

ケニア共和国

キリフィ橋建設計画調査  
報告書

昭和59年2月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1029487[4]



ケニア共和国

キリフィ橋建設計画調査  
報告書

昭和59年2月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 5. 31	407
	61.5
登録No. 11516	SDF

## 序 文

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国キリフィ橋建設計画のフィージビリティ調査に協力することを決定し、国際協力事業団がその調査を実施した。

当事業団は、上記計画の重要性に鑑み、セントラルコンサルタント株式会社菊野衛氏を団長とする7名の専門家からなる調査団を編成するとともに、本州四国連絡橋公団中山武志氏を委員長とする5名で構成される作業監理委員会を設け、調査の推進を図った。

調査団は、昭和58年2月から6ヶ月に亘り、現地においてケニア共和国政府関係機関と緊密な討議を重ねるとともに、広範な現地調査と資料分析を行い、帰国後更に解析・検討作業を進め、このたび本報告書を取りまとめる運びとなった。

この報告書が、本プロジェクトの進展に寄与するとともに、日本・ケニア両国の友好親善関係の増進に寄与するならば、これにまさる喜びはない。

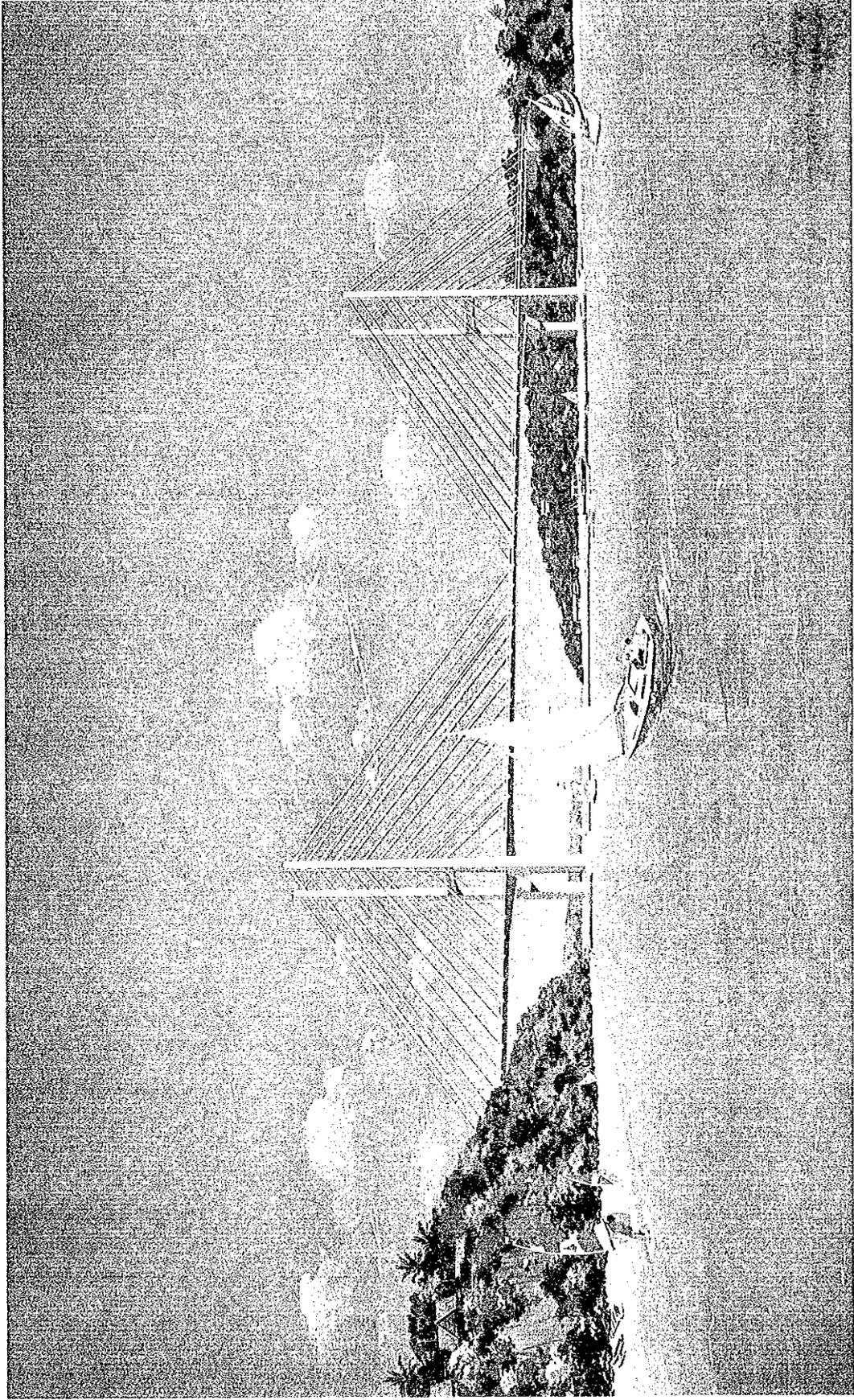
最後に、この調査の実施にあたり多大なる御協力と御支援をいただいたケニア共和国政府及び日本国政府関係機関ならびに関係各位に対し厚く御礼申し上げる次第である。

昭和59年2月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔

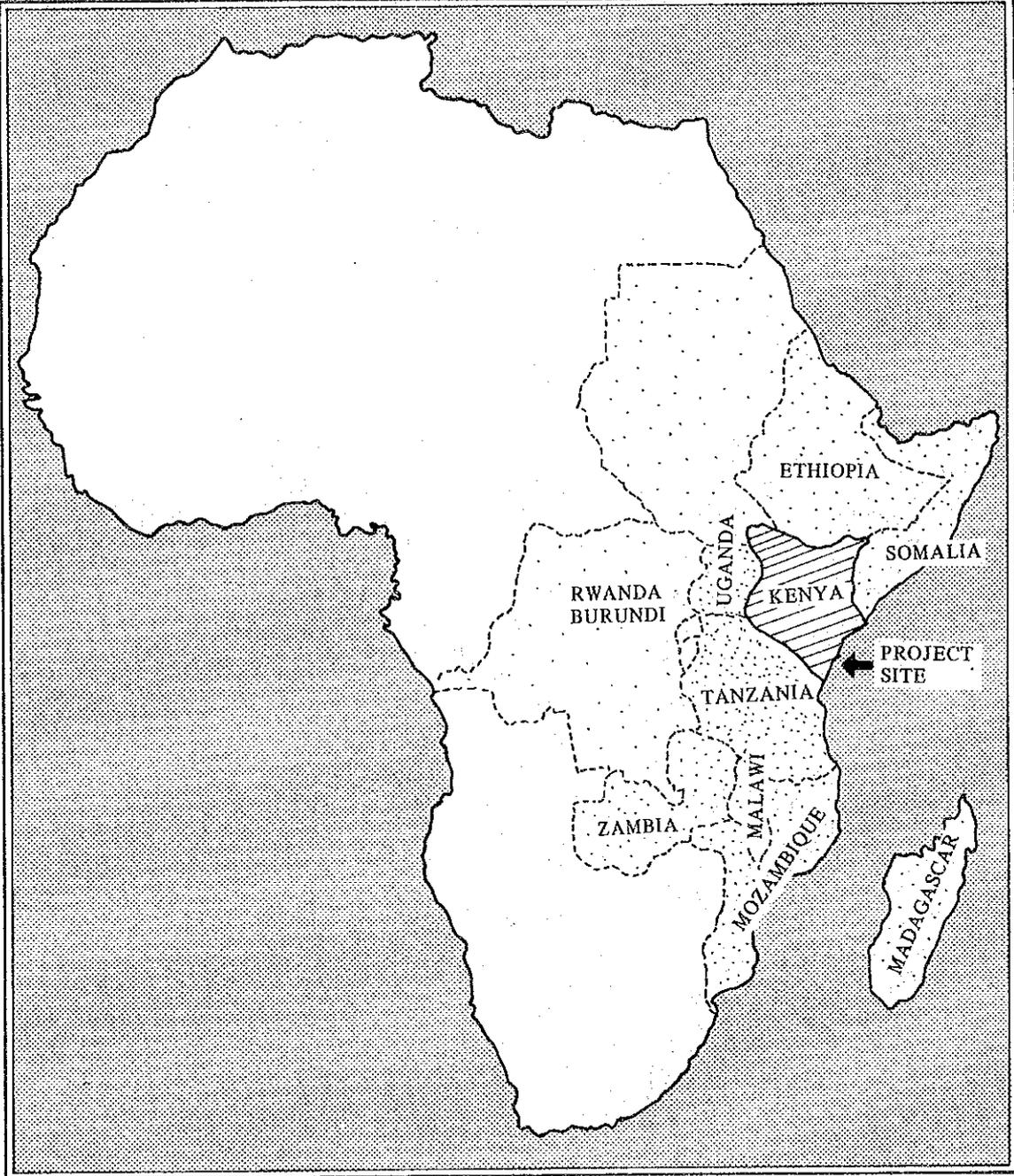




BIRD'S-EYE VIEW OF KILIFI BRIDGE

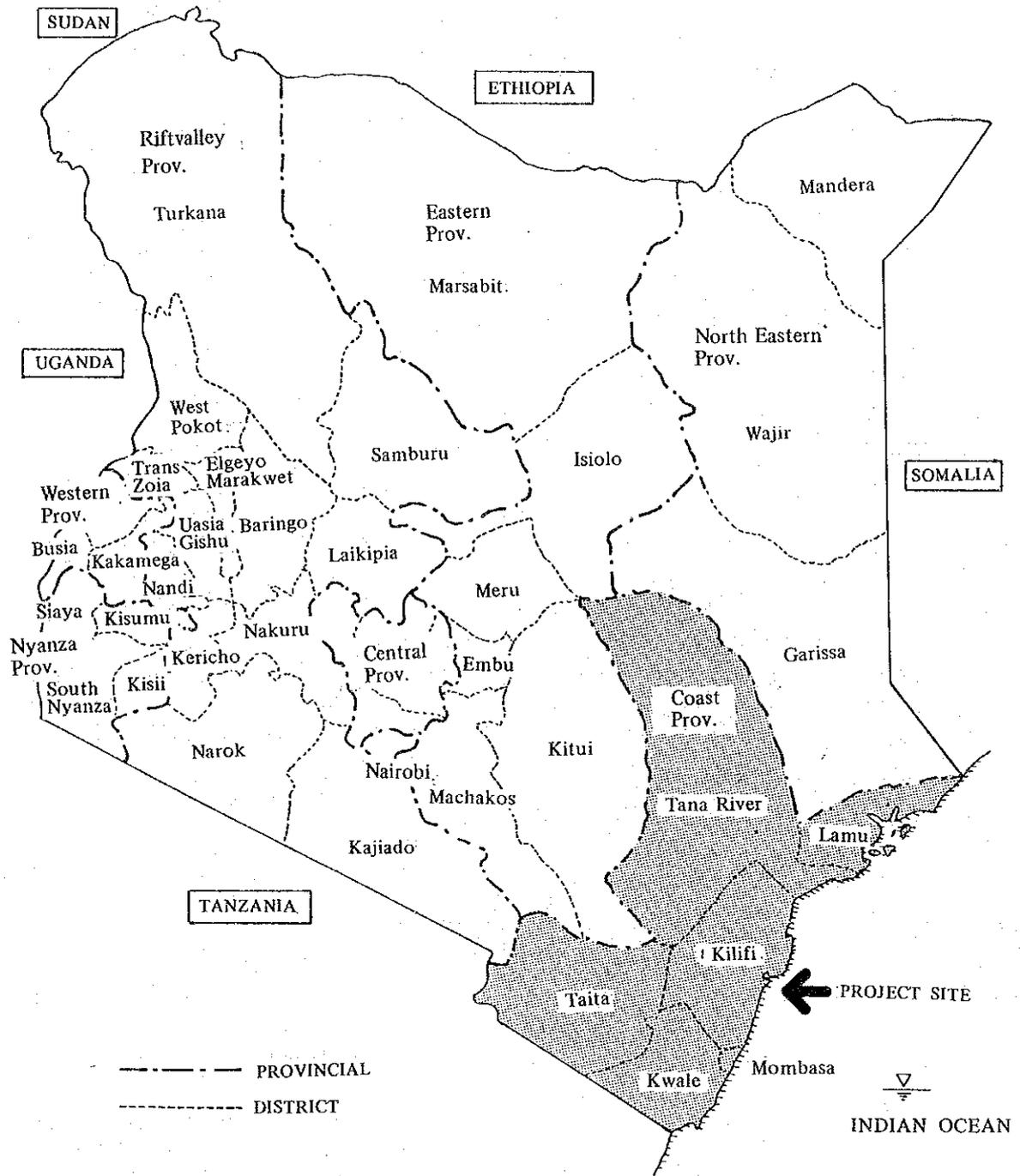


PROJECT LOCATION MAP-1





PROJECT LOCATION MAP-2





## 目 次

A.	結論と勧告	
A.1	結 論	A.1
A.2	勧 告	A.1
B.	要 約 編	B.1
B.1	はじめに	B.1
B.2	交通計画	B.1
B.2.1	交通調査	B.1
B.2.2	現在交通の特性	B.2
B.2.3	将来交通量推計	B.2
B.2.4	将来交通量	B.2
B.3	野外調査	B.2
B.4	比較路線計画	B.4
B.4.1	比較路線の策定	B.4
B.4.2	比較路線の概要説明	B.4
B.4.3	比較路線の評価	B.4
B.5	橋梁比較計画	B.6
B.5.1	概 要	B.6
B.5.2	上部構造型式	B.6
B.5.3	下部構造型式	B.6
B.5.4	補足橋梁比較検討	B.6
B.5.5	比較案の工事費	B.9
B.5.6	比較案の評価	B.9
B.6	道路概略設計	B.9
B.6.1	線形計画	B.9
B.6.2	横断面計画	B.9
B.6.3	交差点計画	B.10
B.7	橋梁概略設計	B.10
B.7.1	概 要	B.10
B.7.2	設計条件	B.10
B.7.3	上部構造	B.12
B.7.4	下部構造	B.13

B.8	事業費の算出	B.14
B.9	経済分析	B.15
B.9.1	前提条件	B.15
B.9.2	経済費用	B.15
B.9.3	交通費用の算出	B.16
B.9.4	経済分析の結果	B.17
B.9.5	感度分析	B.17
B.10	財務分析及び実行計画	B.18
B.10.1	実行計画	B.18
B.10.2	必要投資額	B.18

## 本 編

### 第1章 概 要

1.1	調査の背景	1.1
1.2	調査の組織	1.1
1.3	調査の方法	1.1
1.3.1	調査の目的	1.1
1.3.2	調査地域	1.2
1.3.3	調査内容の概要	1.2
1.4	調査経過	1.4

### 第2章 交通調査

2.1	概 要	2.1
2.2	現在交通の特性	2.1
2.2.1	交通流の状況	2.1
2.2.2	交通量	2.1
2.2.3	車種別構成	2.2
2.2.4	自動車交通量の変動	2.2
2.3	交通量推計	2.4
2.3.1	方 法	2.4
2.3.2	交通ゾーニング	2.6
2.3.3	開発状況	2.7
2.3.4	人 口	2.8
2.3.5	観 光	2.9
2.4	将来交通量の推計	2.10
2.4.1	概 要	2.10
2.4.2	自然発生交通	2.11
2.4.3	誘発交通	2.11
2.4.4	将来交通量	2.11

### 第3章 調査地域の特色

3.1	自然状況	3.1
3.1.1	気 温	3.1
3.1.2	降 雨	3.1
3.1.3	風	3.1
3.1.4	潮	3.1
3.1.5	地 震	3.2
3.2	野外調査	3.3
3.2.1	実施された調査	3.3
3.3	土質調査	3.4
3.3.1	調査概要	3.4
3.3.2	調査地域の地形地質概要	3.4

3. 3. 3	調査結果	3.5
3. 3. 4	礫性石灰岩と石灰質軟砂岩について	3.11
3. 3. 5	骨材調査	3.12
3. 4	調査地域の開発状況	3.19
3. 4. 1	現況土地利用	3.19
3. 4. 2	現在道路状況	3.19
3. 4. 3	施設の現状	3.19
3. 4. 4	キリフィ市街地の将来開発計画	3.20
<b>第4章 比較路線計画</b>		
4. 1	路線選定基本方針	4.1
4. 1. 1	概 要	4.1
4. 1. 2	路線選定のコントロールポイント	4.1
4. 1. 3	土地利用計画	4.2
4. 1. 4	キリフィクリーク	4.2
4. 2	道路の設計規格	4.2
4. 3	提案された比較路線	4.3
4. 3. 1	比較路線の策定	4.3
4. 3. 2	比較路線の記述	4.3
4. 4	比較路線の抽出	4.4
4. 4. 1	比較路線案の比較	4.4
4. 4. 2	比較路線の評価	4.4
4. 4. 3	結 論	4.5
<b>第5章 橋梁型式の選定</b>		
5. 1	概 要	5.1
5. 2	比較橋梁型式	5.1
5. 2. 1	橋 長	5.1
5. 2. 2	橋脚位置の決定	5.1
5. 2. 3	上部工の型式	5.3
5. 2. 4	下部工の型式	5.5
5. 3	橋梁比較案の特徴	5.5
5. 3. 1	施工法の概要	5.5
5. 3. 2	材料の数量	5.7
5. 3. 3	プロジェクト費用	5.7
5. 4	橋梁比較案の検討に対する補足	5.10
5. 4. 1	コンクリート桁橋についての再検討	5.10
5. 4. 2	コンクリート斜張橋に対する再検討	5.12
5. 5	比較案の選定	5.18
5. 5. 1	比較案の評価	5.18
5. 5. 2	選 定	5.19

## 第6章 道路概略設計

6.1	概 要	6.1
6.2	線形計画	6.1
6.2.1	平面線形計画	6.1
6.2.2	縦断線形計画	6.2
6.3	横断構成	6.6
6.3.1	基本的な考え方	6.6
6.3.2	標準横断面構成	6.7
6.4	舗装設計	6.9
6.4.1	交通区分	6.9
6.4.2	気 候	6.9
6.4.3	路 床	6.9
6.4.4	舗装構成	6.9
6.5	交差点計画	6.10
6.5.1	基本的な考え方	6.10
6.5.2	交差点の形式	6.10
6.5.3	交差点間隔	6.11
6.5.4	交差点計画	6.11
6.6	休 憩 場	6.13

## 第7章 橋梁予備設計

7.1	概 要	7.1
7.2	橋脚と橋台の位置	7.1
7.2.1	橋脚の位置	7.1
7.2.2	橋台位置	7.1
7.3	上部工の設計	7.5
7.3.1	設計条件	7.5
7.3.2	骨 組	7.9
7.3.3	ケーブルの設計	7.13
7.3.4	主桁の設計	7.16
7.3.5	塔の設計	7.21
7.4	下部工の設計	7.24
7.4.1	設計条件	7.24
7.4.2	橋台の設計	7.25
7.4.3	塔の基礎の設計	7.25
7.5	施工計画	7.31
7.5.1	概 要	7.31
7.5.2	仮 設	7.31
7.5.3	塔の施工	7.34
7.5.4	上部工の施工	7.36
7.5.5	施工工程と主要機材	7.40

## 第8章 プロジェクトコストの積算

8.1	概 要	8.1
8.1.1	積算の手順	8.1
8.1.2	条 件	8.1
8.1.3	基本費用	8.1
8.1.4	建設費	8.1
8.1.5	外 貨	8.3
8.1.6	内 貨	8.3
8.2	単価分析	8.3
8.2.1	単価の構成	8.4
8.2.2	建設資機材の単価	8.4
8.2.3	労 務 費	8.4
8.2.4	建設機材の時間損料	8.6
8.2.5	単価分析の結果	8.6
8.3	建設数量の積算	8.1 2
8.3.1	概 要	8.1 2
8.3.2	建設数量	8.1 2
8.4	建設費の積算	8.1 2
8.4.1	橋梁建設費	8.1 2
8.4.2	取付道路建設費	8.1 2
8.5	用地取得費および補償費	8.1 7
8.5.1	用地取得費	8.1 7
8.5.2	補 償 費	8.1 8
8.6	プロジェクトコース	8.1 8
8.7	年間管理費	8.2 0

## 第9章 経 済 分 析

9.1	概 要	9.1
9.1.1	経済分析の視点・目的	9.1
9.1.2	経済分析のための前提	9.1
9.1.3	本分析の範囲及び分析の流れ	9.2
9.1.4	評価価格と価格変換係数	9.6
9.1.5	本プロジェクトの投資効率の評価指標及び評価期間	9.6
9.2	本プロジェクトの経済費用	9.7
9.2.1	事業費	9.7
9.2.2	維持管理費	9.7
9.2.3	施設残存価値(2013年末)	9.7
9.3	直接的便益	9.8
9.3.1	本施設建設用国産資材・サービス需要のGDP拡大便益	9.8
9.3.2	フェリー施設拡張・維持コストの不要化便益	9.9
9.3.3	時間節約便益	9.1 1
9.3.4	誘発交通便益	9.1 5

9. 3. 5	走行コスト節約便益	9.1 7
9. 3. 6	本プロジェクトの直接的便益のまとめ	9.2 0
9. 4	本プロジェクトの投資効率	9.2 3
9. 4. 1	ベースケース	9.2 3
9. 4. 2	感度分析	9.2 3
9. 4. 3	本プロジェクトの投資効率	9.2 4
9. 5	間接的便益	9.2 5
9. 5. 1	通行機能の相対的向上とその社会面への Impact	9.2 5
9. 5. 2	施設建設時における雇用増大	9.2 6
9. 5. 3	技術移転	9.2 6
9. 5. 4	観光産業の発展とその経済的影響	9.2 6
9. 6	結論	9.2 8

## 第10章 財務分析

10.1	財務分析の視点、目的、前提及び方法	1 0.1
10.1.1	財務分析の視点及び目的	1 0.1
10.1.2	財務分析の前提	1 0.1
10.1.3	本分析の範囲及び分析方法	1 0.2
10.1.4	本分析で用いる評価（表示）価格	1 0.2
10.2.	時価事業費の推計	1 0.4
10.2.1	関連諸物価の予測	1 0.4
10.2.2	時価事業費	1 0.4
10.3.	資金調達	1 0.4
10.3.1	資金調達条件と事業費・維持管理費の調達方法	1 0.4
10.3.2	事業費のうちの外貨分の調達計画と償還計画	1 0.7
10.3.3	本プロジェクトの内貨分の調達とその調達可能性	1 0.7
10.3.4	維持管理費と事業費の償還及び資金調達コストの利用者負担の可能性	1 0.1 0
10.4.	結 論	1 0.1 4
10.4.1	必要資金	1 0.1 4
10.4.2	必要資金の調達可能性	1 0.1 4
10.4.3	施工計画	1 0.1 4

## 付 録

1.	橋梁設計の資料	AP- 1
2.	棧橋建設費	AP- 5
3.	スタッフリスト	AP- 7
4.	報告書リスト	AP-10



表 リ ス ト

本 編

Table 2-1	TRAFFIC VOLUME .....	2.2
Table 2-2	NUMBER OF VEHICLE BY VEHICLE TYPE.....	2.2
Table 2-3	PRINCIPAL PROGRAMMES OF DEVELOPMENT PLAN.....	2.7
Table 2-4	PROJECTED POPULATION BY AREA (1979 TO 2010).....	2.8
Table 2-5	HOTEL BEDS OCCUPANCY AT COASTAL-BEACH AREA .....	2.9
Table 2-6	ESTIMATED FUTURE TRAFFIC VOLUME BY YEAR AND BY PURPOSE .....	2.11
Table 2-7	ESTIMATED FUTURE TRAFFIC VOLUME BY YEAR AND BY VEHICULAR TYPE .....	2.12
Table 3-1	DESCRIPTIONS OF LAYERS .....	3.10
Table 4-1	DESIGN ELEMENTS OF ROAD.....	4.2
Table 4-2	COMPARISON OF ALTERNATIVE ROUTES .....	4.6
Table 5-1	ALTERNATIVE SUPERSTRUCTURE TYPES .....	5.3
Table 5-2	STEEL BRIDGE CONSTRUCTION QUANTITIES.....	5.8
Table 5-3	P.C. BRIDGE CONSTRUCTION QUANTITIES.....	5.9
Table 5-4	PROJECT COST .....	5.10
Table 5-5	COMPARISON OF BRIDGE CONSTRUCTION COST.....	5.10
Table 5-6	CONSTRUCTION COST OF P.C. GIRDER ( $\ell = 210$ m).....	5.11
Table 5-7	VARIATIONS OF ALTERNATIVE (3).....	5.12
Table 5-8	COMPARISON OF BRIDGE CONSTRUCTION COST (CABLE STAYED CONCRETE GIRDER) .....	5.13
Table 5-9	CONSTRUCTION COST OF CABLE STAYED CONCRETE GIRDER ( $\ell = 250$ m) ALT. (3)-1.....	5.14
Table 5-10	CONSTRUCTION COST OF CABLE STAYED CONCRETE GIRDER ( $\ell = 280$ m) ALT. (3)-2 .....	5.15
Table 5-11	CONSTRUCTION COST OF CABLE STAYED CONCRETE GIRDER ( $\ell = 320$ m) ALT. (3)-3 .....	5.16
Table 5-12	CONSTRUCTION COST OF CABLE STAYED CONCRETE GIRDER ( $\ell = 210$ m) ALT. (3) .....	5.17
Table 6-1	SCALE USED IN DESIGN.....	6.1
Table 6-2	TYPE OF INTERSECTION .....	6.11
Table 7-1	UNIT WEIGHTS OF MATERIALS .....	7.6
Table 7-2	T-LOADINGS .....	7.6
Table 7-3	L-LOADINGS .....	7.7
Table 7-4	UNIFORM LOAD FOR SIDEWALKS.....	7.7
Table 7-5	REINFORCEMENT.....	7.9
Table 7-6	PRESTRESSING BAR .....	7.9
Table 7-7	CABLE .....	7.9
Table 7-8	DESIGN UNIT STRESS OF MAIN GIRDER.....	7.20
Table 7-9	DESIGN FORCE AND WORKING STRESS OF TOWER.....	7.21
Table 7-10	RESULT OF CALCULATION FOR STABILITY OF ABUTMENT .....	7.27

Table 7-11	STABILITY OF PILES.....	7.30
Table 7-12	WORKING PROCESS OF CONSTRUCTION OF BRIDGE.....	7.40
Table 7-13	MAIN EQUIPMENTS FOR BRIDGE WORKS AND THEIR PERIOD FOR USE (1).....	7.41
Table 7-14	MAIN EQUIPMENTS FOR BRIDGE WORKS AND THEIR PERIOD FOR USE (2).....	7.42
Table 8-1	MARKET PRICE OF MAJOR DOMESTIC MATERIALS.....	8.4
Table 8-2	COST OF FOREIGN PRODUCTS.....	8.5
Table 8-3	LABOUR COST.....	8.6
Table 8-4(A)	SCHEDULE OF DAYWORKS.....	8.7
Table 8-4(B)	SCHEDULE OF DAYWORKS.....	8.8
Table 8-4(C)	SCHEDULE OF DAYWORKS.....	8.9
Table 8-5	UNIT COST FOR BRIDGE.....	8.10
Table 8-6	UNIT COST FOR APPROACH ROAD.....	8.11
Table 8-7	BRIDGE CONSTRUCTION QUANTITIES.....	8.13
Table 8-8	APPROACH ROAD QUANTITIES.....	8.14
Table 8-9	BRIDGE CONSTRUCTION COST.....	8.15
Table 8-10	APPROACH ROAD CONSTRUCTION COST.....	8.16
Table 8-11	PROJECT COST.....	8.18
Table 8-12	CONSTRUCTION SCHEDULE.....	8.19
Table 8-13	PROJECT COST BY YEAR.....	8.19
Table 8-14	ANNUAL MAINTENANCE COST OF BRIDGE.....	8.20
Table 9-1	PROJECTION OF TRAFFIC VOLUMES.....	9.2
Table 9-2	CONVERSION FACTORS FOR VALUES AT DOMESTIC MARKET PRICE.....	9.6
Table 9-3	PROJECT COST.....	9.7
Table 9-4	ANNUAL MAINTENANCE COST.....	9.7
Table 9-5	BENEFIT OF INCREASING KENYA GDP.....	9.8
Table 9-6	PURCHASE/CONSTRUCTION COSTS OF FERRY FACILITIES.....	9.10
Table 9-7	EXPANSION PLAN OF FERRY FACILITIES.....	9.10
Table 9-8	PROJECTION OF PURCHASE/CONSTRUCTION COST AND OPERATING/MAINTENANCE COST OF FERRY FACILITIES.....	9.11
Table 9-9	ANNUAL HOURS SAVED BY THE PROJECT, WHEN PASSING THROUGH THE PROJECT PLANNED AREA.....	9.13
Table 9-10	PASSENGER NUMBERS.....	9.14
Table 9-11	TIME VALUE PER HOUR IN 1983.....	9.14
Table 9-12	BENEFIT DUE TO TIME SAVINGS.....	9.15
Table 9-13	BENEFIT DUE TO INDUCED TRAFFIC.....	9.16
Table 9-14	VEHICLE OPERATING COST (VOC) PER KILO METERS.....	9.19
Table 9-15	FIXED COST IN VOC PER OPERATING HOUR.....	9.19
Table 9-16	BENEFIT DUE TO VEHICLE OPERATING COST SAVINGS.....	9.20
Table 9-17	ECONOMIC BENEFITS OF THE PROJECT.....	9.22

Table 9-18	BENEFIT COST RATIOS AND ECONOMIC INTERNAL RATES OF RETURN OF THE PROJECT, CHANGING THE PROJECT COST AND THE CONSTRUCTION PERIOD .....	9.24
Table 9-19	LOCAL EMPLOYEES FOR CONSTRUCTION OF FACILITIES.....	9.25
Table 9-20	PROJECTION OF TOURIST TRAFFIC .....	9.25
Table 9-21	BENEFIT OF INCREASING KENYA GDP THROUGH TOURIST EXPENDITURE.....	9.26
Table 10-1	PROJECTION OF ANNUAL INCREASING RATE OF UNIT PRICE.....	10.4
Table 10-2	PROJECT COST AT CURRENT PRICE BY FOREIGN CURRENCY (F.C) AND LOCAL CURRENCY (L.C).....	10.5
Table 10-3	PROBABLE METHODS OF FUNDING PROJECT COST.....	10.6
Table 10-4	SUPPOSED METHOD OF RAISING FUNDS FOR PROJECT COST AND MAINTENANCE COST .....	10.6
Table 10-5	FOREIGN CURRENCY.....	10.7
Table 10-6	ANNUAL AMOUNT OF REPAYMENT OF CAPITAL AND INTEREST .....	10.8
Table 10-7	AMOUNT OF LOCAL CURRENCY NEED TO BE RAISED DURING THE CONSTRUCTION PERIOD.....	10.9
Table 10-8	CURRENT AND CAPITAL EXPENDITURE ON ROADS IN KENYA.....	10.9
Table 10-9	AMOUNT OF LOCAL CURRENCY NEEDED TO BE RAISED DURING OPERATION PERIOD (1990 ~ 2013).....	10.10
Table 10-10	TOLL CHARGE AT NEW NYALI BRIDGE .....	10.11
Table 10-11	BALANCE OF EXPANDITURE AND REVENUE OF BUSINESS ENTITY.....	10.12
Table 10-12	TOLL CHARGES TO COVER THE MAINTENANCE COST DURING THE OPERATING PERIOD .....	10.13
Table 10-13	INVESTMENT REQUIREMENT.....	10.14
Table 10-14	IMPLEMENTATION SCHEDULE.....	10.15



図 リ ス ト

本 編

Fig. 1-1	LOCATION OF THE STUDY AREA .....	1.3
Fig. 2-1	MONTHLY VARIATION .....	2.3
Fig. 2-2	DAILY VARIATION.....	2.3
Fig. 2-3	HOURLY FLUCTUATION.....	2.4
Fig. 2-4	GENERAL FLOW CHART.....	2.5
Fig. 2-5	LOCATION OF TRAFFIC ZONES .....	2.6
Fig. 2-6	ESTIMATED FUTURE TRAFFIC VOLUME .....	2.12
Fig. 3-1	AVERAGE MONTHLY TEMPERATURE .....	3.1
Fig. 3-2	AVERAGE MONTHLY RAINFALL .....	3.1
Fig. 3-3	DATUM LINE OF THE STUDY.....	3.2
Fig. 3-4	SURVEY SITE LOCATION .....	3.3
Fig. 3-5	PHYSIOGRAPHICAL MAP OF KILIFI-MAZERAS AREA .....	3.6
Fig. 3-6	GEOLOGICAL MAP .....	3.7
Fig. 3-7	PHYSICAL GEOLOGY OF THE STUDY AREA .....	3.8
Fig. 3-8	TYPICAL CROSS-SECTION FOR SOUTH OF CREEK .....	3.8
Fig. 3-9	SOIL PROFILE ALONG KILIFI BRIDGE LINE.....	3.9
Fig. 3-10	SUMMARIZED GRADING MIXTURE.....	3.10
Fig. 3-11	PRIMARY POROSITY SOLUTION ENLARGEMENT.....	3.11
Fig. 3-12	SECONDARY POROSITY ENLARGED .....	3.11
Fig. 3-13	GRADING OF AGGREGATE MATERIAL.....	3.13
Fig. 3-14	LOCATION OF POTENTIAL SOURCES OF AGGREGATES .....	3.13
Fig. 3-15	FUTURE DEVELOPMENT PLAN OF KILIFI.....	3.21
Fig. 4-1	LOCATION OF PROPOSED ALTERNATIVE ROUTES.....	4.7
Fig. 5-1	POSITIONING OF PIERS.....	5.2
Fig. 5-2	ALTERNATIVE BRIDGE PLAN.....	5.4
Fig. 5-3	PROFILES OF VARIATIONS OF ALTERNATIVE (3) .....	5.13
Fig. 6-1	HORIZONTAL ALIGNMENT PLAN .....	6.4
Fig. 6-2	VERTICAL ALIGNMENT PLAN.....	6.5
Fig. 6-3	CROSS-SECTION TYPE .....	6.8
Fig. 6-4	MEASUREMENT OF PAVEMENT STRUCTURE.....	6.10
Fig. 6-5	LOCATION OF INTERSECTION.....	6.12
Fig. 7-1	PROFILE AND SUBSURFACE CONDITION OF SEABED AROUND PIERS.....	7.2
Fig. 7-2	PROFILE AND SUBSURFACE CONDITION OF AROUND ABUTMENTS.....	7.3
Fig. 7-3	GENERAL VIEW OF KILIFI BRIDGE.....	7.4
Fig. 7-4	WIDTH OF BRIDGE.....	7.5
Fig. 7-5	T-LOADINGS .....	7.6
Fig. 7-6	L-LOADINGS.....	7.7
Fig. 7-7	POSITIONING OF CABLE PLANES .....	7.11

Fig. 7-8	MECHANICAL CONFIGURATION .....	7.12
Fig. 7-9	DESIGN TENSILE STRENGTH AND CROSS-SECTION OF STAYED CABLE .....	7.14
Fig. 7-10	DETAIL OF ANCHORAGE .....	7.15
Fig. 7-11	CROSS-SECTION OF CABLE .....	7.16
Fig. 7-12	CROSS-SECTION OF MAIN GIRDER .....	7.18
Fig. 7-13	BENDING MOMENT DIAGRAM OF MAIN GIRDER .....	7.19
Fig. 7-14	TOWER .....	7.22
Fig. 7-15	REINFORCEMENTS ARRANGEMENT OF TYPICAL CROSS-SECTION OF TOWER .....	7.23
Fig. 7-16	ABUTMENT .....	7.27
Fig. 7-17	SOIL CONDITION AND PENETRATION OF PILES .....	7.28
Fig. 7-18	ARRANGEMENT OF PILES .....	7.29
Fig. 7-19	CONSTRUCTION PROCEDURE .....	7.32
Fig. 7-20	CONSTRUCTION METHOD .....	7.33
Fig. 7-21	CONCEPTIONAL PLAN OF PILE CONSTRUCTION .....	7.35
Fig. 7-22	BOTTOM SCAFFOLDING FOR FOOTING .....	7.36
Fig. 7-23	CONCEPTIONAL WORKING PLAN OF MAIN GIRDER .....	7.37
Fig. 7-24	CONCEPTIONAL PLAN OF CANTILEVER CARRIAGE .....	7.38
Fig. 8-1	FLOW OF COST ESTIMATION PROCESS .....	8.2
Fig. 9-1	SCOPE OF ECONOMIC ANALYSIS .....	9.4
Fig. 9-2	BENEFIT OF KILIFI BRIDGE PROJECT .....	9.5
Fig. 9-3	METHOD OF CALCULATION OF BENEFITS FOR FERRY FACILITIES .....	9.9
Fig. 9-4	TIMES CONSUMED TO PASS THROUGH PLANNED AREA IN THIS PROJECT .....	9.12
Fig. 10-1	SCOPE OF THE FINANCIAL ANALYSIS .....	10.3

## 結論と勧告



## A 結論と勧告

### A.1 結論

1. 経済評価の結果、すなわち、便益・費用比率(B/C)は1.088、内部収益率(EIRR)は12.89%である。このことからこのプロジェクトは確実に収益性の高いものと考えることが出来る。
2. プロジェクト費用は1983年価格で359,608,000 K.Shs.であり、その主要部分は橋梁の建設費である。
3. クリークを渡る位置として選定された地点は、既存のフェリーより約400m下流の地点(B-Route)である。
4. 橋梁の型式として選定された型式は、コンクリート斜張橋で、その全長は420m、中央径間長は250mである。

### A.2 勧告

1. 本プロジェクトはケニア国の国家経済および社会情勢より非常に有益なものと判断される。したがって、可能な限り早期に本プロジェクトを実施することを勧告する。
2. 本プロジェクトの詳細設計を行なう前には、地形・水深測量、地質調査、材料調査等をさらに行なうべきである。
3. コンクリート斜張橋の建設技術は近年著しく進歩した。しかし、この調査で提案されている橋梁は、中央径間長が250mであり、この種の橋梁では世界で有数の長大橋である。したがって、本橋の設計および建設にあたっては、最新の建設技術と専門家の高度な知識が駆使され反映されることが望ましい。



## 要約編



## B 要 約 編

### B.1 はじめに

ケニア国の東海岸地域は歴史的、自然状況的及び地域社会経済的観点から、開発の可能性が非常に高い地域と言える。現主要幹線道路であるB-8道路は、これらの開発可能性の高い地域を縦貫するため、重要な道路網構成の一環をなしている。キリフィ橋はこのB-8路線上に架設されるプロジェクトである。

キリフィ地域、マリンディ地域、タナ川地域及びラムー地域の開発計画は、ケニア政府により計画立案され、随時実施に移されている。

上記の開発計画の実施、また地域経済の発展に伴い、国道B-8道路の交通量は、急激に増加するものと容易に予想される。

現在キリフィクリークの横断はフェリーポートにより運営されているが、このフェリーポートも、重量車(15トン以上)の運搬は雨季を除いて制限されている。そのためフェリーポートによる車輛の運搬のみでは現在及び将来の自動車交通量をさばききれず、現在でも大きな問題を残している。このことは、国道B-8道路沿道の開発速度を低下させる1つの大きな要因となっている。

この地域の開発可能性の促進、及びキリフィクリークを横断する交通を処理する上での問題点の解決策として、キリフィ橋を早急に建設する事が必要とされる。したがって、キリフィ橋を建設する事により交通処理がスムーズに行なわれるとともに、国道B-8沿道地域に対し開発活力を与えることができるであろう。この様なキリフィ橋の重要性が認識され本調査の実施が実現した。

### B.2 交通計画

#### B.2.1 交通調査

本調査で実施した交通調査は下記の通りである。

- (a) 自動車起終点調査
- (b) 自動車数観測調査
- (c) キリフィフェリー待時間調査
- (d) キリフィクリーク横断歩行者数観測調査

#### B.2.2 現在交通の特性

各種交通調査の結果から次に述べる特性が判明した。

- (a) キリフィクリークを横断する自動車交通の起終点の87%は、モンバサ、マリンディ及びキリフィ地域である。
- (b) ピーク時間は朝7:00から8:00までと、夕方5時から6時の1日2回発生する。
- (c) 1983年3月の待時間調査の結果から、マリンディからモンバサ方向への朝・

夕の待時間、11分及び11.9分であり、その反対方向の待時間は12.8分である。

- (d) キリフィクリークを横断する歩行者数は、235人(北→南)及び342人(南→北)である。また12時間の平均横断歩行者数は、134人(北→南)及び202人(南→北)である。

### B.2.3 将来交通量推計

将来交通量推計は下記の2つの事項について計算した。

(a) 自然発生交通

自然発生交通は、現在のフェリーを継続した場合の自然増加率で計算されるものであり、交通の起終点調査結果を基に推計した。

(b) 誘発交通

誘発交通はニュー・ムトワバ橋の完成前と完成後の通過交通量の比較分析から、自然発生交通量の30%増と推計した。

### B.2.4 将来交通量

交通調査、将来人口及び開発計画の分析等を基に、将来交通量が推計される。将来交通量はTable B-1に示される。

Table B-1 FUTURE TRAFFIC VOLUME

Year	Vehicle Type				Total Vehicles	Total P.C.U.
	Light	Medium	Heavy	Bus		
1983	589	201	93	100	983	1,617
1990	1,108	361	166	179	1,814	2,949
2000	1,913	574	266	284	3,037	4,847
2010	3,303	887	410	438	5,038	7,831

### B.3 野外調査

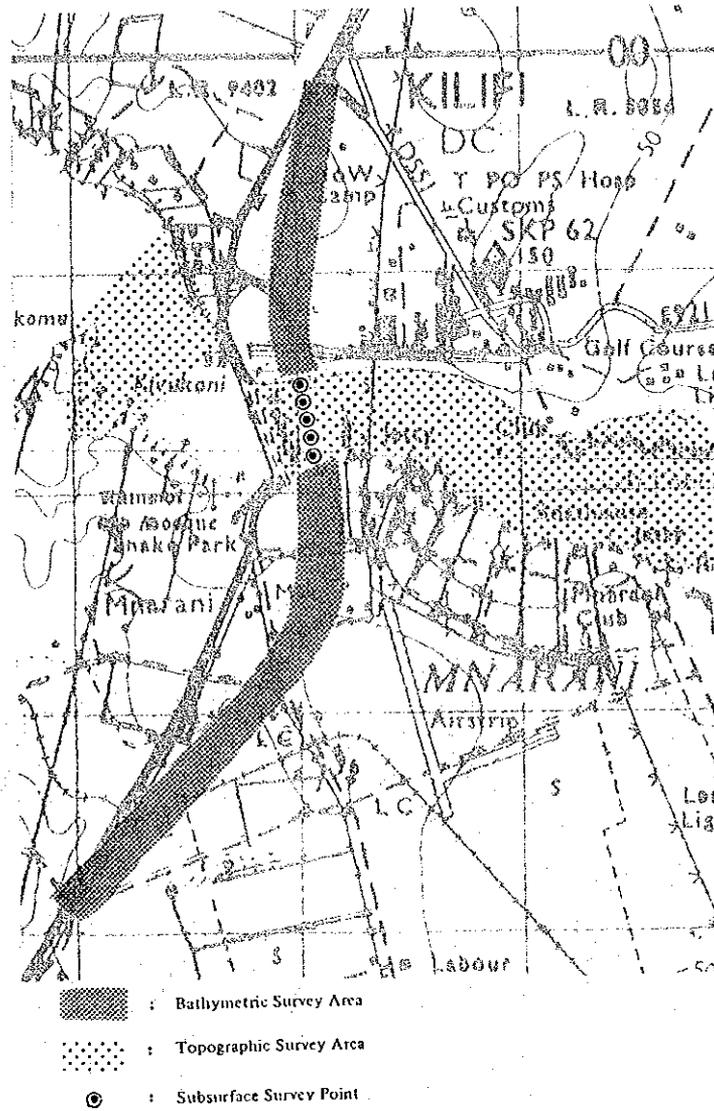
調査地域の物理的条件を把握するために、下記の各種調査を1983年6月、7月にかけて実施した。

(a) 深浅測量

(b) 土質調査

(c) 地形測量

調査範囲はFig B-1に示される。



**Fig. B-1 LOCATION OF SURVEY SITE**

## B.4 比較路線計画

### B.4.1 比較路線の策定

地形状況、土地利用計画等の路線選定に必要な検討を加え、ルートA、ルートB及びルートCの3案の比較案を策定した。比較路線はFig B-2に示される。

### B.4.2 比較路線の概要説明

#### (a) 比較路線ルートA

ルートAは、キリフィクリークの最も浅い部分に選定された。このルートは132kVの送電線の上流側450m地点を、同線と平行に計画されている。

#### (b) 比較路線ルートB

ルートBは、キリフィクリークの最も巾の狭い位置に選定された。この地点は、現在のフェリー運行航路より下流側400m地点である。また同地点には、電話線もクリークを横断している。

#### (c) 比較路線ルートC

ルートCは、キリフィクリークの浅瀬が続く部分で、比較的クリーク巾の狭い場所を選んで選定されている。この地点はキリフィクラブの周辺を通過し、2.0mから7.0mの浅瀬が約150m連続する場所である。

### B.4.3 比較路線の評価

技術的、経済的、環境的評価から、ルートBが最も優れている比較案である。

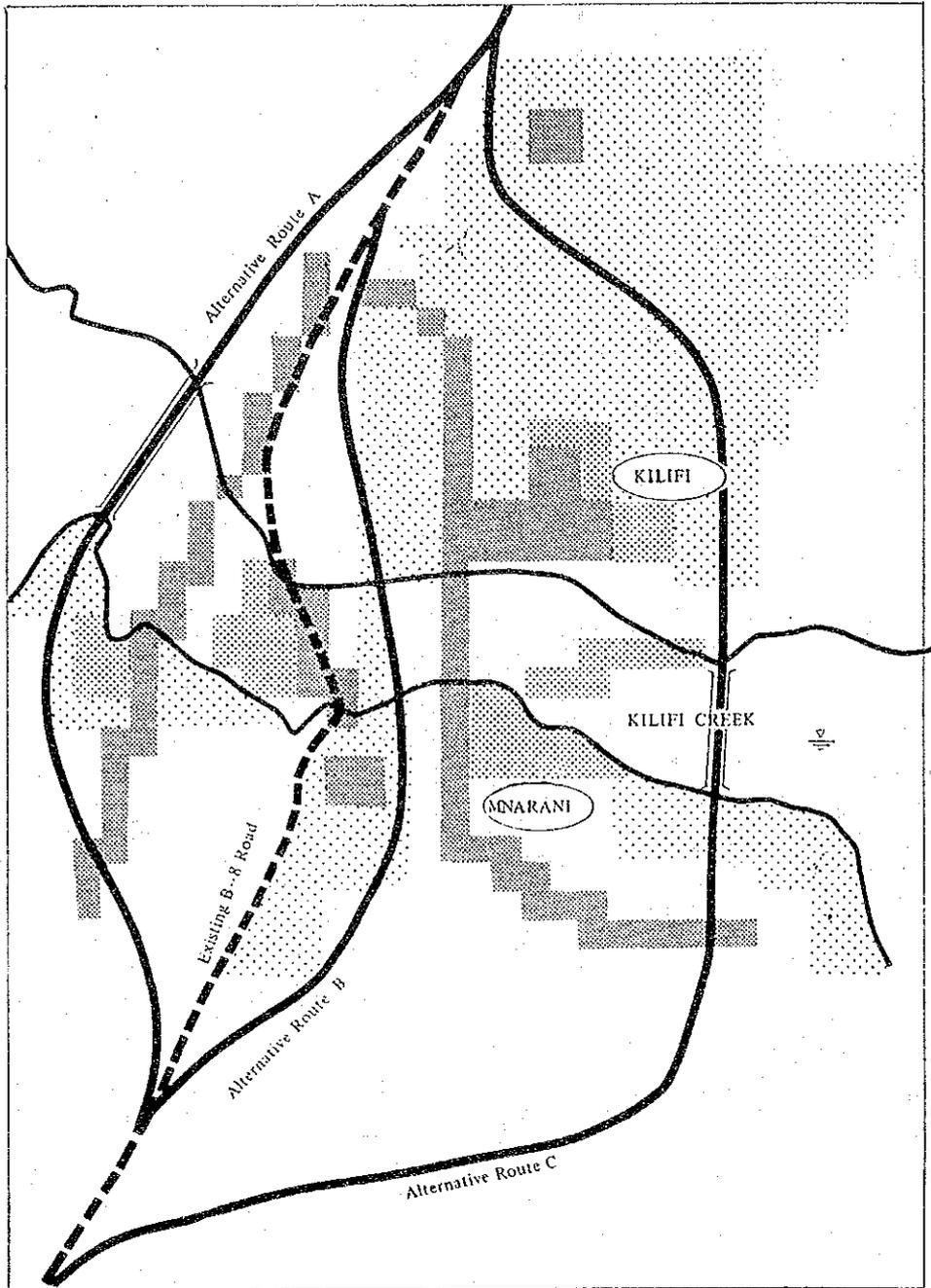


Fig. B-2 LOCATION OF PROPOSED ALTERNATIVE ROUTES

## B.5 橋梁比較計画

### B.5.1 概要

橋梁比較検討は、地形測量、地質調査、深淺測量及び充分な現地調査の結果を基に実施した。

また、キリフイクリークの地形状況を考え、橋脚位置を検討し最終的に420mの橋長とした。

橋脚配置計画図をFig B-3に示す。

### B.5.2 上部構造型式

比較橋脚配置(ケース1~ケース4)検討結果を基に、最適上部構造型式が検討された。また上部構造型式を決定する場合、橋梁技術者の知識、経験及び過去の実績等も充分に考慮して検討が重ねられた。

上記に加えて下記にあげる項目についても考慮した。

(a) 経済的観点

(b) 技術的観点

× 構造上の安定性

× 施工性

× 維持管理

(c) 環境的観点

上記の事項について充分検討した結果、下記にあげる5案の上部工比較案を策定した。

a) 鋼斜張橋

b) 鋼トラス橋

c) コンクリート斜張橋

d) 1-ヒンジコンクリート桁橋

e) 3-ヒンジコンクリート桁橋

上記比較案はFig B-4に示される。

### B.5.3 下部構造型式

下部構造型式は、経済性、施工性、建設材料入手の容易性等を考慮しリバース・サーキュレーション型式を採用した。

### B.5.4 補足橋梁比較検討

補足検討は比較案(3)について、その中央径間長を変化させる事により、工事費がどのように変化するものかを検討するものである。

補足比較案は下記の3案について行われた。

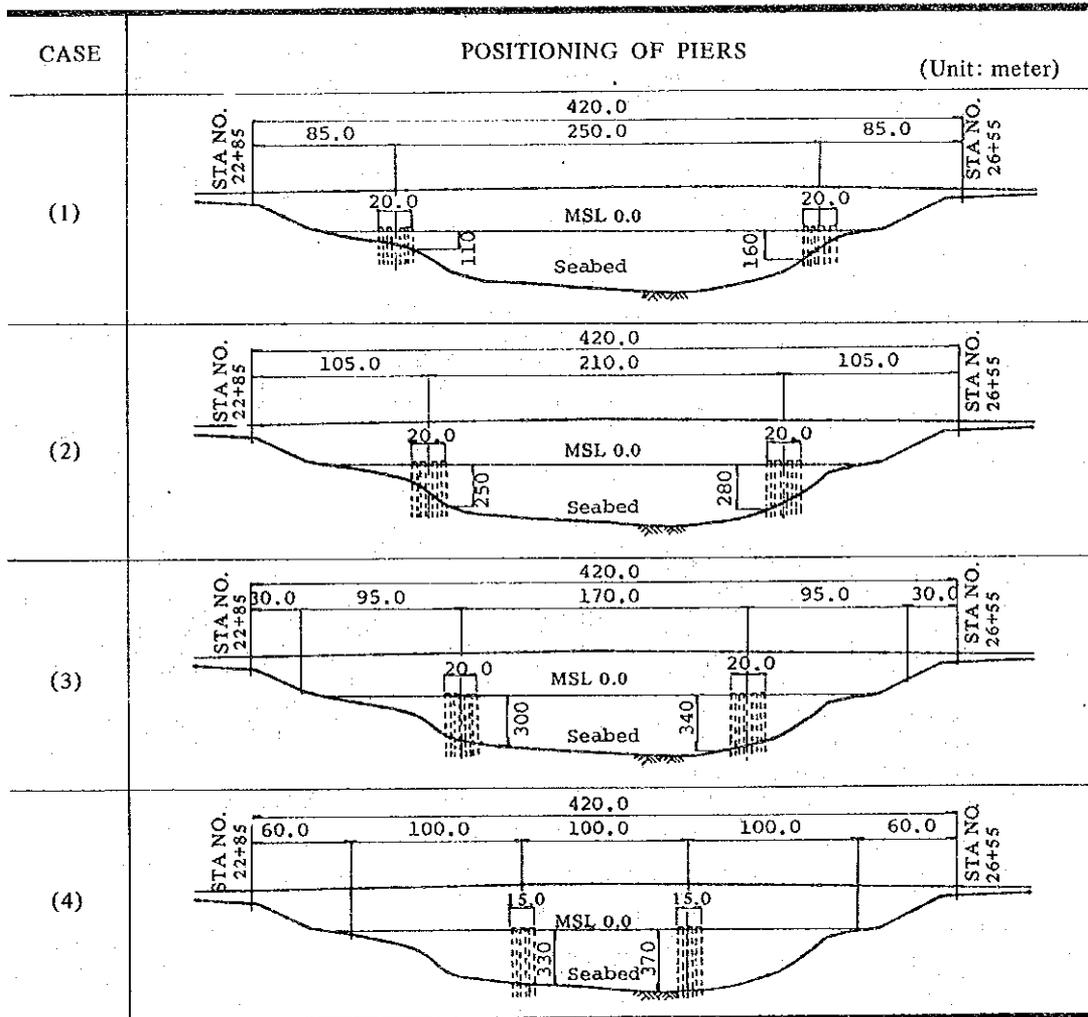


Fig. B-3 POSITIONING OF PIERS

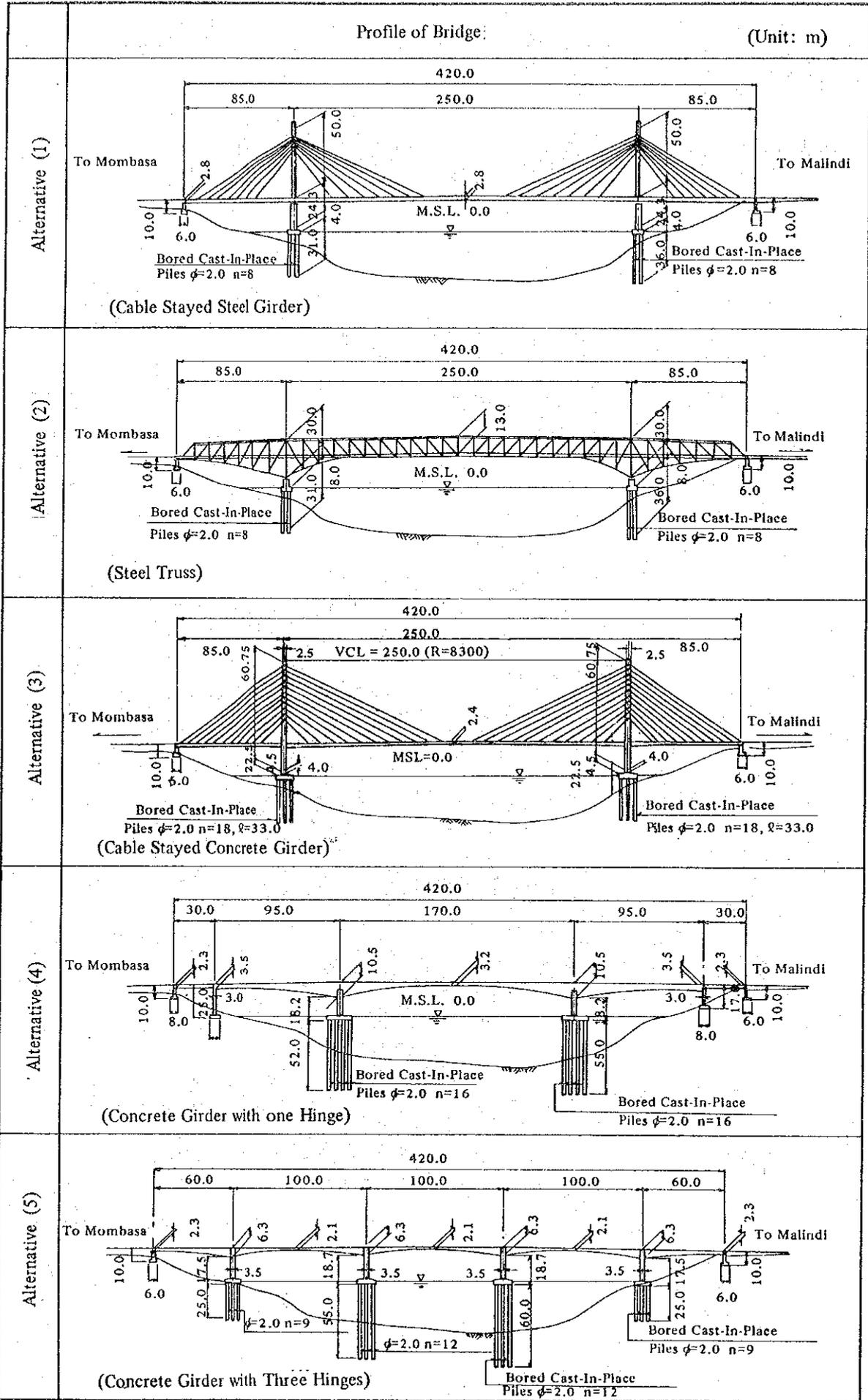


Fig. B-4 ALTERNATIVE BRIDGE PLAN

- (a) 比較案(3)-1 中央径間長 250 m
- (d) 比較案(3)-2 中央径間長 280 m
- (c) 比較案(3)-3 中央径間長 320 m

#### B.5.5 比較案の工事費

各比較案の橋梁上、下部構造の工事費はTable B-2に示される。

Table B-2 CONSTRUCTION COST OF ALTERNATIVES

(Unit 1,000 K.Shs.)

	Alt.(1)	Alt.(2)	Alt.(3)				Alt.(4)	Alt.(5)
			(3)	(3)-1	(3)-2	(3)-3		
Bridge	296,889	282,292	282,655	264,164	303,739	336,967	283,877	274,697

#### B.5.6 比較案の評価

本経済調査のための橋梁型式は、中央径間長が250 mの比較案(3)-1が選ばれた。その理由は下記の通りである。

- (a) 比較案(3)-1が最も経済的な型式であること。
- (b) 比較案(3)-1の橋脚は浅い場所に設置されているため、下部構造の施工が比較的容易であること。
- (c) 比較案(3)-1は桁下空間も広くヨット、クルザー等が容易に桁下空間を通過することが出来るとともに、周辺の自然環境にも十分調和すること。

### B.6 道路概略設計

#### B.6.1 線形計画

##### 1) 平面線形計画

平面線形計画は前述されたルートBについて実施した。

図面上で計画された平面線形は、道路技術者の立合のもとに現地に位置づけされた。

##### 2) 縦断線形計画

縦断線形計画は現況地盤高、桁下空間及び環境等の問題を考慮し、橋梁中央にクレストの変化点を設け、両側に1.5%の勾配をもたせた。

#### B.6.2 横断面計画

横断面計画はケニア国運輸通信省で策定した基準に準じ計画した。

構成は次の通りである。

- (a) 車道幅員は7.0 m (3.50 + 3.50)
- (b) 道路部分の路肩幅員は2.5 m、また橋梁部分は0.75 mである。
- (c) 市街地内の歩道幅員は2.00 mである。

### B.6.3 交差点計画

計画道路と現道との交差点はすべて平面交差とした。

## B.7 橋梁概略設計

### B.7.1 概要

比較橋梁検討結果から選出された、中央経間250mのコンクリート斜張橋について概略設計を行った。

### B.7.2 設計条件

下記の条件を基に概略設計を実施した。

#### 1) 条件

- (a) 橋梁型式 — プレストレストコンクリート斜張橋
- (b) 橋長 — 420m
- (c) スパン割 — 85m + 250m + 85m
- (d) 横断構成の寸法
  - 全幅 — 12.5m ( 2.0m + 8.5m + 2.0m )
  - 車道幅 — 8.5m ( 0.75m + 7.0m + 0.75m )
  - 歩道幅 — 2.0m × 2 = 4.0m ( 両側 )
- (e) 平面線形 — 直線
- (f) 橋台の交角 — 90°
- (g) クリアランス
  - 車道部 — 5.25m
  - 歩道部 — 2.5m

#### 2) 設計荷重

- (a) 活荷重 (自動車荷重)  
主構造に対する活荷重は、日本の道路橋示方書に準じTL-20を採用した。
- (b) 風荷重  
主桁、塔及び斜材に対する設計風荷重は30m/secとした。これはモンバサ地域の資料であるがキリフィの自然状況をも考慮して設定した。
- (c) 温度変化による影響  
橋梁の温度変化の範囲はプラス、マイナス5℃であり、かつ構造物内での温度差は5℃である。これらの数値はマリンディ、キリフィ及びモンバサの3地点の資料を参考し設定した。



### B.7.3 上部構造

#### B.7.3.1 構造概要

##### (1) ケーブルの配置

ケーブルの配置は下記の様に設定した。

##### (a) マルティ・ケーブル型式

ケーブル型式は、マルティ・ケーブル型式を採用した。この型式は、主桁と塔が多数のケーブルで結ばれ、ケーブル間隔を比較的狭く配列してある。また、この型式は比較的長スパンで、張出し架設によらなければならないような橋梁に適しているものである。

##### (b) ハープ型

ハープ型は本橋梁に最も適した型式である。そのため、この型式を採用した。

##### (c) 2面ケーブル配線置

交通運用上及び橋面の有効利用を目的として2面ケーブル配置を採用した。

##### (2) 塔の高さ

橋面上部の塔の高さは、 $60.75\text{ m}$ と設定した。塔の高さと中央径間の長さの比は $1:4.1$ となり、また中央径間の最上段のケーブルの張角は $2^\circ$ である。

##### (3) 力学系

経済的観点からFig B-6に示す様な力学系を設定した。塔と主桁との連結構造は固定とし、可動部は中央径間の中央に設置し、温度変化等による伸縮をここで調整する。

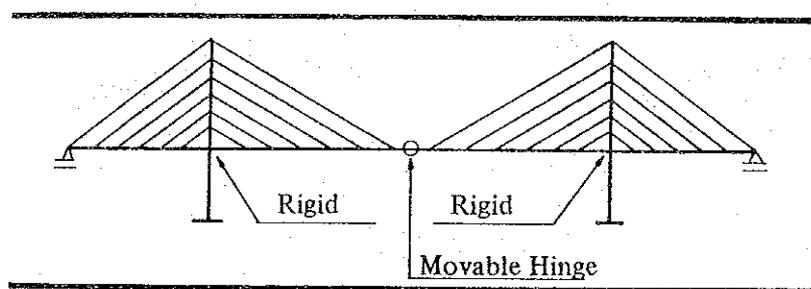


Fig. B-6 GENERAL VIEW OF KILIFI BRIDGE  
(PRELIMINARY BRIDGE DESIGN)

#### B.7.3.2 ケーブル

##### (1) ケーブルの種類

スパイラルワイヤーストランドを採用した。このケーブルは一般に、最も普及しているものであるが、海に近いため、腐食を考慮して腐食防止工を施さなければならない。各ストランドの直径は $15.2\text{ mm}$ で、 $5\text{ mm}$ の鋼線が使用されている。又、1本のケーブルには、19本から37本のストランドが使用されている。

##### (2) 取付

ケーブルの取付は一般的なフレシネーアンカーを採用する。

### B.7.3.3 主 桁

主桁の断面構成は Fig B-7 に示される。Fig B-7 を見て判る様に主桁は 1-ボックスで形成され、ボックス断面は耐風安定性の面から 2.9° の角度をもたせてある。

主桁の高さは一般部で 2.40 m とし、塔付近では曲げモーメントが大きくなるため 3.70 m とし、曲げモーメントに耐えるよう計画した。

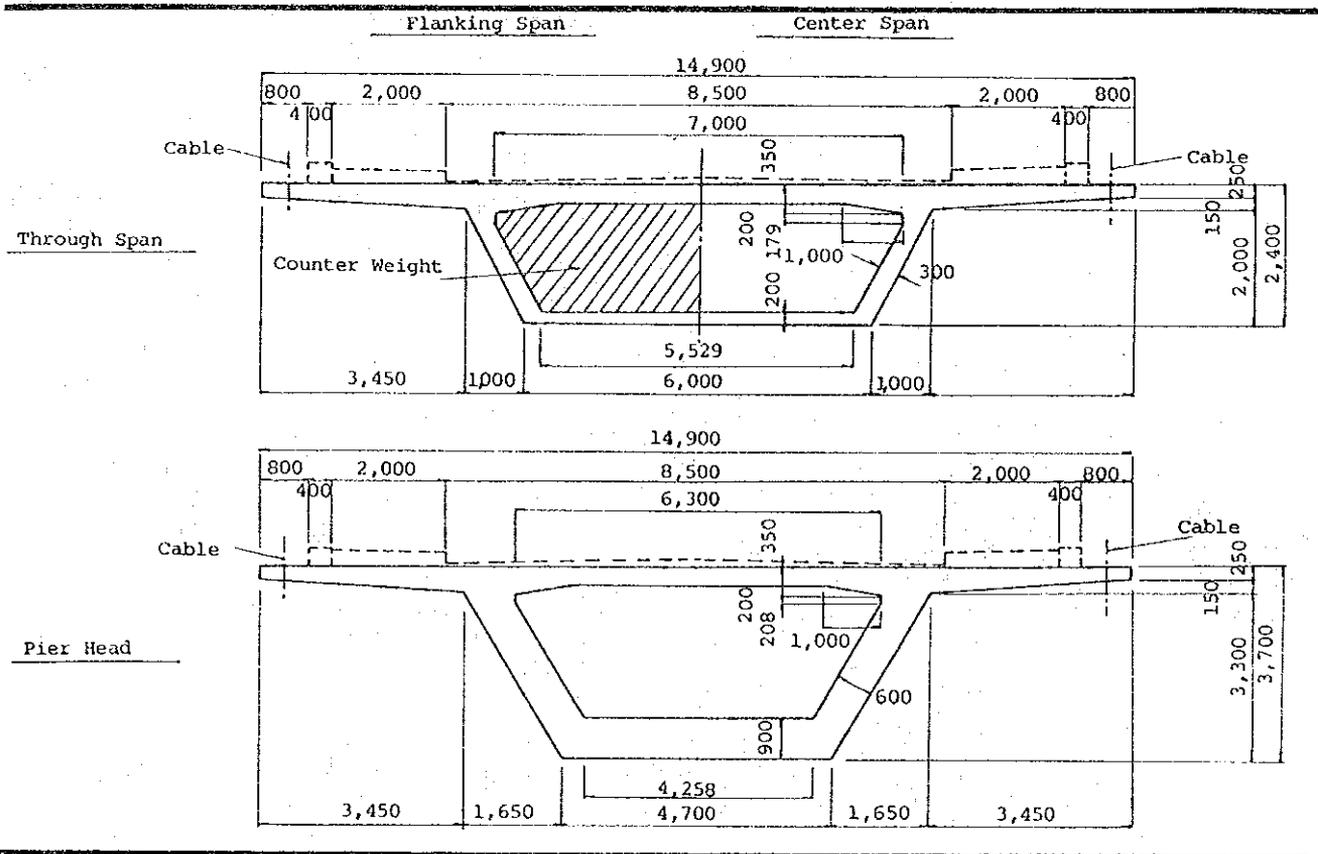


Fig. B-7 CROSS-SECTION OF MAIN GIRDER

### B.7.3.4 塔

塔は 2 面ケーブルを保持するために 2 本の塔で構成されており、その材質は鉄筋コンクリートである。

塔の下部は基礎と一体構造となっている。2 本の塔は風による水平力を支持したり、主桁を支持するために大きな梁で結合されている。

### B.7.4 下部構造

#### B.7.4.1 橋 台

地質調査の結果から判る様に、クリークの両側は硬い石灰岩が、現地盤から下 3.0 m ~ 5.0 m 存在する。そのため橋台の基礎構造は、この石灰岩に床づけする直接基礎画した。

橋台の高さは10.0m、橋台直角方向の中は6.0mである。これらの寸法は、キリフィ側及びムナラニ側とも同一断面である。上部構造から橋台に働く負反力は25tから429tと計算されている。なお、カウンターウェイトとして橋台を用いるために、主桁と橋台はP.Cストランドで結合させた。

#### B.7.4.2 橋脚の基礎

##### 1) 基礎型式

基礎型式は前述の橋梁比較検討で述べた様に、リバーサーキュレーションドリルによる場所打ち杭を採用した。

##### 2) 杭の直径

杭の直径は下記の理由により2.0mとする。

通常のリバーサーキュレーションドリルの直径は概ね1.0mから2.0mであり、2.0m以上の杭径を使用した場合、施工機械が大型化し、明らかに工事費が増大する。直径1.0m～2.0mを比較した場合2.0mが経済的に優位であるため本調査では杭径2.0mを採用した。

##### 3) 杭、根入れ長

地質調査結果から判断出来るように、クリークの底面の2.0mから4.0mの範囲は堅い砂質シルトで、N値が60以上を示している。また、基準水面下25mないし32mの比較的軟かいシルトでさえN値が25から40の値を示している。

以上の事項から杭長は、この比較的軟かい地層を貫いて基準水面下35mへ根入れさせた。

##### 4) 杭配置

1ヶ所の橋脚に18本の杭が必要である。

杭配置は橋軸方向に3列、橋軸直角方向に6列の配置とした。

#### B.8 事業費の算出

1) 事業費は工事費、技術調査費、土地取得費、補償費及び予備費とから成り立っている。

2) 概略設計に基づき、主要作業項目について工事数量が計算された。その後ケニア国の状況、労務賃金、機械費等の分析を行い、主要作業項目の工事費単価が計算された。

3) 事業費は外貨と内貨に別けられる。

4) 事業費は1983価格で計算されている。

5) 事業費の内訳はTable B-3の通りである。

Table B-3 PROJECT COST

(In 1,000 K.Shs.)

Item	Currency	F.C.	L.C.	T.C.
	Bridge		219,582	46,071
Approach Road		13,618	10,849	24,467
Construction Cost		233,200	56,920	290,120
Engineering Fee		27,851	6,963	34,814
Land Aquisition		-	1,612	1,612
Compensation		-	370	370
Sub-Total		261,051	65,865	326,916
Contingency		26,105	6,587	32,692
Total		287,156	72,452	359,608

Note: 1) The project cost is expressed in July 1983 prices.  
2) The price contingency is not considered.

## B.9 経済分析

## B.9.1 前提条件

経済分析のための前提条件は下記の通りである。

(a) 施工期間：1984年～1989年 6年間

(b) 事業費：359,608,000 K. Shs. 1983年価格

(c) 事業費の借入：海外銀行

(d) 交通量：第2章に記載されている。

(e) フェリーのサービスレベル：現況レベルを確保する。

## B.9.2 経済費用

主要施工項目、建設材料、労務費等の経済費用換算係数を考慮して経済費用が算出された。

総経済費用339,771,000 K. Shs.：であり、その詳細をTable B-4に示す。

Table B-4 ECONOMIC COST

(Unit: 1,000 K.shs. 1983 Constant/Economic Price)

At	Year						Total
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	
Financial Price	6,382	12,767	50,967	90,171	119,230	80,091	359,608
Economic Price	6,275	12,552	48,288	84,020	113,088	75,548	339,771
Economic Cost/Financial Cost							94.5

### B.9.3 交通費用の算出

#### B.9.3.1 時間価値

1983年の時間価値は、自動車保有者の収入、大型荷物自動車の待時間価値、また、同乗車数等を勘案し決定した。

車種別による時間当たりの価値をTable B-5に示す。

Table B-5 TIME VALUES PER HOUR IN 1983

(Unit: K.Shs./Hour, 1983 Price)

Type of Vehicle At	Car	Light Goods Vehicle		Medium Goods Vehicle	Heavy Goods Vehicle	Bus
		Owner	Matatu			
Market Price	94	84	99	40	150	240
Economic Price	88	79	93			224

#### B.9.3.2 自動車走行費用

モンバサで集収された関係資料の特徴や精度を考慮に入れて、車種別走行費用を算出した。その結果をTable B-6及びTable B-7に示す。

Table B-6 VEHICLE OPERATING COST (VOC) PER KILO METERS

(Unit: K.Shs./Km, 1983 Economic Price)

Type of Vehicle VOC Item	Car	Light Goods Vehicle		Medium Goods Vehicle	Heavy Goods Vehicle	Bus
		Owner	Matatu			
Variable Costs	0.901	1.397	1.397	2.284	4.189	2.533
Fuel	0.686	0.979	0.979	1.640	3.055	1.603
Engine oil	0.024	0.037	0.037	0.067	0.084	0.078
Repair	0.191	0.381	0.381	0.577	1.050	0.852
Fixed Costs	0.884	1.454	2.048	2.907	10.479	7.786
Depreciation	0.411	0.958	0.958	0.695	3.489	4.559
Interest Costs	0.258	0.271	0.271	0.442	0.070	0.966
Crew Costs			0.594	0.818	1.164	0.701
General Administration				0.584	1.168	0.758
Insurance Costs	0.215	0.225	0.225	0.368	2.588	0.802
Total	1.785	2.851	3.445	5.191	14.668	10.319

Table B-7 FIXED COST IN VOC PER OPERATING HOUR

(Unit: K.shs/Hour, 1983 Economic Price)

Fixed Costs Item	Type of Vehicle Car	Light Goods Vehicle		Medium Goods Vehicle	Heavy Goods Vehicle	Bus
		Owner	Matatu			
Depreciation	6.58	26.09	26.09	18.35	74.54	48.70
Interest Costs	4.13	7.37	7.37	11.79	44.23	41.28
Crew Costs <sup>3)</sup>			16.18	21.85	24.86	29.97
General Administration				12.48	24.96	32.39
Insurance Costs	3.44	6.14	6.14	9.83	55.29	34.40
Total	14.15	39.60	55.78	74.50	223.88	186.74

B.9.4 経済分析の結果

将来交通量、走行費用、時間費用及び事業費の経済費用等にもとづいた経済分析の結果は次の通りである。

(a) 現在価値

経済費用 200,331,000 K. Shs.

経済便益 217,882,000 K. Shs.

現在価値 17,551,000 K. Shs.

尚現在価値は、1983年価格で12%の割引率で計算されている。

(b) 便益、費用比 (B/C) 1.088

(c) 内部収益率 (EIRR) 12.89%

B.9.5 感度分析

感度分析は事業費の変化、及び建設期間の変化について検討した。感度分析の結果を Table B-8 に示す。

Table B-8 RESULT OF SENSITIVITY ANALYSIS

(Unit: %)

Project Cost Construction Period	10% Increase	Base	10% Decrease
One Year Prolongation (7 years)	11.81	12.65	13.62
Base (6 years)	12.01	12.89	14.22
One Year Shortening (5 years)	12.08	12.97	14.02

B.1 0. 財務分析及び実行計画

B.1 0.1 実行計画

経済分析の結果、事業費、施工方法等を考慮して実行計画を策定した。建設工程を Table B - 9 に示す。

Table B-9 IMPLEMENTATION PROGRAM

Working Item		1984	1985	1986	1987	1988	1989
Engineering and Evaluation		■	■				
Land Acquisition and Compensation				■			
Temporary & Other Works				■		■	■
Bridge	Foundations	P <sub>1</sub>			■		
		P <sub>2</sub>			■		
	Abutments	A <sub>1</sub>				■	
		A <sub>2</sub>				■	
	Towers	P <sub>1</sub>				■	
		P <sub>2</sub>					■
	Superstructure						■
	Surface and Facilities						
Roads	Approach Roads				■		■
	Access Roads						■

B.1 0.2 必要投資額

建設工程及び財務分析の結果から、各年次別における必要投資額を計算した。計算結果を Table B - 10 に示す。

Table B-10 INVESTMENT REQUIREMENT

(Unit: 1,000 K.shs, Current Price)

Year	Foreign Currency	Local Currency	Total
1984	5,642	1,424	7,066
1985	12,470	3,405	15,875
1986	54,209	16,240	70,449
1987	102,273	37,644	139,917
1988	162,784	44,305	207,089
1989	116,889	45,991	162,880
Total	454,267	149,009	603,276

# 本 編



# 本 編

## 第1章 概 要

### 1.1 調査の背景

ケニア国の東海岸地域は歴史的、自然状況的及び地域社会経済的観点から開発の可能性が非常に高い地域と言える。現主要幹線道路であるB-8道路は、これらの開発可能性の高い地域を縦貫するため、重要な道路網構成の一環をなしている。キリフィ橋は、このB-8路線上に架設されるプロジェクトである。

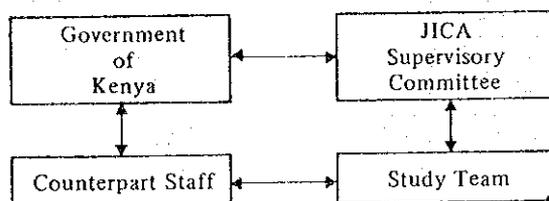
キリフィ地域、マリンディ地域、タナ川地域及びラムー地域の開発計画は、ケニア政府により計画立案され、随時、実施に移されている。上記の開発計画の実施、また地域経済の発展に伴い、国道B-8道路の交通量は急激に増加するものと容易に予想される。

現在、キリフィクリークの横断はフェリーポートにより運営されているが、このフェリーポートも重量車(15トン以上)の運搬は雨季を除いて制限されている。そのため、フェリーポートによる車輛の運搬のみでは現在及び将来の自動車交通量をさばききれず、現在でも大きな問題を残している。このことは、国道B-8道路沿道の開発速度を低減下させる1つの大きな要因となっている。

この地域の開発可能性の促進、及びキリフィクリークを横断する交通を処理する上での問題点の解決策として、キリフィ橋を早急に建設する事が必要とされる。したがって、キリフィ橋を建設する事により交通処理がスムーズに行なわれるとともに、国道B-8沿道地域に対し開発力を与えることもできるであろう。この様なキリフィ橋の重要性が認識され本調査の実施が実現した。

### 1.2 調査の組織

本調査は、国際協力事業団とケニア政府及び関連機関とが協力して実施されるものである。調査の組織は下記に示される。



### 1.3 調査の方法

#### 1.3.1 調査の目的

- (1) キリフィ橋及びその取付道路を含めた経済調査を実施すること。

(2) 本調査を通し、ケニア政府のカウンターパートに技術移転を行うこと。

### 1.3.2 調査地域

調査地域はキリフィ橋架設地域及びその周辺、またキリフィ橋取付道路周辺が含まれる。調査地域はFig. 1-1に示される。

### 1.3.3 調査内容の概要

主な調査項目は下記の通りである。

#### (1) 交通及び社会・経済調査

- a) 交通関係資料の収集、交通調査及びその分析
- b) 社会・経済資料の収集及び分析
- c) 人口及び社会・経済状況の見直し
- d) 将来交通量の推計

#### (2) 計画設計調査

- a) 地形図の入手
- b) 技術資料の収集及びその分析
  - b-1 地形、地質に関する資料
  - b-2 自然状況に関する資料
  - b-3 建設材料に関する資料
  - b-4 気象状況に関する資料
- c) 野外調査
  - c-1 深浅測量
  - c-2 地質調査
  - c-3 地形測量
- d) 設計基準
  - d-1 幾何構造
  - d-2 橋梁のための基準
- e) 設計調査
  - e-1 設計
  - e-2 数量算出
- f) 施工計画
  - f-1 施工方法
  - f-2 施工、工程
- g) 事業費算出
  - g-1 用地取得費
  - g-2 工事費
  - g-3 維持管理費

#### (3) 経済評価

- a) 便益の算定

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

The Study Team of the Feasibility Study on  
Kilifi Bridge

SCALE

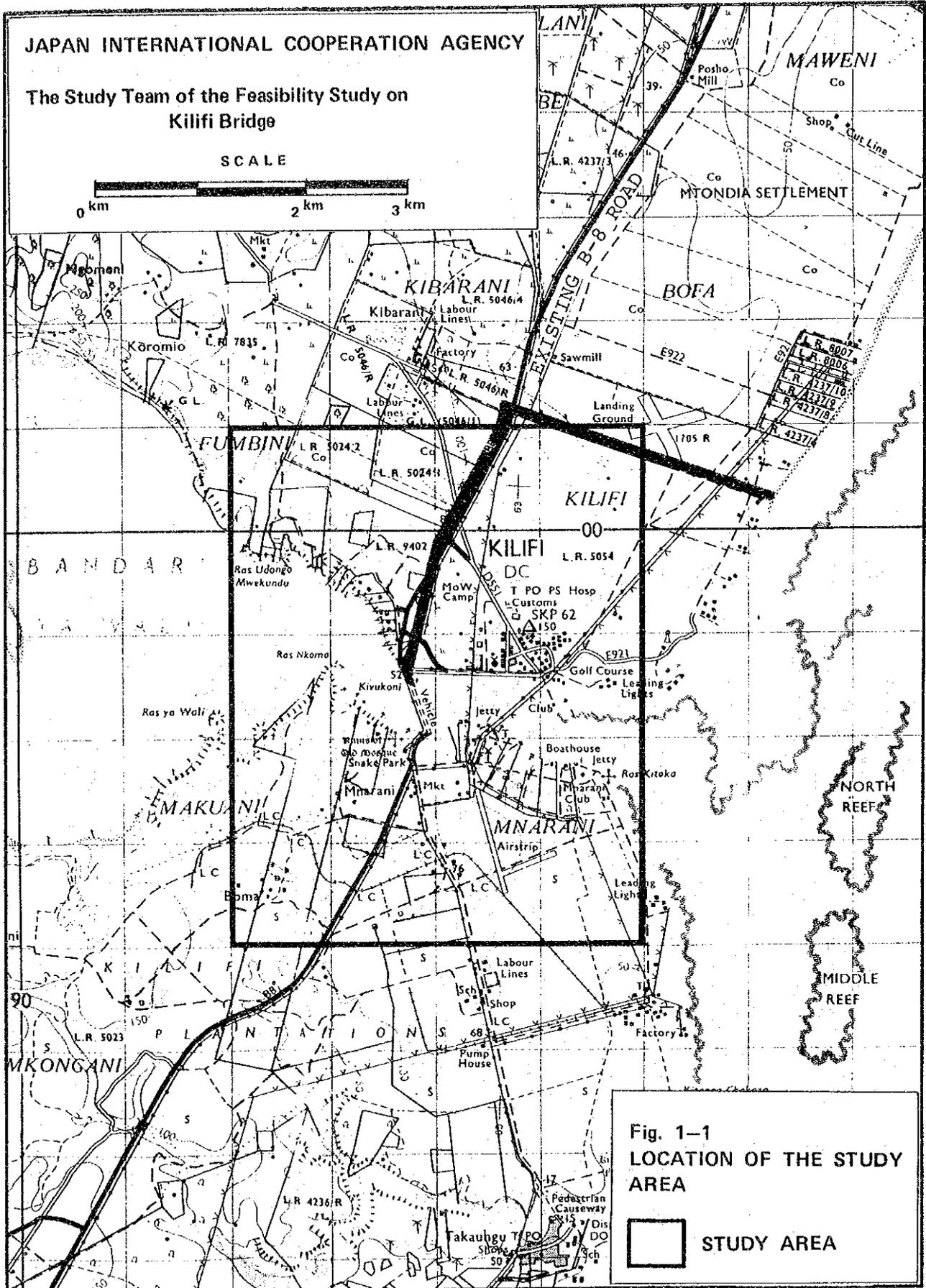
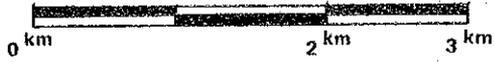


Fig. 1-1  
LOCATION OF THE STUDY  
AREA

STUDY AREA

b) 現在価値、内部収益率、便益-費用率の算定

c) 感度分析

(4) 財務分析

(5) 実施計画

実施計画は、施工計画、投資額、財務分析の結果に基づき作成する。

#### 1.4 調査経過

- (1) 本調査は、1983年2月23日に国際協力事業団の作業監理委員、ケニア政府及び調査団員との間で行われたインセプションレポートの説明会を期に開始された。
- (2) 1983年3月  
現地調査、資料の収集及び各種の交通調査が実施された。
- (3) 1983年4月  
収集された資料の分析、設計の基本方針等が検討され道路の路線比較案が作成された。また4月15日に技術的問題点に関して調査団員とケニア政府との間で会議が開催された。
- (4) 1983年5月  
技術的問題点及び道路比較案等の検討結果をプログレスレポートにまとめる。
- (5) 1983年5月31日  
作業監理委員、ケニア政府及び調査団の3者によりプログレスレポートについて会議が開催された。この席上、ケニア政府にプログレスレポートが提出された。
- (6) 1983年6月、7月  
各種野外調査すなわち深淺測量、地質調査及び地形測量が実施された。また、橋梁形式或は概略の工事費等が検討された。
- (7) 1983年8月25日  
作業監理委員会、ケニア政府及び調査団の3者の中でインテリムレポートについての会議が開催された。この席上でケニア政府へインテリムレポートが提出された。
- (8) 1983年9月、10月、11月  
8月下旬インテリムレポートをケニア政府に提出し、調査団は帰国し、ドラフトファイナルレポートを作成した。
- (9) 1983年12月14日  
日本国内で作成されたドラフトファイナルレポートを持参し作業監理委員、国際協力事業団、調査団がケニア国に出向き、ケニア政府と会議を持った。この席上、ドラフトファイナルレポートが、ケニア政府に提出された。

## 第2章 交通調査

### 2.1 概要

- (1) キリフィクリークは、モンバサの北方約55 Kmの国道B-8路線上に位置している。現在のクリーク横断は、ケニアの運輸通信省が管理しているフェリーポートにより行われている。このフェリーサービスは、24時間運航で料金は無料である。
- (2) 現在の交通関係資料の検討、補足のために各種の交通調査が実施された。またこれらの交通調査は、キリフィクリークの交通状況を把握する資料を入手するため実施されたものである。
- (3) これらの各種交通調査の結果は、将来交通量を推計する場合にも使用される。実施された交通調査は下記の通りである。
  - a) 自動車の起・終点調査
  - b) 自動車台数観測調査
  - c) 待ち時間調査
  - d) フェリーポートによるキリフィクリーク横断人数調査

### 2.2 現在交通の特性

#### 2.2.1 交通流の状況

交通流の状況は、実施された自動車起・終点調査を基に検討され、下記の結果が得られた。

- (1) キリフィクリークを横断する主要交通流のほとんどは、モンバサーマリンディーの交通流である。これらは全体交通量の50%以上に達する。
- (2) モンバサ↔マリンディー、モンバサ↔キリフィ、キリフィ↔セントラル及びモンバサ↔タナ川、ラムー、ガリッサ地域に起終点を持つ交通は、全体交通量の約90%ある。
- (3) キリフィクリークを通過する交通の集中、発生地域は、モンバサ地域、マリンディー地域及びキリフィ地域である。これらの地域での集中、発生交通量は全体の交通量の87%に達する。

#### 2.2.2 交通量

自動車起終点調査、自動車台数観測調査を基にした、朝7:00~夕7:00までの12時間の、キリフィクリーク横断の目的別自動車交通量をTable 2-1に示す。

Table 2-1 TRAFFIC VOLUME

(CV/12H)

Place Purpose	CV/12H								Total
	Kilifi	Central	Malindi	Northern	Southern	Mombasa	Tana River Lamu Garissa	Nairobi	
Going to work	25	10	17	-	1	51	2	-	106
Business	68	17	139	7	15	191	13	2	452
Going home	9	1	12	-	-	9	1	-	32
Tourism	3	2	20	-	-	37	0	3	65
Personal	3	0	4	-	-	1	-	-	8
Others	2	-	5	-	-	1	-	-	8
Total	110	30	197	7	16	290	16	5	671

## 2.2.3 車種別構成

キリフィクリークを横断する自動車の車種別構成は Table 2-2 に示される。

Table 2-2 NUMBER OF VEHICLES BY VEHICLE TYPE  
(converted to passenger car unit)

Date	Car	Light	Medium	Heavy	Bus	Motor Cycle	Total
16th/3	156 (14.3)	257 (23.5)	470 (43.0)	59 (5.9)	138 (12.6)	12 (1.1)	1,092 (100.0)
17th/3	149 (14.1)	262 (24.8)	417 (39.5)	59 (5.6)	162 (15.3)	7 (0.7)	1,056 (100.0)
Average	153 (14.2)	260 (24.2)	445 (41.4)	59 (5.5)	150 (13.9)	9 (0.8)	1,076 (100.0)

Note: the upper: No. of vehicles/12hrs PCU  
the lower: percentage (%)

## 2.2.4 自動車交通量の変動

## (1) 交通量の月変動

交通量の月変動係数は、1982年の年平均日交通量(A.D.T.)と、月平均日交通量の資料を基に算出した。この結果を Fig. 2-1 に示す。Fig. 2-1 から、1月、4月、12月の3ヶ月の交通量が多く、5月、6月、7月、10月及び11月の交通量が少ないことがわかる。また、2月、3月、8月そして9月の交通量が概ね平均値であると言える。

## (2) 自動車交通の日変動

自動車交通の日変動パターンは Fig. 2-2 に示される。Fig. 2-2 より、火曜、土曜の交通量が多く、日曜日の交通量が少ない事が判る。日曜日の車種構成は他の曜日と異なることが観測された。

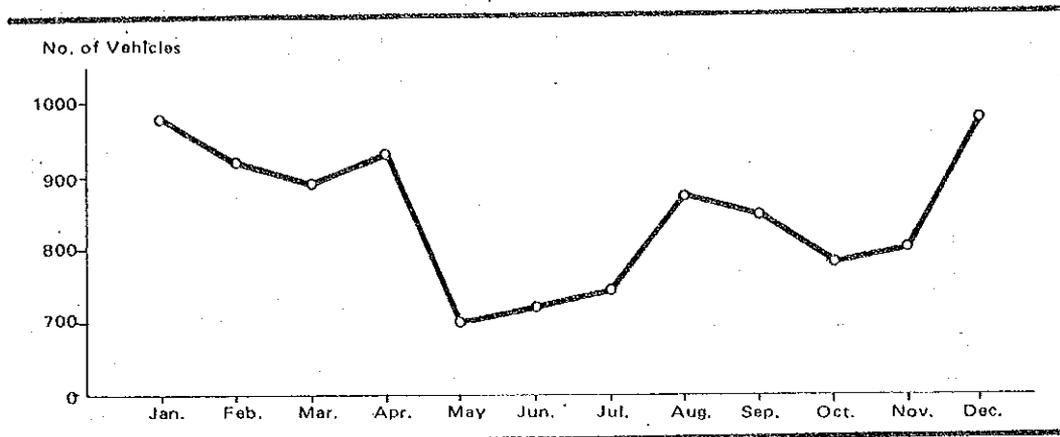


Fig. 2-1 MONTHLY VARIATION

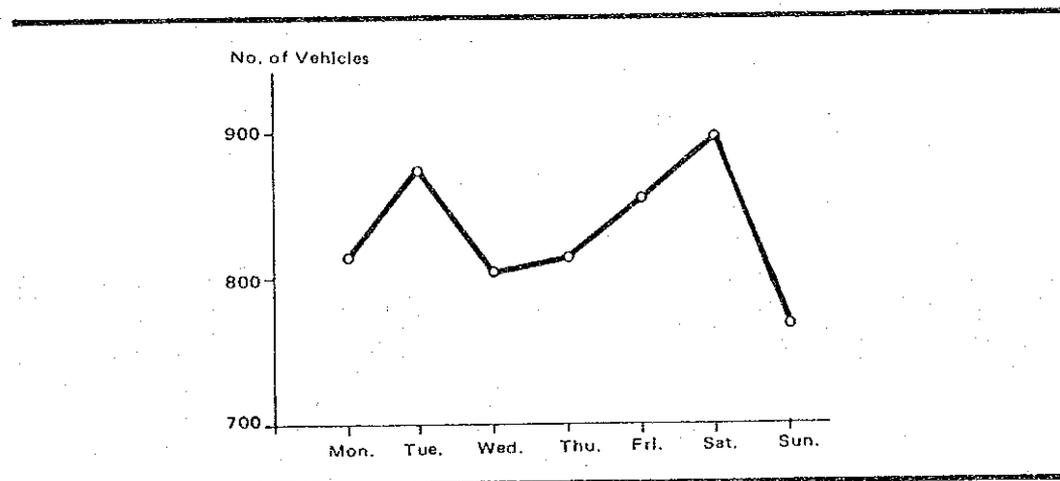


Fig. 2-2 DAILY VARIATION

(3) 自動車交通の時間変動

自動車交通の時間変動は、Fig. 2-3 に示され、ピーク時間は朝7:00~10:00と夕3:00~6:00の2回となっている。3月16日の交通量調査の結果から夕3:00~4:00の間のピーク率は11.0%であり、また、3月17日の交通量調査の結果から夕4:00~5:00のピーク率は9.2%であった。ケニア政府が実施している交通量観測の資料から昼夜率は1.18と計算される。

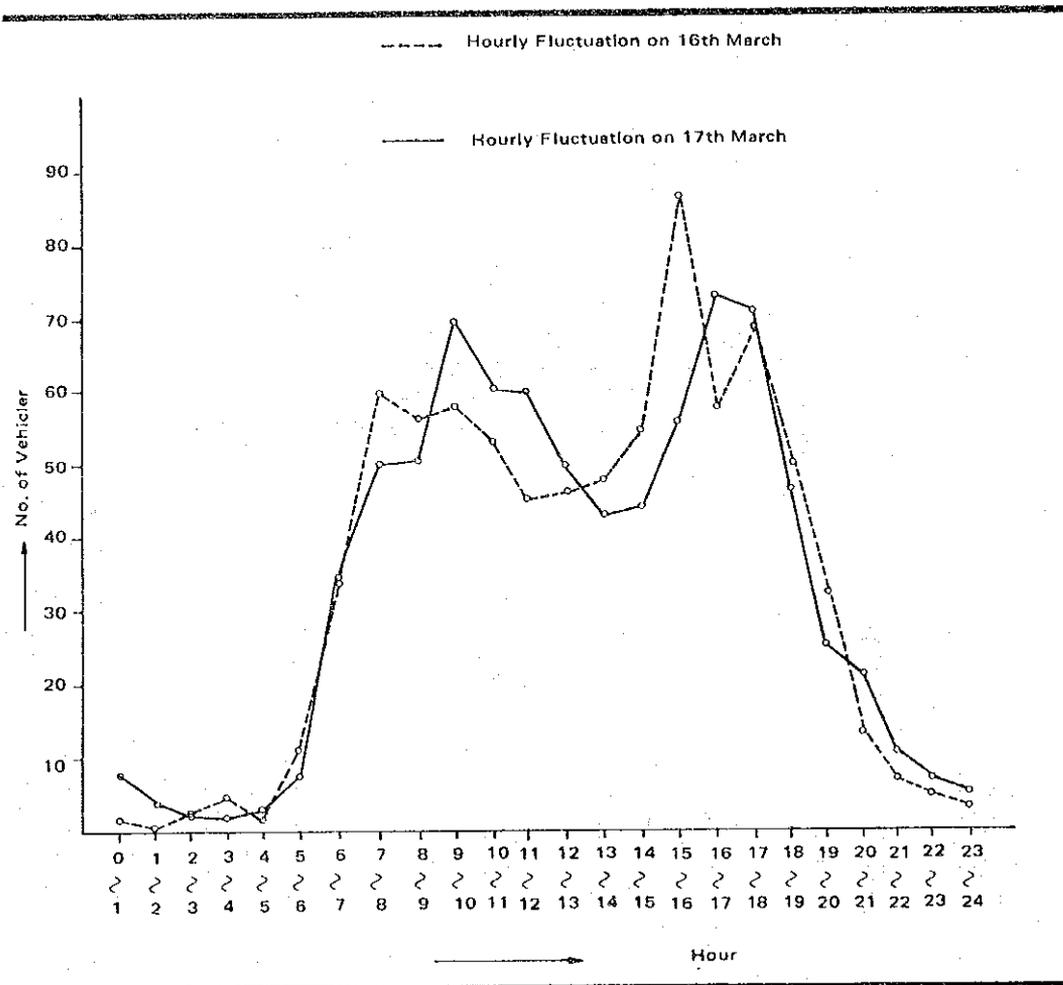


Fig. 2-3 HOURLY FLUCTUATION

## 2.3 交通量推計

### 2.3.1 方法

1983年3月に実施された各種交通量調査、人口予測資料、宿泊者数分析、開発動向及び収集された交通関連資料の分析等を基に、将来交通量が推定された。将来交通量推定方法をFig.2-4に示す。

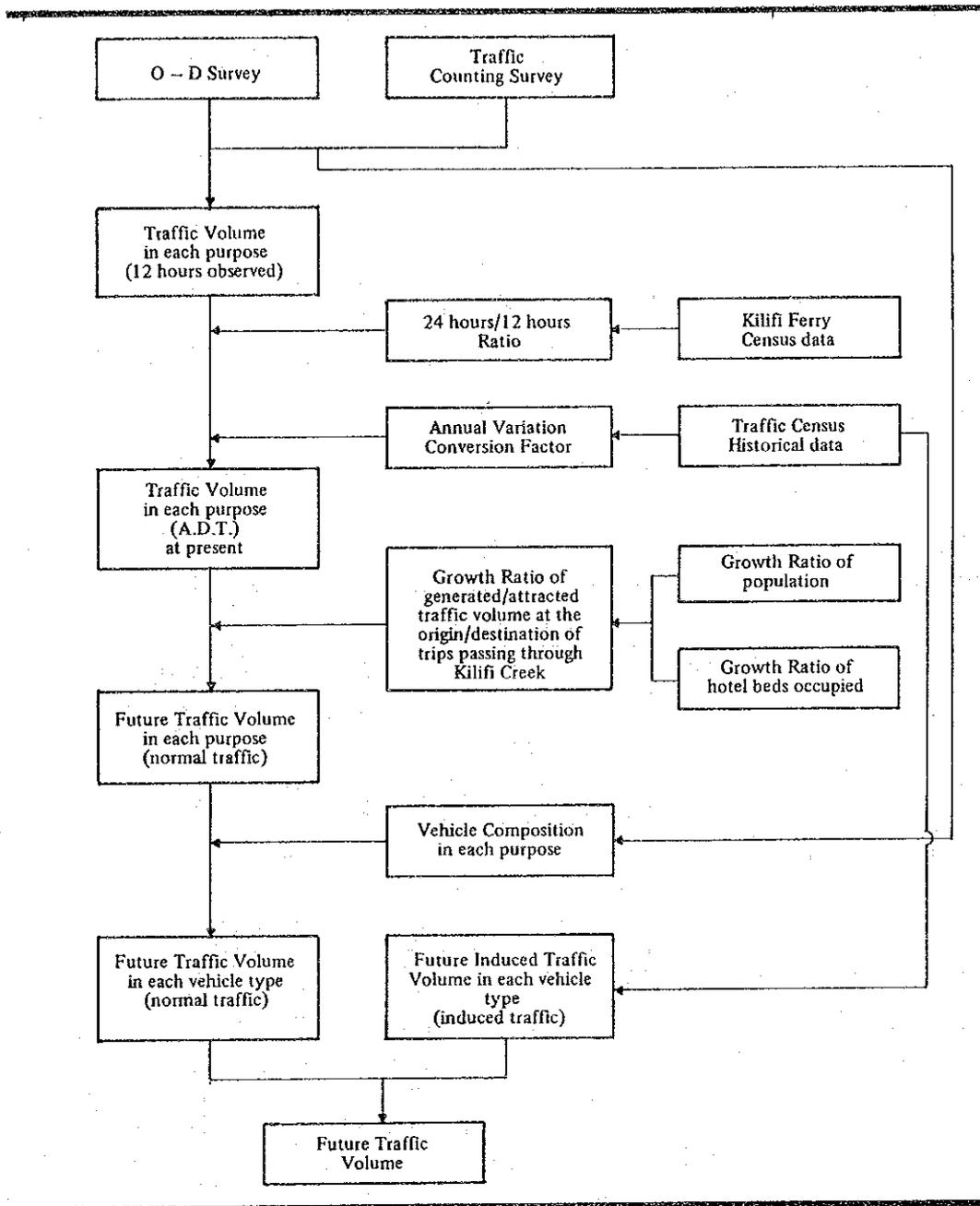


Fig. 2-4 GENERAL FLOW CHART

### 2.3.2 交通ゾーニング

自動車起終点調査、現在道路網、現在及び将来土地利用、及び地域特性等を考慮して、交通ゾーニングが設定された。交通ゾーンは基本的には、キリフィの町村単位で分割されている。交通ゾーンを Fig.2-5 に示す。

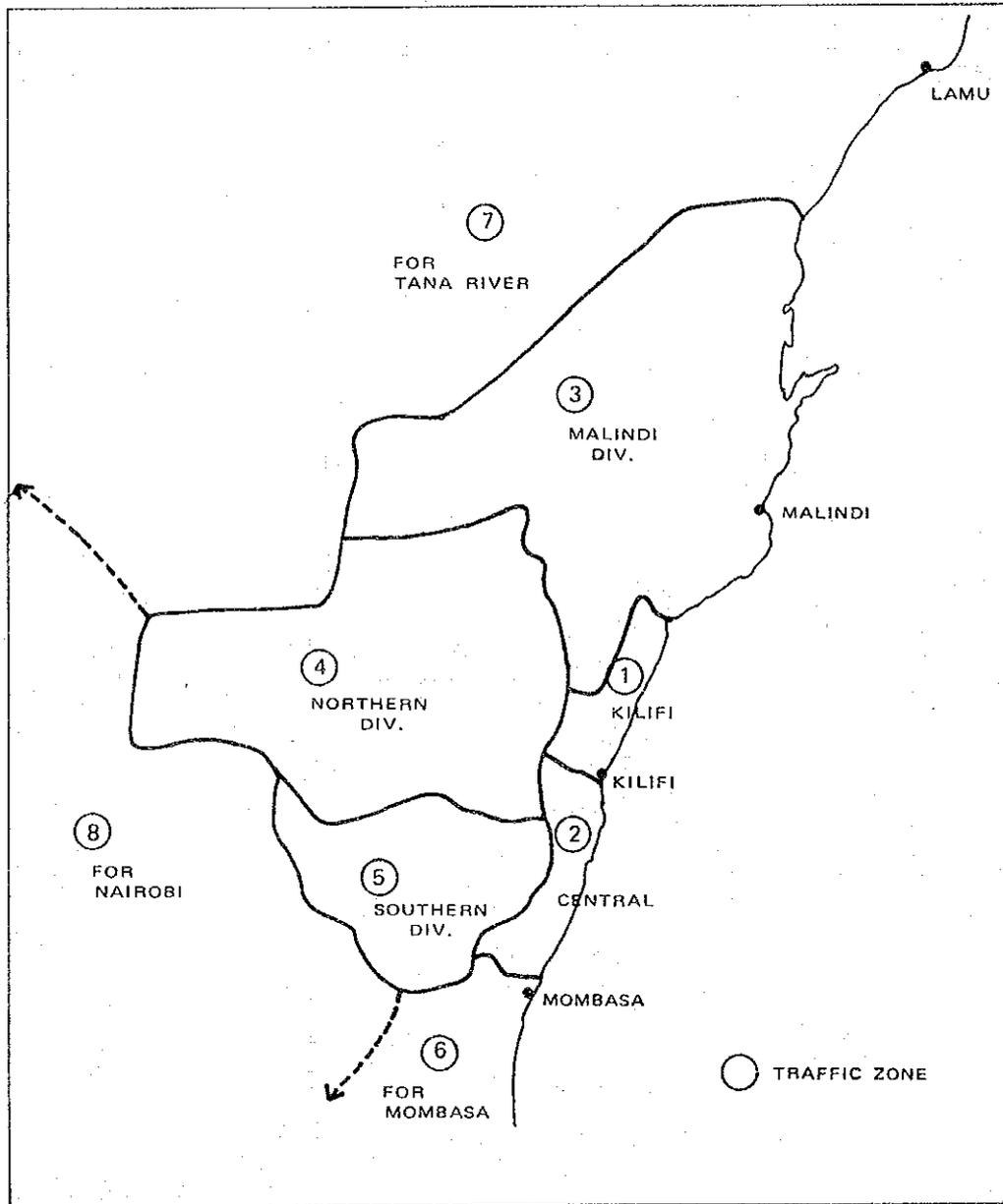


Fig. 2-5 LOCATION OF TRAFFIC ZONES

### 2.3.3 開発状況

この節では、キリフィ、タナ川、ラムーそしてガリッサ地域からなる海岸地方の、1979-83年の地域開発の計画内容を集約するものである。

概述すれば、この地域は人口の伸びと農業開発に関しては高い可能性を有しているとみられている。しかしながら現況道路網は、労働力の移動と同様に生産地と市場との間の輸送には十分ではない。

上記の開発計画の概要を Table 2-3 に示す。

Table 2-3 PRINCIPAL PROGRAMMES OF DEVELOPMENT PLAN (1979-83)

			Kilifi (Coast Pr)	Tana River (Coast Pr)	Lamu (Coast Pr)	Garissa (Eastern Pr)	Total	
Population	1969 Sensus		307,563	50,696	23,961	64,521	446,741	
	1979 Sensus		430,986	92,401	42,299	128,867	694,553	
	(Annual Growth Ratio)		(5.3%)	(6.2%)	(6.5%)	(7.2%)	(4.5%)	
	1983 Projected		507,100	N/A	N/A	N/A	N/A	
	2000 Projected		1,058,800	N/A	N/A	N/A	N/A	
Agriculture	Product Increase Rate (%)	1983						
		1979						
		Cashewnuts	9	18	72	N/A		
		Coconuts	67	1	295	N/A		
		Mangoes	N/A	81	371	N/A		
	Simsim	88	71	222	N/A			
	Cotton	9	63	162	N/A			
	Devp. Expenditure (Shs. million)	Integrated Agriculture Development Programme		15	9	0	9	33
		Tractor Hire Service		2	2	0	2	6
		Small-Scale Irrigation Programme		4	0	2	1	7
Total		21	11	2	12	46		
Livestock Development Expenditure (Shs million)			36	25	19	4	84	
Water Devp. Expenditure (Shs. million)	Rural Water Supplies		11	1	9	2		
	Water Conservation		8	N/A	3	N/A		
	Minor Water Programme		4	1	1	1		
	Minor Irrigation		1	N/A	N/A	1		
	Livestock Water Develop- ment		N/A	30	N/A	51		

## 2.3.4 人 口

各交通ゾーンにおいて予測される将来人口は、Table 2-4 に示される。将来人口は、前述された開発計画を参考にし、人口統計を基にした伸び率によって予測されている。

また、この人口予測は1983年に実施されたケニア国全国総合交通計画調査（1983年国際協力事業団実施）の各地方の予測将来人口とも整合がとられている。

Table 2-4 PROJECTED POPULATION BY AREA, (1979 to 2010)

Zone	1969	1979	1983	1985	1990	1995	2000	2005	2010
TEZO/ROKA (KILIFI)	10,797	42,605 (7.44)	58,100	67,100	95,800	135,800	191,300	260,100	351,100
CENTRAL (Excluding) TEZO/ROKA)	33,425	42,732 (2.48)	48,200 1.0	50,700 1.052	57,200 1.187	64,100 1.330	71,300 1.479	76,500 1.587	81,600 1.693
MALINDI Div.	71,956	124,476 (5.83)	158,600 1.0	177,100 1.117	232,400 1.465	302,800 1.909	391,800 2.470	489,600 3.087	807,300 3.829
NORTHERN Div.	47,239	65,983 (3.40)	77,200 1.0	82,500 1.069	97,200 1.259	113,800 1.474	132,400 1.715	148,600 1.925	165,700 2.146
SOUTHERN Div.	112,493	149,749 (2.90)	171,800 1.0	182,100 1.060	209,500 1.219	239,500 1.394	271,900 1.583	29,800 1.735	324,300 1.888
KILIFI District	307,568	433,510 (3.49)	513,900 1.0	559,500 1.089	692,100 1.347	856,000 1.666	1,058,800 2.060	1,272,800 2.477	1,530,000 2.977
MOMBASA	247,073 (4.70)	341,148 (3.30)	388,500 1.0	414,500 1.067	487,600 1.255	573,500 1.476	674,600 1.736	793,500 2.042	933,400 2.403
TANA RIVER	50,696	92,321 (8.20)	117,400 1.0	132,400 1.128	178,900 1.524	241,700 2.059	326,500 2.781	441,100 3.757	595,900 5.076
LAMU	22,401	42,000 (8.50)	54,000 1.0	61,300 1.135	84,000 1.556	115,000 2.130	157,600 2.919	215,900 3.998	295,800 5.478
GARISSA	84,521	129,000 (7.20)	147,500 1.0	157,700 1.069	188,300 1.263	220,300 1.494	260,300 1.765	307,700 2.086	363,700 2.466
NAIROBI	509,000 (5.60)	828,000 (5.00)	1,018,000 1.0	1,128,000 1.108	1,434,000 1.409	1,803,000 1.771	2,293,000 2.252	2,916,000 2.864	3,709,000 3.643

Note: The future population in each zone was forecasted based on population Census data.  
The growth rate of population in each zone is prepared as the following:

KILIFI	District = 4.3% (1983-2000), 3.75% (2000-2010)
MOMBASA	District = 3.3%
TANA RIVER	District = 6.2%
LAMU	District = 6.5%
GARISSA	District = 3.4%
NAIROBI	District = 5.3% (1983-1985), 4.9% (1985-2010)

### 2.3.5 観 光

観光開発交通量を推計するために、ケニア国の東海岸地域における1972年から1981年の間のホテルの宿泊者数の資料が用いられた。この経年資料を、Table 2-5に示す。

これらより宿泊者増加率は、8.5パーセントの結果が得られた。

Table 2-5 HOTEL BEDS OCCUPANCY AT COASTAL - BEACH AREA

(Unit: 1000 Bed-nights)

Average	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Coastal Beach	763.2 (100)	812.5 (108)	950.9 (125)	1,149.4 (151)	1,354.4 (177)	1,543.6 (202)	1,654.0 (217)	1,809.8 (237)	2,055.3 (269)	2,039.1 (267)
KENYA	2,474.7 (100)	2,783.8 (112)	2,979.0 (120)	3,208.8 (130)	3,573.7 (144)	3,887.9 (155)	3,982.3 (161)	4,338.1 (175)	3,717.3 (191)	4,691.0 (190)

Annual Growth Rate: Coastal - Beach	1972 - 1981	11.5%
	1976 - 1981	8.5%
	(1970 - 1980)	(14.8%)
KENYA	1972 - 1981	7.4%
	1976 - 1981	5.6%
	(1970 - 1980)	(9.5%)

## 2.4 将来交通量の推計

### 2.4.1 概要

将来交通量の推計にあたり、現在のフェリーサービスで行っている交通のサービスレベルを低下させないことを基本条件としている。また、将来交通量の推計に当っては下記の項目を考慮に入れるものとした。

#### a) 自然発生交通

現在のフェリーサービスのレベルを低下させない状態で、社会・経済状況の変化にともない増加する交通量を推計する。

#### b) 誘発交通

キリフィ橋が建設される事により、周辺地域の開発が活発になり、それに伴い増加する自動車交通量を推計する。誘発交通量の推計は、過去のニュー・ニヤリ橋及びニュー・ムトワ橋の交通資料に基づき行なわれた。

### 2.4.2 自然発生交通

自然発生交通量の推計は、1983年3月に実施された自動車起終点調査によって得られた資料を基に推計する。自然発生交通量推計の計算式は次の通りである。

#### a) 通勤、仕事及び個人の目的交通に対して、

$$nTk = \sum_{i=1}^8 nGi^k = \sum_{i=1}^8 ({}_{83}Gi^k \times \frac{nPi}{{}_{83}Pi})$$

$nTk$  ;  $n$ 年次における交通量

$nGi^k$  ;  $n$ 年次における(i)ゾーンの交通量

${}_{83}Gi^k$  ; 1983年における(i)ゾーンの交通量

$nPi$  ;  $n$ 年次における(i)ゾーンの人口

#### b) 帰宅目的交通に対して

$$nTk = \sum_{i=1}^8 nGi^k = \sum_{i=1}^8 \cdot \sum_{j=1}^8 nOD_{ij}^k$$

$nOD_{ij}^k$  ;  $n$ 年次における(i)ゾーンから(j)ゾーンへの交通量

#### c) 観光交通に対して

$$nTk = {}_{83}Tk \times \frac{nH}{{}_{83}H} = {}_{83}Tk \times (1+r)^{n-1983}$$

$nH$  ;  $n$ 年次における宿泊者数

$r$  ; 1976~1981年における宿泊者数平均伸び率

d) 将来交通量

$$nTT = \sum_{k=1}^8 \cdot nTk$$

nTT ; n 年次における将来交通量

nTk ; n 年次における目的別交通量

2.4.3 誘発交通

現在のフェリーを使用している交通量は、キリフィ橋の完成にともない誘発される交通量により増大することが予想される。しかし、この誘発される交通量の推計は非常に困難である。

本調査では、この誘発交通量を橋梁開通年の自然発生交通量の30%と推計した。この推計は、すでに完成されているニュー・ムトワパ橋の完成前の交通量と完成後の交通量の分析結果を基にし、キリフィ周辺の開発状況等を考慮に入れて決定したものである。

2.4.4 将来交通量

将来交通量の推計結果は、Table 2-6 及び Table 2-7 に示される。これらの Table の交通量は自然発生および誘発の交通量を含んでいるが、この結果を Fig. 2-6 に図示する。なお、1983年から1990年、1990年から2000年及び2000年から2010年までのそれぞれの伸び率は5.1%、5.3%及び5.2%である。

Table 2-6 ESTIMATED FUTURE TRAFFIC VOLUME BY YEAR AND BY PURPOSE

(Vehicle/day)

Year	PURPOSE						Total Vehicles
	Going to work	Business	Going Home	Tourism	Personal	Others	
1983	156 (15.9)	665 (67.7)	46 (4.7)	94 (9.6)	11 (1.1)	11 (1.1)	983 (100.0)
1990	279 (15.4)	1,194 (65.8)	82 (4.5)	216 (11.9)	22 (1.2)	21 (1.1)	1,814 (100.0)
2000	448 (14.8)	1,901 (62.6)	122 (4.0)	489 (16.1)	39 (1.3)	38 (1.2)	3,037 (100.0)
2010	700 (13.9)	2,930 (58.2)	178 (3.5)	1,105 (21.9)	64 (1.3)	62 (1.2)	5,038 (100.0)

Table 2-7 ESTIMATED FUTURE TRAFFIC VOLUME  
BY YEAR AND BY VEHICULAR TYPE

(Vehicle/day)

Year	Vehicle Type				Total Vehicles	Total P.C.U.
	Car Light	Medium	Heavy	Bus		
1983	589 (59.9)	201 (20.4)	93 (9.5)	100 (10.2)	983 (100.0)	1,617
1990	1,108 (61.0)	361 (19.9)	166 (9.2)	179 (9.9)	1,814 (100.0)	2,949
2000	1,913 (63.0)	574 (18.9)	266 (8.8)	284 (9.4)	3,037 (100.0)	4,847
2010	3,303 (65.6)	887 (17.6)	410 (8.1)	438 (8.7)	5,038 (100.0)	7,831

Note: The following P.C.U. conversion factor is used:

Type	Passenger Car Light Goods	Medium Goods	Heavy Goods	Buses
Conversion factor	1.0	2.5	3.5	2.0

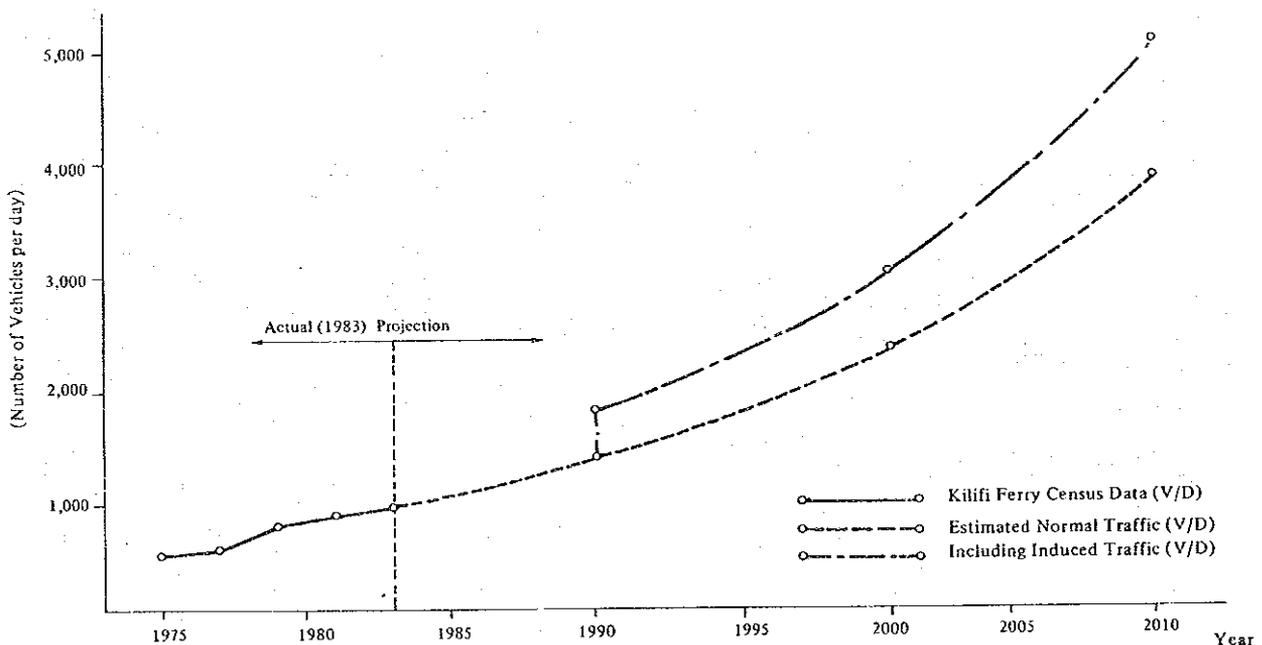


Fig. 2-6 ESTIMATED FUTURE TRAFFIC VOLUME

### 第3章 調査地域の特色

#### 3.1 自然状況

##### 3.1.1 気 温

キリフィの月平均気温を、Fig.3-1に示す。

##### 3.1.2 降 雨

1931年から1960年におけるモンバサの年間平均降雨量は平均月間降雨量をFig.3-2に示す。

##### 3.1.3 風

調査地域では、4月から10月の間南西方向から季節風が吹き、また、12月から3月の間には北東方向から季節風が吹く。南西季節風は北東季節風より強いが総じてあまり強風ではない。また、最大瞬間風速は20 m/sec を越えた記録はない。

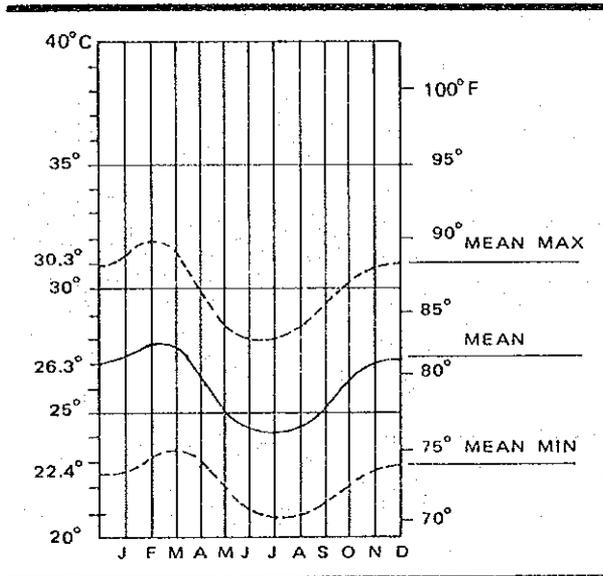


Fig. 3-1 AVERAGE MONTHLY TEMPERATURE

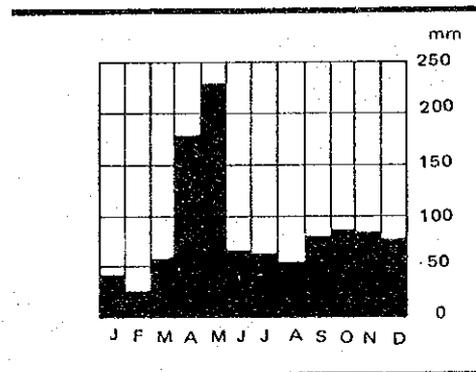


Fig. 3-2 AVERAGE MONTHLY RAINFALL

##### 3.1.4 潮

###### (1) 潮 位

ケニア国港湾局 (K.P.A) の資料によれば、モンバサ、キリンデニーにおける最高及び最低潮位は+3.93 m 及び-0.05 m である。

###### (2) 潮 流

1880年のキリフィクリークの家図によれば、キリフィクリークの最大流速は0.75 m/sec である。

(3) 洪水の影響

キリフィクリークの上流にラベ及びンズォブニの2本の河川があり、クリークに流れこんでいる。これらの2本の河川は比較的小河川であり、かつキリフィクリークの中はかなり広いため、強降雨の状態でもキリフィクリークの水位には、ほとんど影響を与えない。事実、ケニア国の運輸通信省のフェリ-管理事務所がキリフィクリークの水際に建設されているが、過去において洪水のため、事務所が水にひたる様な事はなかった。

(4) 基準面

本調査の基準面は、ケニア国測量局の基準面に準じた。この基準面はモンバサ港の中等潮位であり、海図基準面上 1.85 m に位置する。(Fig.3-3 参照)

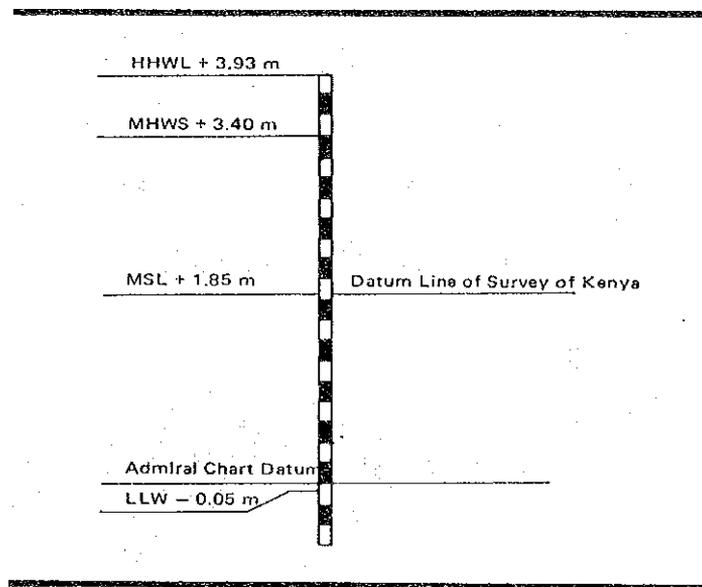


Fig. 3-3 DATUM LINE OF THE STUDY

3.1.5 地震

地震の資料として、1956年リッチャー氏により修正された "Modified Mercalli Scale" 及び "Code of Practice for the Design & Construction of Buildings & other Structures in relation to Earthquakes (1973)" 等がある。これらの資料によると1892年から1969年の間に人体に感じる程度の地震が500回以上も発生している。またこれらの地震はほとんどリフトバレーを中心とする地域である。調査地域であるキリフィ周辺では、数回地震が発生しているが、それらは非常に小さいものである。そのため地震が橋梁に与える影響はほとんどないものと思われる。

### 3.2 野外調査

#### 3.2.1 実施された調査

計画対象地域の自然条件を把握するために、下記の調査が1983年7月に実施された。

- a) 深浅測量
- b) 地質調査
- c) 地形測量

上記の各調査地点を Table 3-4 に示す。

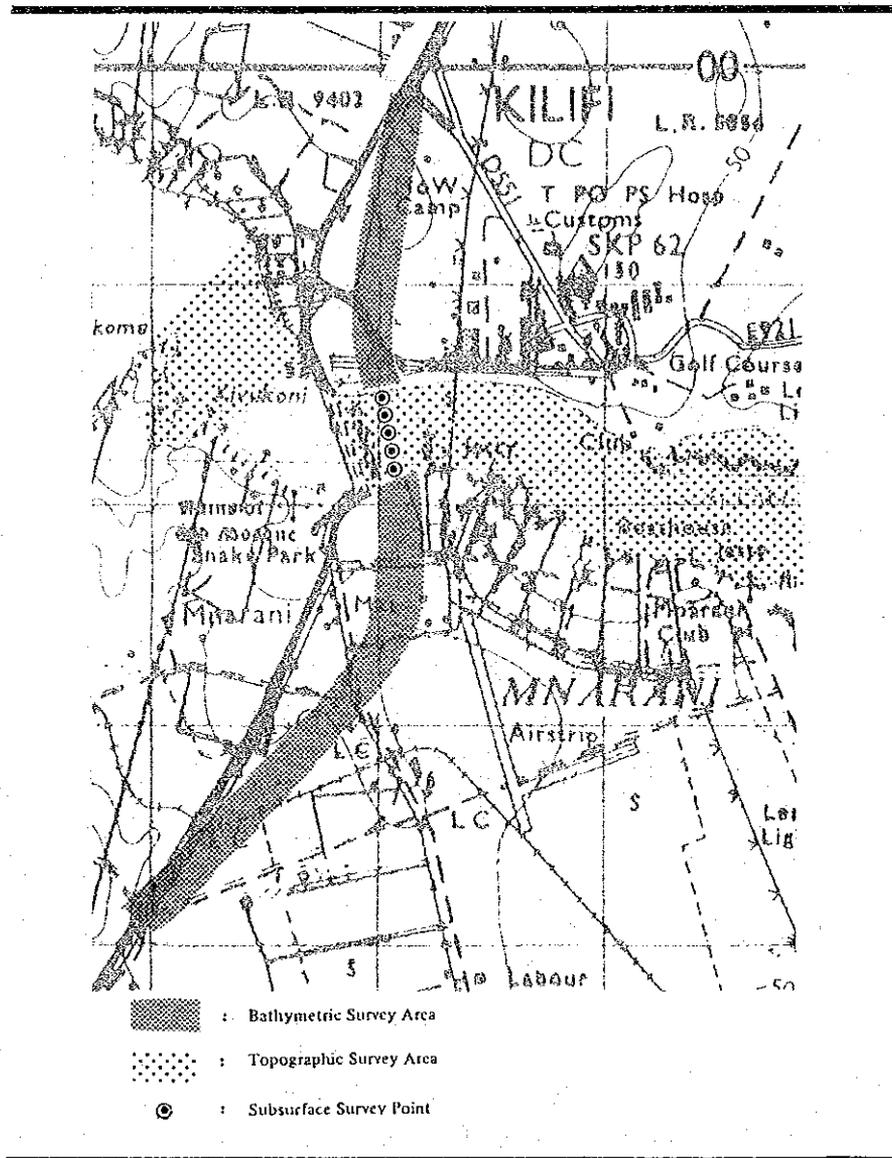


Fig. 3-4 SURVEY SITE LOCATION

### 3.3 土質調査

#### 3.3.1 調査概要

土質調査はキリフィ橋梁計画の下部工設計、施工資料等を得るために、架橋計画位置のセンターラインに沿って昭和58年6月16日から同年8月15日間にわたり実施した。加えて、建設に必要なキリフィ地域の骨材調査も併せて実施した。

2ヶ所の陸上ボーリングはキリフィクリーク兩岸の計画予定橋台位置付近において、各々地盤面から30mの深さまで実施し十分な支持層を確認した。また2ヶ所の水上ボーリングはキリフィクリーク内の計画予定橋脚位置付近において十分な支持層、層厚を確認するために、各々クリーク底面から深さ40mおよび50mまで削孔した。

ボーリング中に標準貫入試験器によって得られた乱した土の試料は代表的なものを選び、調査地盤の土質常数の決定、解析用に用いるため必要な室内土質試験に供した。

現場作業は調査団の管理下のもとに Consolidated Marine Engineering Contractors Limited によって実施し、土質骨材試験は Central Testing Laboratories Limited により BS 規準に規って実施した。

#### 3.3.2 調査地域の地形地質概要

調査場所の土質状況をより良く把握するためにキリフィ地域の地形地質概要を述べる。キリフィ地域は地形的に海岸線に沿って概ね平行的に並らぶ一連の4地域に区分することができる。

これらの4地域区分は次のようである。

- (I) 海岸平野 …………… 第4紀更新世の堆積物
- (II) 台地 …………… ジュラ紀の地質に代表される
- (III) 海岸丘陵 …………… Jimba および Simba 丘陵等
- (IV) 山岳地 …………… Duruma 砂岩類

これらの4地域区分は Fig.3-5 キリフィ～マゼラス地形区分図に示す。キリフィ地域は標高30m以下の幅3Km～8Kmに広がる(1)海岸平野に属している。この地域の地質は海岸に向かって主に第4紀更新世の珊瑚礁性石灰岩と砂質土によって構成されている。海岸平野はこれらの自然条件から灌木、薄い繁みを作り、キリフィ地域の大部分は現在これらの灌木、繁みは整地され、ピピング地所、キリフィプランテーションに代表される大規模サイザル麻栽培プランテーション、牧場等になっている。

キリフィ～マゼラス地域の地質は Fig.3-6 に示す。キリフィ～マゼラス地域の岩類は三畳紀から第4紀にわたる堆積岩から成っている。これらの岩類の地層走向、傾斜は一般に西から東への海側に向かって、ゆるやかに降っている。海岸地域の地質構成は Fig.3-6 に見られるように、南北に帯状に走る型となっている。

地質年代にわたる海水位変動が砂、粘土、珊瑚礁性石灰岩、頁岩、砂岩からなる狭い帯状の区分を導き出したものである。このキリフィークリークは上流にある諸河川によって開析され、南北に連なる地質構造を海岸線に直角に切り取ったものである。

現地地表地質踏査は昭和58年3月14日から同年3月24日にわたり実施した。調査主要地域の現況は地表地質、露頭、植生観察および微気象を基に模式的に示すとFig. 3-7に示す。キリフィークリーク兩岸の一般的状況はFig. 3-8に示す。計画架橋付近のクリーク北岸の斜面は南岸のものよりやや傾斜がきつく植生も少ない。Fig. 3-8に見られるように岸辺には礁性石灰岩の転石、玉石が点在している。北側の岸辺から水深数m間に珊瑚礁の発達が認められる。兩岸の斜面には礁性石灰岩の露頭が著じるしい。

### 3.3.3 調査結果

2ヶ所の水上ボーリングは計画予定橋脚付近のキリフィークリーク内において、270トン調査船、Ventuer号にPilcon油圧式ロータリーボーリング機械を設置し、クリーク底面から各々40mおよび50mの深さにわたって十分な支持層を確認し、標準貫入試験を併用して削孔した。2ヶ所の橋台予定位置の陸上ボーリングはCraelius D750ロータリーボーリング機械によって地盤面から各々30mの深さまで標準貫入試験を併用して削孔した。

調査地盤の土性結果はFig. 3-9キリフィ橋計画位置土性縦断図に示す。調査地盤の土性および地質構成は図3-9に示すように5層に層序区分される。これらの各層の工学的土性および地質年代等はTable 3-1にとりまとめて示す。これらの各層の工学的土性および地質年代等はTable 3-1にとりまとめて示す。これらの各層は調査地において概ね水平堆積している。また当調査地において地質的な断層は認められない。各ボーリング孔の土性構成を粒度分布で示すとFig. 3-10となる。

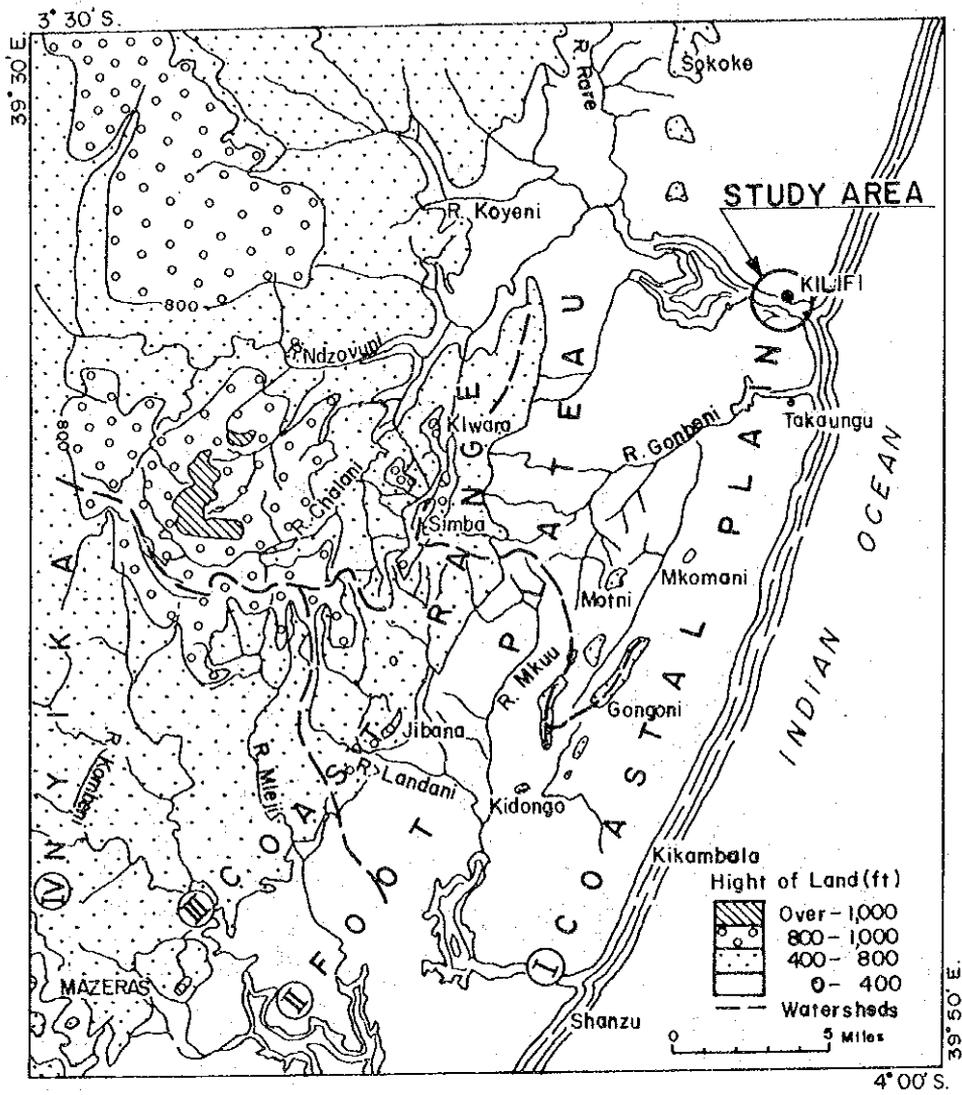


Fig. 3-5 PHYSIOGRAPHICAL MAP OF KILIFI-MAZERAS AREA

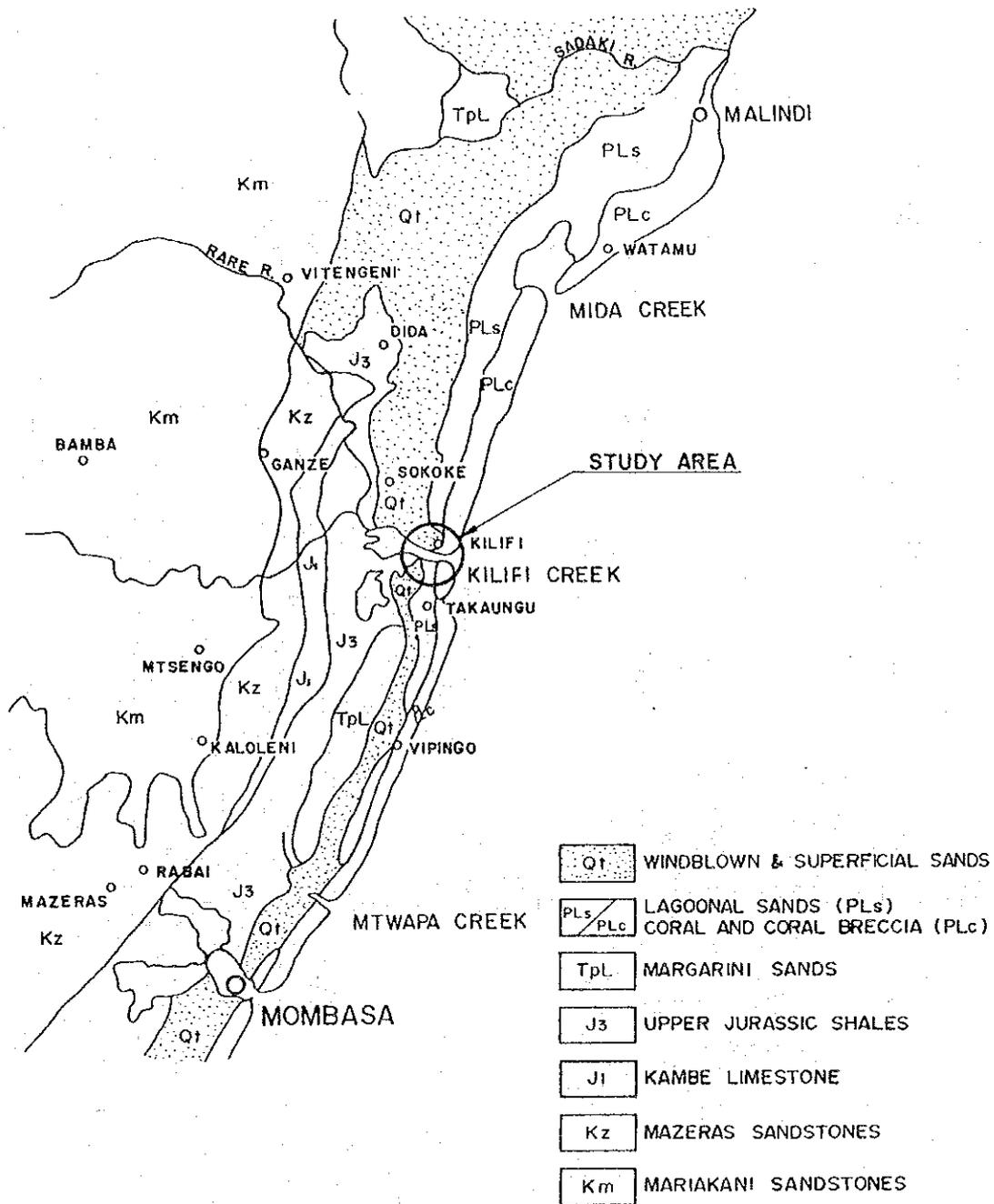


Fig. 3-6 GEOLOGICAL MAP

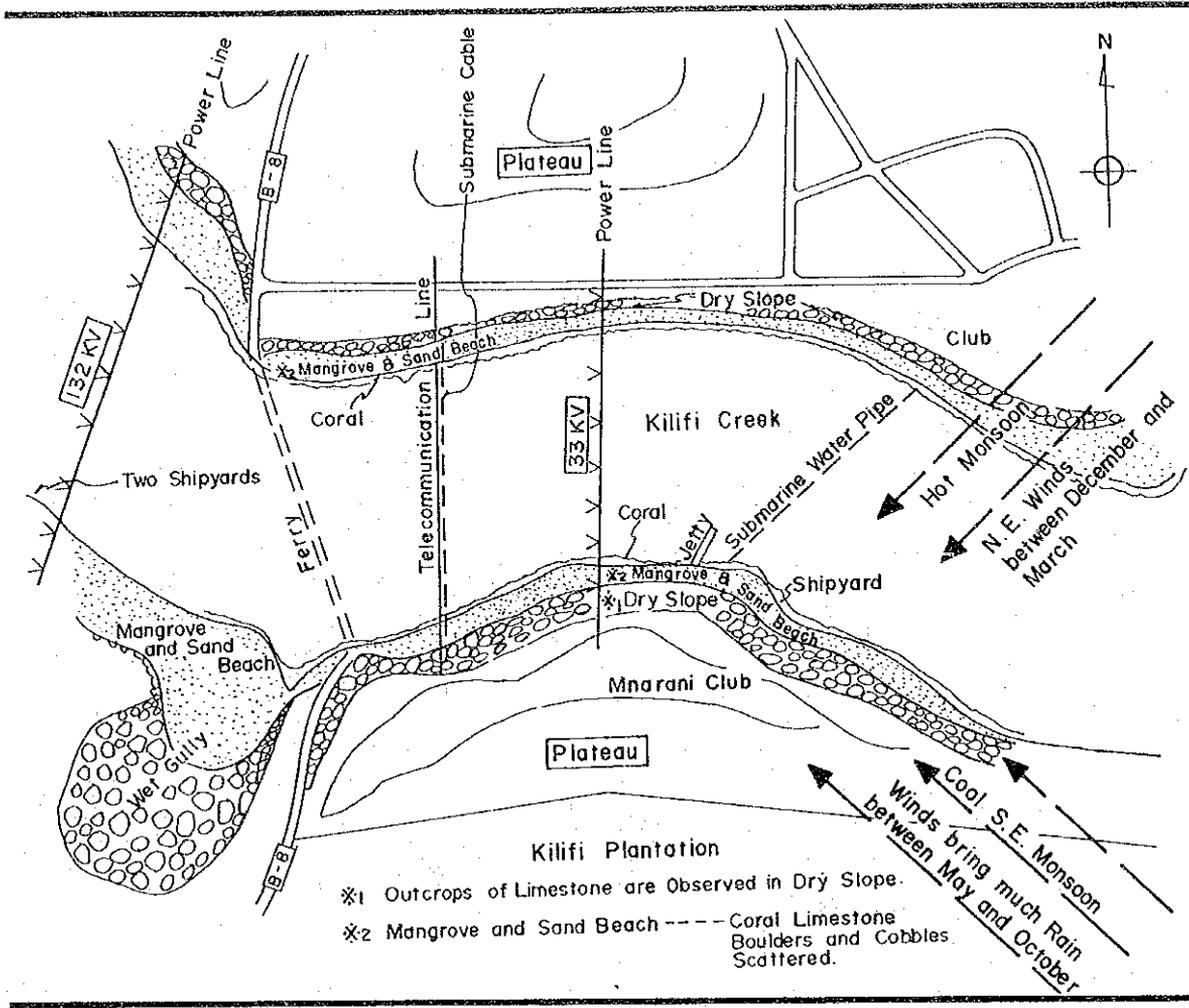


Fig. 3-7 PHYSICAL GEOLOGY OF THE STUDY AREA, SCALE = 1/10,000

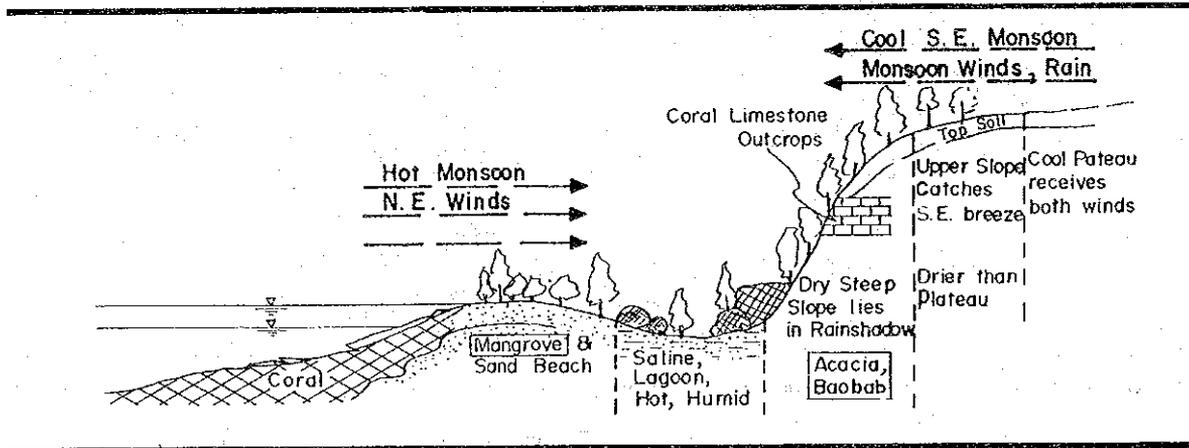


Fig. 3-8 TYPICAL CROSS-SECTION FOR SOUTH OF CREEK (MICRO-CLIMATE & VEGETATION)



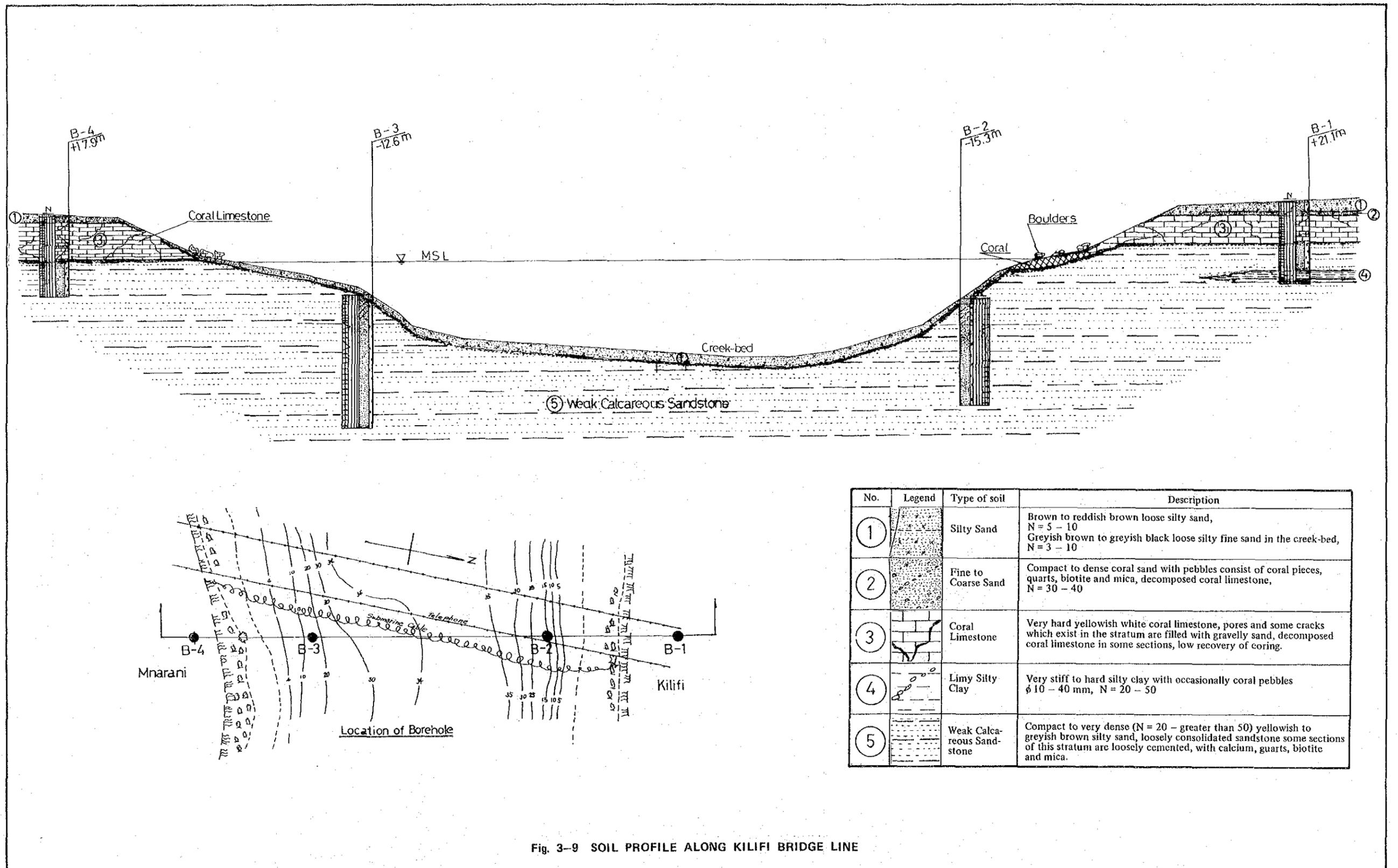


Fig. 3-9 SOIL PROFILE ALONG KILIFI BRIDGE LINE



Table 3-1 DESCRIPTIONS OF LAYERS

Layer	Type of Soil	Description	Geologic	
			Epoch	Period
1	Silty Sand	Brown to reddish brown loose silty sand, N = 5 ~ 10 Greyish brown to greyish black loose silty fine sand in the creek-bed, N = 3 ~ 10	Recent	Quaternary
2	Fine to Coarse Sand	Compact to dense coral sand with pebbles consist of coral pieces, quarts, biotite and mica, decomposed coral limestone, N = 30 ~ 40	(Recent) Pleistocene	
3	Coral Limestone	Very hard yellowish white coral limestone, pores and some cracks which exist in the stratum are filled with gravelly sand, decomposed coral limestone in some sections, low recovery of coring.	Pleistocene	
4	Limy Silty Clay	Very stiff to hard silty clay with occasionally coral pebbles $\phi 10 \sim 40$ mm, N = 20 ~ 50.	Pleistocene	
5	Weak Calcareous Sandstone	Compact to very dense (N = 20 ~ greater than 50) yellowish to greyish brown silty sand, loosely consolidated sandstone, some sections of this stratum are loosely cemented, with calcium, quarts, biotite and mica.	Pliocene	Tertiary

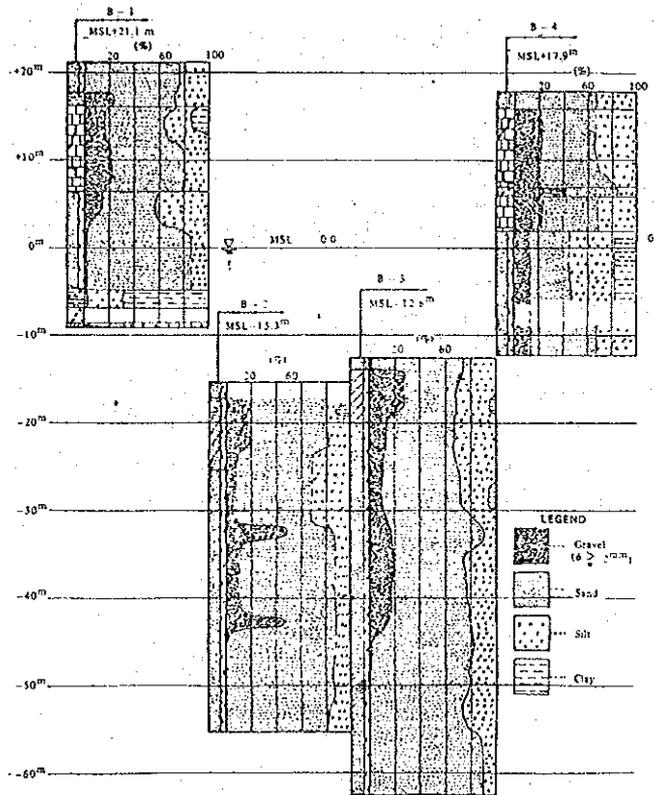


Fig. 3-10 SUMMARIZED GRADING MIXTURE

### 3.3.4 礁性石灰岩と石灰質軟砂岩について

#### 1) 礁性石灰岩

第3層として示す熱帯に発達する海性の珊瑚礁性石灰岩は工学的観点から他の岩質と異なる2つの特質がある。

a) 雨水等による溶解はその空隙および空洞を発生させる。

b) その空隙、空洞を溶解しない残留堆積物が充填する。

この礁性石灰岩は通常の岩というよりも本質的に土として扱うことが適切である。調査地における礁性石灰岩は標高MSL+1.6m~MSL+2mに存在し、この礁性石灰岩はFig.3-11に示すように第1次溶解空隙とFig.3-12に示す第2次拡大空隙を有している。これらの空隙は両岸の斜面における露頭、ボーリングコア-試料からも観察される。

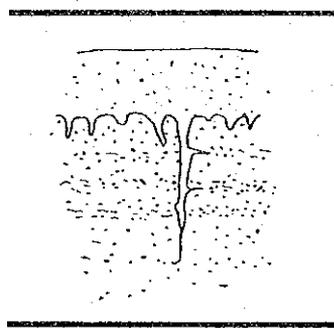


Fig. 3-11 PRIMARY POROSITY SOLUTION ENLARGEMENT

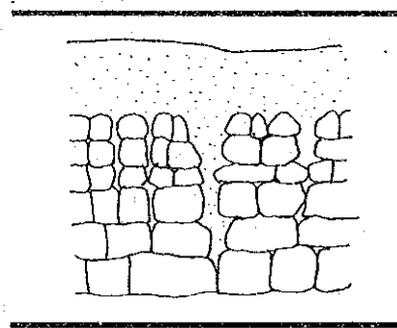


Fig. 3-12 SECONDARY POROSITY ENLARGED

キリフィ地域の礁性石灰岩は時代的に若く、固結化がえしく軟質なところも認められるので、圧縮強度は一般に $350\text{ t/m}^2 \sim 300\text{ t/m}^2$  ( $3,500\text{ kN/m}^2 \sim 3,000\text{ kN/m}^2$ )の範囲とされる。全体的に当礁性石灰岩の極限支持力度は安全側に $300\text{ t/m}^2$ 程度と想定できよう。この支持力度については施工時または詳細設計時点において平板載荷試験等によって確認することが望まれる。また基礎施工時に陥没空洞、亀裂等を認めた場合、直ちに基礎幅および深さの設計変更、コンクリートグラウト工法が要求される。尚、橋台前面斜面はコンクリート格子枠等の法面保護が必要である。

#### 2) 石灰質軟砂岩

第5層の石灰質軟砂岩層はキリフィクリーク内において礁性石灰岩の下部に卓越して堆積している。当層の主要な性状は次の通りである。

a) 密~非常に密(N値20~50以上)に締っている。

b) 当層は石灰質で石英、雲母、黒雲母を含み所により固結化している軟岩である。

c) 土の粒度分布はシルト~細砂~粗砂~少量のレキを有し、やや良好な粒度配合である。

d) 当層には玉石、転石等は認められない。

以上の軟砂岩層の特性から、当層を支持層とする橋脚基礎施工には次の工法が考えられる。

i) 打込みによる既製コンクリート杭または鋼管杭

ii) コンクリート場所打杭

i) の打込みによる貫入打設は所定の深度例えばMSL-40mまでをプレボーリング無しで打ち込むことは不可能である。一方ii)のコンクリート場所打杭はリバースサーキュレーションドリル工法によって打設することは可能である。掘削は岩の削孔用ロッククラッシングビットを使用することが望ましい。

### 3.3.5 骨材調査

建設施工用の細骨材及び粗骨材調査をキリフィ地域において実施した。骨材採取に有望な場所とその概要はFig.3-14にまとめて示す。

各々の骨材採取地点の代表骨材試料の粒度分布図はFig.3-13にとりまとめて示す。

この図から明らかなようTP-2のテボニ砂のコンクリート用細骨材はTP-3のサバキ川砂より粒度が良い。ラレ川砂は採取可能の量は限られ、非常に少ない。調査架橋地点に近いTP-1のムコンガニ土取場試料は盛土材に適合したもので当プロジェクトの必要量を十分まかなえるものである。TP-5のマシンバ石灰岩(石灰岩の露出した石切場)はコンクリート、路盤用粗骨材に最も適していると判断される。しかしながらこの石切場は現在営業されていないので、当プロジェクト用に採石プラントを設立する必要がある。

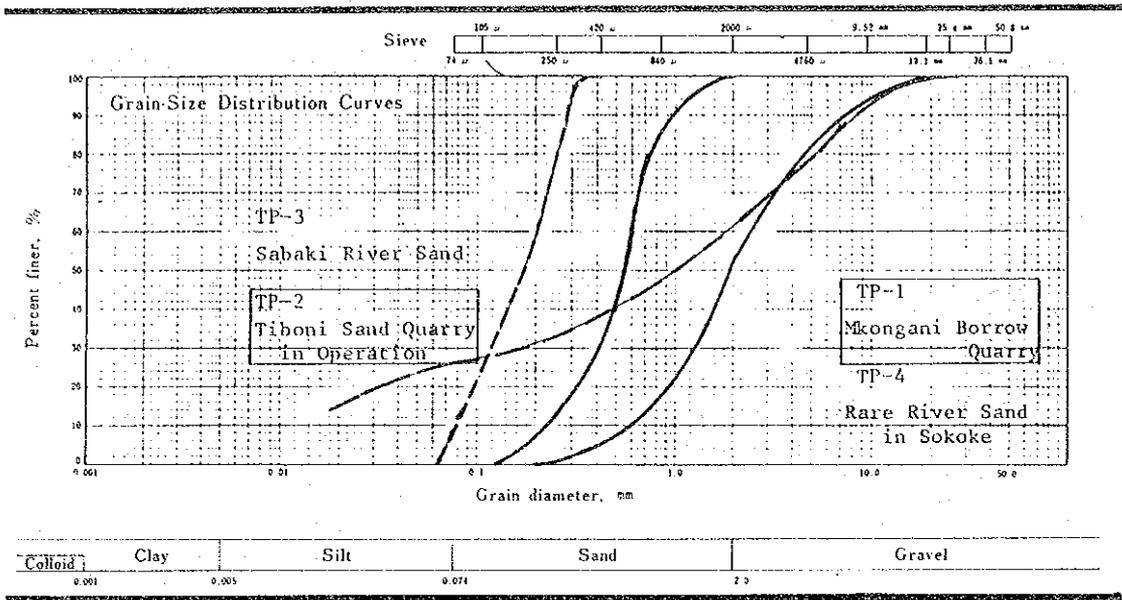


Fig. 3-13 GRADING OF AGGREGATE MATERIAL

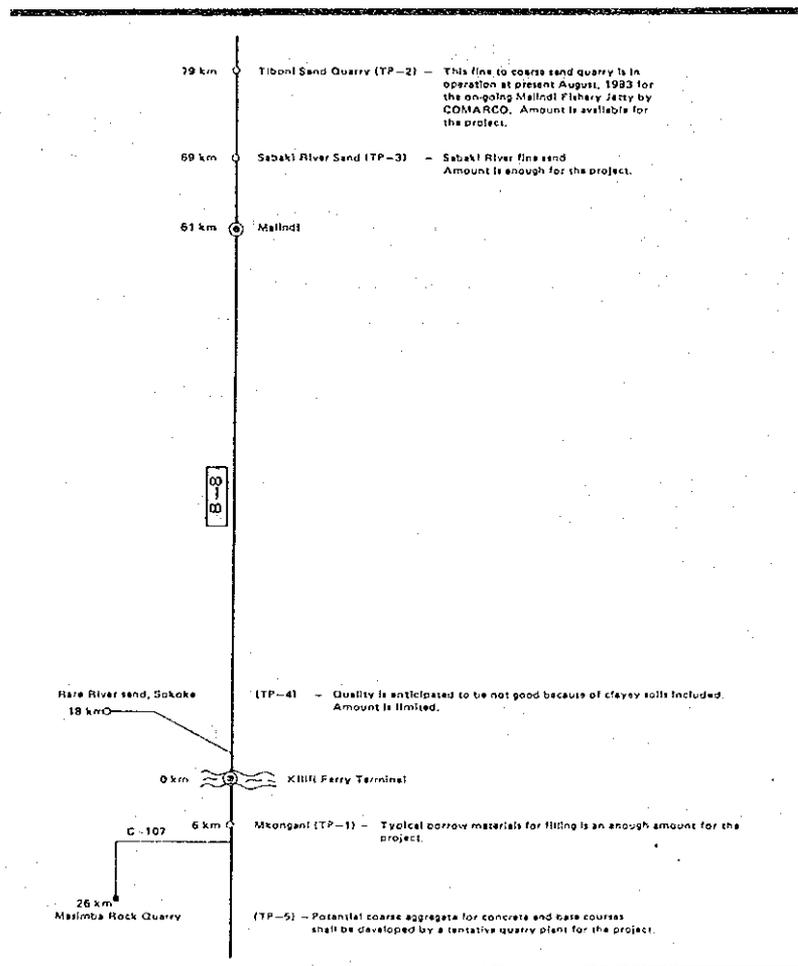
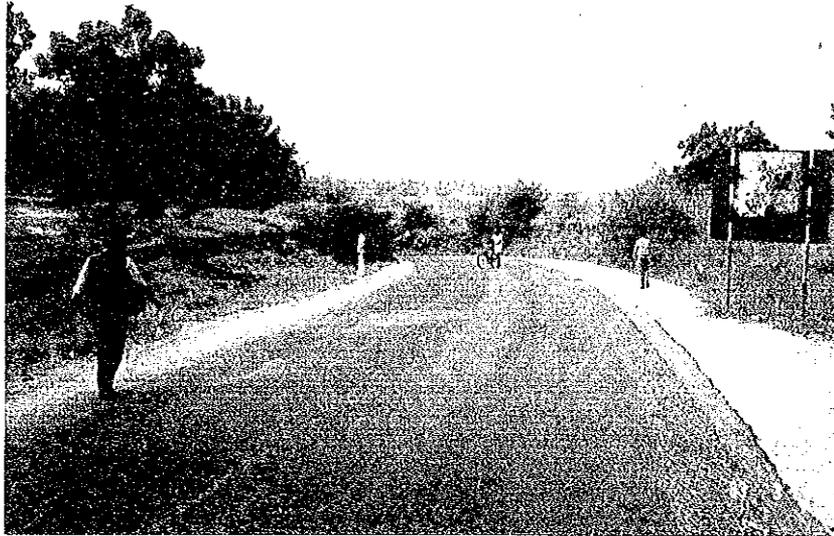


Fig. 3-14 LOCATION OF POTENTIAL SOURCES OF AGGREGATES



**Photo 1**

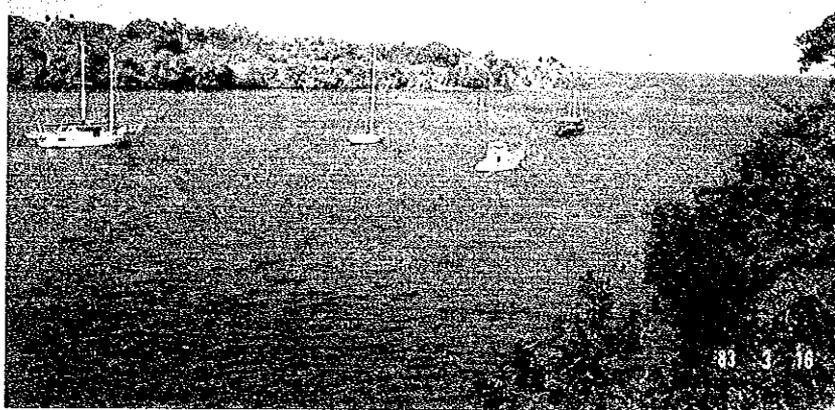
The existing B-8 road near the ferry terminal at Kilifi side. The width of the pavement is about 6.0 meters and a 1.5 meters soft shoulder is provided on both sides of the road.



**Photo 2**

The existing B-8 road at the Manarani side. The horizontal alignment is almost in a straight line and the widths of the pavement and shoulders are 6.0 meters and 1.5 to 2.0 meters respectively.





**Photo 3**

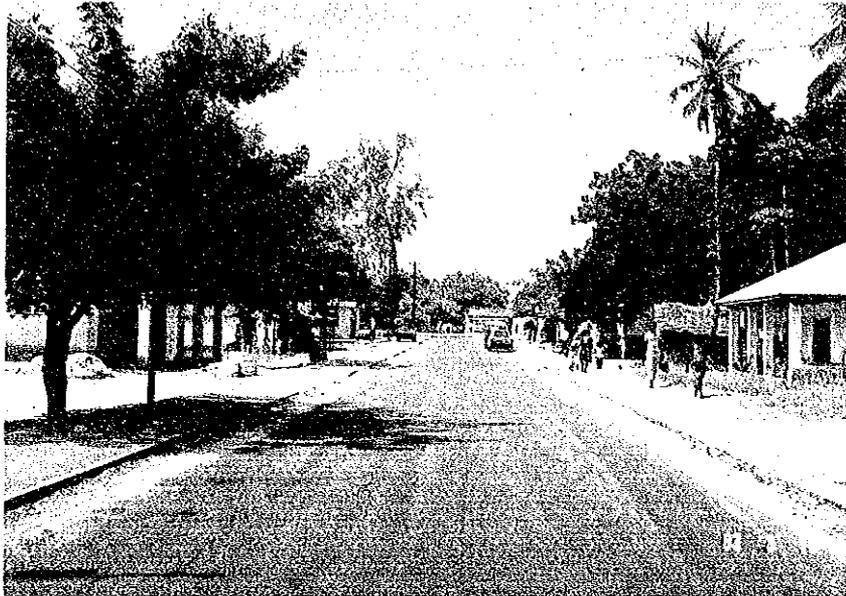
General view of the Kilifi creek crossings. A view towards the Kilifi side.



**Photo 4**

General view of the Kilifi creek crossing. This photograph is taken from the proposed bridge construction site in Kilifi to the Mnarani Club.





**Photo 5**

Main street of the Kilifi township. Both the commercial and residential areas are located along this road.



**Photo 6**

The existing E921 road. The widths of the pavement and pedestrian way are about 6.0 meters and 1.5 meters respectively.





**Photo 7**

Residential areas in the Kilifi township. The proposed road is to avoid disrupting such established settlement.



**Photo 8**

The town center at the Mnarani side. There are some residences in this area. The proposed road project is to preserve such areas.





**Photo 9**

The outskirts of the central area in the Mnarani side. The proposed road is located to pass into this area.



**Photo 10**

The livestock farming area in the Mnarani side. A part of the proposed road will pass through this area.



### 3.4 調査地域の開発状況

#### 3.4.1 現況土地利用

調査地域はキリフィクリークを狭んでキリフィ側とムナラニ側とに分けられる。1979年人口統計によれば、キリフィ側には4,260人及びムナラニ側には626人が住居している。商業地域はキリフィ側のD551道路及びE921道路沿に存在し、住宅地域及び政府関係の建物はキリフィクリークに平行してキリフィ側に存在する。

キリフィクリークの両岸は住宅地域等に利用されているが、その背後地は農作物及び牧畜農場用のオープンスペースとして残されている。

#### 3.4.2 現在道路状況

国道B-8号道路は、キリフィの市街地の外側を通過している。また、キリフィ市街地内の幹線道路は、D551及びE921道路により構成されている。

また上記のB-8、D551及びE921道路は、往復2車線道路でその巾員はそれぞれ7.0m、6.0mそれに5.5mである。舗装状態は概ね良好であるが、南国特有の強い雨や、その他の理由により車道と路肩に大きな段差を生じている。この路肩の段差は夜間では見えにくく、交通事故を発生させる1つの大きな原因にもなっている。

#### 3.4.3 施設の現状

##### (1) 公共施設

キリフィの市街地内には、2つの学校、1つの国立病院、2つの寺院及び1つの教会がある。ホテルはキリフィ側と、ムナラニ側にそれぞれ1つずつある。

##### (2) 送電線

132KV及び33KVの送電線がキリフィクリークを横断している。ケニアの電力公社との協議の結果、これらの送電線の移設は非常に困難であるという結論に達した。

送電線に移設には、鉄塔の移設、架線の計画変更などをともなうからである。それゆえ、道路の路線選定をする場合には、これらの送電線をさけた場所に選定する事が必要である。

##### (3) 電話線

木柱で支えられた電話線が1ヶ所キリフィクリークを横断している。この電話線は前述の送電線に比べて、非常に簡素なものである。そのため、この電話線を他の場所への移設することは比較的容易であると考えられる。

##### (4) フェリー

通常2隻のフェリーボートを使用し、24時間サービスで運営されているが、他の1隻が非常の場合を考慮して、常に待機している。1隻のフェリーは約10台の乗用自動車を運ぶことが出来る。また、料金は無料である。

現在のフェリーボートを利用して、キリフィクリークを横断する自動車数は1日約1,000台である。棧橋はキリフィ、ムナラニ側にそれぞれ1ヶ所ずつ設けられている。

(5) 給水管

キリフィクリークの海底を通り、キリフィクラブからムナラニクラブへと給水管が付設されている。

(6) 簡易滑走路

ムナラニ側に軽飛行機のための簡易滑走路が1ヶ所あり、主に、観光客のために運行されている、観光シーズンには1日2便程度が運行されている。

#### 3.4.4 キリフィ市街地の将来開発計画

キリフィの市街地開発は、ケニア国の都市住宅省計画課で策定されている。策定されている開発計画案は、キリフィ側のみであり、ムナラニ側は今のところ開発計画は立案されていない。策定されているキリフィ開発計画をFig.3-15に示すが、この図におけるムナラニ側は、本調査で予想した単なる概念図である。

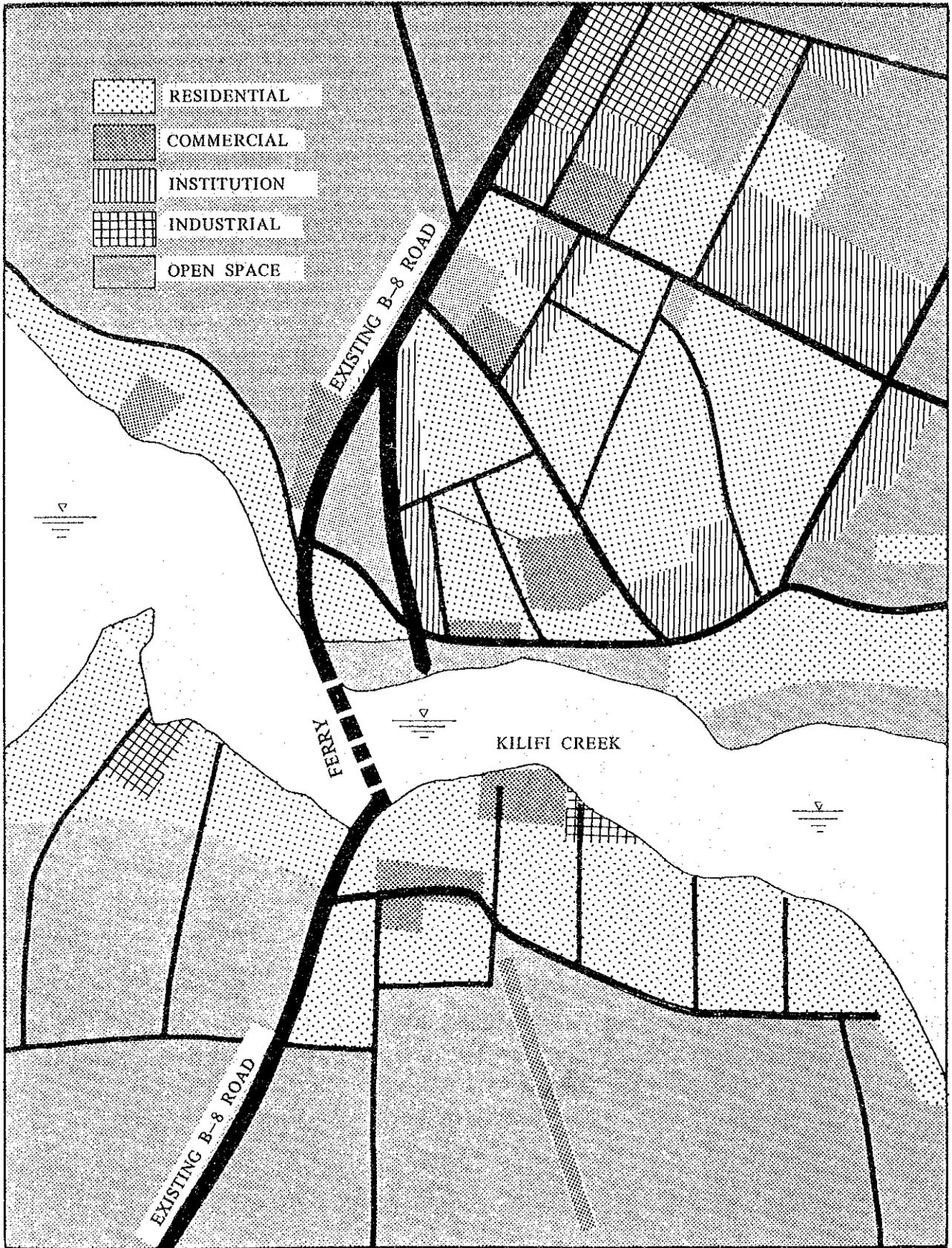


Fig. 3-15 FUTURE DEVELOPMENT PLAN OF KILIFI



## 第4章 比較路線計画

### 4.1 路線選定基本方針

#### 4.1.1 概要

計画道路の機能及び計画対象地域の環境等を考えて、路線選定基本方針を次の様に設定する。

- a) 技術的に充分満足すること。
- b) 経済的に充分満足すること。
- c) 公共の利益を考慮すること。
- d) 高い安全性を確保すること。
- e) 良好な環境を保全すること。

#### 4.1.2 路線選定のコントロールポイント

路線選定は、下記の現場条件を考慮して実施する。

##### a) キリフィ市街地

キリフィ側の商業の中心地は、キリフィの市街地のほぼ中央に位置している。この中心地域は、住宅、商業等すべてのコミュニティーの中心地でもある。したがってコミュニティーの地域分断をさけるために、路線選定は、この地域を通過することをさけるべきである。

##### b) 送電線

132KV及び33KVの2本の送電線がキリフィクリークを横断している。これらの送電線の移設は非常に困難であるため、路線は、これらをさけて選定されるべきである。

##### c) 電話線

現在のフェリー-航路と33KVの送電線との間では、電話線がキリフィクリークを横断している。この電話線の移設は比較的容易であり、キリフィ橋が架設された後、この電話線を橋梁に添架することも可能である。

##### d) フェリー

フェリーは、ケニア東部海岸地域の南北交通を処理する重要な役割を担っている。フェリーは通常2隻にて運行されているが、他の1隻が、非常の場合を考慮して、常に上流側に停泊している。路線選定をする場合には、フェリー-航路はもとより、この停泊地内の通過もさけるべきである。

##### e) 給水管

給水管の移設は特に問題にならないが、路線選定時においては、極力さける事が望ましい。

#### f) 簡易滑走路

セスナ機のための小さな簡易滑走路がムナラニ側にあるが、この移設は比較的容易である。

#### 4.1.3 土地利用計画

キリフィの土地利用計画についてはすでに述べられているが、策定された土地利用計画をみると、キリフィ市街地は大きく3つのコミュニティに分けられている。路線選定では、このコミュニティを分断すべきではなく、各々のコミュニティの境界付近を通過するように配慮すべきである。

#### 4.1.4 キリフィクリーク

##### (1) キリフィクリークの幅

路線選定は、クリークの最も狭い部分を選定すべきである。すなわち、通常は、橋梁建設費が道路建設費に比べて非常に高いため、最少の建設費を確保するためには、最も狭いクリーク幅の場所を選び橋梁建設費の節減をはかるべきである。

##### (2) キリフィクリークの深さ

橋梁の建設費を考えて、最も浅い部分を路線選定すべきである。

#### 4.2 道路の設計規格

##### (1) 幾何構造規格

ケニア国の建設省道路局は、1979年1月に、幾何構造規格を設定している。本道路の規格は、上記の幾何構造規格に準じるものとする。主な基準値は下記の通りである。

Table 4-1 DESIGN ELEMENTS OF ROAD

No.	Items	Unit	Value	Remarks
1	Road class	—	Class - B	
2	Design speed	km/h	100	
3	Terrain	—	Flat	
4	Pavement type	—	Bitumen	
5	Lane width	m	3.5	
6	Shoulder width	m	2.5	
7	Reserve width	m	60	
8	Central Reservation	m	3.5	
9	Maximum Gradient	%	3	Rolling 4%
10	Stopping sight distances	m	140	Minimum
11	Passing sight distances	m	375	-- do --
12	Minimum radius	m	600	
13	Superelevation	%	2.5	
14	Vertical curve crest	m	5500	
15	Vertical curve sug	m	3500	

## (2) 設計速度

本調査で採用された設計速度は時速100Kmである。設計速度は下記の事項を考慮して決定された。

- a) 計画道路はケニア国ではBクラス(AからEクラスまでである)の道路として位置づけられている。
- b) キリフィ周辺のB-8道路を通行する自動車の走行速度は、平坦な地形と良好な平面線形とのために時速80Kmから90Kmである。そのため設計速度は、交通事故を防止するため及び周辺の交通流を乱さないために、現存の走行速度より高い速度が要求される。
- c) 計画道路の機能には、長距離トリップの交通を処理する役割もある。この様な機能を有する道路は、幹線道路としての高い規格が要求される。

## (3) 設計車輛

計画道路は主要幹線道路であるため、大型車輛の通行を考慮しなければならない。本調査の設計車輛は、セミトレーラー車までを考慮する。

## (4) 交差点設計基準

平面交差点の設計基準は、アメリカ合衆国の規準を採用する。

## (5) 舗装設計基準

舗装設計基準はケニア国の運輸通信省が作成した1981年版の舗装設計基準に従うものとする。

## 4.3 提案された比較路線

### 4.3.1 比較路線の策定

充分な現地調査、路線選定基本方針及び現地の状況等を基に、比較路線ルートA、ルートB及びルートCの3案が策定された。

### 4.3.2 比較路線の記述

#### (1) 比較路線ルートA

ルートAは、キリフィクリークの最も浅い部分、すなわち132KV送電線から450m上流側の位置で、この送電線に平行した路線である。

ルートA通過地域のほとんどは荒地であるが、その一部はクリーク周辺の住宅地域を通過する。クリークの深さは、岸から約300m区間が2.0m～7.0mの浅瀬である。ムナラニ側は丘陵地を通る。

## (2) 比較路線ルート B

ルート B は、現在のフェリー航路から下流側約 400 m 地点、すなわち電話線がクリークを横断している付近にて、キリフィクリークを横断する様選定されている。この部分はクリークの幅が最も狭い場所で、クリーク幅は 330 m から 350 m である。

橋は現道と取付道路で結ばれ、キリフィ側の取付道路は主として、カッシュナツ等の森を通りぬけ、ムラナニ側は一部住宅地と牧場内を通過する。ルート B はまた、33KV の送電線をさけて路線選定されている。しかし、送電線はさけられたとしても電話線をさける事が出来ない場合、電話線に移設する。ルート B における橋梁延長は約 400 m であり、道路延長は約 3,770 m である (キリフィ側 1,350 m、ムラナニ側 2,420 m)。したがって橋梁部分を含めた全延長は 4,170 m となる。

## (3) 比較路線ルート C

ルート C は、キリフィクリークが比較的狭く、また比較的浅い部分に路線選定されている。いわゆるキリフィクラブの約 150 m 海寄りの 2.0 ~ 7.0 m の浅瀬がある区間である。取付道路は現在のキリフィの既存住宅地域はさける事が出来るが、ケニア国住宅省が計画したキリフィ開発計画の住宅予定地域をさける事が出来ない。しかし、ムラナニ側に存在する簡易滑走路はさける線形となっている。また、ムラナニ側の取付道路は、そのほとんどが牧場地を通過する様選定されている。上記の計画によれば、橋梁延長は 610 m となり取付道路延長は 7,130 m となる (キリフィ側 2,720 m、ムラナニ側 4,410 m)。

比較路線ルート A、ルート B 及びルート C の路線位置は Fig. 4-1 に示される。

## 4.4 比較路線の抽出

### 4.4.1 比較路線案の比較

作成された比較路線の特色は Table 4-2 に示される。

### 4.4.2 比較路線の評価

Table 4-2 の比較表から次の様なことがわかる。

#### (1) 経済的観点

a) ルート B が 3 案中最も経済的である。

ルート B に比べ、ルート A 及びルート C の工事費はそれぞれ 1.60 倍及び 1.55 倍である。

#### (2) 技術点観点

a) ルート B に架設される橋梁は、最も短い橋長となる。

- b) ルート B に架設される橋梁の水中の橋脚数は他案に比べて少ない。
- c) 現道への取付けはルート B が最も容易である。
- d) ルート B 及びルート C は、比較的平坦な地域を通過するため、施工が容易である。ルート A は丘陵地域を通過するため、多量の土工事及び中小構造物の設置が必要である。
- e) ルート B には、下記のような小さな問題点がある。
  - i) 電話線の移設が必要である。
  - ii) 高い塔が必要な橋梁、例えば吊橋や斜張橋が立案された場合、ムナラニ側にある簡易滑走路の移設が必要である。
- f) ルート B は、現在の市街地及び将来の市街地から最も利用がし易く、かつ、ルート B 自体が市街地への取付道路として利用出来るため、利便性が高い。ルート A 及びルート C は、新たに市街地への取付道路の建設が必要となり、便利さに欠ける。

### (3) 環境的観点

- a) ルート A は将来計画に与える影響は小さい。また、ルート B は、将来計画の幹線道路計画と充分整合している。ルート C は、キリフィの将来土地利用計画における住宅地域を通過するため、コミュニティーの分断等において、問題がある。
- b) キリフィクリークに橋を架ける事により、現在の景観がかなり変化するものと思われるが、ルート C は、市街地から遠く河口付近に架橋されるため、市街地からの景観では、わずかながら他の案よりも優れているものと考えられる。

しかし、景観に与えるインパクトは橋梁の位置より、むしろ橋梁形式による景観を考える必要があるだろう。

### 4.4.3 結論

経済的観点、技術的観点及び環境的観点から考えて、ルート B が最も優れている。したがって、ルート B を計画道路として選定する。

Table 4-2 COMPARISON OF ALTERNATIVE ROUTES

Item		Alternative Route	Route A	Route B	Route C
Topographical condition	Width of creek		620 m	360 m	480 m
	Width of Creek with water depth of more than 25 m		165 m	130 m	150 m
	Maximum water depth of the creek		39 m	36 m	37 m
	Terrain along the route		Rolling	Flat	FLat
Geological Condition		Sand/Sandstone and Shale			
Characteristics of Bridge	Total bridge length		710 m	400 m	610 m
	Cross-section width		12.5 m	12.5 m	12.5 m
	Surface area of bridge		8,875 m	5,000 m	7,625 m
	Alignment		Straight	Straight	Straight
	No. of foundation under water		7	2	5
Characteristics of Approach roads	Total length		4,250 m	3,770 m	7,130 m
	Width		16.0 m	16.0 m	16.0 m
	Min. alignment		800 m	1,000 m	600 m
Relations to housing		Kilifi side .....cut the residential area with a few scattered houses Mnarani side .... cut the agricultural area and residential area with a few scattered houses			
Adjustment for existing facilities		No need	Remove telephone line	No need	
Relations to future development plan		Kilifi side..... cut the residential area planned along the creek Mnarani side .... cut the residential area planned along the creek			
Accessibility		Some problems	No problems	Some problems	
Land acquisition		25.50 Ha	16.62 Ha	42.78	
Rough costs ('000 KShs)	Construction cost of bridge	388,478	243,440	353,123	
	Construction cost of approach rd	37,698	20,470	52,690	
	Land acquisition cost	3,136	2,044	5,262	
	Sub-total	429,312	265,954	411,075	
	Engineering fee	64,397	39,893	61,661	
	Contingency	42,931	26,595	41,108	
	Total	536,460 (1.6)	332,442 (1.0)	513,844 (1.55)	

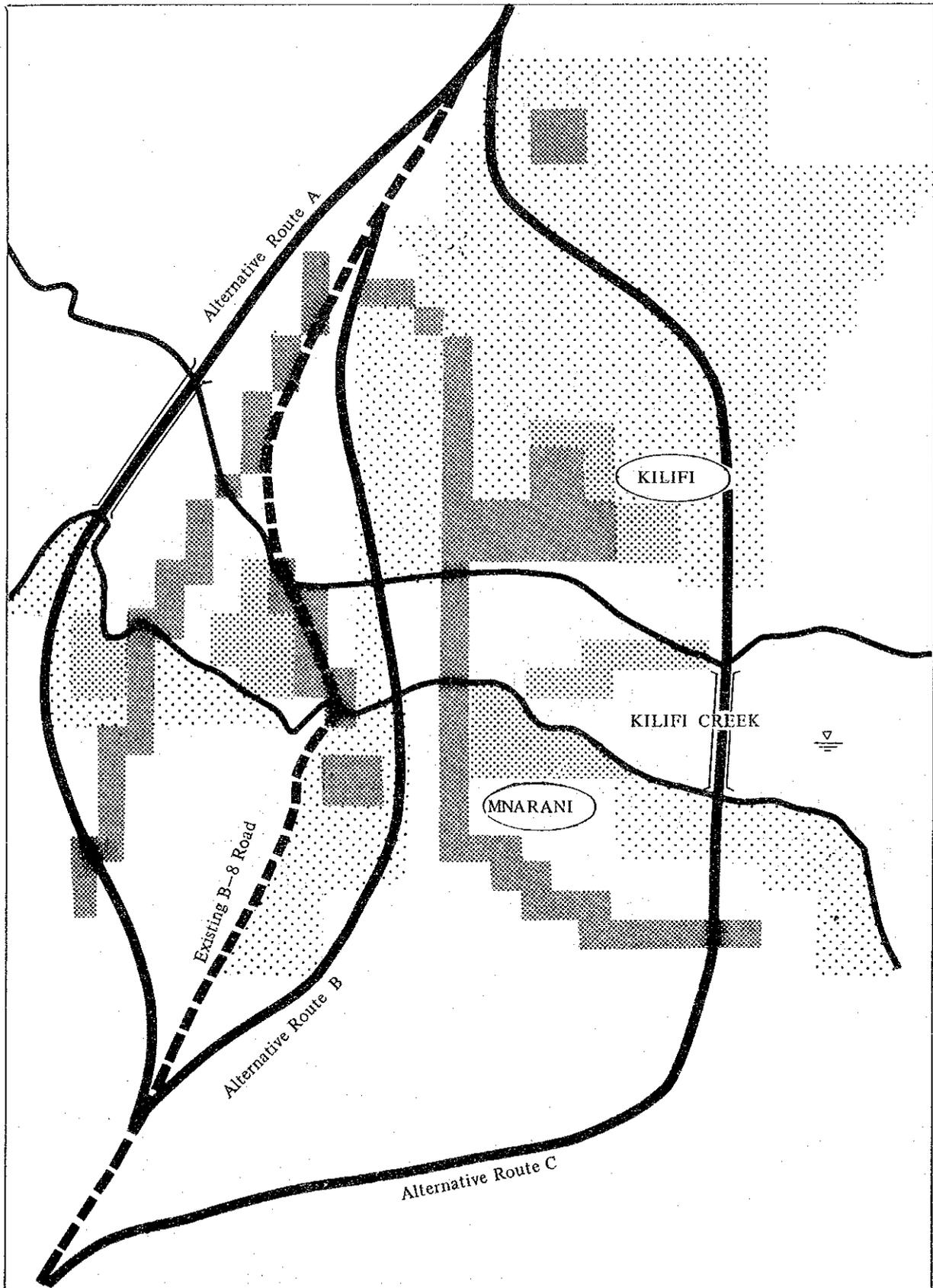


Fig. 4-1 LOCATION OF PROPOSED ALTERNATIVE ROUTES



## 第5章 橋梁型式の選定

### 5.1 概 要

第1段階として、選定されているルート“B”に対して、実現性が高く適当と考えられるいくつかの橋梁型式が選定される。これらの候補とされる型式のそれぞれについて構造の骨組および主要主法が決められ、概略の建設方法が決められ、次に主要な材料及び建設費が算出される。これらの概略の設計は、第7章に示される設計条件に基づいて行なわれる。

これらの比較される型式に対する評価は、3つの基本的な観点、すなわち、経済性、技術、環境の観点よりなされる。

### 5.2 比較橋梁型式

#### 5.2.1 橋 長

地形および地質の状況を考慮して橋長は420mとする。始点はSta. №22+35M、終点はSta. №26+55Mである。

#### 5.2.2 橋脚位置の決定

橋脚位置は、Fig. 5-1に図示されている4つのケースが考えられる。これらは次のような点を考慮して定められたものである。

- a) 海底の断面図が示すように、クリークの中央部は幅約200mにわたって水深が25mであり、このような水深の大きい所に橋梁の基礎を建設することは、比較的困難であり高価なものとなる。建設を容易にし橋梁の全工事費を下げるために、この部分における橋脚の数は2基迄とする。
- b) 1径間および2径間の橋梁は上部工の規模、したがって全体の工事費も大きくなりすぎるので考慮しない。
- c) 地形は断面図に示されているように殆ど対称である。それで上部工も構造的および景観を考慮して対称のスパン割とする。

ケース(1)およびケース(2)は3径間の橋梁型式であり、ケース(3)およびケース(4)は5径間の橋梁型式である。一般的に言って、中央径間長を増加すれば上部工の工費が大きくなる。一方、橋脚の位置の水深が浅くなれば、橋脚の建設費は小さくなる。橋脚の位置の4つの案はこれらの関係を知るのに役立つように定められている。

ケース(1)では、橋脚は4つのケースのうちでもっとも水深の浅い所に位置している。この場合には橋脚の施工にあたっては栈橋による施工が可能となろう。ケース(3)および(4)では側径間の橋脚は橋台に近い位置に設けられている。このことは施工にあたってドライワークを可能にするであろう。

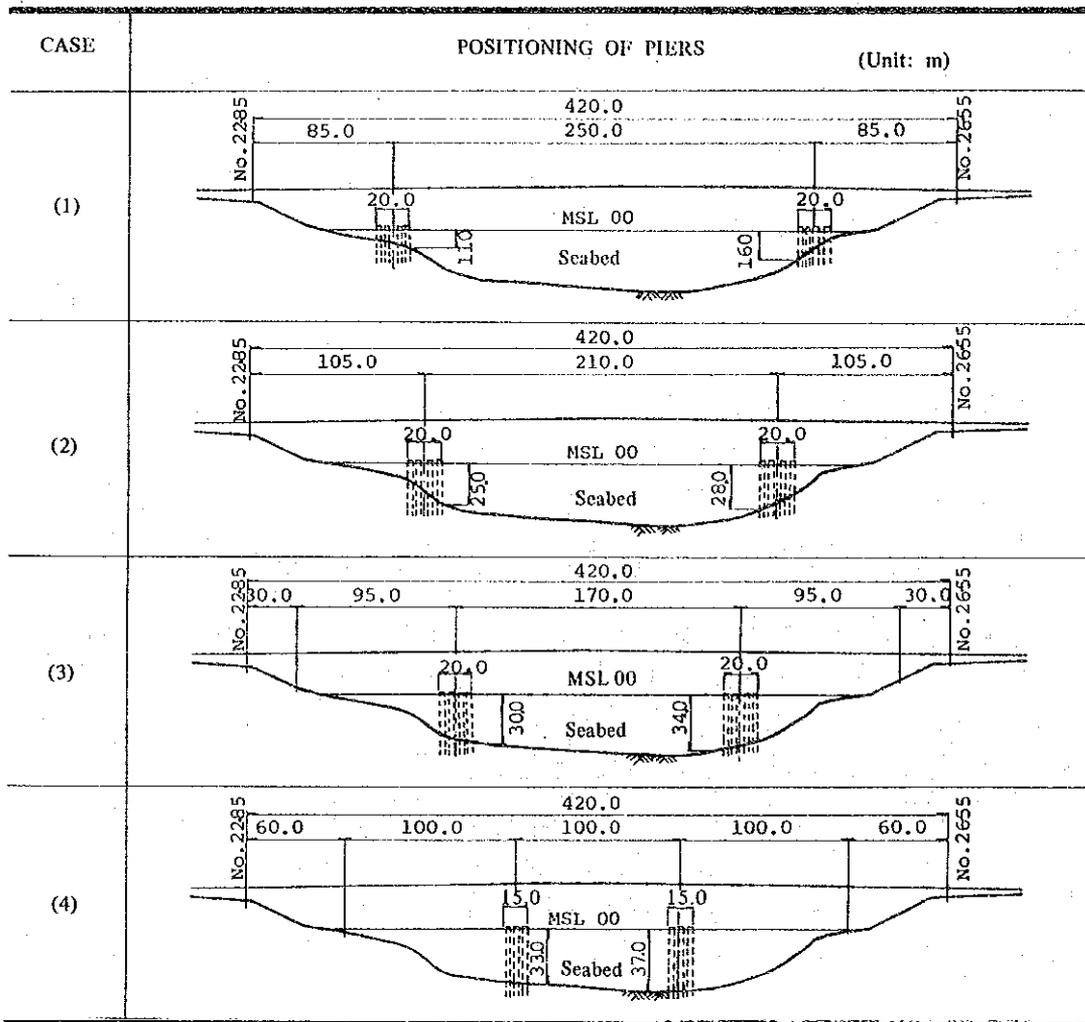


Fig. 5-1 POSITIONING OF PIERS