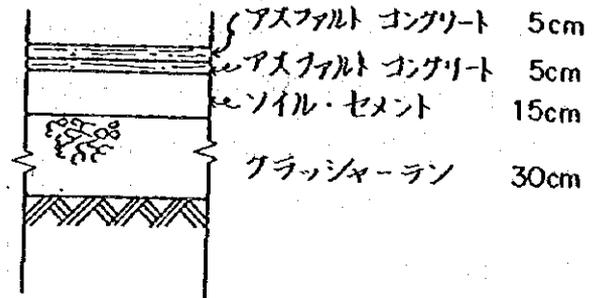
3) 舗装の設計

舗装の設計は“日本道路協会、アスファルト舗装要綱”によるものとする。現地における交通量調査の結果は、大型車の交通量（一方向あたり、台/日）が 250~1,000 の範囲にあり、B交通を採用するのが適切と考えられる。

交通の種類	大型車交通量（一方向、台/日）
L	100未満
A	100~ 250
B	250~1,000
C	1,000~3,000
D	3,000以上

また、路床のCBRとしては安全側を見込んでCBR=4を仮定し、この結果必要となるTAは24cm、合計厚さ49cmとなった。

B交通の場合		
CBR	TA	合計厚
3	26cm	58cm
4	24cm	49cm
6	21cm	38cm
8	19cm	32cm



以上のような条件の下で、現地発生材の砂とセメントを併用したソイルセメント安定処理を上層路盤に使用した舗装構造を採用するものとする。(ただし、アスファルト基層及び表層工用骨材はMsolwa等からの良質砕石を用い、クンドチの材料は使用しないものとする。)

4) 歩道

歩道には自転車道を併設するものとする。

自転車道：歩道側1.25m巾セメントコンクリート舗装

歩道：2.25m巾、50cm×50cm×8cmのブロック敷とする。

5) 縁石

歩道—車道間の縁石は20cm高さ

車道—中央分離帯の縁石は25cm高さとする

6) 道路照明

スレンダー橋と同じく両歩道上に照明ポールを立て水銀ランプ(400W)を設備する。

ポール間隔は片側で80mの間隔とし、両側に千鳥の配置とする。

7) 交通信号

各交差点には、交通および歩行者の安全と容量増加を図るため交通信号を設置する。

基本設計図をAppendix-VIIに示す。

第 5 章 工事工程計画

第5章 工事工程計画

5-1 工程計画の要因

工事工程計画の中で支配的要因は次のものが考えられる。

- a. 盛土材料の採取地をムシンバジクreek内と計画したが、モロゴロ道路より海側は特に軟くトラックのトラフィックビリティに欠けるおそれがあり、かつ採取される砂の含水比も高いため、ストックパイルとして仮置きすることが管理上必要となる。

このような広場をジャングワニプレイイングフィールド側に求めるとして、洪水時をさけての施工が求められる。

- b. コンクリート骨材、アスファルト骨材の生産はMECOの骨材プラントよりの生産材をそのまま使用することは、能力的に無理と判断される。

したがって、一次クラッシングだけしたもの、あるいは原石の掘削されたものを現場に運んで、持込みのクラッシングプラントで生産する方式となろう。

原石の生産地としては120kmはなれているMSOLWA附近のものが最良と考えられる。

5-2 実施工程

工事別の所要工期は次のとおりである。

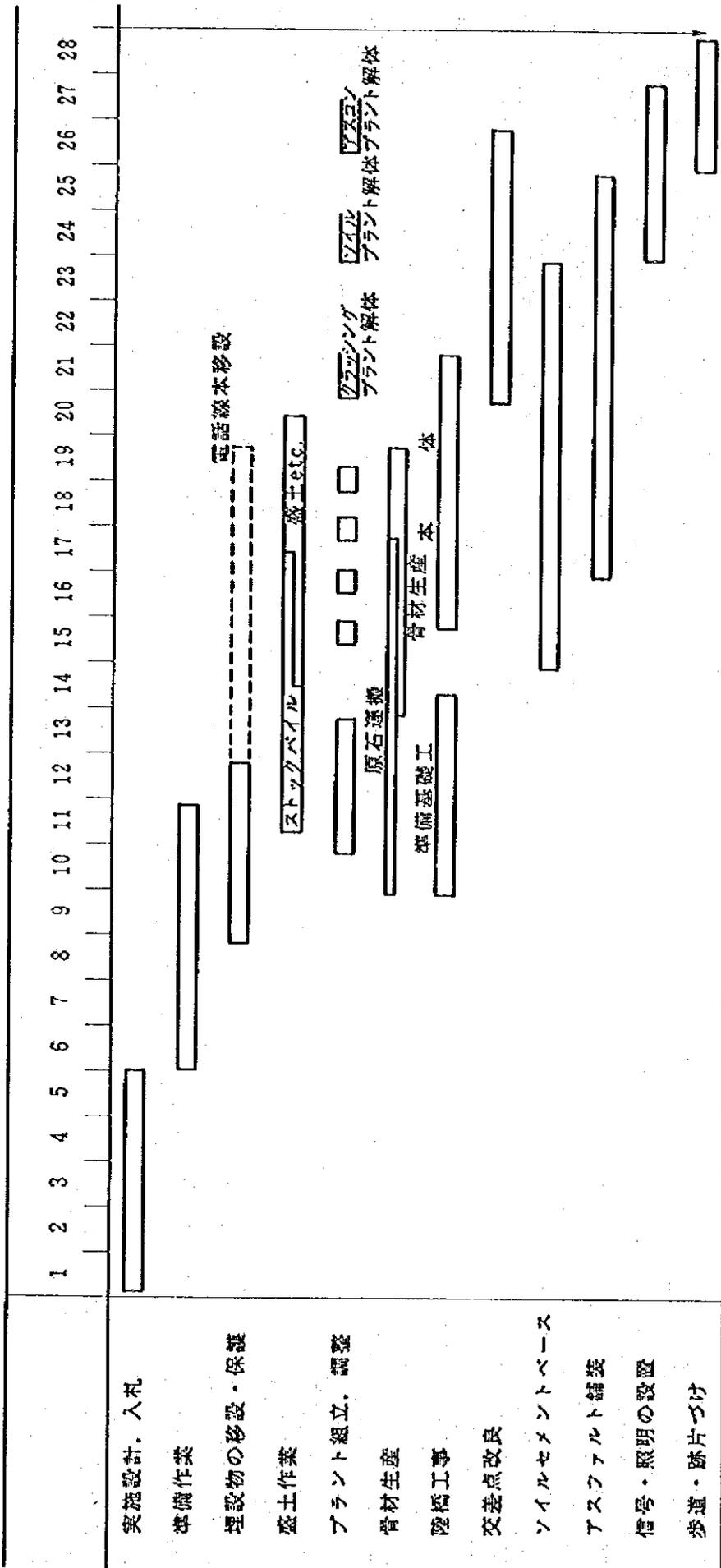
- a. 準備作業
- Shippingによる建設機械および埋設物移設材料の最初の搬入迄 …………… 3ヶ月
 - 現場事務所、宿舍の完成迄 …………… 6ヶ月
- b. 埋設物の移設、工事中の保護対策 (800m, 18" Pipe) …………… 3ヶ月
- c. 盛土ストックパイル積上げ作業 (100,000m³) …………… 6ヶ月
- (クラムシュル方式) (300m³/day) - 3台
- d. MSOLWAより骨材石の搬入、生産、ストック …………… 8ヶ月
- (DT20台以下) (10,000ton)
- e. クラッシングプラント、ソイルプラント、アスファルトプラントの組立調整 …………… 3ヶ月
- f. 盛土作業 (本体) (19ton BD 3台) (1,000m³/day) …………… 6ヶ月

- g. ソイルセメントベース (13,500ton) 9ヶ月
- h. 交差点の改良, 舗装工事 (6,000ton) 改良6ヶ月
舗装9ヶ月
- i. 信号, 照明の設置, 調整, 管理訓練 4ヶ月
- j. 跡片づけ作業, 歩道完成 3ヶ月

上記の工期より, 本プロジェクトの工程は, 次図のように計画される。

なお, 工事開始までの実施設計, 入札等の期間は5ヶ月程度を目標とする。

図 5-1 工事工程計画



第6章 工事費積算

第6章 工事費積算

工事費積算の大略の指針は次のとおりである。

- 建設省の積算マニュアルによる。
- 機械、輸送費は持込み分のみ別途計上することにより、運賃を含めたC I F 価格に基づく損料計算はしない。ただし拘束日数にはほぼ応じた（70%掛け）供用日当りの損料は計上してある。
- アスファルト、セメント、鉄筋はすべて外貨扱いとする。
- 埋設物の移設費も本工事の進捗と直接関係するので、本工事と同じ扱いとする。
- 物価変動によるPrice Escalationは交換レートも変動しているため計上しない。
- 予備費としては、physical分、すなわち基本設計時の精度による工事数量の増加分を考慮する。

上記の積算指針により、工事費を算出すると次のとおりである。

工事費

(単位：千円)

	I 期	II 期	合 計
A. 準備工事	478,860	58,730	537,590
B. 盛土、切土工事	65,880	—	65,880
C. 路盤工事	34,220	293,370	327,590
D. 陸橋工事	—	271,270	271,270
E. 交通管理施設	—	66,200	66,200
直接工事費合計	578,960	689,570	1,268,530
総工事費（直接費×1.227）	710,384	846,102	1,556,486
予備費（5%）	35,519	42,305	77,824
Consulting Fee	96,685	56,187	152,872
	842,588	944,594	1,787,182

第7章 事業実施体制

第7章 事業実施体制

7-1 建設工事中の事業実施体制

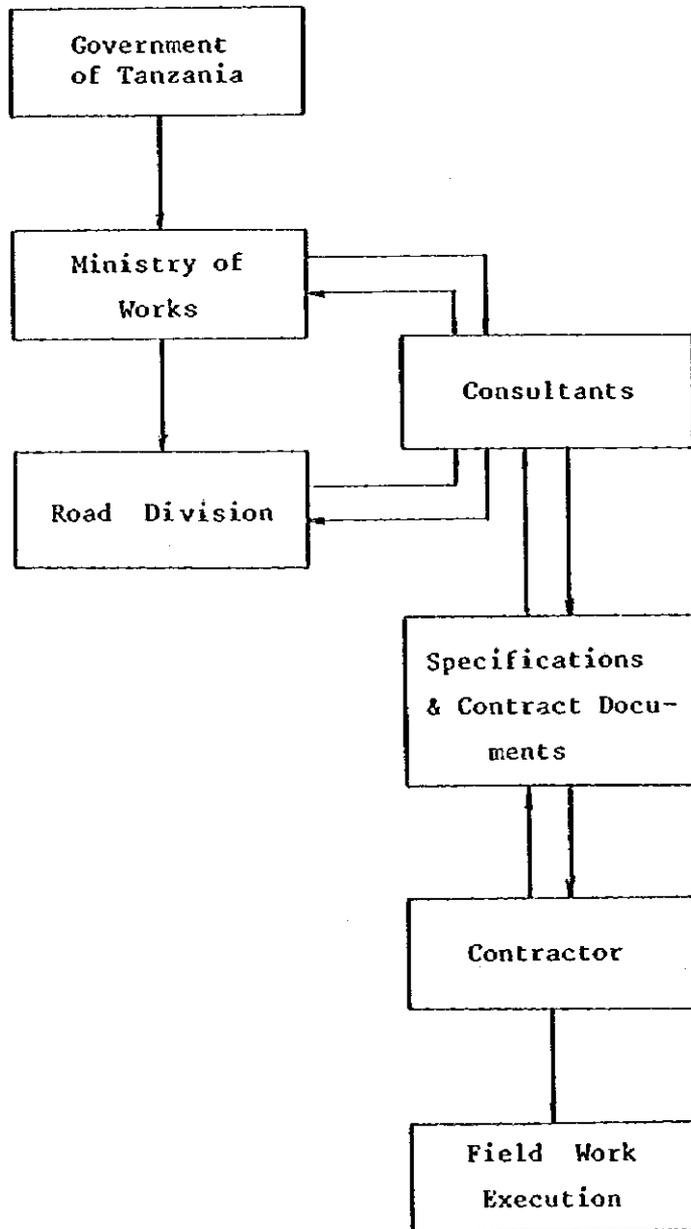
建設工事中は、タンザニア政府の公共事業者 (Ministry of Works, 以下 MOWと略称する) が本工事の現地における最高事業主体となり、実務は同省道路局がこれを司る。コンサルタントは、MOWを補佐しながら、工事仕様書及びその他の契約書に基づき、施工業者の工事遂行の管理、監督を行う。

さらに、必要に応じて、コンサルタントは市役所 (city Council) (家屋の立退き、補償、下水・雨水管等) 及び警察 (交通整理、その他) とともに緊密に連絡をとって、工事の円滑な実施を図るものとする。その他、公共事業用の配管、配線類についても、関係機関との連絡を密に行うことが必要である。

7-2 竣工後の維持・補修・管理・運営

竣工後は、本計画による改修区間 (約 2.7km) は、モロゴロ道路全体 (総延長; 約 180km) の一部として、MOWの道路局がこれを維持、補修する予定である。現在、首都周辺において、道路の維持補修のために常時、数台の機械と人員が配置されているが、将来、特に本計画竣工後は、これを増強しており広範かつ強力にこれらの仕事を実施することが、十分に期待される。本改修区間 (約 2.7km) に必要となる維持・補修・管理・運営の費用は、年間 100万円程度と考えられるが、これは当然 MOWの予算として、タンザニア政府が負担するものである。なお、当計画のうちの一部、たとえば交通信号機 (車専用および歩行者用) のようなものは、その竣工後の引き渡しの相手は、機器の操作およびこれについての指導を含めて警察になるものと思われる。

Fig. 7-1 Organization Chart



第 8 章 事業評価

第8章 事業評価

本計画実施による効果は、次のような直接効果と間接効果が考えられる。

直接効果

- 交通渋滞解消による走行経費の減少（これについては、具体的に燃料費の節減について、添付資料-VIに示してある。）
- 交通渋滞解消による走行時間の短縮（朝の通勤時間帯に通過するすべての車について、約30分程度は時間が短縮されるであろう。）
- 交通渋滞解消による交通容量の増加（4車線拡幅および交差点改良の効果を含めて、現況の10,000台/日の容量が約3倍位迄増える可能性あり。ただし、他の道路に影響されない場合に限る。）
- 道路の維持修繕（現在、ダルエスサラーム市内の道路は一般に皆穴だらけであるが、モロゴロ道路の改修により、多くの交通がモロゴロ道路に転換する可能性があり、他の道路の補修費が節減される。）
- 歩行者の安全性の確保
- 沿道環境の改善（治安・防犯も含む）
- 荷傷みの減少、商品や生産物の品質保持
- 雨期の定常交通の確保

間接効果

- 生産力の拡大（輸送量増大、経費の減少、計画搬出入等）
- 物価低減（マーケットまでのアクセス改良による）
- 市内交通の円滑化、定時運行の確保（例えば、現在のバス会社の悩みは、混雑と渋滞でバスのスピードが遅くて1台1日当りの輸送人員が少なく、輸送能力が上らないことであるが、これが、かなり改善されるであろう。）
- 社会生活の効率化、生活基盤の拡充
- 流通機構の整備
- 地域開発、沿道開発の促進
- 土地利用の高度化
- 人心の安定

—地下埋設管等の機能の維持・更新と安全性の向上

さらに、心理的なものとして、首都ダルエスサラームの出入口における阻害感がなくなることにより、各地との交流がしやすくなり、道路交通への信頼感が一層高まろう。また、工事の実施により技術の伝達が図られ、タンザニア連合共和国の進展に貢献できよう。

なお、直接効果のうち交通渋滞解消による走行経費節減の一部である燃料費の減少だけを算定してもAppendix-VIのとおりとなる。すなわち、この便益と建設費から内部経済収益率（IRR）を算定すると6.8%となり、将来に涉ってかなりの経費（燃料費）節減につながるものである。

第9章 結論・提言

第9章 結論・提言

モロゴロ道路がダルエスサラーム市内のみならずタンザニア連合共和国内における最重要幹線道路であることから、本プロジェクトの実施による効果は前章に述べたとおり燃料費の節減だけを見てもかなりのものである上に、通勤客各人について、多分毎日朝の30分位の通勤時間を節約することが可能であり、地域住民の生活基盤の安定に役立つなど社会的効果も極めて大きい。

しかし、こうした大きな効果が期待できるにもかかわらず、タンザニア連合共和国は財政事情が悪化しているため、本プロジェクトを今日迄実施できなかった。

従って、タンザニア連合共和国の財政事情を考慮すると、日本政府が本プロジェクトを無償資金協力により実施することは、両国間の友好に役立つ事は疑いをいれない。

ただ、現地における非常にひどい物資不足の状態に鑑みて、先に“3-1一般状況”の末尾で述べたように、施工業者の必要とする燃料の確保は、何にも増してその必要性が強調されねばならず、両国政府間においてその点につき十分な協議がなされ、かつ現実的に実施されねばならない。

APPENDIX

APPENDIX I タンザニア政府よりの要請

PROJECT PROPOSAL

IMPROVEMENT OF MOROGORO ROAD: MAGOMENI-KISUTU SECTION

1. BACKGROUND

The Morogoro road is one of arterial lines to Dar es Salaam connecting Magomeni, Kisutu and the suburbs of Dar es Salaam, which plays an important role for daily transportation of commodities, vegetables, grain, etc.

Due to the recent increase of traffic volume, the Morogoro road is congested at the entrance of Dar es Salaam, namely the section between Magomeni and Kisutu in daily peak hours.

The present capacity of this road portion is about 1400 vehicles per hour but owing to the excessive congestion in the morning peak hour (7.00 a.m. to 8.00 a.m.) only 900 vehicles per hour can pass through the road portion.

Further, in the rainy season, all traffic is interrupted sometimes in the above section because of inundation caused by flooded Msimbazi creek.

Therefore, improvement of the Morogoro road in that section and resolution of such congestion are urgently required in Dar es Salaam.

Incidentally, high technology and good organization will be required at the implementation stage in order to facilitate traffic movements within the project area.

2. THE PROJECT

The project is located at the section between Morocco Road junction at Magomeni and UWI road junction at Kisutu and comprises construction of a viaduct and widening of the road in the above section for a total length of about 2.7 km.

Main Project Feature is as follows:

- (I) Viaduct Bridge
About 90m length consisting of continuous box culverts of RC structure without Pile Foundation.
- (II) Embankment
Embankment works in both approach roads to the Viaduct Bridge improving the existing road profile of sag shape and pavement works. 710 M long in total.
- (III) Widening and improvement of the existing bridge.
- (IV) Traffic signals and road widening
Setting of road signals at 4 junctions and road widening from 2 lanes to 4 lanes.

3. ESTIMATED PROJECT COST

The above preliminary plan is prepared from the view point of cost minimization, which will be reviewed and decided in the basic design stage. The total estimated project costs is as follows:

(i)	Detailed investigation, basic design and supervision of construction :	Yen 200 m	Yen 200 m.
(ii)	Construction proper :	Yen	Yen <u>1,750</u> m.
	Total estimated project cost		Yen <u>1,950</u> m.

4. IMPLEMENTATION SCHEDULE

Implementation schedule of the Project is about 30 months starting from detailed investigation and basic design as follows:

I)	Detailed investigation and basic design	1st - 5th Month
II)	Tendering and contracting	6th - 8th Month
III)	Contract verification	9th Month
IV)	Mobilization of plant and equipment	10th - 14th Month
V)	Earth work and pavement	15th - 30th Month
VI)	Viaduct Bridge construction	19th - 30th Month
VII)	Installation of road signal	25th - 30th Month
VIII)	Completion	30th Month

APPENDIX II 調査団の活動

1) 調査団の構成

団長	塩井幸武	建設省東北地方建設局環境審査官
計画管理	小森毅	国際協力事業団無償資金協力部基本設計課
道路橋梁計画	田村正	日本工営株式会社海外事業本部室
橋梁設計	志村恒彦	日本工営株式会社第二土木技術部
道路設計	川上亨	日本工営株式会社運輸室
施工計画	森川明夫	日本工営株式会社運輸室

2) 現地調査実施工程

1984年1月～2月

月 順	月 日	曜	調 査 業 務
1	1月27日	金	東京発
2	28日	土	ロンドン着
3	29日	日	ロンドン発
4	30日	月	ダルエスサラーム着, 大使館表敬, JICA打合わせ, 現地 観察
5	31日	火	大蔵省表敬, 建設省協議, 現地踏査
6	2月1日	水	City Council・Tanz. Harbour Authority・ Meteorology 訪問, ボーリング工事手配
7	2日	木	Ministry of Land訪問, 洪水痕跡調査, MOW材料試験室 訪問, 測量
8	3日	金	City Council, Min of Land 訪問, 洪水痕跡調査, DSM UNIV訪問, 測量
9	4日	土	資料収集(降雨, 洪水, 水道, 電力, 電話), 測量
10	5日	日	資料解析, Kunduchi Quarry 調査, テストピット, 測量
11	6日	月	Minutes 原案説明, 電話局訪問, 測量
12	7日	火	Minutes 説明, DSM Univ. 訪問, 測量
13	8日	水	Minutes 署名, 日本大使館・大蔵省挨拶
14	9日	木	団長及び小森団員のみ(残り団員は引き続き残留)帰国 Min. of Land, City Council訪問, 支障物件調査
15	10日	金	DSM Port Office・Tax Office・Meteorology 訪問
16	11日	土	団長及び小森団員が成田着, Min. of Planning&Econ. Affairs 訪問, Mikese 骨材調査, ボーリング工事
17	12日	日	資料整理, ボーリング工事
18	13日	月	Min of Land, DSM Univ. 訪問, ボーリング工事, 測量, 自動車走行費調査
19	14日	火	Min of Planning & E.A.・Tax Office訪問, ボーリン グ工事, 埋設物家屋移転調査
20	15日	水	Min. of Planning & E.A.・Transport & Comau. 訪問 ボーリング工事, 測量
21	16日	木	交通量調査, City Council訪問, ボーリング工事, 潮位 観測
22	17日	金	MOW と設計細部打合, 潮位観測, City Council訪問
23	18日	土	JICA帰国挨拶, 資料整理
24	19日	日	資料整理, 帰国準備
25	20日	月	ダルエスサラーム発, ロンドン着
26	21日	火	ロンドン発
27	22日	水	東京着

MINUTES OF DISCUSSIONS

ON

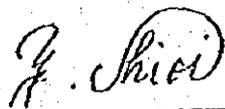
THE MOROGORO ROAD IMPROVEMENT PROJECT, DAR ES SALAMM,
THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA

In response to the request by the Government of the United Republic of Tanzania for assistance in improving the Morogoro Road at Dar es Salaam (hereinafter referred to as "the Project"), the Government of Japan has sent through the Japan International Cooperation Agency (JICA) a study team headed by Mr. Yukitake SHIOI, Inspector for Environment, Tohoku Regional Construction Bureau, Ministry of Construction, to conduct the Basic Design Study on the Project from 30th of January to 20th of February, 1984.

The Team held a series of discussions and exchanged views with the relevant Authorities of the Government of the United Republic of Tanzania.

As a result of the study and discussions, both parties have agreed to recommend to their respective Governments to examine the result of the survey attached herewith towards the realisation of the Project.

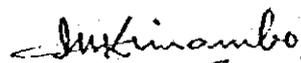
February 8th, 1984.



Yukitake SHIOI

Leader

Japanese Study Team



for P. J. MKANGA

Principal Secretary

Ministry of Works

Attachments

1. The objective of the Project is to improve the Morogoro Road at Dar es Salaam.
2. The proposed site of the Project is at the section of Morogoro Road between Morocco Road junction at Magomeni and UWT Street junction at Kisutu, with length of about 2.7km.
3. The main role of the Project is as follows :-

Due to the recent increase of traffic volume, the Morogoro Road is congested at the entrance of Dar es Salaam, mainly the section between Magomeni and Kisutu in daily peak hours.

Furthermore, during the rainy season, traffic is sometimes interrupted in the above section because of inundation caused by flooded Msimbazi Creek.

Therefore, the main role of the project is to resolve the above mentioned problems.
4. The Japanese Study Team will convey the desires of the Government of the United Republic of Tanzania to the Government of Japan that the latter will improve the Morogoro Road as listed in Annex I within the scope of Japanese economic cooperation in grant form.
5. The Japanese Study Team stressed the necessity to remove properties within right-of-way before the start of construction.
6. The Government of the United Republic of Tanzania will take the necessary measures listed in Annex II on condition that the grant assistance by the Government of Japan is extended to the Project.
7. Both sides confirmed that the Japanese Study Team explained Japan's Grant Aid Programme and that the Tanzanian side understood it.

JSP
DMS

Annex I

Main Project Feature is as follows :-

- (1) Widening and improvement of the existing road from 2 lanes to 4 lanes dual carriageway, with section as shown in the appendix attached.
- (2) Embankment for appropriate longitudinal profile higher than the highest flood level anticipated.
- (3) Construction of bridges and culverts enough to pass the flood water.
- (4) Channelisation at major junctions with provision of traffic signals and lighting, as required.

JS
July

Annex II

Required Arrangements to be undertaken by the
Government of the United Republic of Tanzania

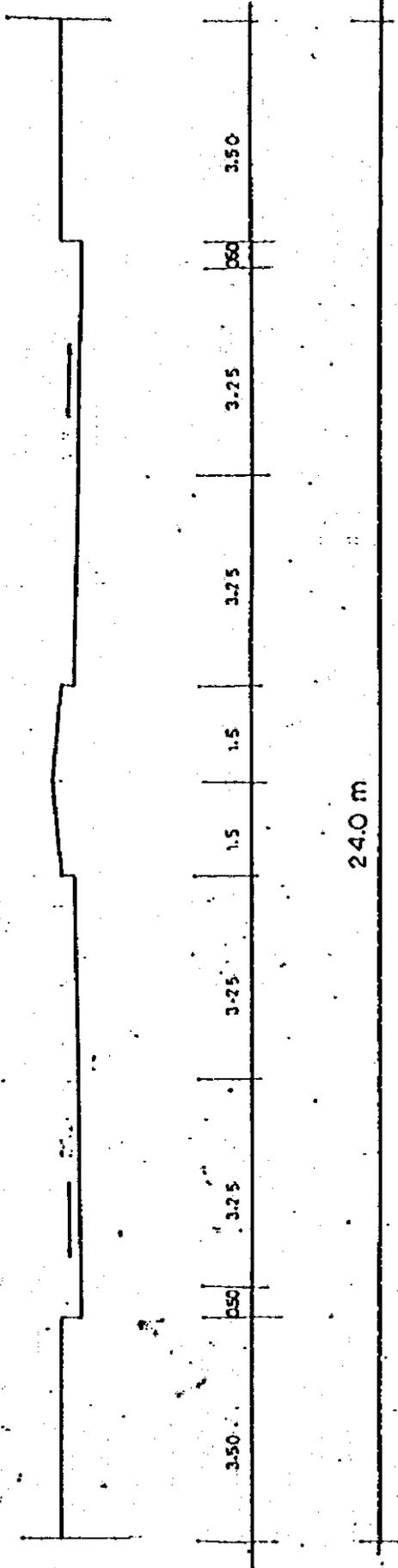
1. To give necessary approval and assistance for the items of investigation that the Consultant may require during detailed design stage, such as mechanical borings, surveying, testing, etc.
2. To secure land necessary for the construction and to clear the site as needed before the start of the construction.
3. To ensure prompt unloading, tax exemption and customs clearance at ports of disembarkation in Tanzania and prompt internal transportation therein of the products purchased under the grant.
4. To exempt Japanese nationals engaged on the Project from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in Tanzania with respect to the supply of the products and services under the verified contracts.
5. To accord without delay to Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into Tanzania and their stay therein for the performance of their work.
6. To maintain and use properly and effectively the road constructed under the grant.
7. To bear all the expenses, other than those to be borne by the grant, necessary for the construction of the facilities as well as for the internal transportation of the products and services under the grant.
8. To provide the space necessary for such construction as temporary offices, working areas, stock yards and others.

ZS
my

APPENDIX

PROPOSED STANDARD

GP
luc



APPENDIX IV GDP

GROSS DOMESTIC PRODUCT AND SOME ALLIED AGGREGATES - SUMMARY TABLE

Shillings million

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
AT CURRENT PRICES:													
1. Gross domestic Product at P.C.	5215	5057	10082	11450	14010	16820	20645	26659	29557	32075	36176	39022	42190
2. Gross domestic Product at M.P.	5175	5014	11172	13103	15994	19011	23412	29740	32144	35945	40707	43460	47053
3. Gross National Product at P.C.	6151	6010	9990	11439	13973	16935	20945	26401	29512	32500	36664	39645	41952
4. Gross National Product at M.P.	6140	5907	11130	13052	15957	19980	23012	29682	33099	36474	40563	43325	47315
5. Net National Product at P.C.	7079	6295	9378	10567	13139	16023	19845	25321	28214	31040	34402	37025	39802
6. Net National Product at M.P.	6857	6212	10515	12100	15125	18051	22312	28491	31001	33014	36933	40469	45465
7. Gross Capital formation	2067	2551	2439	2760	3016	4004	4761	5641	6902	8447	8406	9924	9661
8. Private final Consumption Expenditure	6996	6090	8110	9259	11018	14172	15306	21104	23279	26055	32433	33078	35552
9. S e v i n B	1215	1301	2172	1070	799	1310	3501	4011	2210	3660	2029	4760	3943
AT 1966 PRICES:													
10. Gross Domestic Product at P.C.	7610	3001	8539	8000	9020	9533	10163	11687	11263	11607	12014	11012	11427
11. Gross Capital formation	1021	2175	1740	1029	2661	1094	2112	2144	2541	2010	2427	2692	2570
PER CAPITA, GNP at P.C.													
12. At Current Prices (SUS.)	537	609	797	717	926	1139	1382	1553	1734	1861	2002	2136	2108
13. All 1966 Prices (SUS.)	593	604	628	620	620	662	667	669	660	665	665	665	593

APPENDIX V 水文および水理解析

1) 雨量観測所データの精度について

Msimbazi Creekの流域 (240km²) 内及びその周辺には5~6ヶの雨量観測所がある。これらのうちで、ダルエスサラーム空港、Msimbazi Mission (Creek とPugu Road の中間にある) 及びTanganyika Packers (首都北方約11km, Msasani 湾沿岸) の3地点につき、既往の各年最大日雨量のデータを超過確率図上にプロットしたものを次のページに掲げるが、特に著しいことは、Msimbazi Missionのそれが常にDSM空港のそれよりも (同一の超過確率に対しては) 大であったことである。特に、既往最大 (または二番目) の日雨量に対してはこれが顕著であった。

Tanganyika Packersも、同様に既往最大 (および二番目) の日雨量がそれ以下に較べてかなり大きい。

ところが、問題はこれから先にあるのであって、このように一般的にDSM空港にくらべて大きな年最大日雨量を示しているにもかかわらず、年間の総雨量で比較すると、これらの観測所は (他のすべての観測所を含めて) 次に示すように空港のそれよりも年間雨量が少ないのである。

	DSM空港	Msimbazi Mission	Tanganyika Packers	Chemical Laboratory	Ubungo Maji
期 間	157~'82	'56~'82	'57~'82	'54~'82	'59~'82
年 数	26	25	25	25	23
平均雨量	1,144	1,094	919	1,083	1,054
(欠測年)	ナ シ	'77&'78	'58	'58, '59 '69, '71	'79

どの観測所も23年またはそれ以上の年数 (欠測年を除く) の平均値であるにもかかわらず、上記のようにDSM空港のそれにくらべてかなり少なく、しかも年最大日雨量 (またはそれらのうちでの最大値または2番目) などがかなり大であるというのはいかならない。

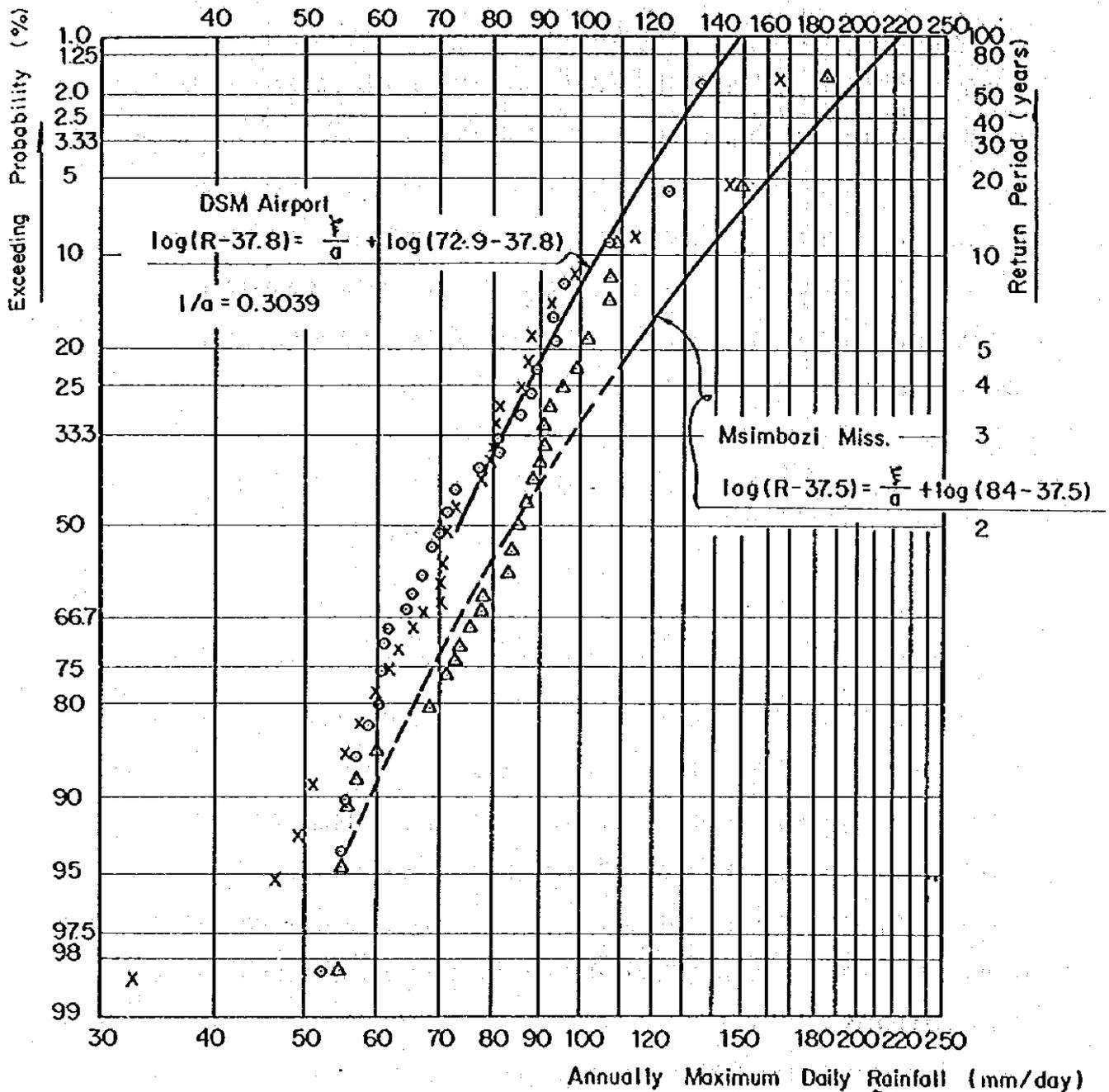
また、前記の超過確率図をみてもわかるように、空港のデータはかなり直線に近い形で分布しており、既往最大（または2番目の）日雨量がそれ以下のものと比較的にスムーズに結ばれて大きなギャップはない。

さらに、空港を除くと、他の観測所は必ずしも気象観測を本命とする組織ではない。（Msimbaziは教会であり、Tauganyika Packersは工場であり、chemical Laboratoryは名の如く化学ラボラトリ（大統領官邸の傍）である。）

したがって、既往最大又は2番目というような大きな降雨の次の日に交通機関が混乱したりしているときに、いつものように（例えば）午前9時といったような定時観測が行えたか否か、大変疑わしい。つまり、24時間毎に測らねばならないものが、そのような日には例えば30時間分を測ったのかも知れず、このような意味でDSM空港（ここでは人員もたくさん居て交通混乱があってもあまり影響はないかも知れない）にくらべて、大きな雨量が記録される可能性が十分ある。

以上のような事を考え、Msimbazi Creekの流出量の推定には、DSM空港のデータがより信頼性のおけるものであると考えて、これを用いることにした。

Fig. 1 Exceeding Probability & Return Period of the Annually Maximum Daily Rainfall



- Legend:
- DSM AIRPORT
 - △ Msimbozi Misslon
 - x Tanganyika Packers

2) 1978年の洪水について

今回の洪水痕跡調査の際に1978年にかなり大きな洪水があって、モロゴロ道路が7日～10日間位の間、交通不能になったとの情報を得た。このため、空港の雨量を更に精査したところ、1978年11月後半に連続降雨があったことが判明したので、同じく追加して調査した潮位を含めて、次頁の表に示す。

雨量(DSM空港)は、最大が11月25日の70mm/日で、必ずしも多くはないが、その前後に10～50mm/日位の雨量の日が8～9日も続いている。

したがって、多分交通の遮断は11月25日頃を中心にして発生したのではないかと想像される。連続した降雨であったので、この降雨による流出係数に通常の洪水の算定に用いた0.50よりかなり大きく、0.60くらいを仮想してもそれ程不思議ではない。f=0.60を用いて、70mm/日の雨量について、Rational公式を適用すると、次のように $Q_p = 239 \text{ m}^3/\text{sec}$ を得る。

$$T = 8.2 \text{ Hrs.}$$

$$r = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.0853 R$$

$$Q_p = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A = \frac{0.6 \times 0.0853 \times R_{24}}{3.6} \times 240$$

$$= 239 \text{ m}^3/\text{sec}$$

この $Q_p = 239 \approx 240 \text{ m}^3/\text{sec}$ は、先に本文の4-2で計算した10年洪水の大きさ、 $Q_p = 296 \text{ m}^3/\text{sec}$ にくらべれば約80%の大きさである。

現地における聞き込み調査の結果では、Msimbazi河の現況の橋横桁から30cm以下くらいまで水がきたとのことであって、これはEL. 4.50mにほぼ相当する。

Jangwani地区における現道の最低点は、EL. 3.65～3.73くらいであるので、平均EL. 3.70mとして、1978年の洪水の現道上の冠水深さは、次のように最大約80cmくらいであったと思われる。

$$\text{EL. } 4.50 - \text{EL. } 3.70 = 0.80 \text{ m}$$

このように、10年洪水の80%の流量であっても、80cm程度の冠水が発生してしまうのが、モロゴロ道路の現況である。

Table 1 A LONG SPELL OF RAINFALL,
15/11/'78 - 3/12/'78
INCLUDING TIDAL LEVEL

Date:	16 NOV.	17 NOV.	18 NOV.
Tide Level(m)	+1.9 -1.5 +1.6 -1.4	+1.8 -1.4 +1.5 -1.3	+1.7 -1.3 +1.3
Time	04:55 10:57 17:06 23:01	05:18 11:29 17:39 23:32	05:49 12:00 18:10
Daily Rain-fall	-	-	4.8 mm
Date:	19 NOV.	20 NOV.	21 NOV.
Tide Level(m)	-1.1 +1.5 -1.1 +1.2	-0.9 +1.2 -0.9 +1.0	-0.8 +1.1 -0.7 +0.9
Time	00:04 06:21 12:32 18:42	00:38 06:53 13:07 19:17	01:13 07:30 13:45 19:59
Daily Rain-fall	52.3 mm	42.7 mm	5.5 mm
Date:	22 NOV.	23 NOV.	24 NOV.
Tide Level(m)	-0.6 +0.9 -0.6 +0.7	-0.4 +0.7 -0.4 +0.7	-0.3 +0.7 -0.4 +0.7
Time	01:58 08:16 14:36 20:56	02:58 09:21 15:46 22:19	04:34 10:55 17:20 23:50
Daily Rain-fall	9.1 mm	37.7 mm	29.8 mm
Date:	25 NOV.	26 NOV.	27 NOV.
Tide Level(m)	-0.4 +0.7 -0.5	+1.0 -0.7 +0.9 -0.7	+1.2 -0.9 +1.1 -0.9
Time	06:12 12:24 18:36	00:57 07:19 13:27 19:31	01:48 08:06 14:15 20:13
Daily Rain-fall	70.0 mm	48.7 mm	17.5 mm
Date:	28 NOV.	29 NOV.	30 NOV.
Tide Level(m)	+1.5 -1.2 +1.3 -1.1	+1.7 -1.4 +1.5 -1.3	+1.9 -1.2 +1.6 -1.4
Time	02:27 08:47 14:56 20:53	03:08 09:25 15:34 21:29	03:46 10:02 16:12 22:06
Daily Rain-fall	19.0 mm	-	-
Date:	1 DEC.	2 DEC.	3 DEC.
Tide Level(m)	+2.0 -1.7 +1.7 -1.5	+2.1 -1.7 +1.7 -1.5	+2.0 +1.6 -1.6
Time	04:24 10:40 16:49 22:45	05:02 11:18 17:29 23:25	05:43 11:58 18:11
Daily Rain-fall	-	-	-

Note: Above tidal levels have already been adjusted by reducing 1.4 m from their original values in the "Tidal Table in 1978", in order to represent the tidal level by ordinary elevation.

3) 海水の満（又は高）潮位がMsimbazi Creekの流量（又は水位）に与える影響について

Msimbazi Creekはインド洋に注いでいる小河川であるが、インド洋はアフリカ東海岸においては満潮と干潮の潮位差が大であって、最大値は4.2mにも達するときがある。

実例： 1981年4月6日

時刻	潮位 (m)	潮位差
05:01	+3.4	3.9m
11:05	-0.5	
17:23	+3.7	4.2m
23:30	-0.4	

このため、洪水のピークの流下する時刻と満潮の時刻が重なるような場合には、スレンダー橋のところで流下しようとする洪水が満潮位に堰き止められる形になって、外に出られず、スレンダー橋から上流側の水位が大きく上昇することがあるかもしれないと考えられた。

この種の問題に対するアプローチの第1段階は、まづ潮位表に示された潮位と、通常の土木工事に用いるEL.との相対的關係である。これについては、現地調査の際に、2月16日、17日夕刻5時前後に満潮位をスレンダー橋地点で通常のEL.と比較した結果、次の關係を得た。

$$\text{〈潮位表の潮位〉} - 1.40\text{m} = \text{〈通常のEL.〉}$$

つまり、上の1981年4月6日の潮位は、通常のEL.で示せば、次のようになる。

時刻	EL.で示した潮位 (m)
05:01	+2.0
11:05	-1.9
17:23	+2.3
23:30	-1.8

これで、外海潮位と内陸のEL.の關係がわかったので、次は外海潮位が内水位に及ぼす影響を見積もることになる。

平面図でスレンダー橋に直角の方向（つまり流出する水の方向）に断面を考えたと

き (Fig. 2 参照)。海面の水位が高い場合には一種の不完全越流 (又は潜り堰) の状態にあるのであるが、普通の不完全越流とも異なるようであって、以下 Selander 橋を流下した後の水について、それが海の潮位との相対的關係で射流となるか、常流となるかについて判別しながら、この問題を考えてゆくことにする。

これについては、次に示す (1) 又は (2) 式のような、比較的簡単なルールで、外海の影響が内水流出に影響する (常流の) 場合と、しない (射流の) 場合を判別できると考えられる。

まづ記号を次のように定義する。

Q = スレンダ-橋を通過して流出する流量 (m^3/sec) = $C B H_{in}^{3/2}$

H_{in} = スレンダ-橋の直上流の内水位 (EL. m)

H_{out} = スレンダ-橋の直下流の海水位 (EL. m)

(これは潮位表の値から 1.40m を差引いた値である。)

C = 越流係数 (= 1.30 の場合のみ計算した。)

B = 越流頂の長さ = 30 m

g = 重力加速度 = $9.8 m/sec^2$

H_c = 流量 Q (m^3/sec) に対応する限界水深 (m)

V_c = 流量 Q 及び限界水深 H_c のときの流速 = 限界流速 (m/sec)

θ = 水路勾配 θ

限界水深 H_c は、水理学の公式により、次のように定義される。

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{1.1 \times Q^2}{g \cdot B^2 \cdot \cos \theta}} = \sqrt[3]{\frac{1.1 \times Q^2}{g \cdot B^2}}$$

ただし、 θ はスレンダ-橋より下流 (つまり海岸の砂浜) の勾配であり、これは例
 $\frac{4 \sim 6}{1,000}$ といったように、かなり緩やかなものなので、 $\cos \theta = 1.000$ と考
 えて差支えない。(また分子の 1.1 は普通の公式に σ として表現されているもの
 のことである。)

次に V_c を求めると、次のようになる（これはつまり、スレンダージ橋の下を流れだした後も、流れの幅 $B (=30\text{m})$ 不変であると考えを意味する。）

$$V_c = \frac{Q}{H_c \times B}$$

次に、次式を計算して、(1)又は(2)のどちらになるかを調べる。

$$\frac{V_c^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{Q}{H_c \times B} \right)^2 \leq (H_{in} - H_{out}) \quad \dots(1) \dots \text{内水の流出は外海潮位により影響されない。}$$

$$\frac{V_c^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{Q}{H_c \times B} \right)^2 > (H_{in} - H_{out}) \quad \dots(2) \dots \text{内水の流出は外海潮位により影響を受ける。}$$

上式中で、 H_{in} は、考えている時刻以前に上流から流下してきた洪水の流量とその時刻までにスレンダージ橋の下を通過して外海に流出した流量との差で必然的に定まる。

(つまりこの差が河道貯溜量であり、それに応じて H_{in} が一義的に定まる。)

H_{out} は、外海の潮位であって、これは地球的な規模で必然的に定まるものであって、洪水とは全く関係なしに時々刻々変化する値である。

もしも、(1)式が成立するなら、内水の流出量は

$$Q = C \times B \times H_{in}^{3/2} \quad \text{で与えられる。}$$

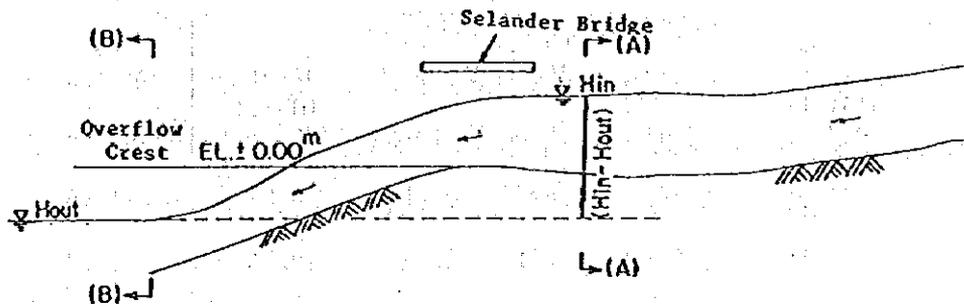
もしも、(2)式が成立するなら、内水の流出は、

$$Q = C \times B \times H_{in}^{3/2} \quad \text{よりは少なくなる。 (但し、どれだけ少なくなるかは、これだけでは不明である。)}$$

は、これだけでは不明である。)

上記(1)、(2)式を考えた理由は次のようなものである。

Fig. 2 Relationship Between H_{in} & H_{out}



スレンダー橋直上流の水位 H_{in} から、外海潮位 H_{out} までの高さの差が、この間を水が流下する間に、流速 0^* から限界流速 V_c にまで重力により水を加速するに十分であれば、

$$Q = C \times B \times H_{in}^{3/2} \quad \text{は成立する。} \quad (\text{換言すれば、橋の下を流下した水}$$

が海面に届くまでに、完全に射流になることを意味する。)

もしも不十分であれば、上記の流量は減少せざるを得ない。(換言すれば、射流になる以前に海面にぶつかる事になり、常流と考えざるを得ない。)

以上のような考え方は、上図の断面 (A) 及び (B) の間での摩擦損失を一応無視して、**エネルギー恒存の法則を応用しただけのことであり、したがって理論上、十分に成立する。

(註：*ただし、ここでひとつだけ現実と異なるのは、(A) 断面における流速は決して零ではなく、次の表の第(7)欄に示す流速に対応する運動エネルギーだけはあるのである。したがって、以上のように考えて、外海潮位による影響の有無の判別を行っても、(A) 及び (B) 断面の間で現実に発生せざるを得ないすべての摩擦損傷を無視したことにはならない。

**理論をつくる必要上“一応無視した”だけの事であって、前記*のように、すべて摩擦損失を無視した訳ではない。)

具体的に、いくつかのHinに対して、計算を実施してみれば次のとおりである。

(但し、C=1.30の場合)

(1) Hin (EL. m)	(2) $Q = \frac{1}{2} C B H_{in}^{3/2}$ (m ³ /sec)	(3) Hc (m)	(4) Vc (m/sec)	(5) Vc / 2 g (m)	(6) Hout (1)-(5) (EL. m)	(7) Vmean (m/sec)
0.80	27.91	0.460	2.024	0.21	0.59	1.40
1.00	39.00	0.575	2.261	0.26	0.74	1.30
1.50	71.65	1.861	2.774	0.39	1.11	1.59
1.80	94.18	1.034	3.036	0.47	1.33	1.74
2.00	110.3	1.149	3.200	0.52	1.48	1.84
2.30	136.0	1.321	3.431	0.600	1.70	1.97
2.50	154.2	1.436	3.579	0.65	1.85	2.06
2.80	182.7	1.609	3.786	0.73	2.07	2.18
3.00	202.7	1.724	3.919	0.78	2.22	2.25

上の表の意味するところは、次のとおりである。

例えば、(1)欄のHinがEL. 1.80mのとき、対応する(6)欄に示されたEL. 1.33mよりHoutが低ければ、

$$Q = C \times B \times H_{in}^{3/2} \quad \text{は、そのまま使えるが、}$$

1.33mよりHoutが高ければ、Qは減少する。(どれだけ減少するのかは、後に述べる。)

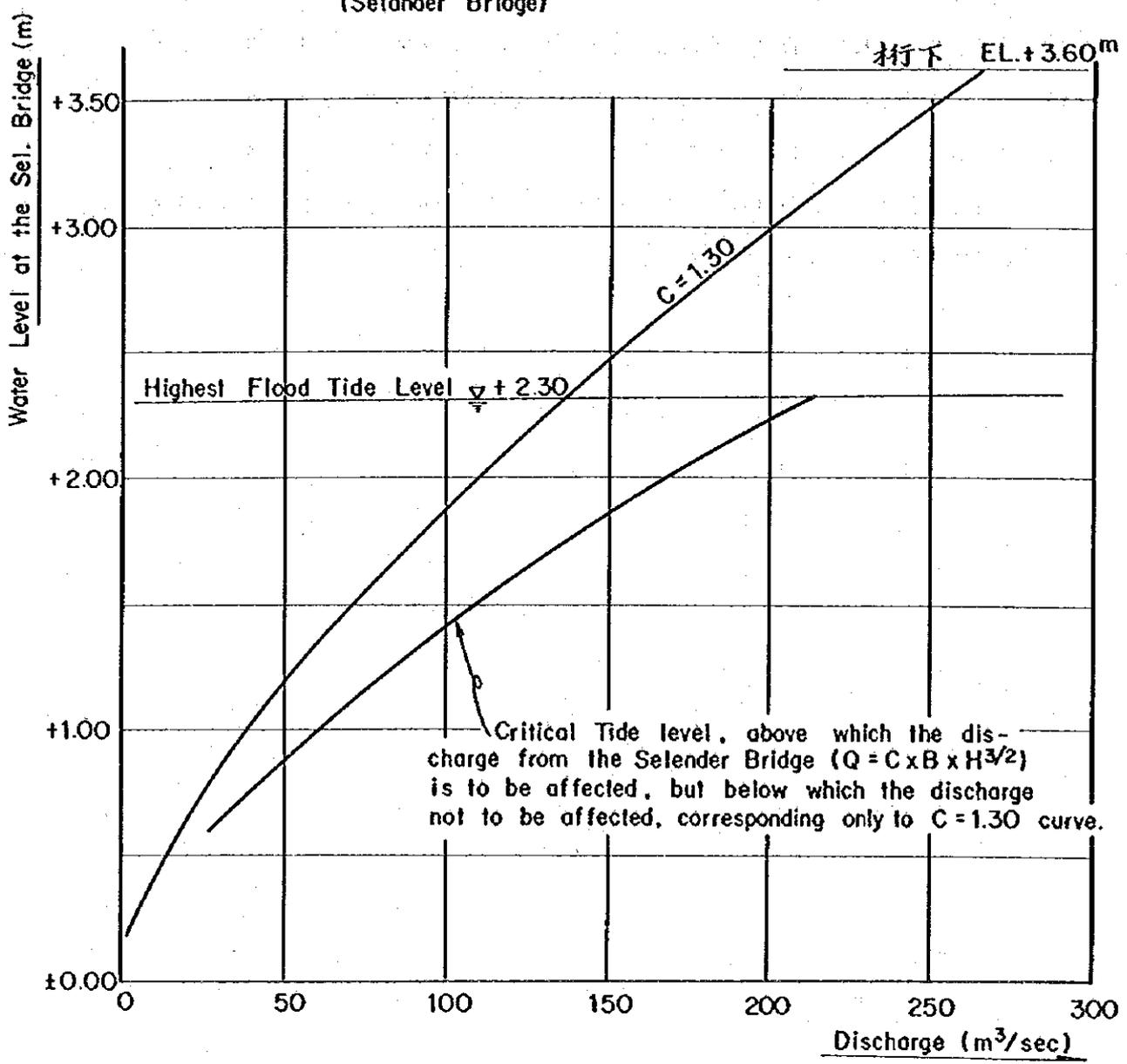
(また上表の(7)欄は、越流部における平均流速であって、次式で計算される。

$$V_{mean} = \frac{Q}{B \cdot H_{in}^*}$$

(注：*たまたま越流頂の高さがEL. ±0.00mであると仮定したため、B (=30m) × Hinが流積に等しくなる。)

以上の計算を行った後に、(1)、(2)欄の結果を図示すれば単なるDischargeのRating Curveになり、これに(1)及び(6)欄の結果を追加して図示すると、Fig. 3を得る。この図の下半分に示されたCritical Tide levelが、(1)及び(6)欄をプロットしたものであって、ある与えられたSelander橋直上流の水位、 H_{in} に対して、海面の潮位がこのCritical Tide levelより低ければ $Q = C B H_{in}^{3/2}$ は影響を受けず、逆に高ければ影響を受けて流量は減少することになる。

Fig. 3 Discharge Rating Curve
(Selander Bridge)



ただし、この Critical Tide Levelは、過去数年間の Tidal Tableを studyした結果、Tidal Table の数値で表現して3.70m（これは1.40m減らして EL.に換算すると、EL.2.30mに相当する）より大きいことはないことがわかったので、EL.+2.30以上を描く必要はない。（つまり潮位は必ず EL.+2.30より低いということである。）

以上のような予備的計算の後に、次のような仮想的な場合について、Selander橋直上流の水位を海の潮位によって流出量に変化をうける場合と、受けない場合について比較したのが Fig. 4である。

初期水位： EL.+1.00m

流入流量： 250^m³/sec（計算期間を通じて一定）

海面潮位：

影響を受けるとした場合：

時刻	潮位 (EL.)	(注：*これらの値は、1981年
0 : 00	-1.90m*	4月6日の極値を採用し
6 : 00	+2.30m*	た。)

この中間の時刻の潮位は、上のふたつの潮位を上下限とする sine curve で変化するものと仮定した。

影響を受けるとした場合：

このとき特に潮位を仮定はしないが図に示した折線 ABCDEより下側であればそれで良い。(ABCDEはそれぞれの時刻の(影響を受けないとした場合の) H_{in} の下側に、Fig.-4の critical level を書き入れたものである。

影響の有無による流出量の計算方法

影響の無い場合は、 $Q = C B H_{in}^{3/2}$ であって、本文中の 4-2 に示した計算と全く同じ方法である。

影響のある場合の計算は、理論上は時々刻々変化する下流側の H_{out} に対し、流量 Q 及び水位 H_{in} 自身も変化するという条件の下での不定流及び不等流となって、極めて計算で困難になる。

しかしながら、次のような非常に簡単なルールを仮定すれば、(影響されない場合に比べて) どの程度のオーダーで水位上昇の可能性があるかを

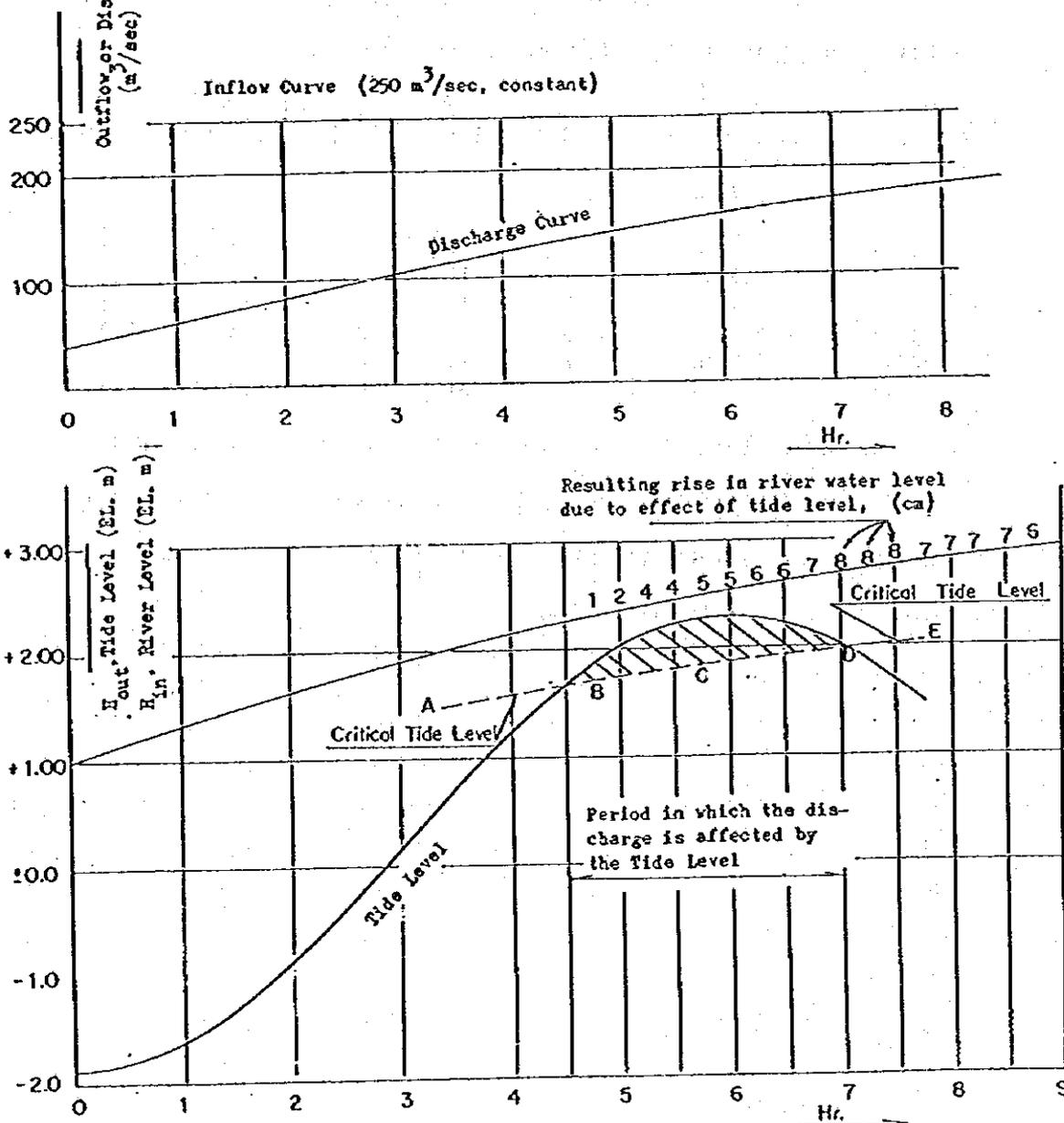
比べることは簡単にできる。

ここでは一応の仮定として、影響を受ける期間、つまり時刻4:30から7:03位迄の約3時間30分強の間（この間は、図に示した折線ABCDEの上に外海潮位が入ってくるので、これが影響を受ける理由になる）流出する流量は、水位の余分の上昇による影響も含めた $Q = CBH$ で与えられる流量の80%*（つまり20%だけ減少するということ）と考えた。これによる水位の余分の上昇は、図に数字で記入したように、最大8cm程度であるに過ぎない。

無論 $250\text{ m}^3/\text{sec}$ という流量の大きさも、20%という流量の減少率も、いづれも仮定の値ではあるが、要するに外海の潮位が高いことによる内水位の余分の高まりは、多くの場合において数cmであることが多く、仮りに何等からの理由でこれより大きくなったとしても、20cmを超えるようなことは先づ考えられないと言って良い。

（注：*水位そのものが影響されない場合に比べて、1～8cm上昇しているんで、このより高い水位に対する普通の流量の80%という意味である。）

Fig. 4 Effect of H_{out} (Tide Level)
Upon H_{in} (River Water Level)



また、本文の4-2で述べたように、越流係数(C)の値を1.30とするか1.50とするかで、10年洪水に対する最高水位は15cm位異ってくる。しかも、現在の状況の下で、1.30と1.50のいずれがより正しいのか、判断するだけのデータも手元にない。このように考えると、現在可能な水文又は水理解析の精度では、10~20cm程度の誤差は全く不可避免的にでてくるものであって、これにあまりとらわれても仕方がない。

さらにまた、1978、1981、1984年の3年間の潮位表について、高い潮位の発生する頻度を研べてみた結果、次のようなことになった。

(1) 潮位表の 潮位	(2) 対応する EL. (-1.4 m)	1978	発 生 頻 度 1981	1984	頻 度 合 計	累 計
3.7 m	2.3 m	—	1	1	2	2
3.6 m	2.2 m	—	11	9	20	22
3.5 m	2.1 m	10	12	12	34	56
3.4 m	2.0 m	37	15	21	73	129
3.3 m	1.9 m	27	28	27	82	211
3.2 m	1.8 m	52	51	37	140	351

この結果、最高潮位の3.7m (EL. 2.3 m) は3年間に僅か2回しか発生せず、このような稀な発生頻度のものが、洪水と丁度重なる確率は非常に少ないと思われる。

以上のようなすべての事を考えた結果、今回の studyに外海の潮位の影響を特に考慮する必要はないとの結論に達したものである。